Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Relatório de Impacto Ambiental - RIMA

Pedreira e Concretos Caxiense Ltda

Ampliação da Mina Maestra – Caxias do Sul – RS

Novembro- 2020

GARDEN
PROJETOS

VOLUME I

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

Argamassa, Brita e Concreto
CAXIENSE
FAGUNDES

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)

PROCESSO ADMINISTRATIVO N° 006885-05.67/14-8

EMPREENDIMENTO N° 70819 – EXTRAÇÃO DE BASALTO

EMPREENDEDOR N° 35430 – PEDREIRA E CONCRETOS CAXIENSE LTDA.

AMPLIAÇÃO DA ATIVIDADE DE LAVRA DE ROCHA PARA USO IMEDIATO NA CONSTRUÇÃO CIVIL A CÉU ABERTO, COM BRITAGEM E COM RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA, NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL/RS.

Caxias do Sul - RS, 02 de novembro de 2020.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 29
1.1 INFORMAÇÕES GERAIS 31
1.1.1 Identificação do empreendedor 32
1.1.2 Nome ou razão social 32
1.1.3 Número dos registros legais 32
1.1.4 Endereço completo 32
1.1.5 Contatos 33
1.1.6 Representantes legais 33
1.1.7 Pessoa de contato 33
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA DE CONSULTORIA AMBIENTAL 33
1.2.1 Nome ou razão social 33
1.2.2 Número dos registros legais 34
1.2.3 Endereço completo 34
1.2.4 Contatos 34
1.2.5 Registro no Cadastro Técnico Federal do IBAMA 34
1.2.6 Representantes legais 34
1.2.7 Pessoa para contato 35
1.3 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO 35
1.3.1 Apresentação do empreendimento 35
1.3.2 Objetivos, justificativas e histórico para o empreendimento, abordando os aspectos técnicos, ambientais, econômicos, sociais e políticos-governamentais 37
1.3.3 Localização geográfica 40
1.3.4 Nome do empreendimento (fantasia) 41
1.3.5 Método de Lavra: Discussão sucinta da escolha do método de lavra selecionado 41
1.3.6 Reservas Medidas, Indicadas e Inferidas: Relacionar dados com a previsão de vida útil da mina 47
1.3.7 Investimentos: apresentar os valores de investimentos previstos para o empreendimento de acordo com as fases de implantação, para fim de cálculo de valor da compensação ambiental conforme conta no artigo 3° da Resolução CONAMA n° 371/2006 57
1.3.8 Área total da gleba 57
1.3.9 Área a ser minerada 57
1.3.10 Cronograma físico de execução da obra 96
1.3.11 Máquinas e equipamentos 96

1.3.12 Plano de lavra a curto, médio e longo prazo 97
1.3.13 Plano de fechamento da mina 101
1.3.14 Alternativas Locacionais e Tecnológicas e Hipóteses de não Execução 104
1.4 REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL - ASPECTOS LEGAIS 109
1.4.1 Aspectos Legais Federais 111
1.4.2 Aspectos Legais Estaduais 114
1.4.3 Aspectos Legais Municipais 117
1.5 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA 117
1.5.1 Área de Diretamente Afetada - ADA 118
1.5.2 Área de Influência Direta - AID 121
1.5.3 Área de Influência Indireta - AII 133
2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 138
2.1 MEIO FÍSICO 139
2.1.1 Clima 139
2.1.2 Geomorfologia 151
2.1.3 Geologia 157
2.1.4 Solos 174
2.1.5 Geotecnia 178
2.1.6 Recursos Hídricos Superficiais 186
2.1.7 Recursos Hídricos Subterrâneos 227
2.1.8 Ruídos e Vibrações 237
2.2 MEIO BIÓTICO 244
2.2.1 Caracterização dos ambientes 244
2.2.2 Flora 250
2.2.3 Fauna 310
2.2.4 Unidades de Conservação 440
2.2.5 Bioindicadores de Qualidade Ambiental 442
2.3 MEIO ANTRÓPICO (SOCIOECONÔMICO) 443
2.3.1 Metodologia 443
2.3.2 Equipamentos públicos urbanos e comunitários 443
2.3.3 Uso e ocupação do solo 444
2.3.4 Caracterização do município, infraestrutura regional dinâmica populacional, estrutura ocupacional da população, indicadores econômicos e sociais e a relação de troca entre a economia local, regional e nacional 449
2.3.5 Infraestrutura de saneamento 463
2.3.6 Geração de tráfego e demanda por transporte público 472
2.3.7 Alteração na demanda por empregos 484

2.3.8 Relação área e uso rural/ área uso urbano, estrutura comunitária 485
2.3.9 Ventilação, geração de ruído e partículas em suspensão 486
2.3.10 Paisagem natural 492
2.3.11 Mapeamento da ocorrência de sítios do patrimônio natural e cultural 493
2.3.12 Identificação e caracterização de aglomerados humanos no entorno do empreendimento e os impactos sociais decorrentes do empreendimento 507
2.3.13 Caracterização dos equipamentos urbanos presentes e necessários e a estrutura urbana básica/redes de abastecimento de água e esgoto sanitário, drenagem, energia elétrica, telecomunicações, sistema viário e de transporte, linhas de transmissão de energia elétrica, etc., tendo em vista o contraponto com as demandas advindas do empreendimento minerário proposto 523
2.3.14 Descriminação dos usos do solo nas áreas de influência do empreendimento 542
2.3.15 Descrição das interações socioambientais da população atingida na área de influência do empreendimento 568
2.3.16 Caracterização das vias de acesso e capacidade da infraestrutura viária na área de influência e localização e dimensionamento dos acessos específicos ao empreendimento (porte, pavimentação, fluxos nos horários de pico) 571
2.3.17 Indicação de possível alteração na classificação do sistema viário existente e fluxo de tráfego no entorno em decorrência da implantação do empreendimento e identificação de pontos vulneráveis a acidentes 572
2.3.18 Identificação de eventuais fontes de problemas socioambientais da região e levantamento de ativos ambientais da gleba destinada ao empreendimento 573
3 ANÁLISE INTEGRADA 577
4 IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS 584
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS 586
4.2 METODOLOGIA PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS 589
4.3 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS SOBRE OS MEIOS ESTUDADOS 594
4.3.1 Impactos sobre Meio Físico 594
4.3.2 Impactos sobre Meio Biótico – Flora e Fauna 599
4.3.3 Impactos sobre Meio Socioeconômico (Antrópico) 603
5 MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS 607
5.1 MEDIDAS MITIGATÓRIAS E COMPENSATÓRIAS PARA O MEIO FÍSICO 611
5.2 MEDIDAS MITIGATÓRIAS E COMPENSATÓRIAS PARA O MEIO BIÓTICO – FLORA E FAUNA 615
5.3 MEDIDAS MITIGATÓRIAS E COMPENSATÓRIAS PARA O MEIO SOCIOECONÔMICO (ANTRÓPICO) 621
5.4 PROJETO DE CANALIZAÇÃO E REVITALIZAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS 625

5.4.1 Objetivos e Justificativas 626
5.4.2 Dimensionamento 627
5.4.3 Execução 634
5.4.4 Acessos 641
5.4.5 Cronograma 642
6 ACOMPANHAMENTO, CONTROLE E MONITORAMENTO 644
6.1 PLANO BÁSICO AMBIENTAL – PBA 645
6.1.1 Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA) 647
6.1.2 Programa de Educação Ambiental (PEA) 648
6.1.3 Programa de Comunicação Social (PCS) 649
6.1.4 Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV) 649
6.1.5 Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (PMQA) ... 650
6.1.6 Programa de Prevenção, Controle e Monitoramento de Processos Erosivos (PPCMPE) 651
6.1.7 Programa de Configuração de Taludes e Risco Geotécnico (PCTRG) 651
6.1.8 Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP) 652
6.1.9 Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal (PISMF) 653
6.1.10 Programa de Compensação Ambiental (PCA) 654
6.1.11 Programa de Reposição Florestal Obrigatória (PRFO) 656
6.1.12 Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF) 656
6.1.13 Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF) 657
6.1.14 Programa de Controle e Qualidade do Ar (PCQA) 658
6.1.15 Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS) 659
6.1.16 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) 659
6.1.17 Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes (PGRSE) 660
6.1.18 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) 661
6.1.19 Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo (PCVP) 661
6.1.20 Programa de Auditoria Ambiental (PAA) 662
6.1.21 Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas (PMAS) 662
6.1.22 Programa de Monitoramento, Reintrodução ou Relocação do gênero Aegla (PMRRA) 663
6.1.23 Programa de Aquisição de Terras (PAT) 665
7 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 666
8 PROGNÓSTICO AMBIENTAL 672
8.1 CENÁRIO DE SUCESSÃO – COM EMPREENDIMENTO 675

8.2 CENÁRIO TENDENCIAL – SEM EMPREENDIMENTO 680
9 ANÁLISE CONCLUSIVA 682
10 CARTOGRAFIA BÁSICA 687
11 EQUIPE TÉCNICA 691
12 DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR 694
13 REFERÊNCIAS 699
14 GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS 719
15 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA/VÍDEO 735
16 RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA) 741

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagem aérea do sistema de britagem em funcionamento..... 36
Figura 2. Imagem aérea da frente de trabalho/lavra Norte/Oeste. 36
Figura 3. Informações de empreendimentos aprovados pela Prefeitura de Caxias do Sul/2019. 39
Figura 4. Localização da área de estudos (ADA), com detalhe para as poligonais do DNPM... 41
Figura 5. Imagens de Sismógrafos instalados em locais próximos..... 43
Figura 6. Carregamento de Matacos durante operação diária. 44
Figura 7. Bancadas a serem ajustadas com a ampliação na Mina da Maestra..... 46
Figura 8. Mapa de localização dos furos de sondagem. 49
Figura 9. Histograma da espessura de cobertura dos dados originais..... 50
Figura 10. Histograma da espessura de cobertura dos dados desagrupados pelo método de vizinho mais próximo (NN). 50
Figura 11. Histograma da espessura de cobertura da estimativa por Inverso do Quadrado da Distância (IQD). 51
Figura 12. Mapa de espessura de cobertura na área do empreendimento e poligonal do EIA. 52
Figura 13. Mapa de espessura da camada de minério na área do empreendimento..... 53
Figura 14. Mapa de relação estéril/minério do empreendimento e poligonal do EIA. 53
Figura 15. Superfície de contato entre minério e estéril gerada a partir do método de IQD. 54
Figura 16. Representação em 3D da superfície de contato entre minério e estéril. Poligonal do EIA representada pela região sombreada. 54
Figura 17. Seção transversal de do modelo de blocos, topografia e superfícies de contato. Em vermelho os blocos de estéril, e em azul os de minério. 55
Figura 18. Classificação do modelo de blocos em medido, indica e inferido, com disposição dos furos de sondagem e descrições de faces de taludes na área do empreendimento e poligonal do EIA. 56
Figura 19.Zona de Mineração - Plano Diretor 2017. 58
Figura 20.Zona de Mineração - Plano Diretor 2019. 59
Figura 21. Localização das frentes de lavra na Mina da Maestra 68
Figura 22. Posição de pilhas de estéril e solo vegetal em uso. 75
Figura 23. Operação de decapeamento do estéril na Mina da Mestra. 79
Figura 24. Operação de carregamento (escavadeira hidráulica CAT EH-336DL 85
Figura 25. Caminhão posicionado na tremonha de alimentação 85
Figura 26. Caminhões de apoio ao comboio e pipa para irrigação e controle de poeira. 86
Figura 27. Fluxograma do sistema de britagem instalado na Mina da Maestra. 88

Figura 28. Britador primário Svedala 12090C. 89
Figura 29. Britador Secundário Metso HP400 e Peneira Metso CVB 1540. 90
Figura 30. Conjunto de britagem terciária. 91
Figura 31. Britador quaternário Barmac 9100. 92
Figura 32. Peneira PN108. 93
Figura 33. Expedição do produto final. 94
Figura 34. Estruturas e edificações próximas a região onde ocorre as operações de lavra. Linha em vermelho corresponde às edificações e estruturas fixas da Caxiense; em amarelo a planta de britagem da Prefeitura de Caxias do Sul. 98
Figura 35. Distribuição das frentes de lavra da Mina da Maestra. Em vermelho Frente Caxiense Oeste, em laranja Frente Prefeitura e em amarelo Frente Caxiense Leste. 99
Figura 36. Rampas de acesso à cava a partir da planta de britagem e centro administrativo da Caxiense. 99
Figura 37. Frente Caxiense Oeste e Prefeitura. 100
Figura 38. Frente Caxiense Oeste. 100
Figura 39. Acesso ao setor sul da Frente Prefeitura. 101
Figura 40. Delimitação da Área Diretamente Afetada. 119
Figura 41. Delimitação dos quadrantes junto à ADA. 120
Figura 42. Av. Antônio Andrighetti, ... 123
Figura 43. Núcleo Canyon, ... 123
Figura 44 e Figura 45. Rua Vitor Borges Vieira, Bairro Serrano. 123
Figura 46 e Figura 47. Estrada Municipal Bento Osvaldo Trisch, Bairro Pedancino. 123
Figura 48 e Figura 49. *Avenida Pinheiros, Bairro Brandalise.* 124
Figura 50 e Figura 51. Rua Angelo Franzoi, Bairro Maestra. 124
Figura 52. Igreja Nossa Senhora das Dores. 124
Figura 53. Comunidade Nossa Sra. das Dores. 124
Figura 54. Imagem com vistas da porção Norte e Noroeste do empreendimento. 125
Figura 55. Imagem com vista da porção sul do empreendimento. 125
Figura 56. Imagem com vistas da porção Sudeste do empreendimento. 126
Figura 57. Área de Influência Direta no Meio Socioeconômico. 126
Figura 58. Microbacias delimitadas na ADA. 130
Figura 59. Área de Influência Direta do Meio Físico. 131
Figura 60. AID do Meio Biótico. 133
Figura 61. Municípios consumidores do material produzido pela Pedreira Caxiense. 135
Figura 62. AII do Meio Socioeconômico. 136
Figura 63. Áreas de Influência Indireta do Meio Biótico e Físico. 137
Figura 64. Climograma para Caxias do Sul, período de 1981-2010 145

Figura 65. Insolação mensal média (horas), período de 1981-2010. 145
Figura 66. Dados de evapotranspiração para o período de 1981-2010. 146
Figura 67. Balanço hídrico calculado para o período de 1981-2010. 147
Figura 68. Gráfico de rosa dos ventos para o período de 1981-2010. 149
Figura 69. Precipitações extremas vs. tempo de retorno. 150
Figura 70. Geomorfologia regional. 153
Figura 71. Geomorfologia estadual. 154
Figura 72. Geologia regional. 160
Figura 73. Exposição de zona basal de derrame constituído por vitrófiros e brechas de fluxo. 162
Figura 74. Aspecto colunar típico da porção intermediária de derrame vulcânico..... 162
Figura 75. Contato das unidades vulcânicas A e B..... 163
Figura 76. Contato das unidades vulcânicas. 163
Figura 77. Atitude subvertical das estruturas em uma das frentes de lavra. 163
Figura 78. Rocha vítrea vesicular/amigdaloidal. 163
Figura 79. Textura fluidal que dá origem a um bandamento laminar. 164
Figura 80. Fortes dobramentos muito apertados, que podem ser comparados às dobras das rochas. 164
Figura 81. Unidade Vulcânica B (UvB) em uma das frentes de lavra..... 165
Figura 82. Aspecto da rocha na Unidade Vulcânica B (UvB). 166
Figura 83. Aspecto da rocha na Unidade Vulcânica B (UvB). 166
Figura 84. Rocha riolítica vitrificada, de coloração avermelhada. 167
Figura 85. Bandamento de origem vulcânica..... 167
Figura 86. Distribuição da rede de fraturas (lineamentos geoestruturais) na AII do empreendimento. 170
Figura 87. Histograma quantitativo dos lineamentos da região..... 170
Figura 88. Diagrama de roseta correspondente aos lineamentos identificados na região..... 171
Figura 89. Diagrama Schmidt-Lambert estatístico de polos e das atitudes preferências das famílias de juntas e de todos planos das faces dos taludes avaliados. Os planos de cor preta são os planos preferenciais das descontinuidades e em vermelho o do talude.. 172
Figura 90. Mapa de solos do município de Caxias do Sul. 174
Figura 91. Corte com os solos da área de estudo. 177
Figura 92. Corte com os solos no acesso da área de mineração Mina da Maestra. 177
Figura 93. Corte com os solos da área de estudo na área de Mineração da Mina..... 177
Figura 94. Correlação entre Φ_r' e a fração argila. 181
Figura 95. Envoltório de resistência ao cisalhamento dos ensaios para tensões baixas até 100 kPa. 182

Figura 96. Setores analisados na Mina Maestra. 185
Figura 97. Localização dos pontos de amostragem. 189
Figura 98. Localização dos pontos de amostragem. 191
Figura 99. Contexto hidrográfico do município de Caxias do Sul. 197
Figura 100. Contexto hidrográfico da AID. 198
Figura 101. Recursos hídricos dentro da ADA. 199
Figura 102. Recursos hídricos no quadrante A. 200
Figura 103. Açude no quadrante A1(MAR/2018). 200
Figura 104. Açude no quadrante A1 (MAR/2018). 200
Figura 105. Entorno da nascente do arroio A (JUL/2018). 201
Figura 106. Açude no trecho montante do arroio A (JUL/2018). 201
Figura 107. Arroio A no seu trecho médio (JUL/2018). 201
Figura 108. Arroio B no seu trecho médio (JUL/2018). 201
Figura 109. Açude a jusante do arroio A (JUL/2018). 201
Figura 110. Açude a jusante do arroio A (JUL/2018). 201
Figura 111. Recursos hídricos no quadrante B. 203
Figura 112. Arroio B a jusante (JUL/2018) 203
Figura 113. Arroio B (JUL/2018). 203
Figura 114. Arroio B nas proximidades das nascentes (JUL/2018). 204
Figura 115. Arroio B em um ponto de travessia (JUL/2018). 204
Figura 116. Trecho final do Arroio B (MAR/2014). 204
Figura 117. Queda d'água formada pelo arroio B ao adentrar a cava de mineração (MAR/2014). 204
Figura 118. Nascente B1 a montante do açude (JUL/2018). 205
Figura 119. Açude escavado 3,0 metros abaixo da nascente B1 (JUL/2018). 205
Figura 120. Curso a jusante do açude (JUL/2018). 205
Figura 121. Junção do afluente gerado a partir do açude com o córrego principal (MAR/2014). 205
Figura 122. Nascente B2 localizada a 8,0 metros da margem direita do córrego (JUL/2018). 206
Figura 123. Nascente B3 localizada a lado da nascente B2 (JUL/2018). 206
Figura 124. Recursos hídricos no quadrante D. 206
Figura 125. Açude localizado em topo planificado (MAR/2014). 207
Figura 126. Pequeno alagamento do açude a Oeste (MAR/2014). 207
Figura 127. Recursos hídricos no quadrante E. 207
Figura 128. Banhados próximos às nascentes (MAI/2014). 208
Figura 129. Banhados próximos às nascentes (MAR/2014). 208
Figura 130. Recursos hídricos no quadrante F. 209

Figura 131. Açude formada junto à divisa Norte da ADA (MAR/2014). 209
Figura 132. Curso junto à área de mineração (MAR/2014). 209
Figura 133. Açude formada junto ao limite sul do quadrante F (JUL/2018). 210
Figura 134. Arroio F após o barramento sul (JUL/2018). 210
Figura 135. Recursos hídricos no quadrante G. 210
Figura 136. Trecho do Arroio F junto ao limite oeste do quadrante G, atravessando a área da CODECA (JUL/2018). 211
Figura 137. Ponto onde o Arroio F adentra a canalização (JUL/2018). 211
Figura 138. Hidrograma do período de monitoramento hidrológico. 212
Figura 139. Hidrograma vazão observada vs calculada para a bacia 1. 215
Figura 140. Curva de permanência para a bacia 1. 216
Figura 141. Curva de permanência para a bacia 2. 217
Figura 142. Curva de permanência para a bacia 3. 217
Figura 143. Coleta de águas superficiais para análises (OUT/2015). 220
Figura 144. Coleta de águas superficiais para análises (OUT/2015). 220
Figura 145. Resultados de oxigênio dissolvido. 220
Figura 146. Resultados de DBO. 221
Figura 147. Resultados de fósforo total. 222
Figura 148. Resultados dos compostos nitrogenados. 223
Figura 149. Resultados de turbidez. 223
Figura 150. Resultados para surfactantes. 224
Figura 151. Resultados para coliformes. 225
Figura 152. Resultados para metais. 226
Figura 153. Resultados para sólidos. 226
Figura 154. Mapa hidrogeológico do município de Caxias do Sul. 228
Figura 155. Esquema hidrogeológico simplificado da área de estudo. 229
Figura 156. Vetores de fluxo superficial dentro da ADA. 232
Figura 157. Localização dos poços na AID. 234
Figura 158. Localização dos pontos de monitoramento. 238
Figura 159. Limites de velocidade de partícula de pico por faixa de frequência. 242
Figura 160. Resultados parciais para o ano de 2015. 242
Figura 161. Resultados parciais para o ano de 2016. 243
Figura 162. Resultados parciais para o ano de 2017. 243
Figura 163. Bacia de captação do Arroio Maestra. 245
Figura 164. Áreas de Preservação Permanente da ADA. 249
Figura 165. Vista da vegetação herbáceo-arbustiva. 252
Figura 166. Vista da vegetação herbáceo-arbustiva. 252

Figura 167. Vista geral do plantio de Pinus spp. 253
Figura 168. Vista do plantio de Eucalyptus spp. 253
Figura 169. Detalhe de vegetação de ligustro. 254
Figura 170. Vista de área residencial na AID. 254
Figura 171. Vista de um sítio na AID. 254
Figura 172. Vista de uma lavoura. 254
Figura 173 Vista da Floresta Ombrófila Mista na AID. 256
Figura 174. Vista da Floresta Ombrófila Mista na AID. 256
Figura 175. Vista da vegetação herbácea-arbustiva. 262
Figura 176. Vista da vegetação herbácea-arbustiva. 262
Figura 177. Distribuição do número de indivíduos amostrados por família. 264
Figura 178. Distribuição da dominância relativa nas famílias amostradas. 264
Figura 179. Porcentagem de espécies amostradas por família. 265
Figura 180. Distribuição do valor de importância das seis espécies com os maiores índices. 266
Figura 181. Curva do número de espécies/unidade amostral para verificação da suficiência amostral. 268
Figura 182. Vista da vegetação em estágio médio de regeneração. 270
Figura 183. Remoção da vegetação nativa para a introdução de animais. 270
Figura 184. Presença de *Chusquea* sp. no interior da vegetação em estágio médio de regeneração. 270
Figura 185. Abertura de clareira devido a supressão de espécimes nativos. 270
Figura 186. Distribuição do número de indivíduos amostrados por família. 271
Figura 187. Distribuição da dominância relativa nas famílias amostradas. 271
Figura 188. Porcentagem de espécies amostradas por família. 272
Figura 189. Distribuição do valor de importância das dez espécies com os maiores índices.. 273
Figura 190. Curva do número de espécies/unidade amostral para verificação da suficiência amostral. 277
Figura 191. Vista do interior da vegetação em estágio avançado de regeneração. 278
Figura 192. Vista de indivíduo de grande porte de *A. angustifolia*. 278
Figura 193. Vista de um espécime de *D. sellowiana* (xaxim) de grande porte. 278
Figura 194. Vista do interior da vegetação em estágio avançado de regeneração. 278
Figura 195. Distribuição do número de indivíduos amostrados por família. 279
Figura 196. Distribuição da dominância relativa nas famílias amostradas. 279
Figura 197. Porcentagem de espécies amostradas por família. 280
Figura 198. Distribuição do valor de importância das seis espécies com os maiores índices. 281
Figura 199. Curva do número de espécies/unidade amostral para verificação da suficiência amostral. 283

Figura 200. Fórmula utilizada para cálculo de volumetrias. 290
Figura 201. Imagem de aerolevantamento de 1955. 291
Figura 202. Imagem de aerolevantamento de 1998. 292
Figura 203. Ilustração das medidas a serem utilizadas nos transplantes..... 306
Figura 204. Ilustração das medidas a serem utilizadas no resgate e salvamento de epífitas.. 307
Figura 205. Rede de espera utilizada para amostragem de ictiofauna no ponto PP02. 317
Figura 206. Aplicação da metodologia de Tarrafa em açude do quadrante F (PP03). 317
Figura 207. Busca ativa com puçá na ADA do empreendimento, junto ao ponto PP05. 318
Figura 208. Modelo de covo utilizado para amostragem de peixes. 318
Figura 209. Armadilha de queda instalada na área do empreendimento. 321
Figura 210. Imagem detalhando balde e cerca-guia para interceptação e queda. 321
Figura 211. Amostragem por ponto de escuta para monitoramento da avifauna. 325
Figura 212. Armadilha fotográfica instalada para captura da mastofauna..... 327
Figura 213. Rede de neblina para captura de mamíferos alados..... 327
Figura 214. Ponto de coleta P1, localizado no quadrante B. 331
Figura 215. Ponto de coleta P2, localizado no quadrante B. 331
Figura 216. Ponto de coleta P3, localizado no quadrante F..... 331
Figura 217. Ponto de coleta P4, localizado no quadrante F..... 331
Figura 218. Características do Ponto PO07. 337
Figura 219. Características do Ponto PO08. 337
Figura 220. Características do Ponto PO09. 338
Figura 221. Características do Ponto PO10. 338
Figura 222. Características do Ponto PO11. 338
Figura 223. Características do Ponto PO12. 338
Figura 224. Abundância de peixes capturados, por espécie, na área de estudos..... 340
Figura 225. Abundância e riqueza de indivíduos capturados, por família, na área de estudos. 341
Figura 226. *Astyanax* sp.1 341
Figura 227. *Hyphessoprycon luetkenii*. 341
Figura 228. *Phalloceros caudimaculatus*. 342
Figura 229. *Australoheros facetus*. 342
Figura 230. *Hypostomus* cf. *commersoni*..... 342
Figura 231. *Rineloricaria cadeae*. 342
Figura 232. Abundância de anfíbios capturados, por espécie, na área de estudos. 345
Figura 233. Abundância e riqueza de anfíbios capturados, por família, na área de estudos... 345
Figura 234. Abundância de répteis capturados, por espécie, na área de estudos. 346
Figura 235. Abundância e riqueza de répteis capturados, por família, na área de estudos. ... 347

Figura 236. *Rhinella icterica*. 347
Figura 237. *Boana faber.* 347
Figura 238. *Boana pulchella*. 348
Figura 239. *Physalaemus lisei.* 348
Figura 240. *Leptodactylus gracilis*. 348
Figura 241. *Elachistocleis bicolor*. 348
Figura 242. *Proceratophrys bigibbosa.* 348
Figura 243. *Trachemys dorbigni*. 348
Figura 244. *Anisolepis grilli*. 349
Figura 245. *Salvator merianae*. 349
Figura 246. *Phalotris iheringi*. 349
Figura 247. *Phylodrias olfersii*. 349
Figura 248. Abundância de aves capturados, por espécie, na área de estudos. 355
Figura 249. Abundância e riqueza das dez famílias de aves mais representativas diagnosticadas na área de estudos. 355
Figura 250. *Rupornis magnirostris.* 356
Figura 251. *Gallinula galeata.* 356
Figura 252. *Patagoenas picazuro.* 357
Figura 253. *Piaya cayana*. 357
Figura 254.*Asio stygius*. 357
Figura 255. *Hydropsalis longirostris*. 357
Figura 256. *Trogon surrucura*. 357
Figura 257. *Picumnus nebulosus*. 357
Figura 258. *Veniliornis spilogaster*. 358
Figura 259. *Milvago chimachima*. 358
Figura 260. *Thamnophilus caerulescens.* 358
Figura 261. *Conopophaga lineata*. 358
Figura 262. *Dendrocolapte platyrostris*. 358
Figura 263. *Chiroxiphia caudata*. 358
Figura 264. *Serpophaga subcristata.* 359
Figura 265. *Pygochelidon cyanoleuca*. 359
Figura 266. *Setophaga pitiayumi.* 359
Figura 267. *Poospiza thoracica*. 359
Figura 268. Abundância de mamíferos capturados, por espécie, na área de estudos. 362
Figura 269. Abundância e riqueza das oito famílias de mamíferos mais representativas diagnosticadas na área de estudos. 362
Figura 270. *Monodelphis dimidiata.* 363

Figura 271. *Tamandua tetradactyla*. 363
Figura 272. *Dasypus novemcintos*..... 364
Figura 273. Vestígio de *Mazama* sp. 364
Figura 274. *Cerdocyon thous*. 364
Figura 275. *Leopardus guttulus*. 364
Figura 276. Vestígio de *Procyon cancrivorous*. 364
Figura 277. *Lepus europaeus.* 364
Figura 278. *Molossus molossus*. 365
Figura 279. *Myotis ruber.* 365
Figura 280. *Akodon cursor*. 365
Figura 281. *Mus musculus.* 365
Figura 282. *Dasyprocta azarae*. 365
Figura 283. *Coendus villosus*. 365
Figura 284. Curva de suficiência amostral da Ictiofauna..... 370
Figura 285. Curva de suficiência amostral da Herpetofauna..... 370
Figura 286. Curva de suficiência amostral da Avifauna. 371
Figura 287. Curva de suficiência amostral da Mastofauna. 371
Figura 288. *Rhinella icterica.* 373
Figura 289. *Physalaemus lisei.* 373
Figura 290. *Oxyhopus* cf. *clathratu.* 373
Figura 291. *Bothrops jararaca*. 373
Figura 292. *Syrigma sibilatrix*. 380
Figura 293. *Accipiter striatus.* 380
Figura 294. *Stephanoxis loddigesii*. 381
Figura 295. *Xiphorhynchus fuscus*. 381
Figura 296. *Leptastenura setaria.* 381
Figura 297. *Platyrinchus mystaceus.* 381
Figura 298. *Knipolegus cyanirostris.* 381
Figura 299. *Stelgidopteryx ruficollis*. 381
Figura 300. *Turdus albicollis*. 382
Figura 301. *Pyrrhocoma ruficeps*. 382
Figura 302. *Didelphis albiventris*. 384
Figura 303. *Tamandua tetradactyla*. 384
Figura 304. Fezes de *Cerdocyon thous.* 384
Figura 305 - Fezes de *Lepus europaeus*. 384
Figura 306. *Myocastor coypus*. 384
Figura 307. *Cavia aperea*. 384

Figura 308. Índice de Riqueza taxonômica(S), calculado com base na comunidade fitoplanctônica, em quatro pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense. 406
Figura 309. Índice de Diversidade de Shannon (H'), calculado com base na comunidade fitoplanctônica, em quatro pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense. 406
Figura 310. *Ceratium furcoides* (Dinophyceae). 408
Figura 311. *Aulacoseira* (Bacillariophyceae). 408
Figura 312. *Navicula* (Bacillariophyceae). 408
Figura 313. *Fragilaria* (Bacillariophyceae). 408
Figura 314. *Centropyxis* sp. (Amoebozoa). 412
Figura 315. *Arcella* sp. (Amoebozoa). 412
Figura 316. *Difflugia* sp. (Amoebozoa). 412
Figura 317. *Nauplio* (Copepoda, Crustacea). 412
Figura 318. *Kellicottia bostoniensis* (Monogononta, Rotifera). 413
Figura 319. *Bosmina longirostris* (Cladocera, Crustacea). 413
Figura 320. Índice de Riqueza taxonômica(S), calculado com base na comunidade zooplanctônica, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense. 414
Figura 321. Índice de Diversidade de Shannon (H'), calculado com base na comunidade zooplanctônica, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense. 414
Figura 322. Índice de Riqueza taxonômica (S), calculado com base na comunidade de macroinvertebrados bentônicos, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense. 422
Figura 323. Índice de Diversidade de Shannon (H'), calculado com base na comunidade de macroinvertebrados bentônicos, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense. 422
Figura 324. Larva de Chironomidae (Diptera). 423
Figura 325. Larva de Simuliidae (Diptera). 423
Figura 326. Larva de Tipulidae (Diptera). 423
Figura 327. Larva de Elmidae (Coleoptera). 423
Figura 328. Naididae (Haplotaxida). 424
Figura 329. Larva de Grumicha (Trichoptera, Sericostomatidae). 424
Figura 330. Náiade de Anacroneuria (Plecoptera, Perlidae). 424
Figura 331. *Aegla inermis* (Decapoda, Aeglidae). 424
Figura 332. Náiade de Gripopteryx (Plecoptera, Gripopterygidae). 424

Figura 333. Larva de Smicridea (Trichoptera, Hydropsychidae). 424
Figura 334. *Aegla itacolomiensis.* 432
Figura 335. *Aegla serrana*. 432
Figura 336. Situação atual dos recursos hídricos da ADA e seu entorno. 435
Figura 337. Alteração nos cursos doas Arroios A, B e F na ADA previstas com a ampliação da área de lavra da Mina Maestra. 438
Figura 338. Limites históricos do perímetro urbano de Caxias do Sul. 445
Figura 339. Localização do município de Flores da Cunha. 446
Figura 340. Divisão política do município de Caxias do Sul. 448
Figura 341. Região Metropolitana da Serra Gaúcha. 450
Figura 342. Localização e acessos a Caxias do Sul. 451
Figura 343. Vias de acesso a ADA. 452
Figura 344. Pirâmide Etária de Caxias do Sul em 2010. 453
Figura 345. Evolução populacional de Caxias do Sul. 454
Figura 346. Evolução populacional do Rio Grande do Sul. 454
Figura 347. População e domicílios de Caxias do Sul. 455
Figura 348. Pirâmide etária de Flores da Cunha (2010). 456
Figura 349. Evolução populacional de Flores da Cunha. 457
Figura 350. Participação dos setores da economia no PIB municipal. 459
Figura 351. Igreja Matriz e Campanário de pedra no centro a cidade. 460
Figura 352. Monumento do Galo, Parque da Vindíma. 460
Figura 353. Mirante Gelain. 461
Figura 354. Parque da Gruta. 461
Figura 355. Mapa de Empregados na Construção Civil no RS - 2017 463
Figura 356. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Caxias do Sul. 465
Figura 357. ETE Serrano. 466
Figura 358. ETE Canyon. 466
Figura 359. Esgotamento sanitário de Flores da Cunha. 466
Figura 360. Estações de Tratamento de Água (ETA) de Caxias do Sul. 469
Figura 361. ETA Celeste Gobato. 469
Figura 362. ETA Borges de Medeiros. 469
Figura 363. Abastecimento de água em Flores da Cunha. 470
Figura 364. Caminhão com coleta mecanizada. 471
Figura 365. Container orgânico e seletivo. 471
Figura 366. Caminhões de coleta de lixo da empresa Novo Mundo. 472
Figura 367. Containers de lixo em Flores da Cunha. 472
Figura 368. Principais vias de saída do empreendimento. 473

Figura 369. Vista da rua de acesso ao empreendimento. 474
Figura 370. Vista da Rua Vittore Toigo (lado sudoeste da interseção) e acesso ao depósito municipal. 474
Figura 371. Vista da Rua Vittore Toigo (lado nordeste da interseção). 474
Figura 372. Vista da Rua Olímpio Susin. 474
Figura 373. Placas de sinalização da Rua Vittore Toigo e acesso ao depósito municipal. 475
Figura 374. Placa de sinalização da Rua Olímpio Susin. 475
Figura 375. Ponto de monitoramento de tráfego. 476
Figura 376. Contagem de tráfego. 477
Figura 377. Contagem de tráfego. 477
Figura 378. Exemplo de caminhão betoneira. 477
Figura 379. Exemplo de caminhão caçamba para brita. 477
Figura 380. Rotas do Contador A. 478
Figura 381. Rotas do Contador B. 478
Figura 382. Gráfico de composição do tráfego. 481
Figura 383. Curva de tráfego. 481
Figura 384. Placa de sinalização de ônibus no Bairro Santa Fé. 483
Figura 385. Ponto de ônibus com cobertura no Bairro Santa Fé. 483
Figura 386. Pontos de ônibus na AID. 483
Figura 387. Gráfico População ocupada no Setor Primário. 484
Figura 388. Gráfico População ocupada no 484
Figura 389. Gráfico População ocupada no Setor Terciário. 485
Figura 390. Gráfico Total de população ocupada. 485
Figura 391. Divisão entre Área Rural e Área Urbana na AID. 486
Figura 392. Imagem de satélite do ano de 2015. 489
Figura 393. Imagem de satélite do ano de 2016. 489
Figura 394. Imagem de satélite do ano de 2017. 490
Figura 395. Imagem de satélite do ano de 2018. 490
Figura 396. Imagem de satélite do ano de 2019. 491
Figura 397. Imagem de satélite do ano de 2020. 491
Figura 398. Vista da Barragem Maestra. 493
Figura 399. Vista da Barragem Maestra. 493
Figura 400. Terras Indígenas no Rio Grande do Sul conforme dados da FUNAI. 495
Figura 401. Opinião quanto a ampliação da pedreira. 506
Figura 402. Impactos apontados pela população na AID. 507
Figura 403. Município de residência do entrevistado (AII). 510
Figura 404. Local de moradia do entrevistado (AII). 510

Figura 405. Faixa etária do entrevistado (AII). 511
Figura 406. Escolaridade do entrevistado (AII). 511
Figura 407. Renda familiar mensal do entrevistado (AII). 512
Figura 408. Número de moradores no domicílio do entrevistado (AII). 512
Figura 409. Situação da moradia do entrevistado (AII). 512
Figura 410. Perfil da moradia do entrevistado (AII) 512
Figura 411. Avaliação de serviços públicos no município (AII). 513
Figura 412. Conhecimento do entrevistado em relação a Pedreira Caxiense (AII). 514
Figura 413. Opinião do entrevistado quanto à ampliação da Pedreira Caxiense (AII). 514
Figura 414. Locais de aplicação do questionário na AID. 515
Figura 415. Aplicação de questionário na AID em área urbana. 515
Figura 416. Aplicação de questionário na AID em área rural. 515
Figura 417. Município de residência do entrevistado (AID). 516
Figura 418. Bairro de residência do entrevistado (AID). 516
Figura 419. Tempo de residência do entrevistado (AID). 517
Figura 420. Faixa etária do entrevistado 517
Figura 421. Nível de escolaridade do entrevistado (AID). 517
Figura 422. Renda familiar mensal do entrevistado (AID). 517
Figura 423. Perfil da moradia do entrevistado (AID). 518
Figura 424. Situação da moradia do entrevistado (AID). 518
Figura 425. Conhecimento do entrevistado em relação a Pedreira Caxiense (AID). 519
Figura 426. Opinião do entrevistado quanto a ampliação da Pedreira Caxiense (AID). 519
Figura 427. Impactos percebidos pelos entrevistados na AID. 521
Figura 428. Importância da ampliação da atividade de extração de basalto para o município de acordo com o entrevistado (AID). 522
Figura 429. Material adquirido na Pedreira Caxiense nos últimos 5 anos pelo entrevistado (AID). 523
Figura 430. Equipamentos de educação na AID. 525
Figura 431. EMEF São José. 526
Figura 432. EEEM Frei Caneca. 526
Figura 433. Equipamentos de saúde na AID. 527
Figura 434. Registros de óbitos por doenças infecciosas/parasitárias. 528
Figura 435. UBS Bairro União. 529
Figura 436. Centro de Saúde. 529
Figura 437. Equipamento de Assistência Social na AID. 530
Figura 438. Parque Getúlio Vargas (Macaquinhos). 531
Figura 439. Parque Cinquentenário. 531

Figura 440. Equipamentos de esporte e lazer na AID. 532
Figura 441. Demarcação de áreas públicas. 533
Figura 442. Cânion Palanquinhos. 534
Figura 443. Parque das Araucárias. 534
Figura 444. Parque do SESI. 534
Figura 445. Parque Mato Sartori 534
Figura 446. Localização das áreas de lazer e turismo. 535
Figura 447. Central de Polícia Civil. 536
Figura 448. Posto da Guarda Municipal. 536
Figura 449. Museu da Casa de Pedra. 537
Figura 450. Centro de Cultura Dr. Henrique Ordovás Filho. 537
Figura 451. Igreja de São Pelegrino. 538
Figura 452. Catedral Diocesana Santa Teresa. 538
Figura 453. Subestações de energia em Caxias do Sul. 539
Figura 454. Linhas de transmissão e torres de alta tensão na AID. 540
Figura 455. Torres de telefonia na AID. 541
Figura 456. Localização das praças e parques da AII. 542
Figura 457. Mapa de uso e ocupação do solo da AII. 543
Figura 458. Uso e cobertura do solo de Caxias do Sul. 544
Figura 459. Detalhe do uso e ocupação do solo de Flores da Cunha (AII). 545
Figura 460. Assentamentos Rurais em Caxias do Sul 546
Figura 461. Uso e ocupação do solo na AID. 548
Figura 462. Rodovias e pontes existentes na AID. 549
Figura 463. Localização do Bairro Santa Fé. 550
Figura 464. Avenida Antônio Andrighetti, Bairro Santa Fé. 551
Figura 465. Núcleo Canyon, Bairro Santa Fé. 551
Figura 466. Vista para a área do empreendimento do Bairro Santa Fé 551
Figura 467. Vista para a área do empreendimento do Bairro Santa Fé. 551
Figura 468. Localização do Bairro Serrano. 552
Figura 469. Rua Vitor Borges Vieira, Bairro Serrano. 553
Figura 470. Localização do Bairro Pedancino. 554
Figura 471. Estrada Municipal Bento Osvaldo Trisch, Bairro Pedancino. 554
Figura 472. Localização do Bairro Brandalise. 555
Figura 473. Avenida Pinheiros, Bairro Brandalise. 555
Figura 474. Localização do Bairro Maestra. 556
Figura 475. Rua Angelo Franzói, Bairro Maestra. 557
Figura 476. Localização da Comunidade de Nossa Senhora das Dores. 558

Figura 477. Igreja Nossa Senhora das Dores. 558
Figura 478. Comunidade Nossa Sra. das Dores..... 558
Figura 479. Vista para o empreendimento, de moradia na Localidade de Nª Sª das Dores.... 559
Figura 480. Vista para o empreendimento da Localidade de Nossa Senhora das Dores..... 559
Figura 481. Sistema de Abastecimento de Água na região do empreendimento. 562
Figura 482. Sistema de esgoto sanitário na região do empreendimento. 563
Figura 483. Rede de Distribuição de GN no entorno do empreendimento. 563
Figura 484. Pontos de ônibus na AID. 564
Figura 485. Imagem aérea da edificação na porção leste da ADA. 564
Figura 486. Edificação na porção leste da ADA. 564
Figura 487. Edificação na porção leste da ADA. 565
Figura 488. Distância das edificações mais próximas à ADA. 566
Figura 489. Zoneamento Área Diretamente Afetada (ADA). 567
Figura 490. Barragem Maestra. 570
Figura 491. Pontos críticos de acidentes 572
Figura 492. Vias e pátio umectados para evitar geração de poeira. 574
Figura 493. Sistema de aspersão sobre nos finais das correias de transporte. 574
Figura 494. Vista de placa de horário das detonações. 575
Figura 495. Vista de placa de horário das detonações 575
Figura 496. Colaborador realizando enlonamento do caminhão. 576
Figura 497. Caminhão enlonado saindo da pedreira com carga de brita. 576
Figura 498. Divisão dos setores de drenagem, córregos e APP's. 628
Figura 499. Curvas IDF da região de Caxias do Sul 629
Figura 500. Indicação da posição dos canais a serem construídos 631
Figura 501. Seções dos drenos a serem instalados na mina 633
Figura 502. Seções dos canais a serem instalados na mina 634
Figura 503. Perfil longitudinal das quedas. 635
Figura 504. Corte do canal. 635
Figura 505. Projeto final de revitalização do córrego. 638
Figura 506. Projeto de revitalização - Detalhamento das estaquias..... 638
Figura 507. Projeto de revitalização - Detalhamento da tubulação. 639
Figura 508. Projeto de revitalização - Quedas d'água. 639
Figura 509. Projeto de revitalização – Acumulador de água. 640
Figura 510. Projeto de revitalização - Vista frontal das quedas. 640
Figura 511. Projeto de revitalização - Quedas e acumulador..... 641
Figura 512. Projeto de revitalização - Vista superior..... 641
Figura 513. Projeto de revitalização - Ponte sobre córrego central. 642

Figura 514. Imagem aérea do pátio da Prefeitura..... 736
Figura 515. Imagem aérea da porção sul da ADA. 737
Figura 516. Imagem aérea da porção Norte e APP central. 737
Figura 517. Imagem aérea da porção Norte-Noroeste da ADA. 738
Figura 518. Imagem aérea da Mina da Maestra com vista da porção Norte de Caxias do Sul. 738
Figura 519. Imagem aérea da Mina da Maestra demonstrando a porção Norte e Oeste da ADA. 739
Figura 520. Imagem aérea da Mina da Maestra com enfoque da APP, porção Leste e Oeste da ADA. 739
Figura 521. Imagem aérea com enfoque da porção oeste da ADA. 740

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Matrículas dos imóveis e proprietários. 62
Quadro 2. Quantitativo de funcionários da mina da Maestra e valores médios de vencimentos. 95
Quadro 3. Lista de equipamentos de lavra e operações auxiliares 96
Quadro 4. Lista de equipamentos de beneficiamento instalados na mina da Maestra. 96
Quadro 5. Informações da estação climatológica de referência. 141
Quadro 6. Informações gerais do clima de Caxias do Sul. 144
Quadro 7. Velocidades médias mensais e direção resultante do vento para o período de 1981-2010. 148
Quadro 8. Resumo estatístico da série de dados. 149
Quadro 9. Precipitações máximas. 150
Quadro 10. Tipo de modelado, densidade de drenagem, aprofundamento das incisões e grau de predisposição à erosão da área da concessão de lavra (Segundo Classificação IBGE, 2003). 155
Quadro 11. Relação dos planos das atitudes das famílias das descontinuidades. 172
Quadro 12. Guia para avaliação de qualidade de agregados baseado em resultados de ensaio de laboratório adaptado de Verhoef e Van De Wall (1998) e IPT (1980). 173
Quadro 13. Resultados dos ensaios. 173
Quadro 14. Características de Perfil Tipo de solo localizado na área da Mina da Maestra. 176
Quadro 15. Análise granulométrica do solo. 181
Quadro 16. Análise granulométrica do solo tipo Neossolo. 182
Quadro 17. Parâmetros utilizados para análise no software Slide (Parâmetros de resistência adotados para análise de estabilidade). 183
Quadro 18. Descritivo dos pontos de amostragem. 192
Quadro 19. Significado ambiental dos parâmetros avaliados. 193
Quadro 20. Padrões de enquadramento para as águas doces. 195
Quadro 21. Resultados do monitoramento hidrológico. 212
Quadro 22. Parâmetros utilizados na simulação. 215
Quadro 23. Vazões para alguns dos valores de permanência. 216
Quadro 24. Compilação dos dados de monitoramento referentes aos eventos de detonação do ano de 2015. 239
Quadro 25. Compilação dos dados de monitoramento referentes aos eventos de detonação do ano de 2016. 239

Quadro 26. Compilação dos dados de monitoramento referentes aos eventos de detonação do ano de 2017. 240
Quadro 27. Quadro de áreas das APP's da ADA. 247
Quadro 28. Quadro de áreas geral. 261
Quadro 29. Cálculo de suficiência amostral. 268
Quadro 30. Fórmula de dimensionamento de parcelas. 289
Quadro 31. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante A1. 293
Quadro 32. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante A2. 294
Quadro 33. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante A3. 295
Quadro 34. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "B". 296
Quadro 35. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "C". 297
Quadro 36. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "D". 298
Quadro 37. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "E". 299
Quadro 38. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "F". 300
Quadro 39. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "G". 301
Quadro 40. Quadro de áreas das APP's da ADA. 302
Quadro 41. Quadro de áreas de uso do solo da AII. 302
Quadro 42. Quadro de área de uso do solo da AID. 302
Quadro 43. Classificação da magnitude dos impactos. 589
Quadro 44. Classificação da significância dos impactos. 589
Quadro 45. Classificação da probabilidade e perfil temporal. 590
Quadro 46. Exemplo de determinação da matriz de impactos brutos. 591
Quadro 47. Correlação entre valores e padrões de cores dos impactos. 592
Quadro 48. Exemplo de determinação da matriz de impacto mitigado. 592
Quadro 49. Faixas de valoração para os atributos avaliados. 593
Quadro 50. Síntese dos programas que compõem o Plano Básico Ambiental (PBA) e sua correlação com os meios diagnosticados. 646
Quadro 51. Lista de pranchas do projeto. 688
Quadro 52. Dados gerais da equipe técnica responsável. 692
Quadro 53. Registros nos conselhos de classe a que pertence. 693

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de m² de construção aprovados em Caxias do Sul no ano de 2019. 39
Tabela 2. Resultados estatísticos para o banco de dados originais, método de desagrupamento (NN) e método de estimativa (IQD). 50
Tabela 3. Cubagem (m³) da área total do empreendimento e poligonal do EIA, de acordo com categorização entre minério e estéril. 56
Tabela 4. Volumes (m³) de blocos de minério classificados entre medido, indicado e inferido entre a atual área da LO do empreendimento e poligonal do EIA. 57
Tabela 5. Descritivo de áreas minerárias envolvidas no empreendimento. 61
Tabela 6. Quantitativo de áreas conforme Resolução CONSEMA n° 347/2017. 61
Tabela 7. Reservas incrementais em massa por período de planejamento. 67
Tabela 8. Reservas acumuladas em massa por período de planejamento. 67
Tabela 9. Detalhamento das atividades durante o curto prazo. 71
Tabela 10. Quadro explicativo dos quadrantes pertencentes a ADA. 120
Tabela 11. Fator de segurança por seção, condição atual 184
Tabela 12. Fator de segurança por seção, condição atual. 184
Tabela 13. Fator de segurança por seção, configuração de projeto 184
Tabela 14. Fator de segurança por seção, configuração de projeto. 184
Tabela 15. Resultados analíticos da campanha de amostragem dos recursos hídricos superficiais. 219
Tabela 16. Lista de poços encontrados na AID do empreendimento. 233
Tabela 17. Listagem de espécies de epífitas e cactáceas registradas na ADA. Status de conservação conforme Decreto Estadual nº 52.109/2014. VU = vulnerável; FP = fora de perigo 257
Tabela 18. Espécies amostradas, com os respectivos valores dos parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente de Valor de Importância (IVI). 267
Tabela 19. Espécies amostradas, com os respectivos valores dos parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente de Valor de Importância (IVI). 274
Tabela 20. Espécies amostradas, com os respectivos valores dos parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente de Valor de Importância (IVI). 282
Tabela 21. Coordenadas geográficas das metodologias aplicadas para ictiofauna na ADA durante as quatro companhas de amostragem. 318
Tabela 22. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da ictiofauna durante as quatro campanhas de levantamento prévio da fauna. 319

Tabela 23. Coordenadas geográficas das metodologias utilizadas durante as quatro campanhas. P. E (ponto de escuta). 321
Tabela 24. Coordenadas geográficas dos trajetos usados para levantamento da mastofauna durante os quatro períodos de monitoramento. 321
Tabela 25. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da herpetofauna durante as quatro campanhas de levantamento prévio da fauna..... 322
Tabela 26. Coordenadas geográficas das metodologias aplicadas para avifauna na ADA durante as quatro companhas de amostragem. 324
Tabela 27. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da avifauna durante as quatro campanhas de Levantamento prévio da fauna. 325
Tabela 28. Coordenadas geográficas das metodologias usadas para mastofauna durante os quatro períodos de monitoramento. 328
Tabela 29. Coordenadas geográficas dos trajetos usados para levantamento da mastofauna durante os quatro períodos de monitoramento. 329
Tabela 30. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da mastofauna durante as quatro campanhas de Levantamento prévio da fauna. 329
Tabela 31. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de Organismos aquáticos (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos). 330
Tabela 32. Coordenadas geográficas das unidades amostrais (quadriculas) da AID. 336
Tabela 33. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de fitoplâncton, zooplâncton e macrofauna bentônica na ADA e AID do empreendimento. 337
Tabela 34. Ictiofauna encontrada nas quatro estações de monitoramento na ADA. 339
Tabela 35. Herpetofauna amostrada durante as quatro campanhas de amostragem na área diretamente afetada. 343
Tabela 36. Espécies de avifauna registradas durante as quatro campanhas de amostragem na área diretamente afetada. 350
Tabela 37. Espécies de mamíferos encontrados durante as quatro campanhas de amostragem na área diretamente afetada. 360
Tabela 38. Abundância de espécies nos quadrantes amostrados. 366
Tabela 39. Lista de espécies da herpetofauna encontradas na área de influência direta. 371
Tabela 40. Espécies de aves registradas na AID empreendimento. 374
Tabela 41. Espécies de mamíferos registradas na AID empreendimento. 382
Tabela 42. Relação de espécies de peixes encontradas na ADA e com provável ocorrência na AII e região. 385
Tabela 43. Relação de espécies de anfibios e répteis encontradas na ADA e AID e com provável ocorrência na AII e região. 389

Tabela 44. Lista de espécies de aves de provável ocorrência para a AII do empreendimento. 392
Tabela 45. Lista de espécies de mamíferos de provável ocorrência para a AII do empreendimento. 398
Tabela 46. Estimativa de abundância relativa da comunidade de fitoplâncton e índices de Riqueza taxonômica (S) e Diversidade de Shannon (H') nas estações Inverno (I), Primavera (P), verão (V) e Outono (O) em seis ambientes lóticos dentro da área de influência da Pedreira. 402
Tabela 47. Relação dos táxons de fitoplâncton encontrados e com provável ocorrência na região. 403
Tabela 48. Estimativa de abundância relativa da comunidade de zooplâncton, e índices de Riqueza taxonômica (S) e Diversidade de Shannon (H') nas estações Inverno (I), Primavera (P), verão (V) e Outono (O) em seis ambientes lóticos dentro da área de influência da Pedreira Caxiense. 410
Tabela 49. Relação dos táxons de zooplâncton encontrados na região. 411
Tabela 50. Abundância absoluta de macroinvertebrados bentônicos e índices de Riqueza taxonômica (S) e Diversidade de Shannon (H') nas estações Inverno (I), Primavera (P), verão (V) e Outono (O) em seis ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense. 417
Tabela 51. Relação dos táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados e com provável ocorrência na região. 419
Tabela 52. Espécies de crustáceo do gênero Aegla com ocorrência potencial para a área do empreendimento. 432
Tabela 53. Evolução dos núcleos irregulares em Caxias do Sul. 445
Tabela 54. População em Caxias do Sul entre os anos 1970 a 2010. 453
Tabela 55. População da AID. 455
Tabela 56. Rendimento mensal domiciliar em 2010. 457
Tabela 57. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Caxias do Sul. 464
Tabela 58. Estações de Tratamento de Água (ETA) de Caxias do Sul. 468
Tabela 59. Resultados da contagem do contador A. 479
Tabela 60. Resultados da contagem do contador B. 479
Tabela 61. Divisão entre Área Urbana e Área Rural na AID. 486
Tabela 62. Sítios Arqueológicos/CNSA/SGPA cadastrados em Caxias do Sul. 496
Tabela 63. Sítios Arqueológicos/CNSA/SGPA cadastrados em Flores da Cunha. 497
Tabela 64. Síntese da relação de Relação de Bens Tombados pelo Patrimônio Histórico e Cultural de Caxias do Sul. 498
Tabela 65. Bem Tombado Patrimônio Histórico e Artístico do Estado. 505

Tabela 66. Síntese da Relação de Relação de Bens Tombados pelo Patrimônio Histórico e Cultural de Flores da Cunha. 505
Tabela 67. Lideranças comunitárias da AID. 506
Tabela 68. Estabelecimentos de ensino/matrículas em Caxias do Sul. 523
Tabela 69. Estabelecimentos de educação de Flores da Cunha. 525
Tabela 70. Casos registrados de Dengue, Zika Vírus e Chikungunya em 2019. 528
Tabela 71. Estabelecimentos de saúde pública de Flores da Cunha. 529
Tabela 72. Localização das áreas de lazer na AID. 541
Tabela 73. Uso e ocupação do solo de Flores da Cunha (AII). 544
Tabela 74. Uso e ocupação do solo na AID. 548
Tabela 75. Tabela J. Distância das edificações com relação à ADA e a poligonal de lavra. ... 566
Tabela 76. Características socioeconômicas de Caxias do Sul e Flores da Cunha. 568

1 INTRODUÇÃO

O presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) refere-se ao projeto de ampliação de área de lavra para a atividade de mineração a ser realizado pela empresa Pedreira Caxiense, o qual ao longo deste estudo será intitulado simplesmente como Pedreira Caxiense. Este trabalho está embasado e segue as diretrizes do Termo de Referência n° 01/2015 da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) em consonância com a legislação pertinente e atendimento ao Ofício FEPAM/DMIN/3808/2019.

O processo de licenciamento ambiental é compreendido por três fases distintas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Este processo é regulamentado pela Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, sendo submetido à aprovação pelos órgãos ambientais competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

O estudo compreendeu a caracterização do empreendimento atual existente e futura, o diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico (antrópico) e a elaboração de uma análise integrada para valoração dos impactos ambientais associados à futura ampliação do empreendimento, visando adoção de medidas compensatórias e mitigadoras dos impactos gerados. Os dados obtidos através de campanhas e incursões a campo, assim como a utilização de métodos de sensoriamento remoto e geoprocessamento de dados, serviram como base para determinação das áreas de influência do empreendimento, permitindo estimar e prever eventuais danos ambientais oriundos da implantação do projeto.

Os estudos ambientais, assessoramento técnico e licenciamento ambiental, ora apresentados, foram elaborados por uma equipe composta por diversos especialistas, de diferentes áreas de atuação, sob a responsabilidade técnica da Garden Consultoria Projetos e Gestão Ltda. (denominado Garden Projetos), consolidados em 04 (Quatro) volumes, contendo textos e anexos, conforme mostrado adiante. O roteiro metodológico visou promover uma adequada integração entre os integrantes da equipe técnica, e seguiu as orientações de uma coordenação de projetos participativa e atuante, conforme reuniões e esclarecimentos com o empreendedor e com o órgão ambiental.

O EIA-RIMA está subdividido em quatro volumes para facilitar a leitura e o manuseio, conforme descrição a seguir:

- **VOLUME I.** Compreende o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) propriamente dito, desde a identificação do empreendedor e da empresa consultora, passando pelos dados do empreendimento, alternativas tecnológicas e

locacionais. Além disso contempla a descrição das áreas de influência e o diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, englobando uma análise integrada dos dados. Apresenta-se, ainda, a identificação e avaliação dos impactos ambientais, descrevendo as medidas preventivas, mitigadoras, compensatórias e os programas de controle e de monitoramento, finalizando com as conclusões acerca do estudo, referências bibliográficas, glossário e definição da equipe técnica envolvida no projeto.

- **VOLUME II.** Reservado para arranjo da Documentação Cartográfica (pranchas temáticas ambientais e pranchas técnicas da mineração) que ilustram os estudos apresentados no Volume I.
- **VOLUME III.** Reservado à organização dos Anexos e Apêndices do EIA.
- **VOLUME IV.** Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Este Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) foi elaborado para atender aos preceitos legais estabelecidos na Legislação Ambiental, tanto a nível Federal, Estadual e Municipal, para o planejamento, a ampliação, e a operação da atividade de lavra de rocha para uso imediato na construção civil a céu aberto, com britagem e com recuperação de área degradada, no município de Caxias do Sul, Estado do Rio Grande do Sul.

1.1 Informações Gerais

Trata-se da Pedreira Caxiense, inscrita sob CNPJ n° 88.831.888/0001-55, localizada junto à Estrada Represa Maestra, n° 1500, no Município de Caxias do Sul/RS (PRANCHA 01). Com mais de 40 anos de história, a Caxiense visa expandir e desenvolver suas atividades por meio da industrialização e comercialização de agregados utilizados na construção civil, concreto usinado e argamassa estabilizada.

Ressalta-se o valor da atividade de lavra de rocha para uso na construção civil, a produção de brita, material de grande importância e aplicação na grande maioria das obras civis, e também o local proposto para ampliação da lavra, que será executada adjacente a atual área de extração pertencente à empresa, onde existe um canteiro de apoio que conta com uma estrutura operacional (equipamentos, serviços e pessoal capacitado na aplicação de medidas de controle ambiental nas atividades de lavra e britagem).

A empresa vem operando por meio dos padrões de controle ambiental, em conformidade com a FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e com a ANM – Agência Nacional de Mineração/ DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, exercendo as atividades de extração de basalto e britagem, vindo a atender uma grande demanda local, desde o pequeno consumidor até lojas de materiais de construção, concreteiras, usinas de asfalto, construtoras e distribuidoras.

Voltada ao bem-estar dos funcionários e da comunidade, adota cuidados com a segurança, saúde e meio ambiente por meio das Políticas de Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente (SSOMA), implementadas através de um Sistema de Gestão Integrado (SGI).

1.1.1 Identificação do empreendedor

Nome Empresarial	PEDREIRA E CONCRETOS CAXIENSE LTDA
CNPJ	88.831.888/0001-55

1.1.2 Nome ou razão social

Razão Social	Pedreira e Concretos Caxiense Ltda
Nome Comum neste EIA	Pedreira Caxiense

1.1.3 Número dos registros legais

CNPJ/MF	88.831.888/0001-55 (**ANEXO 02**)
Inscrição Estadual	029/0177391
Licença de Operação	04702/2020 (**ANEXO 03**)
ANM/ DNPM/ Concessão de Lavra	810.034/1991(**ANEXO 03**) 811.109/2009 **(ANEXO 03)**
Cadastro Técnico Federal (IBAMA)	27143 (**ANEXO 02**)

1.1.4 Endereço completo

Logradouro	Estrada Represa Maestra
N°	1500
Complemento	Travessão Pedro II
Bairro	Vila Maestra
Município	Caxias do Sul/RS
CEP	95.020-972

Caixa Postal	9010

1.1.5 Contatos

Telefone/fax	(54) 3289-3200
E-mail	gazzola@fagundes.com
Site	www.fagundes.com/pedreiracaxiense

1.1.6 Representantes legais

Sócio Administrador	José Fernando Fagundes
RG	1044315438 – SJS/RS
CPF	639.086.200-82
Cargo	Diretor
Procurador	Carlos Catuzzo Gazzola
Cargo	Gerente Administrativo/Financeiro
RG	4075228133 – SJS/RS
CPF/MF	802.194.460-91
Endereço	Rua Cruzeiro, n° 112, apto 201 - Bairro Cruzeiro - Caxias do Sul/RS - CEP 95.072-130
Fone/Fax	(54) 3289-3200
E-mail	gazzola@fagundes.com

Ver contrato social e procuração (**ANEXO 02**).

1.1.7 Pessoa de contato

Nome	Carlos Catuzzo Gazzola
Cargo	Gerente Administrativo/Financeiro
RG	4075228133 – SJS/RS
CPF/MF	802.194.460-91
Endereço	Rua Cruzeiro, n° 112, apto 201 - Bairro Cruzeiro - Caxias do Sul/RS - CEP 95.072-130
Fone/Fax	(54) 3289-3200
E-mail	gazzola@fagundes.com

1.2 Identificação da empresa de consultoria ambiental

1.2.1 Nome ou razão social

Razão Social	Garden Consultoria, Projetos e Gestão Ltda
Nome Fantasia	GARDEN PROJETOS

1.2.2 Número dos registros legais

CNPJ/MF	07.351.538/0001-90
Registro CRBio	859-03/2015
Registro CREA	RS140992
Registro IBAMA	CTF 1960748

Ver documentos da empresa **(ANEXO 22)**

1.2.3 Endereço completo

Logradouro	Av. Perimetral Bruno Segalla
Nº	8954
Complemento	Sala 703 - Ed. Povegliano Corporate
Bairro	Floresta
Município	Caxias do Sul/RS
CEP	95.099-522

1.2.4 Contatos

Fone	(54) 3027-6956
E-mail	joseribeiro@garden.eng.br
Site	www.garden.eng.br

1.2.5 Registro no Cadastro Técnico Federal do IBAMA

A empresa de consultoria ambiental Garden Projetos possui o Cadastro Técnico Federal junto ao IBAMA N° 1960748, conforme observado no Comprovante de Registro e Certificado de Regularidade no IBAMA (ANEXO 22).

1.2.6 Representantes legais

Nome	José Ribeiro de Araújo Júnior
Cargo	Diretor Financeiro/ Comercial
Formação Acadêmica	Biólogo, MBA em Gestão de Projetos
Registro	CRBio 069488-03
RG	2134944566
CPF/MF	051.724.169-27
Fone	(54) 3027-6956 / (54) 99178-0334
E-mail	joseribeiro@garden.eng.br

Nome	Elton Leonardo Boldo
Cargo	Diretor Técnico
Formação Acadêmica	Mestre em Diversidade e Manejo de Vida Silvestre Biólogo, Téc. Meio Ambiente e Auditor ISO 14.001
Registros	CRBio 063582-03 e CFT 2201072060
RG	1068431186
CPF/MF	003.185.510-55
Fone	(54) 3027-6956 / (54) 99178-8930
E-mail	elton@garden.eng.br

1.2.7 Pessoa para contato

Nome	Elton Leonardo Boldo
Formação Acadêmica	Mestre em Diversidade e Manejo de Vida Silvestre Biólogo, Téc. Meio Ambiente
Registros	CRBio 063582-03 e CFT 2201072060
Fone	(54) 3027-6956 / (54) 99178-8930
E-mail	elton@garden.eng.br

Nome	José Ribeiro de Araújo Júnior
Formação Acadêmica	Biólogo, MBA em Gestão de Projetos
Registro	CRBio 069488-03
Fone	(54) 3027-6956 / (54) 99178-0334
E-mail	joseribeiro@garden.eng.br

1.3 Características do Empreendimento

1.3.1 Apresentação do empreendimento

A Pedreira Caxiense atua no fornecimento de agregados, concretos e argamassas para construção civil. A produção de agregados se dá por meio de mineração de rocha riodacítica, também conhecida como basalto. A empresa possui ampla infraestrutura consolidada e o desenvolvimento da lavra atualmente ocorre em duas frentes: Frente Caxiense, de onde o minério é extraído e transportado para a planta de britagem da própria empresa; e a Frente Prefeitura, que fornece minério desmontado (matacão) para a planta de britagem da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul.

Figura 1. Imagem aérea do sistema de britagem em funcionamento.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 2. Imagem aérea da frente de trabalho/lavra Norte/Oeste.



Fonte: Garden Projetos (2019).

As atividades minerárias atuais e futuras são desenvolvidas em áreas de terras de propriedade da Pedreira Caxiense e também em áreas pertencentes à terceiros, todas inseridas na Servidão Minerária de 376 hectares constante no processo DNPM nº 810.034/1991, estabelecida pela Concessão de Lavra outorgada pela Portaria nº 16, publicada no DOU de 27/01/1999 e Edital de Imissão de Posse nº 21/2013, publicada no

DOU de 22/04/2013 e Termo de Imissão de Posse conforme ato realizado em 03/05/2013 (ANEXO 03)

Da mesma forma, a ampliação das atividades minerárias pretendida será realizada dentro das áreas lindeiras e pertencentes a mesma poligonal 810.034/1991, assim como em nova área lindeira a esta poligonal, já de propriedade da empresa com registro junto ao DNPM com o número 811.109/2009, atualmente com requerimento de lavra emitido (ANEXO 03).

Os estudos realizados com vistas a viabilização deste projeto foram conduzidos na forma de Estudo de Impacto Ambiental, em atendimento ao Artigo 32 da Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que se refere às atividades minerárias em áreas de vegetação secundária em estágio avançado e médio de regeneração e também diante ao Artigo 19 do Decreto Federal nº 6.660, de 21 de novembro de 2008.

Também foram consideradas, quando da elaboração do Termo de Referência (TR), as diretrizes gerais da Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986, da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e na Lei Estadual nº 15.434, de 09 de janeiro de 2020, bem como toda a legislação aplicável pertinente ao tema, diante das peculiaridades do empreendimento e da região proposta para a sua ampliação.

1.3.2 Objetivos, justificativas e histórico para o empreendimento, abordando os aspectos técnicos, ambientais, econômicos, sociais e políticos-governamentais

A mineração é uma atividade que é (e continuará sendo) a principal provedora de materiais para a humanidade. Os desafios técnicos, sociais e ambientais que se colocam para a indústria mineral, em nível mundial, requerem o aperfeiçoamento e o contínuo desenvolvimento de novos métodos de mineração e de processamento de minerais que permitam minimizar os impactos ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, fornecer os recursos necessários para a economia.

Temos a mineração como um dos setores primordiais da economia brasileira, contribuindo de forma imprescindível ao bem-estar e à melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade isonômica, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

A produção de pedra britada e areia industrial pela Pedreira Caxiense se destina ao atendimento do mercado regional, além de fornecer matéria prima para as usinas de

concreto, base graduada e de asfalto usinado da região. Já a Prefeitura Municipal de Caxias do Sul utiliza dos produtos no cascalhamento de ruas e estradas municipais, pavimentações asfálticas, construção e manutenção do sistema de drenagem pluvial e esgotamento sanitário (rede de esgotos e abastecimento de água), construção de obras de arte civis (escadarias, passarelas e pontes), contenção de encostas e diversos outros projetos, designados de interesse social.

O planejamento estratégico da expansão de mineração contemplou a ampliação da mina existente, ação necessária para atender à demanda de agregados de Caxias do Sul e região, utilizando-se uma jazida já implantada, de modo a ter o melhor aproveitamento mineral disponível no sítio. As principais justificativas desta ampliação encontram-se nos aspectos mercadológicos e ambientais, diante da disponibilidade de oferta de bem mineral e consumo no raio de atuação. De acordo com os estudos realizados, verificou-se a existência de reservas de grande potencial para continuação da exploração desta pedreira sem que seja necessário promover a abertura de uma nova mina em local incerto, fato que viria a causar maior impacto ambiental associado.

Equipamentos modernos de perfuração, desmonte, carregamento e transporte são utilizados na operação da mina, além de britadores e peneiras de renomados fabricantes internacionais produzidos no Brasil. Os equipamentos existentes recebem manutenção periódica e são continuamente modernizados, sendo a equipe operacional treinada e tendo apresentado resultados econômicos e sociais amplamente satisfatórios.

Conforme último edital de fornecimento de brita tipo 1, 2, 3 e pó de brita publicado pela Prefeitura de Caxias do Sul (Pregão Presencial n° 041/2020) publicado recentemente, a estimativa de consumo destes agregados pelo município é de 55.000 t/ano. Este volume total praticamente vem se mantendo deste 2018, com um leve aumento em 2019 quando houveram grandes obras de infraestrutura na cidade.

Acrescidos a este número da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, há uma demanda de consumo de agregados por parte da Companhia Municipal de Desenvolvimento (CODECA) e do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) cujos valores são muito próximos ao consumo do município, assim como toda uma demanda privada que provém de empresas da construção civil, empresas de pavimentação; concreteiras e empresas do ramo de materiais de construção civil.

Diante de uma demanda por fornecimento de material agregado não só para os entes públicos (Prefeitura/CODECA/SAMAE), assim como para consumidores finais (casas de material de construção e pavimentação), nos deparamos com um número

bastante elevado ao nos apropriarmos dos dados oficiais da Secretaria Municipal de Urbanismo em termos de aprovação de metros quadrados de edificações, conforme Tabela 1 e Figura 3, que representou (mediante conversões) no ano de 2019 um consumo de mais de 100.000 t de agregados.

Tabela 1. Quantidade de m² de construção aprovados em Caxias do Sul no ano de 2019.

Aprovação de Projetos - 01/2019 a 12/2019				
Atividade	**Área (m²)**	**ABNT NBR 12721:2006**		**Total de concreto (m³)**
		Projeto padrão considerado	**Consumo de concreto**	
Residencial	247.136,42830	Residencial - R-8-N	0,22751	56.226,00880
Comercial	68.691,32600	Comercial - CSL-16-N	0,41671	28.624,36246
Industrial	60.297,55000	Galpão industrial - GI	0,07082	4.270,27249
Institucional	5.314,00000	Comercial - CSL-16-N	0,41671	2.214,39694
Total	**381.439,30430**	-	-	**91.335,04069**
Considerando que os agregados correspondem à aproximadamente 80% do volume do concreto e o total de concreto consumido em 2019, obtêm-se:				
73.068,00m³ ou 102.295,00t				

Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul/SMUWEB/2019.

Figura 3. Informações de empreendimentos aprovados pela Prefeitura de Caxias do Sul/2019.

RELATÓRIO DE PROCESSOS

GERADO EM 21/01/2020 13:47:10 POR SINDUSCON

Período: 01/2019 a 12/2019

Tipo de processo: Ampliação de Obras, Aprovação de Projeto, Aprovação e Licença, Aprovação Simplificada, Habite Legal, Habite Legal II, Regularização de Obras, Serrano Legal

Atividade: Residencial, Comercial, Industrial, Institucional

Mês/Ano	Residencial		Comercial		Industrial		Institucional		TOTAL	
	Área	Qnt.	Área	Qnt.	Área	Qnt.	Área	Qnt.	Área	Qnt.
01/2019	32.540,7249	37	16.360,8097	8	5.255,3600	2	1.535,6100	2	55.692,5046	46
02/2019	13.764,3310	33	3.480,4622	13	9.484,3800	10	1.558,9700	1	28.288,1432	55
03/2019	14.075,4380	37	1.667,8900	9	3.220,0400	9	607,2000	1	19.570,5680	49
04/2019	11.991,8551	46	3.048,3600	8	7.359,7500	10	39,0100	1	22.438,9751	60
05/2019	26.285,8878	35	5.649,4900	10	10.691,0300	7	120,4100	2	42.746,8178	48
06/2019	8.684,8575	20	5.016,7376	6	300,0000	1	0,0000	0	14.001,5951	26
07/2019	14.761,0751	45	7.035,1603	15	512,8500	4	0,0000	0	22.309,0854	57
08/2019	19.096,8645	59	3.096,1240	8	3.724,4200	6	0,0000	0	25.917,4085	68
09/2019	19.634,4266	53	1.238,7300	4	1.448,5400	7	746,2500	3	23.067,9466	62
10/2019	37.553,3802	44	6.283,6472	14	12.892,7550	12	362,2300	2	57.092,0124	63
11/2019	11.368,1374	41	10.830,2250	14	494,0350	2	344,3200	1	23.036,7174	54
12/2019	37.379,4502	38	4.983,6900	13	4.914,3900	5	0,0000	0	47.277,5302	52
Total	247.136,4283	488	68.691,3260	122	60.297,5500	75	5.314,0000	13	**381.439,3043**	**640**

Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul/SMUWEB/2019

A Pedreira Caxiense hoje responde por cerca de 70% do fornecimento do material agregado, seguida por Fabrita em Farroupilha (10%) distante 25 km do centro de Caxias do Sul, Mineração Florense em Flores da Cunha (10%) distante 13 km do

centro de Caxias do Sul, Indústria de Britas Chemello em São Marcos (5%) distante 20 km do centro de Caxias do Sul e os demais 05% são complementados por pequenas mineradoras como Pedreira Guerra em Caxias do Sul (6 km do centro), Minassul em Farroupilha (16 km do centro), Concresul em bento Gonçalves (45 km do centro) e Simonaggio em Garibaldi (40 km do centro).

Durante o ano de 2019 a Pedreira Caxiense comercializou aproximadamente 520.000 toneladas, correspondendo a 70% do consumo estimado no município de Caxias do Sul, sendo a 40% deste valor em consumo pelo poder público (Prefeitura/SAMAE/CODECA), 50% em venda direto para consumidores diversos e os outros 10% consumidos pela sua própria concreteira instalada junto a Pedreira Caxiense.

Hoje, no atual cenário em que se encontra a mineração na região do entorno de Caxias do Sul (trabalhando com raio de 50 km do centro da Cidade) existem, além da Caxiense, outras 07 pedreiras ativas e 01 inativa (Toniolo Busnello), que mesmo somando as suas poligonais úteis não atingem o porte da Caxiense.

Nesse contexto, em um cenário de não ampliação da atual área de extração da Caxiense, haveria um desabastecimento de material agregado de forma imediata pela falta de fornecedores com produto. Em médio prazo as empresas que hoje possuem pequena contribuição no mercado teriam que aumentar sua produtividade e ampliar suas poligonais de extração, resultando em ampliação das áreas de supressão de vegetação e expandindo os impactos ambientais para pelo menos outras 07 áreas no seu entorno imediato. Isso sem falar no aumento do valor do agregado, que está diretamente associado ao custo de transporte e que aumentará de forma exponencial pela distância destas empresas em relação a área central de Caxias do Sul.

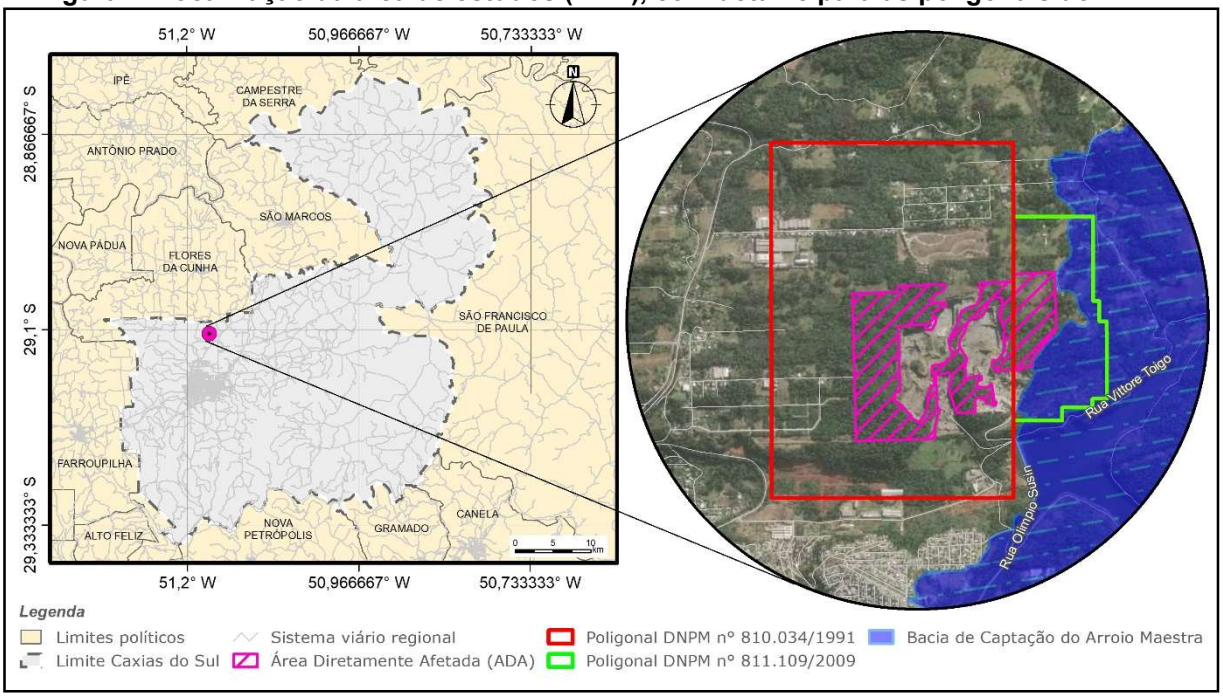
A expansão da atual frente de lavra possibilitará o alcance das metas de produção planejadas, associada ao estabelecimento de concorrência saudável na comercialização de britas, trazendo benefícios ao mercado consumidor, bem como a geração de empregos para a região e arredores, aumento da arrecadação de impostos para a União, o Estado e Município, e apreciável auxílio para o desenvolvimento regional, com o fornecimento de matéria-prima essencial para melhoria da infraestrutura da região.

1.3.3 Localização geográfica

O empreendimento encontra-se a norte da malha urbana do município de Caxias do Sul/RS, em zona com possibilidade de mineração, conforme Plano Diretor vigente. A

área encontra-se inserida, ainda, entre a poligonal DNPM nº 810.034/1991 e a poligonal DNPM nº 811.109/2009. A leste da área de estudos encontra-se a Bacia de Captação do Arroio Maestra, juntamente ao conjunto barramento/reservatório artificial, utilizados para captação de água para abastecimento público em parte do município.

Figura 4. Localização da área de estudos (ADA), com detalhe para as poligonais do DNPM.



Fonte: Garden Projetos (2019).

1.3.4 Nome do empreendimento (fantasia)

O empreendimento é conhecido por **Mina da Maestra**, sendo outorgada sua exploração para a Pedreira e Concretos Caxiense Ltda.

1.3.5 Método de Lavra: Discussão sucinta da escolha do método de lavra selecionado

O método de lavra empregado em uma atividade de mineração é definido em função do tipo da jazida e dos condicionantes físicos, econômicos, ambientais e sociais a ela associados. A Mina da Maestra, desde o início das suas atividades, emprega o método de lavra a céu aberto por bancadas em encostas, técnica que continuará sendo utilizada na área de expansão durante toda a vida útil do empreendimento. O emprego desta técnica se dá em razão da situação favorável da jazida em relação à topografia regional, da sua homogeneidade geológica e das expressivas dimensões horizontais e verticais do corpo mineral.

O método de lavra por bancadas em encosta apresenta grande vantagem econômica, pois a drenagem é natural, por gravidade, minimizando o acúmulo de água e a necessidade de bombeamento. O transporte é geralmente descendente e os volumes de decapeamento são pequenos, embora isso não ocorra sempre (SOUZA, 1994).

A sequência cronológica das operações unitárias deste método é a seguinte:

i. **Desmatamento:** retirada da vegetação para a circulação dos equipamentos;
ii. **Decapeamento:** remoção de material estéril - solo, argila e rocha alterada;
iii. **Desmonte de rocha:** perfuração, carregamento com explosivos e detonação da rocha;
iv. **Carga:** Carregamento da rocha desmontada em caminhões basculantes;
v. **Transporte:** Condução do minério (rocha) até a usina de beneficiamento ou pátio de estocagem, bem como de material estéril até o depósito de estéril (bota-fora) retirado na etapa de decapeamento.

A conformação das bancadas é obtida através do desmonte de rocha com o uso de explosivos. Utilizando técnicas amplamente reconhecidas de planejamento e execução das detonações, é possível obter a fragmentação da rocha com a granulometria desejada, respeitando as normas regulamentadoras da mineração, principalmente àquelas relacionadas à vibração e ruído.

No caso específico da Mina da Maestra, em virtude de estar localizada em uma zona de pressão urbana, onde possui habitação temporárias e permanentes em áreas adjacentes, o processo de mineração é controlado por meio de sismógrafos de Projetos a fim de garantir o atendimento dos limites impostos pela norma da ABNT NBR 9653:2018 - *Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas* - ou norma equivalente, caso venha a ser substituída. (Ver Figura 5).

Figura 5. Imagens de Sismógrafos instalados em locais próximos de residências durante dias de detonação.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Através de estudos históricos na Mina da Maestra, foi possível estabelecer uma equação matemática chamada “curva de atenuação”, ferramenta que permite calcular com alta precisão o impacto das detonações em função de dois fatores:

i. Quantidade de explosivo detonada por instante; e
ii. Distância entre a detonação e os locais de interesse.

Com isso, é possível adequar cada plano de fogo ao local específico da operação na mina. Esta medida é importante principalmente nos locais próximos aos limites da cava final, ou seja, nas áreas de operação que apresentam as menores distâncias até as construções vizinhas.

Após o desmonte do maciço rochoso por meio de explosivos, a pilha de material fragmentado deve ser encaminhada para a planta de beneficiamento. Esta atividade se dá através dos equipamentos de carga e transporte.

O transporte do minério é realizado em dois sentidos: ascendente para o minério levado para a planta de britagem da própria empresa (cota 810 metros), e descendente para o material encaminhado à planta de britagem da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul (cota 747 metros). (Ver Figura 6)

Figura 6. Carregamento de Matacos durante operação diária.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Os equipamentos de carga e transporte foram dimensionados para garantir o abastecimento contínuo das britagens primárias, ou seja, não existem equipamentos exclusivos para execução da atividade de decapeamento. Desta forma, a remoção do material estéril pode ser realizada somente nos momentos de manutenção ou quando existe, simultaneamente, a existência de estoques suficientes para paralisar o transporte de minério e clima favorável.

Prezando pelo uso racional e eficiente dos recursos minerais e ambientais, conforme preconiza a Constituição Federal e as Normas Reguladoras de Mineração, o plano de lavra de ampliação da Mina da Maestra tem como prioridade nos primeiros anos de expansão a elevação da relação estéril/minério. Com isso, os equipamentos de carga e transporte estarão dedicados, sempre que possível, à remoção de material estéril para liberar novas áreas de perfuração. Esta medida é necessária para retomar o equilíbrio entre a quantidade de áreas livres para a explotação e as áreas que necessitam retirada de estéril, já que nos últimos anos de operação foi necessário consumir volumes de rocha

in situ considerados de segurança (*backup*), dadas as restrições de avanço existentes pela legislação ambiental e de segurança.

Nesse sentido, os primeiros avanços se darão de forma horizontalizada, nas primeiras bancadas de estéril e minério, auxiliando a retomada das condições estratégicas de gestão de reservas imediatas e de segurança da mina, delimitando visualmente os limites finais da cava de modo a facilitar a operação vertical.

A combinação destes dois elementos não ocorre com uma frequência elevada, dado que a capacidade operacional da planta de britagem é próxima à demanda de mercado. Em função desta restrição e pela dependência direta entre a perfuração de rocha e a liberação de áreas através da retirada de estéril, é estratégico para a empresa focar na atividade de decapeamento sempre que existir esta possibilidade. Com isso, a principal estratégia operacional é promover os avanços de lavra nas bancadas superiores, sempre acompanhando o ritmo da liberação das áreas decapadas.

A ampliação da área de lavra da mina prevê o avanço das bancadas com altura de 12 metros inicialmente nas direções oeste, centro e norte da mina, além da unificação das diversas cavas atualmente existes. O motivo destas divisões internas se dá por uma questão histórica, uma vez que os antigos gestores do empreendimento optaram por lavrar preferencialmente as áreas que apresentavam menores espessuras de material estéril. O material proveniente do decapeamento foi estocado em pilhas localizadas dentro da mina, fato que ainda gera dificuldades operacionais. Além disso, a existência de um curso d´água, que corta a mina no sentido norte-sul, também resultou em uma grande barreira física interna em função da preservação das suas margens, fato que dificulta a operação e implica em fatores negativos, tais como:

i. Número maior de equipamentos de transporte para compensar as maiores distâncias de transporte e constantes variações de cotas das estradas internas;
ii. Maior consumo de peças de reposição e insumos em virtude de um número maior de equipamentos;
iii. Necessidade de maior número de funcionários para promover a manutenção dos equipamentos;
iv. Maior quantidade de emissões atmosféricas resultado de um número maior de motores diesel em operação (gCO_2/t);
v. Aumento no consumo de água utilizada para a umectação de vias em função da maior quantidade de poeira causada pela circulação de caminhões;

vi. Redução do controle visual das atividades em função da existência de diversas barreiras físicas dentro da mina;

vii. Dificuldade de acessos e aumento de riscos atrelados ao trânsito intenso de máquinas, veículos e pedestres (funcionários e/ou prestadores de serviço);

viii. Aumento do custo final de produção em função da perda de eficiência operacional e incremento nos custos diretos e indiretos.

A definição da altura da face das bancadas considerou os aspectos relativos à operacionalização da recuperação ambiental da área lavrada, bem como as características do equipamento de perfuração empregado, adequado para uma furação precisa nestes parâmetros de inclinação e profundidade.

A Mina da Maestra possui passivos relativos à altura excessiva de bancadas. Algumas bancadas remanescentes da gestão anterior possuem até 45 metros de altura. Mesmo que o Plano de Lavra apresentado evidencie a reconfiguração da lavra em bancadas de 12 metros de altura, a operacionalização das adequações precisará de um tempo considerável para ser implementada, uma vez que será feita a partir dos avanços de lavra previstos nesse EIA/RIMA. (Ver Figura 7).

Figura 7. Bancadas a serem ajustadas com a ampliação na Mina da Maestra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

1.3.5.1 Do Parecer Técnico sobre o Desmonte de Rochas próximo às Estruturas Vizinhas à Pedreira.

Foram realizados testes acerca da operação de desmonte de rochas com explosivos realizada na pedreira em área localizada próxima às estruturas vizinhas ao empreendimento, culminado nos estudos apresentados junto ao ANEXO 35 do EIA.

A partir da equação de atenuação de onda sísmica de 95%, modelada para a jazida, da distância mínima entre as estruturas e às áreas de detonação, e do limite de velocidade de partícula de pico, correspondente ao limite estabelecido Norma Brasileira ABNT NBR 9653:2018, as cargas máximas por espera foram calculadas para as bancadas de estéril e produção, para faixas de distância, sendo estas de 4,1 kg para distâncias entre 25 e 33 m entre as detonações e os limites das propriedades lindeiras, de 7,2 kg para distâncias entre 33 e 40 m, de 10 kg para distâncias entre 40 e 65 m das estruturas, 27 kg, para distâncias entre 65 e 100 m, e 60 kg para distancias entre 100 e 140 m, chegando a 120 kg, para distâncias superiores a 140 m.

Objetivando manter estas CME, o comprimento dos furos será limitado em 6,5 m, para bancadas de 6 m de altura em ambos os materiais (estéril ou minério) quando a distância for inferior a 65 m, e a técnica de escalonamento de carga será empregada nas detonações. Para distâncias acima de 65 m, os furos serão executados com 12,8 m, porém para distancias entre 65 e 100 m, a técnica de escalonamento de carga será empregada, e acima de 100 m o carregamento se dará por coluna total. O sequenciamento das detonações será definido de forma a detonar apenas 1 deck por espera, quando o escalonamento de carga for empregado, e 1 ou 2 furos por espera para os demais casos, resultando nas cargas máximas por espera calculadas Técnico.

É importante ressaltar que a constante avaliação dos parâmetros do plano de fogo através do monitoramento sismográfico proporcionará o refinamento dos parâmetros de segurança. Com isso, embasado em informações mais detalhadas, os planos de fogo poderão sofrem alterações visando otimizar a relação entre operação e níveis de vibração e ruído.

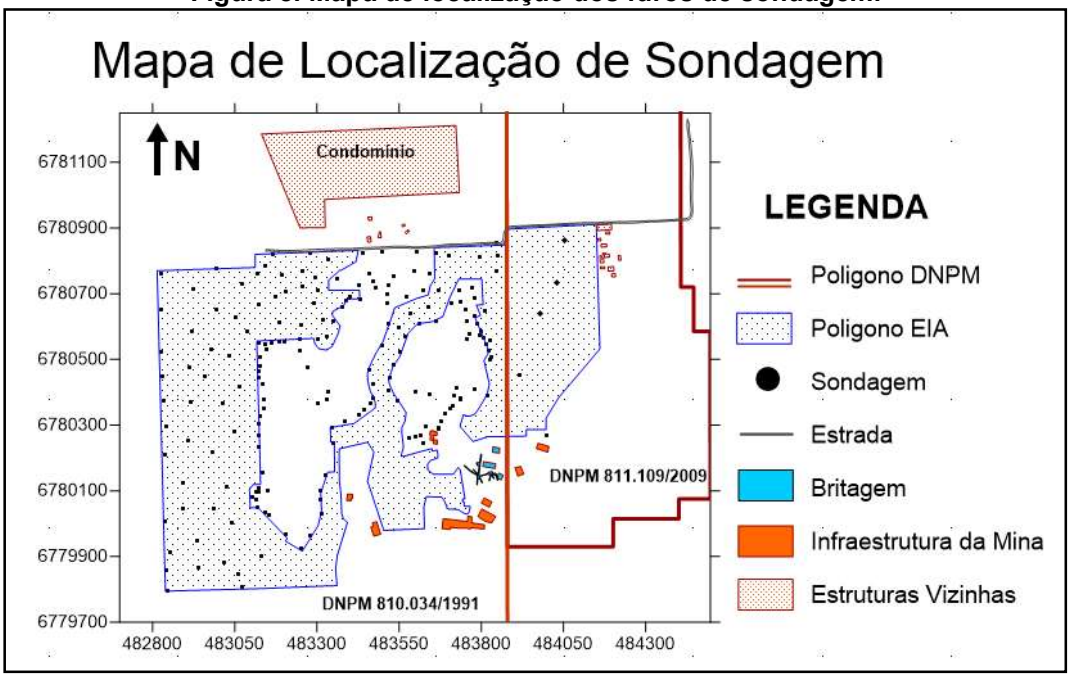
1.3.6 Reservas Medidas, Indicadas e Inferidas: Relacionar dados com a previsão de vida útil da mina

A cubagem da jazida foi feita a partir de dados de furos de sondagem distribuídos na área de interesse, bem como descrições de taludes que compõem as cavas atuais, os quais fornecem importante informação visual a respeito do comportamento da espessura da camada de estéril (solo e rocha alterada). Já os furos de sondagem fornecem dados das áreas intocadas, em uma malha mais espaçada, auxiliando na determinação dos contatos da camada de minério com as camadas de estéril superior (solo e rocha alterada) e inferior (rocha oxidada denominada de Dacito Canyon).

Para construção do modelo geológico foram utilizados os dados das campanhas de sondagem e perfis de taludes: 93 furos, com malha semirregular de aproximadamente 100 metros; e 96 perfis de talude, distribuídos ao longo dos limites das cavas. Estes dados totalizam 189 pontos com descrição geológica, e foram analisados em conjunto com o levantamento topográfico atualizado da mina. Como parte da campanha de sondagem foi realizada anteriormente ao levantamento topográfico, algumas correções de cotas dos pontos amostrados foram necessárias, de modo a permitir que o modelo de superfície da camada de estéril coincida com a realidade. Em agosto de 2019 foi realizada uma campanha de sondagem complementar, composta de 03 (três) furos de sondagem rotativa com recuperação de testemunhos, localizada na porção nordeste da poligonal do EIA. Tais furos foram alocados com o intuito de melhor classificar as zonas de minério naquela área. Um dos furos foi feito com 66,4 metros de profundidade, e os demais com 15 e 16 metros para averiguar espessura da camada de estéril. No ANEXO 33 se encontra o relatório da campanha de sondagem realizada em agosto de 2019. Nesse relatório é possível observar o perfil litológico representado pelas amostras coletadas e descritas. Cabe salientar que o equipamento de sondagem não possuía capacidade para perfurar até a cota de arrasamento, pois a profundidade máxima possível foi de 66,4 metros. Além disso, um quarto furo estava planejado para ser executado na mesma região, mas mais ao sul. No entanto a área é de difícil acesso e se encontra em terreno de terceiro.

Como a maior parte dos furos de sondagem não possui informações do contato inferior entre a camada de minério (sill de rocha sã) e a rocha oxidada (Dacito Canyon), se estima que este contato ocorre em média na cota 745 metros, com variações ocorrendo de acordo com a gênese do corpo geológico. Portanto, optou-se pela modelagem da lapa da camada de estéril apenas, assumindo-se que a camada de minério ocorre até a cota mencionada (745 metros). O processo de modelagem foi feito com auxílio do software Surfer 11, com ferramenta de estimativa pelo método do Inverso do Quadrado da Distância (IQD - método de interpolação bastante usual para esse tipo de formação geológica). A Figura 8 apresenta o mapa da localização dos furos de sondagem na região do empreendimento, bem como demonstração das poligonais do DNPM e do EIA.

Figura 8. Mapa de localização dos furos de sondagem.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Para o cálculo das características estatísticas do banco de dados, no que se refere à espessura da cobertura, foi feita a média desagrupada dos valores, visto que a malha amostral é irregular. O método de desagrupamento foi feito por vizinho mais próximo (NN – Nearest Neighbor), o qual define áreas de influência para cada amostra através da meia distância entre uma amostra e as demais ao seu redor. Dessa forma é possível calcular uma média ponderada para a área estudada. A distribuição das espessuras de cobertura foi analisada também por meio dos histogramas, que posteriormente foram utilizados para validação dos resultados obtidos na estimativa por IQD.

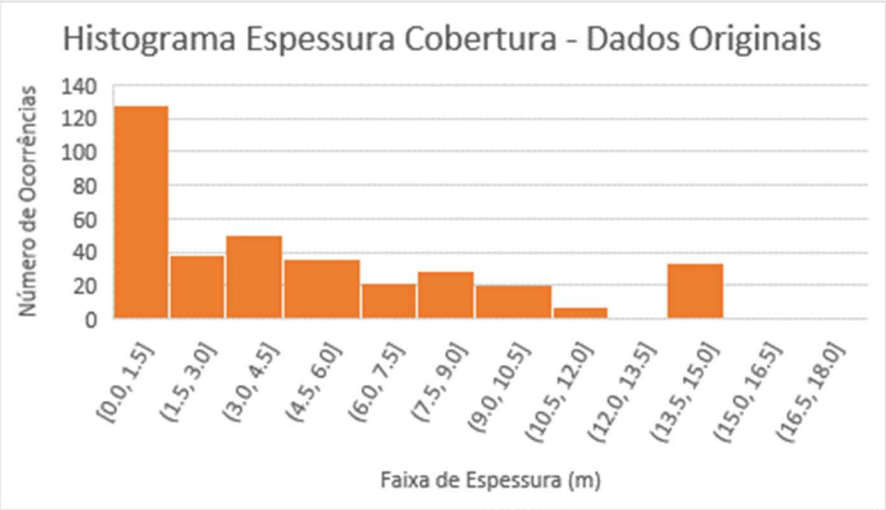
A estimativa por IQD foi realizada utilizando quatro setores de busca, com máximo de 16 amostras (quatro por setor) e mínimo de uma amostra para o círculo de busca. O raio de busca foi de 150 metros. As dimensões dos blocos de estimativa são 10 m x 10 m (estimativa em 2D). A Tabela 2, apresenta um resumo estatístico da espessura de cobertura dentro da área da mina e da poligonal do EIA. As Figura 9, Figura 10 e Figura 11 mostram os histogramas de espessura de cobertura de cada uma das distribuições (dados originais, desagrupamento por NN e estimativa por IQD respectivamente).

Tabela 2. Resultados estatísticos para o banco de dados originais, método de desagrupamento (NN) e método de estimativa (IQD).

Estatística	Dados Originais	Vizinho Próximo (NN)	IQD
Média	5.53	5.91	5.74
Mediana	5.23	5.38	5.40
Mínimo	0.00	0.00	0.00
Máximo	17.09	17.09	17.09
Desvio Padrão	5.02	5.38	4.63
Número Amostras	189	12032	12032
Dados Abaixo da Média	61%	52%	54%

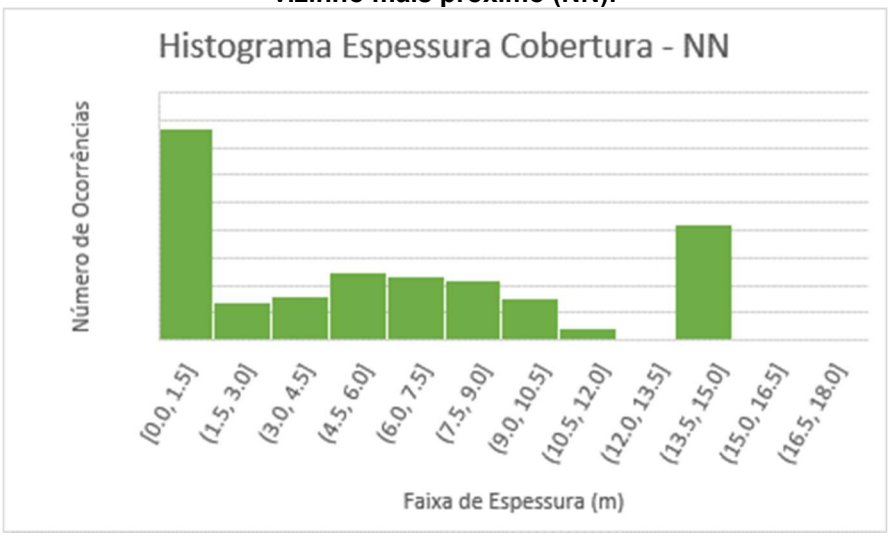
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 9. Histograma da espessura de cobertura dos dados originais.



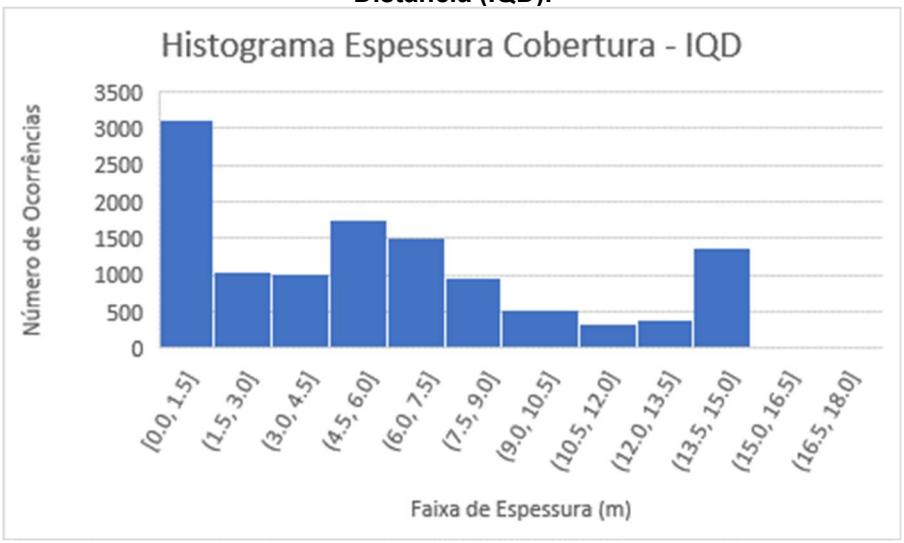
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 10. Histograma da espessura de cobertura dos dados desagrupados pelo método de vizinho mais próximo (NN).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 11. Histograma da espessura de cobertura da estimativa por Inverso do Quadrado da Distância (IQD).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Observando os resultados do resumo estatístico da Tabela 1, se percebe uma pequena variação entre os métodos de estimativa. A média de espessura de cobertura encontrada no método de IQD está situada entre a média dos dados originais agrupados e desagrupados (aproximadamente 3% superior aos dados agrupados e 3% inferior aos desagrupados). As medianas nas três distribuições são ligeiramente inferiores à média, conferindo uma leve assimetria negativa à distribuição das espessuras, ou seja, um pouco mais de 50% dos dados está abaixo da média.

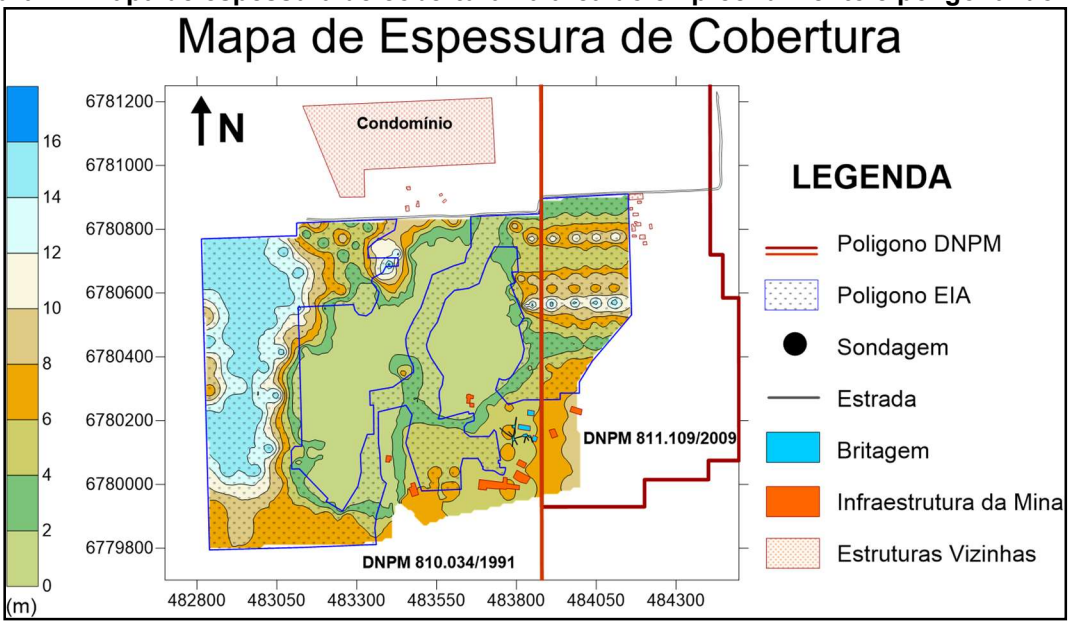
A redução do desvio padrão era esperada no caso da estimativa por IQD devido à suavização que ocorre na interpolação dos valores. No entanto, a suavização não representa uma diferença muito significativa em relação ao desvio padrão dos dados originais (agrupados).

Observando os histogramas se nota que os três casos possuem características parecidas de distribuição, sendo que a distribuição do método IQD possui maior proporção de dados no intervalo de 4,5 metros a 7,5 metros de espessura. Com esses resultados foi possível validar a estimativa por IQD e gerar a superfície de contato entre cobertura e camada de minério, permitindo calcular os volumes de minério e estéril contidos.

A espessura de cobertura na região da poligonal do EIA possui maiores valores no setor oeste, conforme representado na figura abaixo, pelo mapa de espessura da camada de cobertura (estéril). A região onde já existe a cava, em operação ou já em

conformação final, são as regiões representadas por espessura de cobertura igual a zero.

Figura 12. Mapa de espessura de cobertura na área do empreendimento e poligonal do EIA.

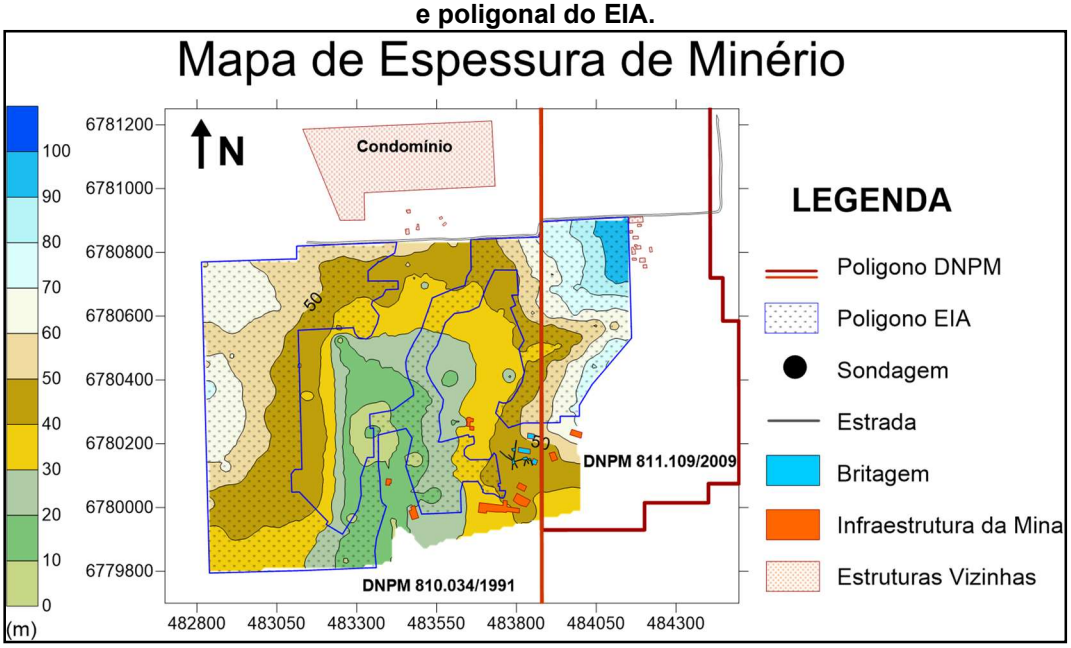


Fonte: Garden Projetos (2019).

Já a espessura da camada de minério foi calculada como sendo a diferença entre as cotas da topografia e a cota base da camada (745 metros), reduzindo a espessura de estéril. O mapa de espessuras de minério pode ser observado na Figura 13. Em média, a espessura de minério está na faixa de 42 metros, podendo chegar até 99 metros, na região nordeste da poligonal do EIA.

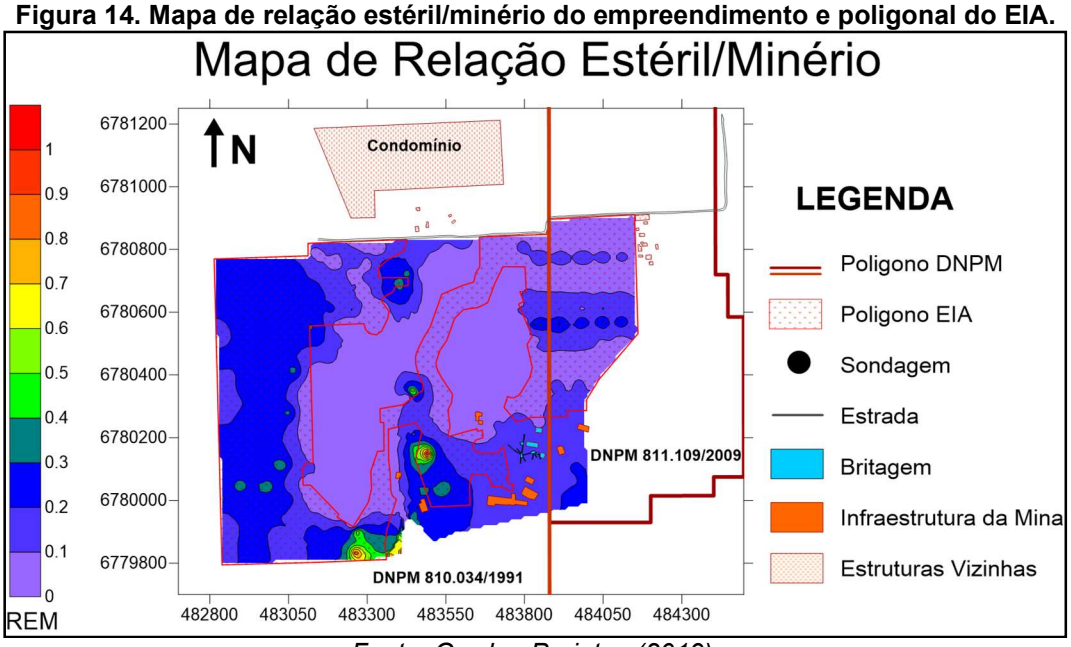
Com as informações de espessura tanto da camada de cobertura quanto a de minério, foi possível construir um mapa da relação estéril/minério (REM) da área. A REM é bastante baixa, como pode ser visto na Figura 14, com predominância de valores inferiores a 0,3.

Figura 13. Mapa de espessura da camada de minério na área do empreendimento e poligonal do EIA.



Fonte: Garden Projetos (2019).

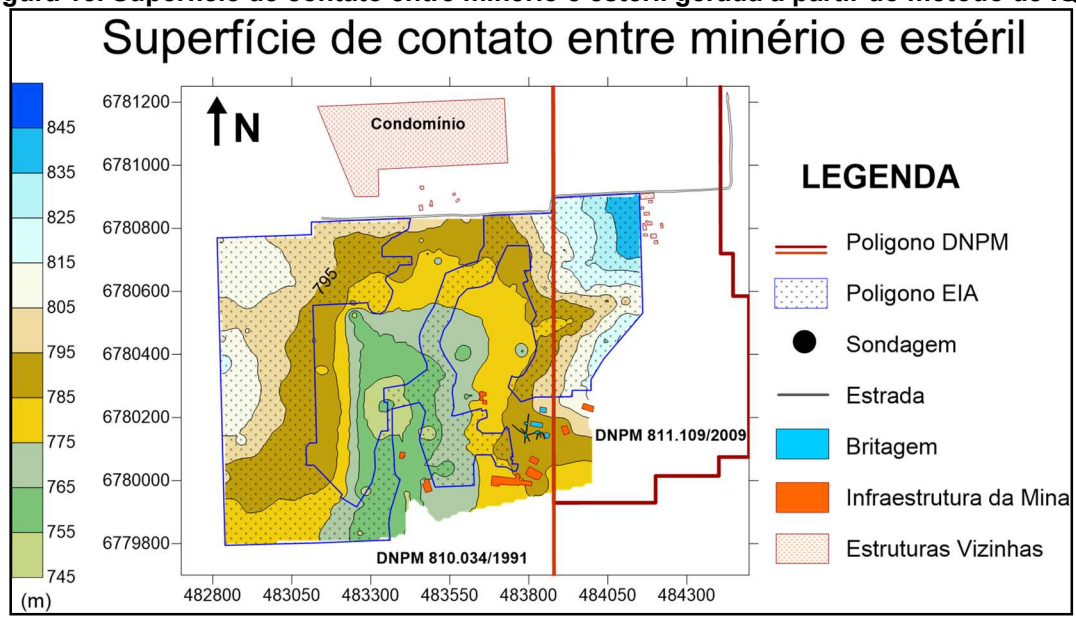
Figura 14. Mapa de relação estéril/minério do empreendimento e poligonal do EIA.



Fonte: Garden Projetos (2019).

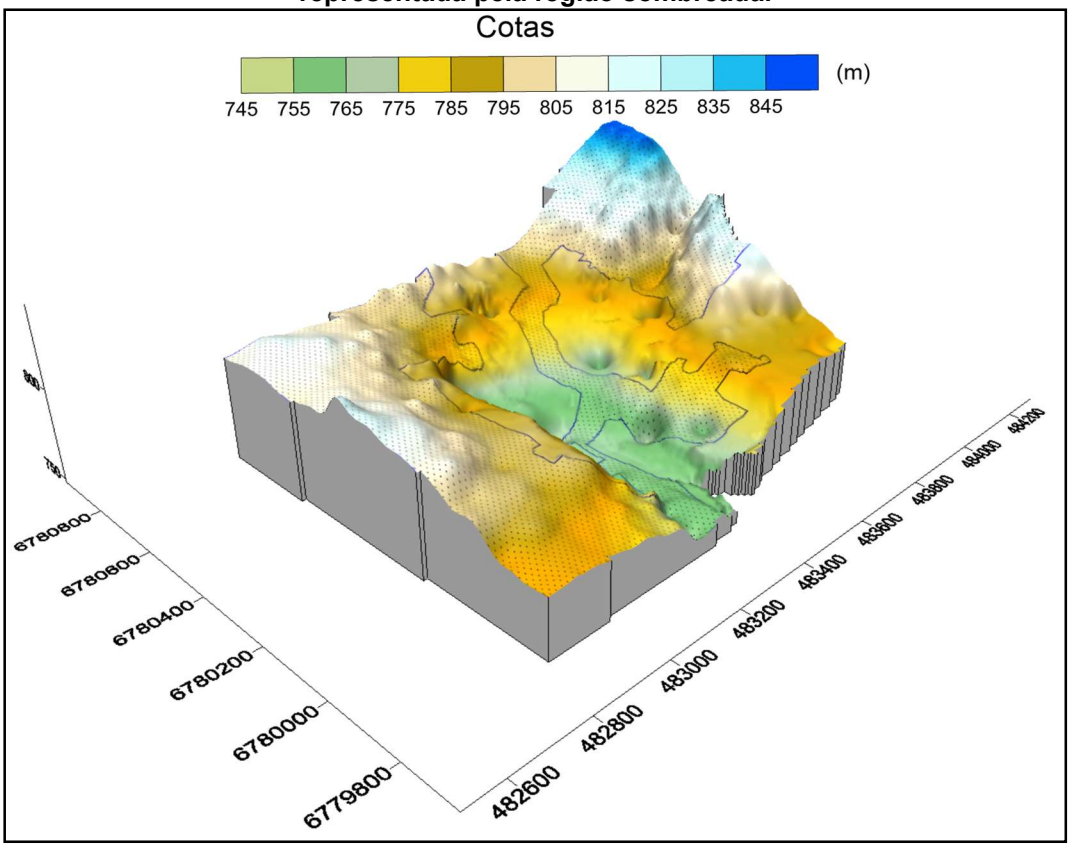
A superfície de contato entre minério e estéril, gerada a partir do método de IQD, pode ser vista na Figura 15, com vista em planta das curvas de nível (cotas), e também uma representação em 3D da mesma superfície na Figura 16, ressaltando a poligonal do EIA.

Figura 15. Superfície de contato entre minério e estéril gerada a partir do método de IQD.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 16. Representação em 3D da superfície de contato entre minério e estéril. Poligonal do EIA representada pela região sombreada.

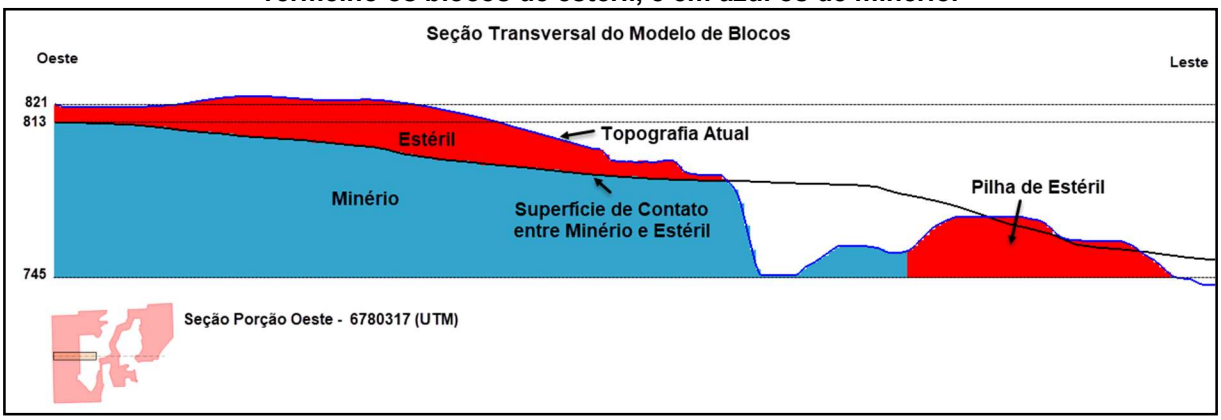


Fonte: Garden Projetos (2019).

De posse dessa superfície, as curvas de nível foram exportadas para o software Datamine Studio 3, onde foi então criado o modelo de blocos para a cubagem de recursos e respectiva classificação. O modelo de blocos foi criado em três etapas:

- Criação de blocos, de dimensões de 2,5 m x 2,5 m x 1 m, entre a topografia atual e a cota 745. O tamanho reduzido de blocos foi utilizado para fins de cálculo volumétrico, e que apresente boa aderência com as superfícies;
- Categorização dos blocos entre minério e estéril utilizando a superfície de contato entre minério e estéril. Blocos acima do contato são classificados como estéril, e abaixo minério. A região da pilha de estéril já existente foi categorizada manualmente, tendo em vista que a superfície de contato não foi modelada naquela região (Figura 17);
- Classificação de recursos medidos, indicados e inferidos.

Figura 17. Seção transversal de do modelo de blocos, topografia e superfícies de contato. Em vermelho os blocos de estéril, e em azul os de minério.

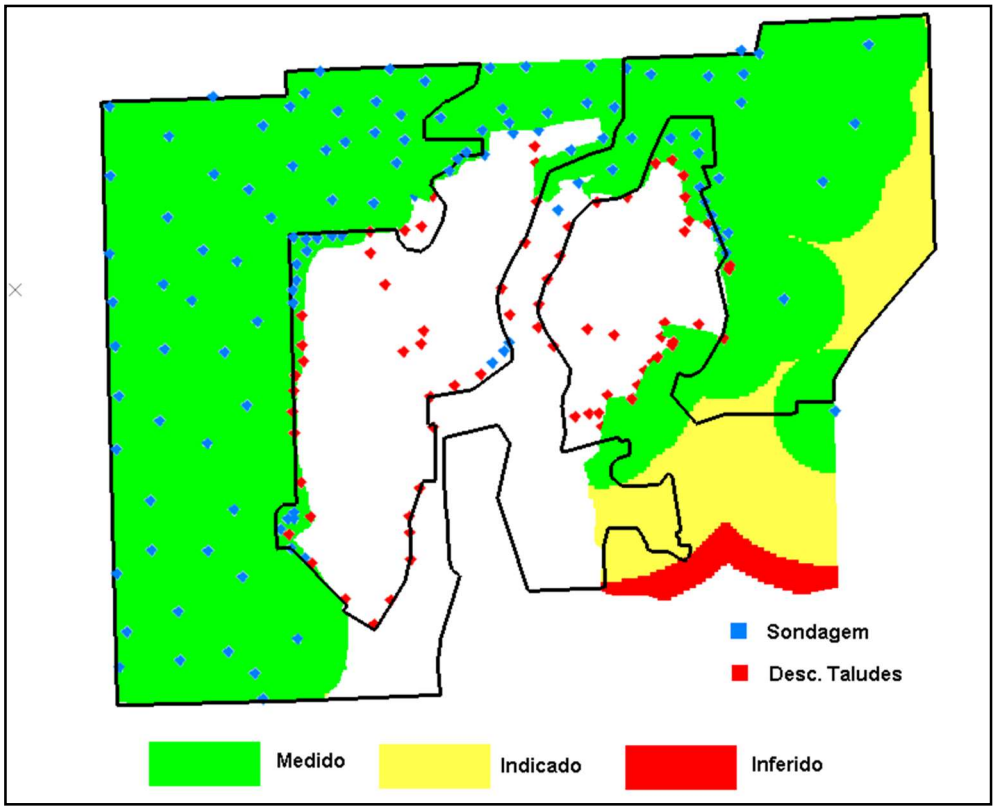


Fonte: Garden Projetos (2019).

A classificação dos recursos foi feita com elipsoides de busca com diferentes alcances de busca. Blocos medidos são aqueles que estão a um raio de busca de 100 metros de pelo menos uma amostra. Blocos classificados como indicados estão distantes entre 100 metros e 250 metros de pelo menos uma amostra. Blocos distantes mais do que 250 metros de uma amostra foram classificados como inferidos. A Figura 18 apresenta uma vista em planta, na cota 780 metros, do modelo de blocos classificado e posicionamento dos furos de sondagem.

O cálculo do volume de recursos foi feito dentro da área do empreendimento (recursos disponíveis para a LO atual) e poligonal do EIA, utilizando o modelo de blocos categorizado (entre minério e estéril) e classificado.

Figura 18. Classificação do modelo de blocos em medido, indica e inferido, com disposição dos furos de sondagem e descrições de faces de taludes na área do empreendimento e poligonal do EIA.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O volume total de minério em toda a área cubada é de aproximadamente 45,7 Mm³, o que representa em torno de 118,7 Mt considerando uma densidade de 2,6 t/m³. A Tabela 3 contém os volumes de minério (recursos) e estéril, em metros cúbicos, estimado dentro da área da LO atual do empreendimento e da poligonal do EIA. Cabe salientar que dentro do volume de estéril apresentado estão inclusos 265.627 m³ referentes à pilha de estéril existente na mina, portanto devem ser considerados 7,1 Mm³ de estéril. Já a Tabela 4 apresenta os volumes (m³) de recursos (apenas blocos de minério) classificados entre medidos, indicados e inferidos, também separados entre as duas áreas consideradas.

Tabela 3. Cubagem (m³) da área total do empreendimento e poligonal do EIA, de acordo com categorização entre minério e estéril.

Volumes	Área LO atual	EIA	TOTAL
Estéril	985.664,38	6.412.815,02	7.398.479,41
Minério	7.824.777,94	35.007.269,00	42.832.046,94
TOTAL	**8.810.442,33**	**41.420.084,02**	**50.230.526,35**

Tabela 4. Volumes (m³) de blocos de minério classificados entre medido, indicado e inferido entre a atual área da LO do empreendimento e poligonal do EIA.

Recursos	Área LO atual	EIA	TOTAL
Medido	6.160.062,65	26.432.216,70	32.592.279,35
Indicado	973.928,07	3.583.345,20	4.557.273,27
Inferido	-	27.916,05	27.916,05
TOTAL	**7.133.990,72**	**30.043.477,95**	**37.177.468,67**

1.3.7 Investimentos: apresentar os valores de investimentos previstos para o empreendimento de acordo com as fases de implantação, para fim de cálculo de valor da compensação ambiental conforme conta no artigo 3° da Resolução CONAMA n° 371/2006

Os investimentos foram calculados a partir da estimativa de todos os custos envolvidos com o projeto de expansão, desde o licenciamento ambiental até a adoção de medidas mitigadoras e compensatórias, conforme apresentado no ANEXO 04.

Dessa forma, os custos estimados com as etapas de implantação da ampliação da lavra da Mina da Maestra estão calculados no montante de R$ 15.007.500,00. O cálculo de 0,5% do valor investido, que deve ser destinado totaliza R$ 75.037,50.

1.3.8 Área total da gleba

A área destinada ao avanço da lavra e, portanto, objeto dos estudos ambientais apresentados neste documento, compreende um total de 72,42 hectares, inseridos em áreas de propriedade da Pedreira e Concretos Caxiense e outras de propriedade de terceiros, conforme apresentado no item 1.3.9.2.

1.3.9 Área a ser minerada

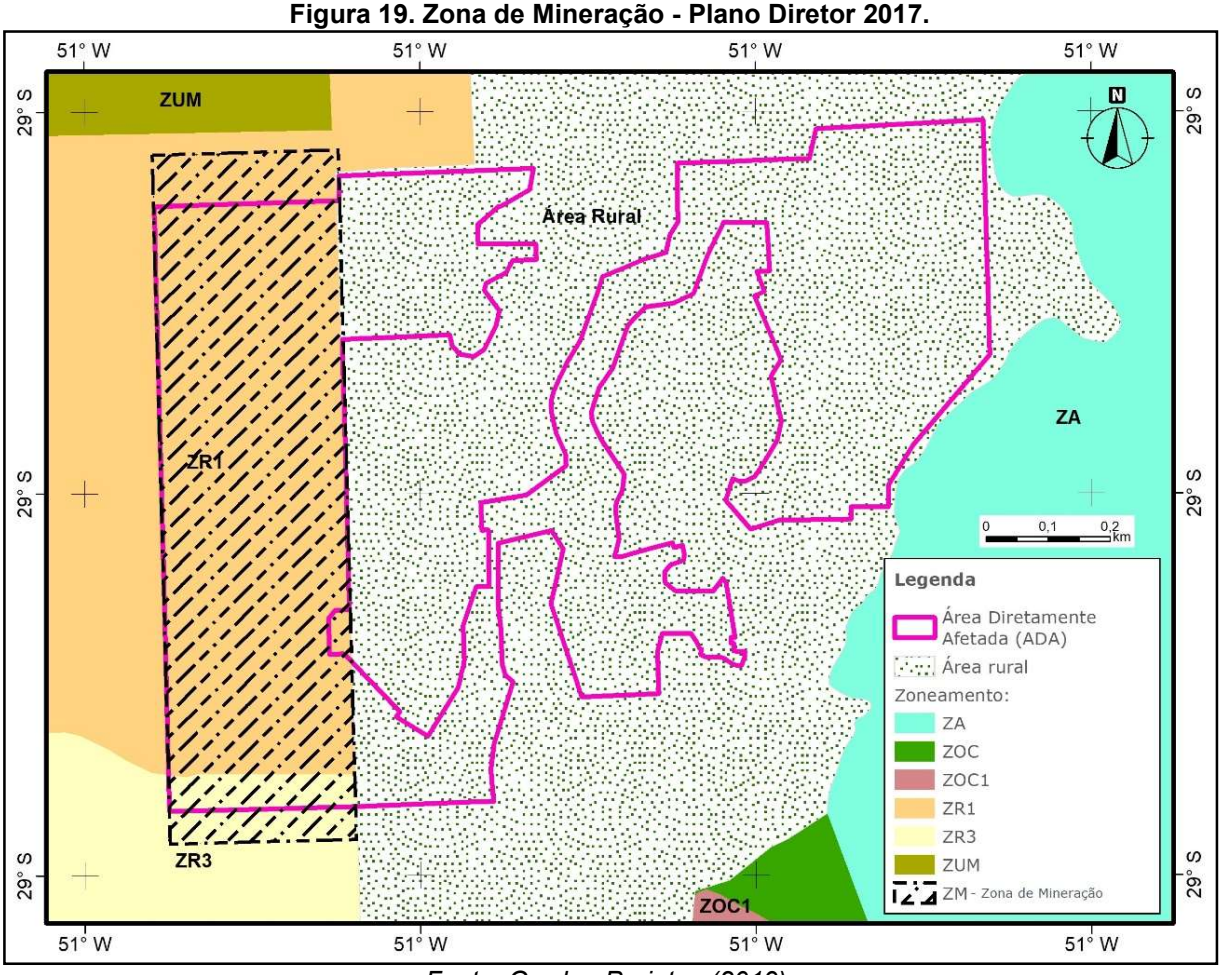
1.3.9.1 Compatibilização do anteprojeto com o plano diretor municipal, legislação urbanística (diretrizes básicas municipais) e com planos de desenvolvimento ambiental e socioeconômico existente no município

O Plano Diretor Municipal é o instrumento técnico e político básico para orientação das ações dos agentes públicos e privados no uso dos espaços urbanos e rurais, com vista no desenvolvimento do município e à eficiência administrativa. No município de Caxias do Sul, aprovou-se na Câmara de Vereadores do Município a Lei Complementar nº 589 em 19 de novembro de 2019, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI.

A referida área de estudo, juntamente com a área de lavra atual, encontra-se parte em Zona Urbana e parte em Zona Rural. A mesma está inserida na Zona de Mineração – ZM, conforme apresenta o Anexo 12 do Plano Diretor Municipal (ANEXO 27). A Zona de Mineração, conforme Art. 61 da lei supracitada, tem como sua definição uma zona em que abriga jazidas minerais, cuja exploração é de interesse público. Ainda, segundo o Decreto nº 17.022, de 17 de junho de 2014, é vetada qualquer obra de urbanização ou de edificação, exceto aquelas vinculadas à atividade de mineração. Desta forma, o projeto de ampliação atende aos requisitos do zoneamento em que se insere.

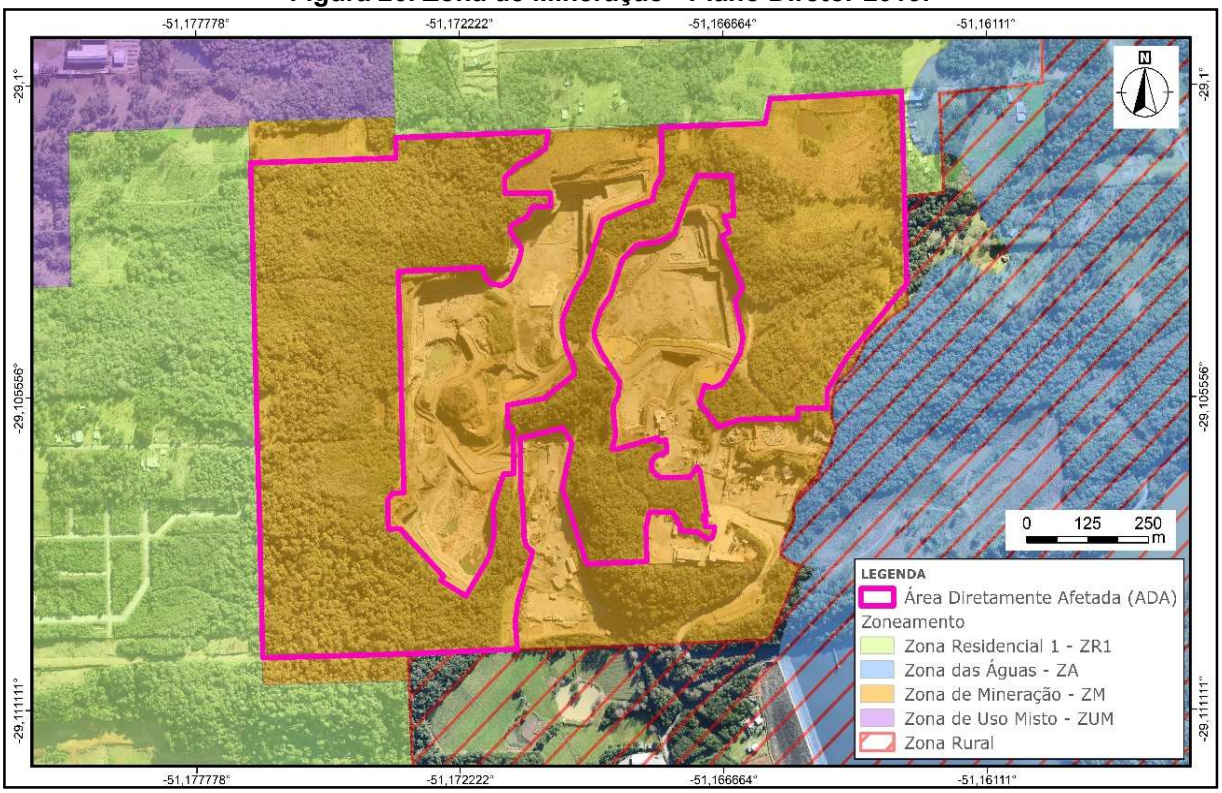
Com relação a Zona de Mineração (ZM) do Plano Diretor de Caxias do Sul, as Figura 19 e Figura 20 apresentam o zoneamento proposto nos anos de 2017 e de 2019 respectivamente.

Figura 19. Zona de Mineração - Plano Diretor 2017.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 20. Zona de Mineração - Plano Diretor 2019.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O PDDI é o instrumento integrador do Sistema de Planejamento Municipal (SPM). O SPM busca coordenar as políticas públicas promovendo a gestão e monitoramento do desenvolvimento do município. Além do PDDI, é parte integrante SPM os Planos Estratégicos Setoriais (PES) que abrangem a totalidade do território municipal, os Planos Diretores Distritais (PDDs) e a Legislação Urbanística Territorial e Regulamentações (LUTER).

A Legislação Urbanística Territorial e Regulamentações (LUTER) está diretamente relacionada com a Lei de Parcelamento e de Uso do Solo, Zona das Águas, Código de Obras, legislação regulamentadora de instrumentos previstos no Plano Diretor e demais legislações ou planos da mesma natureza.

A Lei do Parcelamento do Solo foi instituída pela Lei nº 6.810 de 20 de dezembro de 2007. Segundo esta lei, o parcelamento do solo urbano será realizado nas formas de loteamento, desmembramento, fracionamento e condomínio urbanístico. Devido ao fato de a atividade do empreendimento em questão ser a mineração, e não se tratar de nenhum dos itens à qual a Lei do Parcelamento de Solo insere-se, esta lei não se aplica ao empreendimento em questão.

Da mesma forma, cabe destacar que o empreendimento não se encontra inserido em Zona de Águas, portanto a lei específica que dispõe sobre este zoneamento não se aplica para o mesmo.

Ainda, com base no Art. 30, Seção VII, Capítulo IV da Lei Complementar nº 589/2019, a Política Municipal de Desenvolvimento Econômico visa fomentar o desenvolvimento econômico sustentável, incentivar o empreendedorismo, geração de trabalho, emprego e renda, desenvolver as potencialidades locais e fortalecer a cultura empreendedora. O empreendimento anda concomitante a esses itens, promovendo uma base para o desenvolvimento socioeconômico local.

A Lei n° 8.192, de 5 de junho de 2017 dispõe sobre a Programação Plurianual do Setor Público do Município de Caxias do Sul para os exercícios de 2018 a 2021. Conforme Anexos II e III da referida lei, um dos programas de infraestrutura visa facilitar a acessibilidade e mobilidade da população, por meio de obras e ações no sistema viário. Muitos dos recursos utilizados em obras públicas do município provem dos produtos gerados pelo empreendimento objeto de estudo. O projeto de ampliação visa aumentar a oferta de matéria prima, auxiliando no desenvolvimento deste programa social.

Outro programa que faz parte do Plano Plurianual é o de Desenvolvimento Econômico, Trabalho e Emprego, que tem como objetivo fomentar os diversos segmentos econômicos, reforçando as vocações locais, visando a melhoria da competitividade e possibilitando a geração de trabalho e renda. O aumento na oferta de produto proveniente da extração alimenta o mercado econômico e mantém as vagas de emprego necessárias para tal.

O um dos objetivos do Plano Municipal do Meio Ambiente é atuar para preservar a biodiversidade, com foco nas áreas rurais do município. Como forma de compensar efeitos de impactos não reversíveis e permanentes decorrentes da implantação e/ou ampliação de empreendimentos, a legislação estabelece normas e critérios de compensação ambiental. Ao longo deste Estudo de Impacto Ambiental (EIA) serão apresentados projetos e programas visando mitigar e/ou compensar os impactos gerados pela ampliação da atividade de lavra.

1.3.9.2 Quadro da distribuição da área proposta para o empreendimento, apresentando as áreas destinadas à mineração em operação, a ser ampliada, servidão minerária, matrículas incidentes, entre outras

Atualmente a área total de lavra (extração de basalto) da Mina da Maestra é de 35,05 hectares - conforme Licença de Operação (LO) n° 04702/2020 - inserida em sua totalidade dentro dos limites da poligonal DNPM n° 810.034/1991. Existe ainda, contiguamente à área, a presença da atividade de produção de concreto e abastecimento de combustíveis, conforme ilustrado na PRANCHA 02A e na Tabela 5:

Tabela 5. Descritivo de áreas minerárias envolvidas no empreendimento.

DESCRIÇÃO	ÁREA (hectares)
Poligonal DNPM n° 810.034/1991	576,00
Poligonal DNPM n° 811.109/2009	74,76
LO n° 06342/2017 – Atividade de produção de concreto e posto de abastecimento próprio de combustíveis	1,37
LO n° 04702/2020– Atividade de lavra de rocha para uso imediato na construção civil a céu aberto, com britagem e com recuperação de área degradada	43,47
Área de estudos (área de ampliação de lavra)	72,42

Frente ao cenário atual, em atendimento ao exposto na Resolução CONSEMA n° 347/2017 (Alterada pelas Resoluções n°s 364/2017 e 372/2018), está em vigor a delimitação das Poligonais Ambiental, Útil, da Jazida (Lavra) e DNPM (de acordo com a LO vigente). Assim, quando da ampliação da área de lavra, será ocasionada a alteração da delimitação de destas poligonais passando a englobar as áreas de estudo deste projeto (ver PRANCHA 02B), conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Quantitativo de áreas conforme Resolução CONSEMA n° 347/2017.

POLIGONAL	ÁREA ATUAL - LO N° 04702/2020 (hectares)	ÁREA FUTURA (hectares)
Lavra	35,05	107,48
Útil	43,42	113,92
Ambiental	71,73	123,78

A área pretendida para ampliação da lavra incide, em todo ou em parte, sobre 32 propriedades de distintos proprietários, conforme se observa na PRANCHA 02C e no Quadro 1. As áreas afetadas que não são de posse da empresa, todavia, encontram-se inseridas dentro da área de 376 hectares passível de mineração segundo ao processo

DNPM n° 810.034/1991. Assim, os proprietários foram oficialmente comunicados da ocorrência dos estudos ambientais com vistas à futura exploração mineral em suas propriedades, conforme Termos de Ciência emitidos pelo empreendedor e constantes no ANEXO 06.

As cópias das matrículas constantes no Quadro 1 encontram-se no ANEXO 05.

Quadro 1. Matrículas dos imóveis e proprietários.

Matrícula n°	Proprietário
20.879	Celina Therezinha Brandalise
21.747	Urbanizadora Rodobrás Ltda
21.749	Urbanizadora Rodobrás Ltda
21.750	Urbanizadora Rodobrás Ltda
32.977	Claire Maria Pellin Brandalise e outros
32.978	Alexandre Pellin
32.979	Moacir Arcângelo Pellin
36.062	Carlos Varisco
38.067	Urbanizadora Rodobrás Ltda.
48.804	Therezinha Victória Pellin Andreazza
48.808	Guilherme Rodrigues Avrella
49.465	Dorvalino Brandalise e outros
50.945	Severino Bulla
58.249	Pedro Valentin Wartha e outros
147.745	Urbanizadora Rodobrás Ltda.
147.746	Mario Antônio Toigo Susin e outros
148.064	Elton Luiz Boff e outros.
30.218	Município de Caxias do Sul
30.948	Município de Caxias do Sul
17.429	Município de Caxias do Sul
4.655	Pedreira e Concretos Caxiense Ltda e outros.
30.946, 36.021, 36.055, 36.056, 36.057, 36.058, 36.059, 48.805, 48.809, 63.566 e 167.816	Pedreira e Concretos Caxiense Ltda

1.3.9.3 Informação sobre os parâmetros de uso ou ocupação do solo definidos nas diretrizes municipais na área de influência indireta pelo empreendimento, conforme legislação municipal em vigor

Os parâmetros legais de uso e ocupação do solo são elencados no item 2.3 deste documento, como parte dos estudos do Meio Antrópico (Socioeconômico), 2.3.3 e 2.3.14.

1.3.9.4 Histórico da atividade no local

A Pedreira e Concretos Caxiense iniciou suas atividades em 1974 na localidade de Travessão Solferino, em Caxias do Sul. Cinco anos depois, a empresa mudou-se para a área localizada no Travessão Humberto I, mina que foi operada até o ano de 2001.

No ano de 2002, foram concluídas as obras da nova instalação da atual área de operação, localizada nas proximidades da barragem Maestra. Em 2005 foram adquiridos modernos britadores, fato que possibilitou a introdução de novos produtos como a areia industrializada, fabricada a partir da moagem da rocha. Contudo, há registros de que a área da Mina da Maestra serviu como fornecimento de minérios de Basalto para a construção da Barragem Maestra de Abastecimento de água, no qual foi inaugurada em 1971.

Em outubro de 2009, a empresa Fagundes Construção e Mineração adquiriu a empresa Pedreira Caxiense, que logo veio a se tornar Pedreira e Concretos Caxiense em função da instalação da usina de concreto no ano seguinte. A nova gestão se propôs, imediatamente, a implementar o seu padrão de trabalho, amplamente reconhecido nos ramos de construção e mineração, com mais de 40 anos de atuação.

Além da instalação da usina de concreto, fato que acarretou na duplicação da quantidade de funcionários, foram realizadas importantes melhorias nas instalações da empresa, com a construção de um novo prédio administrativo e adequação dos setores de apoio, bem como a troca de equipamentos fixos e móveis por versões modernas.

A partir do ano de 2012, foi iniciada uma série de estudos técnicos que resultaram na necessidade de expandir as reservas, ou seja, percebeu-se a necessidade de expansão da área de exploração minerária para atender o mercado consumidor a longo prazo. Desta decisão surgiu o que mais tarde culminaria no Estudo de Impacto Ambiental aqui apresentado.

1.3.9.5 Método de Aproveitamento Econômico da Mina (atual) e da Jazida (ampliação)

O método de aproveitamento econômico utilizado atualmente e na ampliação da jazida é o mesmo. O minério, composto de rocha basáltica não alterado é extraído das frentes de lavra por meio de operações de desmonte de rocha, carregamento e transporte, que são operações unitárias básicas de qualquer empreendimento de mineração.

O material lavrado é enviado para um sistema de britagem onde o minério é beneficiado, neste caso cominuído até as granulometrias desejadas. Atualmente a Caxiense trabalha com diversos tipos de produtos, todos derivados da rocha basáltica, classificados de acordo com sua granulometria. Os produtos variam de rachão (maior granulometria) até areia e pó de brita (menores granulometrias).

Esses materiais são vendidos sobretudo para o setor de construção civil, atendendo a região da serra gaúcha no entorno do município de Caxias do Sul. Parte do produto também é consumido internamente no empreendimento, sendo enviado para as usinas de concreto/argamassa e asfalto.

Há um estudo, em fase preliminar, junto à EMBRAPA/RS para utilização das granulometrias mais finas como aditivo agrícola, em um processo chamado de rochagem. No entanto esse estudo ainda é incipiente e não se vislumbra um horizonte próximo para venda de produto para essa aplicação.

A solicitação de ampliação da área da jazida na poligonal do EIA visa simplesmente aumentar as reservas da mina, e consequentemente a vida útil do empreendimento. Essa ampliação não implicará necessariamente no aumento das taxas de produção de agregados ou para novos produtos, que não sejam derivados do processo de cominuição da rocha basáltica.

1.3.9.6 Descrição da Lavra da Mina atual confrontando com as atividades futuras.

A área onde a Mina da Maestra se encontra é historicamente local de extração de rocha para os mais diversos usos. No ano de 1991 a então Pedreira Caxiense deu início ao processo de pesquisa da Mina da Maestra junto ao DNPM (Processo n° 810.034/1991). No início de 1999 a Portaria de Concessão de Lavra nº 16 foi publicada, e as atividades das atuais instalações se deram a partir de 2001. Em 2009, a Caxiense foi adquirida pela empresa Fagundes Construção e Mineração S.A.

A empresa opera desde então na localidade dentro do requerimento DNPM nº 810.034/1991 (Mina da Maestra), cujas instalações são compostas das frentes de lavra (extração), planta de britagem, e usina de asfalto (Dalfovo), além de uma concreteira.

A expansão da mina visa lavrar as regiões oeste e sul (dentro da poligonal 810.034/1991), e leste (na poligonal 811.109/2009, área contígua ao processo atual).

A ampliação das reservas promoverá uma série de fatores econômicos e socioeconômicos positivos, tais como a geração de empregos diretos e aqueles criados

indiretamente nos setores industriais, de comércio e serviços indispensáveis à operação das citadas unidades. Podemos destacar que a jazida em questão é a fonte de matéria prima que abastece o complexo de britagem da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, que produz em média 20.000 toneladas de brita por mês. Além disso, a Caxiense é a principal fornecedora de areia e brita do município de Caxias do Sul/RS.

1.3.9.6.1 Plano de Lavra

O plano de lavra proposto neste documento (EIA) foi elaborado de modo ajustar as expansões aos planos apresentados na renovação da LO, mantendo o número de bancadas e suas respectivas cotas. Os planos foram divididos em curto, médio e longo prazo, de modo a projetar objetivos a serem cumpridos durante o avanço de lavra, conformando bancadas e acessos (temporários ou finais) para se atingir a configuração final de lavra (longo prazo). O curto prazo foi considerado para o período de duração de aproximadamente 22 anos de operação, médio prazo para 17 anos, e longo prazo (final) para 42,1 anos (contabilizando os 4,6 anos de operação estimados na LO). Portanto, a vida útil total do projeto é de cerca de 82,1 anos.

Tais valores representam uma redução na vida útil para o projeto final. Anteriormente à modificação da poligonal de lavra a vida útil foi estimada em 97, 6 anos. Após a atualização do plano a nova vida útil é de 82,1 anos.

Os períodos de cada plano intermediário (curto e médio prazo) também foram alterados para adaptar às modificações necessárias, como alteração do córrego oeste e recuperação de sua APP, além de melhorar a área das pilhas de estéril. O plano de curto prazo, que contempla os desvios dos córregos, passou para 22 anos e o médio prazo para 40 (anos acumulados).

Cabe salientar que os 22 anos são para completar toda a fase, da forma como está apresentada, incluído a lavra das porções de minério e estéril dentro da LO. Entretanto, os desvios dos córregos devem ocorrer aproximadamente na metade desse tempo, pois a partir da liberação das áreas do EIA a lavra será focada para efetuar os desvios o mais rápido possível, mas de maneira segura e que atenda as condicionantes ambientais.

1.3.9.6.2 Reservas

O volume total de estéril a ser removido foi alterado dada as mudanças na poligonal de lavra. Houve redução na remoção de estéril por conta da retirada de parte

do quadrante E (sudoeste), bem como a definição da margem de 15m a 25 m entre cerca da propriedade e início da poligonal de lavra.

O novo volume de estéril é de 6,02 Mm³ (redução de aproximadamente 11% das cubagens anteriores), sendo 4,3 Mm³ no curto prazo, 453.564 m³ no médio prazo, e 886.863 m³ no longo prazo.

O volume de estéril da pilha existente não precisa ser considerado como estéril a ser removido tendo em vista que a pilha possui sua base, praticamente toda, na cota de arrasamento.

A diferença nos valores dos volumes de minério nas versões anteriores se deu por dois motivos. As diferenças consideradas nos planos de lavra (entre planos de curto e médio prazo) e também pelos métodos de cálculo de cubagem disponíveis no software.

A partir do modelo geológico foi construído um modelo de blocos, e o mesmo é utilizado para o cálculo de volumes. As superfícies de cubagem (planos de lavra) realizam uma seleção dos blocos que possuem seus respectivos centróides dentro da superfície de cubagem. Blocos que atendem esse requisito são somados ao volume de cubagem, entretanto, alguns desses blocos não estarão totalmente dentro da superfície (apenas o suficiente para o centróide).

A título de cálculo o volume do bloco será considerado inteiro, mesmo que parte não esteja dentro da superfície de cubagem. Isso pode acarretar tanto em uma subestimativa como superestimativa nas regiões dos limites da superfície de cubagem. Em casos mais específicos, existe a possibilidade de que métodos de cubagem diferentes classificarem um mesmo bloco (centróide dentro ou fora) também de forma diferente, o que gera divergência entre os valores. No entanto a diferença não deve ultrapassar 5%.

Levando em consideração a alteração que foram feitas na poligonal de lavra uma nova cubagem foi calculada, com valores diferentes dos apresentados nas versões anteriores.

Para a cubagem das reservas foram utilizadas apenas as parcelas de recursos classificados como medido e indicado. O total de reservas, considerando o plano final de lavra é estimado em 25,3 Mm³ (65,7 Mt), sendo 23,2 Mm³ (60,2 Mt) de reservas provadas e 2,1 Mm³ (5,4 Mt) de reservas prováveis. Cabe salientar que nesta estimativa estão sendo consideradas as reservas contidas na LO, que representam 1,4 Mm³ (3,7 Mt) entre as classificações de provadas e prováveis. A seguir são apresentadas as Tabela 7 e Tabela 8 que contém os resultados de cubagem para cada período avaliado. Há uma

diferença de valores apresentados nessa atualização dos recursos e reservas, ocasionada pela alteração das plantas e método de cálculo volumétrico.

Tabela 7. Reservas incrementais em massa por período de planejamento.

Reservas	LO (t)	Curto Prazo (t)	Médio Prazo (t)	Final EIA (t)
Provada	3.646.316	14.142.608	13.512.926	28.934.751
Provável	34.847	14.293	114.487	5.275.389
TOTAL	**3.681.163**	**14.156.902**	**13.628.413**	**34.210.140**

Tabela 8. Reservas acumuladas em massa por período de planejamento.

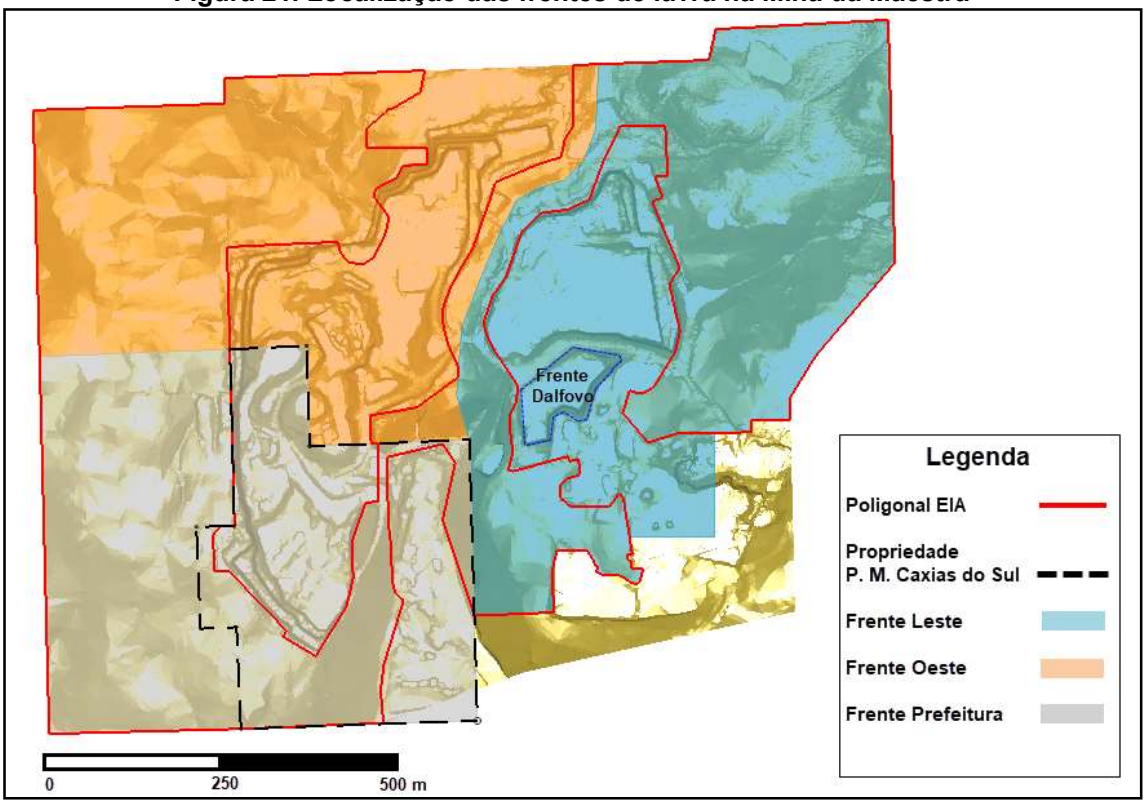
Reservas	LO (t)	Curto Prazo (t)	Médio Prazo (t)	Final EIA (t)
Provada	3.645.686	17.788.924	31.301.850	60.236.601
Provável	34.847	49.140	163.627	5.439.016
TOTAL	**3.681.163**	**17.838.065**	**31.465.477**	**65.675.617**

Em relação à classificação de recursos e reservas, os recursos inferidos não são transformados em reservas pela sua “baixa” confiabilidade. Com a última campanha de sondagem foi possível reduzir o volume de recursos inferidos, entretanto ainda existe uma pequena porção do modelo de blocos com tal classificação. Parte desse volume está contido dentro da cava final, no entanto é insignificante e representa 0,04% do volume total de minério contido na cava final.

Como o comportamento do corpo mineral se mostra bastante contínuo (por observações das frentes de lavra e dados de sondagem) optou-se por expandir a cava final ao máximo, mesmo que contemple alguma porção de recursos inferidos, para se ter uma ideia da recuperação máxima possível de acordo com a geometria da cava.

São definidas basicamente três frentes de lavra na mina da Maestra: Leste, que engloba uma frente menor chamada Dalfovo; Oeste; e Prefeitura. A divisão entre as frentes Leste e Oeste se dá pela fronteira natural do córrego central que atravessa a área da pedreira de norte a sul. Já a frente Prefeitura é delimitada por parte do terreno de propriedade da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, que se encontra na porção sul da frente Oeste, como ilustrado na Figura 21. Na primeira versão do projeto foi considerada a possibilidade de rebaixar a frente Dalfovo (abaixo da cota 745) como uma forma de concentrar a drenagem da mina em um local. No entanto, com a alteração do plano original para o desvio do córrego central não há motivos para realizar tal rebaixamento.

Figura 21. Localização das frentes de lavra na Mina da Maestra



Fonte: Garden Projetos (2019).

A distribuição das reservas totais de minério (LO mais EIA na configuração final) entre as três frentes de lavra apresenta frente Leste com 42%, frente Oeste com 33% e a frente Prefeitura com 25%. Já a distribuição de volume de estéril total (também considerando LO e EIA na configuração final) é mais equilibrada com 29%(Leste), 37% (Oeste) e 34% (Prefeitura).

1.3.9.6.3 Vida Útil da Jazida

A partir dos valores de reservas, apresentados anteriormente, e das cavas propostas para cada período (curto, médio e longo prazo) foi possível estimar a vida útil do projeto. Considerando a taxa de produção anual de 800.000 t de agregados a vida útil do projeto, até sua configuração final, é de aproximadamente 82,1 anos de produção. Esses valores foram calculados com base nas reservas cubadas (provada e provável) e configuração final proposta neste documento, igual a aproximadamente 25 Mm³ in situ (65 Mt). Com esses parâmetros se estima uma vida útil máxima de 82 anos de operação. A vida útil de para cada umas das fases (planos) são:

- Licença de Operação (LO) - aproximadamente 5 Anos;

- Curto prazo EIA - aproximadamente 17 anos (22 anos somando o tempo da LO);
- Médio prazo EIA - aproximadamente 17 anos;
- Longo prazo EIA (configuração final) - aproximadamente 42 anos.

Se considerados os valores acumulados, o final de cada uma das quatro fases ocorrerá em: 5 anos (LO), 22 anos (curto prazo), 39 anos (médio prazo) e 82 anos (longo prazo).

1.3.9.6.4 Geotecnia

Os estudos geotécnicos foram realizados (laudos completos nos ANEXOS 25 e 26) para verificar os parâmetros geométricos utilizados atualmente na lavra e que foram considerados nos planos de lavra (em solo e em rocha) Como resultado do laudo, surgiram situações de possível instabilidade, em âmbito local, em três faces de bancadas. As plantas dos planos de lavra foram adequadas ao estudo seguindo a orientação de alterar a direção das faces das bancadas com risco de queda, de modo que a operação seja realizada dentro das zonas de estabilidade.

Dois principais fatores foram apontados para manter os taludes locais estáveis, minimizando os riscos de queda de blocos: backbreak (blocos de rocha soltos ou pré-formados nas cristas dos taludes originados na operação de desmonte com uso de explosivos); e orientação das faces dos taludes.

Para reduzir a ocorrência de backbreak, o plano de fogo será avaliado de forma a atingir a melhor qualidade de acabamento possível, reduzindo a quantidade de blocos pré-formados decorrentes do desmonte com uso de explosivos.

No caso da orientação dos taludes, quando atingir a configuração de final de lavra das bancadas, se observado que as mesmas se encontram dentro da zona de instabilidade, medidas de contenção serão adotadas como grampeamento, instalação de malhas de aço ou outra medida cabível.

As plantas foram redesenhadas, mantendo os ângulos de talude em 80 graus, no entanto adequando a direção das bancadas com risco de instabilidade conforme apresentado no estudo geotécnico.

As faces que apresentam problemas de instabilidade são Talude Leste 1 (strike 215 graus), Taludes Oeste 1 (strike 225 graus) e 2 (strike 270 graus). As correções propostas, de acordo com o laudo, foram incrementar os ângulos em +-20 graus (Taludes

Leste 1 e Oeste 1) e +-30 graus (Talude Oeste 2), sem a alterar o ângulo de talude local. A nova configuração foi estabelecida com tais taludes com strike de 0 a 10 graus (Talude Leste 1 e Oeste 1) e abaixo de 60 ou acima de 120 graus (Talude Oeste 2).

1.3.9.6.5 Sequenciamento de lavra

O sequenciamento de lavra será descrito fase a fase, indicando direções de avanço, criação de acessos e níveis de produção estimados. Salienta-se que a descrição do sequenciamento será feita apenas para as fases do EIA (curto, médio e longo prazo), excluindo as áreas pertinentes à LO.

CURTO PRAZO

Durante essa fase a lavra (PRANCHA 13A - PLANO DE LAVRA DE CURTO PRAZO e Tabela 9) tem como principal objetivo o avanço nas frentes Leste e Oeste. O avanço horizontal nos taludes de cotas mais elevadas (sobretudo nas áreas de estéril) liberará uma grande quantidade de minério, permitindo a lavra em diversos níveis diferentes além de proporcionar grandes praças de trabalho, tornando a operação mais segura e flexível. Com a remoção de cobertura e estéril dessas áreas, os locais onde se atinge os limites de lavra já configuram as bancadas finais de estéril in situ, com 6 metros de altura e bermas de 3 metros. Rampas de acesso a essas bancadas serão construídas com 8 metros a 12 metros de largura durante a fase de remoção da cobertura. Finalizando essa remoção, serão deixadas rampas de acesso com 3 metros de largura, para eventuais necessidades. Essas rampas estarão localizadas no extremo norte e extremo oeste durante o plano de curto prazo. Cabe salientar que a pequena largura das rampas de estéril (3 metros) será apenas para a configuração final, quando as atividades nesses bancos estão encerradas após suas respectivas recuperações. Durante a operação essas rampas serão largas, com pelo menos 8 metros de largura, para prover segurança operacional. A largura de 3 metros é aplicada para aumentar a recuperação do método de lavra e proporcionar acesso de pessoal ou veículo pequenos em casos de necessidade.

Tabela 9. Detalhamento das atividades durante o curto prazo.

Etapa	Descrição
Ano 1-2	• Supressão da vegetação nas principais frentes de lavra, excetuando-se as áreas em APP • Avanços de lavra nas frentes leste e oeste na direção norte, com retirada da camada de estéril com REM de 0,25
Ano 2-6	• Continuidade da supressão da vegetação nas principais frentes de lavra. • Avanço de lavra na frente leste, atingindo a configuração final nos taludes norte de acordo com o plano de lavra de curto prazo (faixa com contempla aproximadamente 120 m a leste da calha do desvio do Arroio F) • Na frente leste, o avanço ao sul com a alteração de acessos que permitam a junção da frente leste com a frente Dalfovo • Frente oeste com avanço para o norte e noroeste, em direção ao ponto de captação do córrego oeste, com ênfase no avanço cima da cota 793, mas sem interferir na área de APP do Arroio B
Ano 7-10	• Continuidade da supressão da vegetação nas principais frentes de lavra. • Lavra atinge a cota 745 nas áreas adjacentes à APP do Arroio F nas frentes leste e oeste • Canais para desvio dos arroios F e B são confeccionados e suas áreas adjacentes preparadas e recuperadas
Ano 11-13	• Desvio dos arroios F e B parar suas respectivas calhas • Supressão da vegetação das APP's nos quadrantes F e B • Avanço de lavra juntas as frentes leste e oeste
Ano 14-21*	• Avanços de lavra se expandem para leste e oeste • Supressão da vegetação em APP no quadrante A

Fonte: Garden Projetos (2020).

Nessa fase também será feita a lavra na área do córrego (APP) que divide as frentes leste e oeste. Essa operação será o foco principal do plano de curto prazo, com todos avanços de lavra ocorrendo de modo a permitir o desvio dos córregos central e oeste o quanto antes. Essa atividade será realizada em basicamente três etapas:

1. Lavra na frente leste será realizada até atingir o limite norte, respeitando a área da APP, configurando as bancadas finais naquela região e atingindo a cota de arrasamento da frente leste.
2. Será escavado um canal que cruza a frente leste de norte a sul. Esse canal será utilizado para desviar permanentemente o curso do córrego dentro da área da mina. Os pontos de início e fim correspondem aos pontos atuais no limite com a poligonal EIA, portanto nenhuma alteração no córrego será feita fora da área da mina. A passagem das águas dos níveis mais altos para os mais baixos será feita por meio de um sistema de cascatas devidamente preparado na região norte.

3. Com o desvio do córrego concluído, se dará início a lavra da área da APP, com concomitante recuperação das porções laterais do canal, de modo a preservar uma nova área de APP. A estimativa de reservas na área da APP é de 1,2 Mm³ (3,1 Mt). A lavra deverá ocorrer no sentido de Sul a Norte.

Outro canal também será aberto para desviar o córrego localizada na porção noroeste da área. Esse canal passará pelo nível da bancada superior de minério, se conectando com o canal principal da frente leste. Atualmente ambos córregos desaguam no mesmo local (centro sul), apenas com cursos diferentes. Portanto, mesmo com dois desvios escavados, não haverá alteração do ponto de saída da água da mina.

Maiores informações a respeito de cálculos e geometria do sistema de canais estão apresentadas no item 5.4 (Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central), que descreve o sistema de drenagem a ser instalado na mina.

Entretanto, cabe salientar que a bancada 793 será utilizada para o desvio do córrego oeste (em direção ao córrego central). No texto da última versão, a intenção foi informar que a berma desse nível poderia ser um pouco mais larga do que as demais bermas, de modo a comportar a calha/dreno para o desvio. No entanto, após uma melhor análise, se percebe que o dreno dimensionado para águas pluviais será suficiente para comportar também o aporte de água do córrego oeste.

Os drenos foram calculados com período de retorno com mais de 20 anos para chuvas intensas, fazendo com que os drenos tenham dimensões seguras para chuvas normais da região. Tais drenos terão capacidade de escoamento de 1,1 m³/s, bastante superior à vazão média do córrego de 0,019 m³/s. Portanto, o próprio dreno da bancada será utilizado para o desvio do córrego, sem necessidade de aumentar a largura da bancada.

A distância da calha proposta até o limite de lavra é de 15 m, com alguns pontos mais distantes. Isso somado ao aumento da distância da cerca da propriedade até a poligonal de lavra para 15 m, resulta em pelo menos 30 m de área dentro da poligonal do EIA para ser recuperada pela empresa.

As cotas das bancadas também serão estabelecidas nessa etapa, com bancadas de 12 metros de altura situadas em 745, 757, 769, 781, 793, 805 e 817. As praças de trabalho terão no mínimo 25 metros de largura, em alguns pontos chegando a até 50 metros. Essa largura é indispensável para a segurança de operação, tendo em

vista a quantidade de equipamentos que circulam nas operações de desmonte, carregamento e transporte.

Rampas temporárias, que interligam as diferentes bancadas, serão construídas e movimentadas junto com o avanço de lavra. Elas terão 12 metros de largura, com inclinação de 8%. Na região sul/oeste, onde há bancadas sem acesso devido, será construída uma rampa de acesso pela deposição de estéril. Essa rampa possibilitará o acesso dessas bermas e bancadas antigas, que não se encontram nas cotas e parâmetros geométricos planejados. Esse acesso pelo Sul é crucial para a conformação das novas bancadas, e também para o transporte do material extraído (minério ou estéril).

A drenagem da mina também será definida durante essa fase. Águas pluviais captadas nas bancadas serão direcionadas para drenos instalados nos pés das bancadas. Na porção nordeste da área, onde há cotas mais elevadas, os drenos direcionarão as águas para o córrego central, açude leste ou fundo da frente leste. Quando possível as águas serão retornadas à topografia por meio de dissipadores de energia, de modo a reduzir o efeito de erosão causado pela velocidade do retorno da água.

A drenagem da frente oeste será direcionada para o sul, ao longo das faces das bancadas, sendo retornada para a topografia quando possível, ou direcionada para a região central da mina, onde será retornada ao córrego central.

MÉDIO PRAZO

Nesta fase (PRANCHA 13B - PLANO DE LAVRA DE MÉDIO PRAZO) os avanços da lavra ocorrem simultaneamente nas frentes Leste, Oeste e Prefeitura.

Nas frentes Oeste e Prefeitura a praça na cota 793 atinge sua configuração final, bem como os trechos de rampas que ligam esse nível ao nível inferior (781). Essas rampas, com largura de 12 metros e inclinação de 8%, estão localizadas no extremo noroeste e norte. O trecho de rampa que conecta a praça na cota 781 às praças nas cotas 769 e 757 também atinge sua configuração final, no contorno do extremo sudoeste da poligonal do EIA. As praças de trabalho têm largura de no mínimo 20 metros (região norte da frente Oeste, que se encontra na área da LO em configuração próxima à final), chegando a até 80 metros, promovendo espaço suficiente para manter a segurança da operação, bem como flexibilidade de avanço pela grande quantidade de minério liberado.

Na frente Leste é feita a descobertura da porção nordeste/leste restante até o limite da poligonal de lavra, dentro do processo 811.109/2009.

As bancadas no estéril atingem a configuração final nos setores norte e nordeste, com rampas de 3 metros de largura e inclinação variando de 10% a 13% em pequenos trechos. As inclinações mais acentuadas se devem à própria inclinação da topografia. Como são acessos em configuração final em locais que não serão acessados com frequência, se optou por aceitar esse tipo de inclinação em prol da maior recuperação de minério, evitando o uso de switchback nas rampas em estéril.

Serão estabelecidas praças de trabalho entre as cotas 745 e 835. Devido à menor área total dessa frente e à grande variação de cotas, as praças terão largura mínima de 25 metros, salvo em áreas que atinjam a configuração final.

A drenagem nessa fase segue o mesmo padrão e lógica da descrita no plano de curto prazo.

LONGO PRAZO

Esta fase corresponde à configuração final de lavra (PRANCHA 13C - PLANO DE LAVRA DE LONGO PRAZO).

A praça final será única, na cota 745, conectando todas as frentes de lavra. O avanço é feito primeiramente nas frentes Oeste, Prefeitura e Leste, levando as bancadas às suas configurações finais. A região sul/sudeste da frente Leste é então lavrada, sendo necessária a relocação de algumas infraestruturas da mina, como sistema de britagem e usina de asfalto. A entrada da mina, onde se encontra a balança, bem como área de oficina, refeitório e escritório serão mantidas.

Ao final da vida útil da mina, a área possuirá um sistema de múltiplas rampas de vias de acesso em todo o entorno da cava, juntamente com um sistema de drenagem que direcionará as águas pluviais para pontos específicos para acúmulo, clarificação e posterior retorno.

PILHAS DE ESTÉRIL

Atualmente existem duas pilhas de material estéril na Mina da Maestra: uma de solo vegetal e outra de material estéril. Essas pilhas estão localizadas próximo da divisa entre as frentes Oeste e Prefeitura, e recebem material de todas as frentes de lavra, conforme Figura 22.

Figura 22. Posição de pilhas de estéril e solo vegetal em uso.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O solo orgânico e material estéril provenientes dos avanços de lavra na área da poligonal do EIA também será, em parte, depositado nessas pilhas. No entanto, o grande volume esperado desses avanços será depositado em outros locais dentro da mina, como na construção da rampa de acesso ao sul da frente Prefeitura, recomposição e ajuste de praças finais que atingiram a cota 745 (lapa da camada de minério), construção de taludes e deposição de material junto ao canal na frente leste.

As pilhas de estéril propostas nos planos de curto e médio prazo possuem a capacidade volumétrica para atender a demanda de produção de estéril planejada. Cabe salientar que os desvios dos cursos de água e o respeito aos limites de lavra e APPs durante o avanço de lavra são questões fundamentais no planejamento de lavra do dia a dia da empresa. Os planos apresentados neste EIA, embora nomeados de curto, médio e longo prazo, são basicamente apenas médio e longo prazo. Alterações nos avanços, referentes à quantidade de estéril a ser removida, são consideradas tendo em vista que o estéril apenas será removido se houver o espaço necessário e condições seguras para

sua deposição. Caso a execução dos planos não se concretize da forma como foram apresentados, alterações nos planos serão previstas (sobretudo no manejo de estéril)
O plano de curto prazo, que no dia a dia contempla um horizonte de 1 ano, está cobrindo um período de mais de 20 anos, além de ser uma projeção do que se pretende executar. Definir desde já o número e forma das pilhas de estéril consiste em uma orientação do que é ou não possível de se executar. Todavia, atualmente, a mina opera com acompanhamento de lavra de curto prazo (períodos de 6 meses), e o cumprimento das normas e regras vigentes na licença de operação é o principal balizador dos avanços de lavra.

Estão propostas 3 pilhas de estéril, iniciadas dentro do plano de curto prazo. São elas:

- Pilha Sul, localizada na frente Prefeitura (Coord. 483.226 / 6.780.100). Esta pilha possui uma capacidade de 314.468 m³ em uma área de 2,9 hectares.
- Pilha Centro Oeste, localizada à oeste do desvio do córrego central (Coord. 483.404 / 6.780.503). Esta pilha possui capacidade de 4.2 Mm³ (durante o curto prazo) e 4,69 Mm³ (expansão no médio prazo), em uma área de 15,4 hectares.
- Pilha Leste, localizada ao leste do desvio do córrego central (Coord. 483.653 / 6.780.357). Esta pilha possui capacidade de 195.826 m³ em uma área de 2,3 hectares.

Além das pilhas de estéril, o material estéril também será usado na recuperação das bancadas que forem atingindo a configuração final, bem como acerto de piso na cota de arrasamento. Se estima que aproximadamente 50.500 m³ de material estéril seja utilizado na recuperação de bancadas ao final do plano de curto prazo.

A capacidade de deposição de estéril em pilhas (e área recuperadas) no plano de curto prazo é de 4,75 Mm³ (estimativa de remoção de estéril para esse período é de 4,3 Mm³).

O material colocado nas pilhas será compactado, atingindo uma densidade na pilha próxima à densidade in situ (considerando um fator de empolamento de 10% a 15%). As três pilhas têm capacidade de expansão à medida que as áreas contíguas atinjam a cota de arrasamento, portanto o manejo de estéril e considerado como deposição em cava, o que reduz o impacto ambiental.

Essas pilhas serão compostas por bancos de 10 metros de altura, bermas de 5 metros de largura e taludes com inclinação de 30° (aproximadamente o ângulo de repouso). Um sistema de drenagem também será instalado nessas pilhas de modo a preservar a estabilidade das mesmas.

O material estéril é composto de rocha (riodacito) com médio a alto grau de alteração (rocha descolorida com superfícies apresentando ação de intemperismo bem como propriedades físicas e mecânicas inferiores à rocha sã) e baixa coerência (friável). Se estima que aproximadamente 10% de todo o material estéril seja composto de solo vegetal, o que corresponde a aproximadamente 739.847 m³, que serão depositados em áreas reservadas nas pilhas.

METODOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA LAVRA

O método de lavra será a céu aberto, com o desmonte dos maciços feitos com a utilização de explosivos. As operações de lavra são aquelas clássicas em mineração a céu aberto e contemplam as etapas de decapeamento, perfuração da rocha e seu desmonte com utilização de explosivos, o carregamento do minério desmontado com a utilização de equipamentos próprios (escavadeira hidráulica ou carregadeira frontal), e seu transporte através de caminhões até as instalações do britador primário.

As bancadas de minério terão altura máxima de 12 metros na fase de produção e configuração final, com bermas de 5 metros de largura em ambos os casos. Já as bancadas em estéril terão altura de 6 metros com bermas de 3 metros. Os ângulos de taludes serão de 80° para bancadas em rocha sã e baixo grau de alteração, e 45°, altura de 6 metros e berma de 3 metros em taludes de estéril friável (possíveis de serem escavados com equipamento mecânico), a partir da linha horizontal. Algumas variações nesses parâmetros devem ocorrer em casos específicos, como os apresentados no laudo de estabilidade de taludes em solo, produzido e seus respectivos ensaios técnicos.

As rampas temporárias tanto no minério quanto no estéril irão ser configuradas com largura de 12 metros, projetadas de acordo com as dimensões dos equipamentos de transporte, e inclinação de 8% (podendo atingir um máximo de 12% quando necessário). Já as rampas permanentes em estéril terão largura de 3 metros a 5 metros, com inclinações variando entre 10% a 13%.

As produções anuais de brita e a lavra anual de minério "in situ", foram dimensionadas considerando demanda média de brita do mercado regional atual e futuro. A relação de volumes entre um metro cúbico de rocha no banco ("in situ") e os

produtos finais gerados (bica corrida, britas nº 4, 3, 2, 1, 0, pó e areia), comumente denominado de empolamento, foi calculado com base no peso específico do tipo de rocha no banco ou "in situ", no caso 2,639 t/m³, e o peso específico médio dos produtos finais (1,62 t/m³). Em consequência, a previsão de produção mensal de brita é de 41.152,26 m³. Convém ressaltar que os níveis de produção estabelecidos para este projeto poderão se alterar ao longo dos anos face às oscilações do mercado consumidor que, invariavelmente, estão atrelados à situação econômica regional e do Estado, ocasionando aumentos ou diminuições da demanda pelo produto, ou ainda, devido a picos de demanda que podem ocorrer, motivados por obras temporárias, principalmente àquelas relacionadas com obras de implantação ou restauração de rodovias com grandes extensões.

O desenvolvimento das operações de lavra ocorrerá de forma sincronizada, obedecendo a uma sequência pré-definida, sendo esta: remoção do solo orgânico, decapeamento do estéril, perfuração, desmonte, carregamento e transporte.

Decapagem

A decapagem da jazida ou retirada do estéril compreende a remoção do manto de intemperismo que normalmente recobre este tipo de jazida, para promover a exposição da rocha (Figura 23). No caso apresentado, o estéril é composto por material argilo-siltoso, geralmente denominado de horizonte C.

A decapagem será realizada nas três frentes de lavra, avançando no sentido e direção dos limites da poligonal do EIA, abrangendo desde a cota 790 até a cota 850.

O solo natural será reservado para a utilização futura na recomposição vegetal das áreas mineradas, sendo o mesmo transportado para depósitos específicos situados dentro da Mina Maestra. O mesmo ocorrerá para a parte do material estéril, constituído por uma capa de rocha basáltica alterada, que também será destinado para depósitos de estéril existente. Este material também será utilizado para confecção e nivelamento de acessos e pátios secundários. Os serviços serão realizados com o emprego de escavadeira hidráulica.

A taxa de extração anual prevista para a cobertura e estéril varia entre 36.000 m³ a 600.000 m³, dependendo da necessidade de movimentação e liberação de frentes de minério. Considerando a maior taxa de extração serão necessários aproximadamente 11 anos de operação para remover todo o volume de estéril previsto dentro da poligonal do EIA.

Figura 23. Operação de decapeamento do estéril na Mina da Mestra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Preparação e Produção

A preparação para o início dos trabalhos de lavra, será constituída pela abertura de cortes nos sentidos tanto transversal como longitudinal ao maciço, e sempre junto à parte inferior, estabelecendo as praças de trabalho. Essas frentes terão forma de bancadas e possuirão uma leve inclinação de seus pisos (entre 1% e 2%), para permitir o escoamento natural das águas precipitadas, drenando-se por gravidade através de valetas posicionadas nos pés de cada talude.

Execução do Desmonte

O desmonte da rocha basáltica será feito com técnicas específicas e que consistem em perfurar o maciço rochoso, introduzir explosivos nas perfurações, detoná-los e, finalmente, remover o material detonado para a área de britagem. Essas fases compõem o ciclo de lavra.

Bancadas

O desmonte de rocha a céu aberto para finalidade de exploração de pedreiras, como é o caso deste projeto, é feito através de bancadas, formadas durante o desmonte e correspondem a uma conformação do maciço favorável à remoção de “fatias” de rocha em cada ciclo.

Temos na bancada três superfícies características:

- **Praça** – é a superfície na qual operam os equipamentos de carga (escavadeiras ou carregadeiras) e transporte (basculantes);
- **Face** – é a superfície vertical ou levemente inclinada, deixada pelo desmontes das fatias de rocha;
- **Topo** – é o local onde operam os equipamentos de perfuração.

Para a exploração do maciço rochoso será adotado o método de bancadas sucessivas, sendo a praça da bancada superior o topo da bancada inferior, ficando esculpido uma série de degraus.

Perfuração

A perfuração será executada no padrão *stagged blast* (também conhecida como malha “estagiada” ou “pé-de-galinha”), onde os espaçamentos perfurados de cada linha são compensados de tal forma que os furos em uma fileira são posicionados no meio do espaçamento dos furos na linha anterior.

A altura da bancada tem seu limite máximo fixado em 12 metros. O desmonte será executado de forma a deixar a superfície inferior plana, facilitando o posterior carregamento e transporte da rocha detonada. O controle da profundidade dos furos é normalmente executado por meio de informações topográficas.

A subfuração será feita nos mesmos moldes que já vem se mostrado eficiente nas frentes de lavra da Mina da Maestra com 0,60 metros de comprimento.

Dentro da área minerada podem existir variações nas propriedades do maciço, principalmente relacionadas ao grau de fraturamento da rocha. Dessa forma, o plano de fogo será adaptado para cada situação a fim de garantir a máxima fragmentação com a menor quantidade de explosivos possível.

Outro fator determinante é a diferença de tamanho máximo de bloco que cada planta de britagem suporta. O britador primário da Pedreira e Concretos Caxiense possui dimensões de abertura de 1,20 metros x 0,90 metros. Já o britador primário da planta de britagem da Prefeitura de Caxias do Sul possui dimensões de abertura de 1,00 metro x 0,70 metros.

Utilizando a relação Gape = Topsize/0.8, onde gape é a abertura do britador e o topsize é o tamanho máximo de partícula na alimentação, observamos que o topsize para o britador da Mina da Maestra é de 720 mm e para o britador da Prefeitura é de 560

mm. Com as atuais configurações de malha, obtêm-se faixas granulométricas bastantes conservadoras no sentido de garantir alta produtividade. Dessa forma, mesmo que algum fragmento esteja próximo ao valor do topsize, um martelo hidráulico é utilizado para fragmentação deste material.

Quando a rocha, por algum processo estrutural ou de intemperismo, possuir alto grau de fraturamento, o posicionamento dos furos será adaptado às estruturas de falhas de forma a desviar destas e garantir que todos os grandes blocos sejam desmontados. O procedimento de perfuração produz certa quantia de poeira. Como medida preventiva, as perfuratrizes serão equipadas com coletores de pó.

Desmonte

A operação de desmonte de rocha utiliza parâmetros geométricos já definidos e testados nas operações de desmonte na Mina da Maestra. Algumas variações são esperadas de acordo com a frente ou local onde o desmonte é realizado, no entanto os parâmetros utilizados, de modo geral, são:

- Diâmetro de furo – 3” (76,2 mm)
- Afastamento – 2,4 m
- Espaçamento – 4,2 m
- Altura de Bancada – 12,0 m
- Tampão – 1,5 m (salvo situações de proximidade com estruturas, onde são usados tampões de 1,8 a 2,0 m)
- Inclinação dos furos – 10° com a vertical (podendo variar entre 10º e 12º)
- Subfuração – 0,6 m
- Comprimento do Furo – 12,8 m
- Densidade do Explosivo – 1,15 kg/dm³
- Razão de Carga Linear – 5,22 kg/m
- Carga por Furo – 59,1 kg
- Razão de Carga – 0,49 kg/m³

No item 1.3.5 está descrito o plano de fogo a ser adotado em regiões próximo às casas vizinhas ao empreendimento. Nessa descrição serão encontrados resultados de vibração obtidos em desmonte na área de estéril da frente oeste, porção norte, indicando

que os parâmetros utilizados respeitam os limites estipulados na norma ABNT NBR 9653:2018.

Explosivos e Acessórios

Os explosivos utilizados serão emulsão encartuchado e emulsão bombeado. Esses tipos de explosivos permitem a operação na presença de água, bastante comum em operações de mina.

Dentre os acessórios utilizados estão: booster como carga de fundo; acessórios não elétricos escorva de furo (acessório de coluna); acessórios não elétricos para ligação entre furos com temporização de 17, 25 e 42 ms (sequenciamento do fogo); e estopim hidráulico utilizado na iniciação do desmonte.

Esse tipo de conjunto de acessórios de ligação reduz consideravelmente os níveis de ruído e vibração causados pela detonação do explosivo.

Controle de Vibração

Uma das medidas implantadas como instrumento adicional ao controle de vibrações será a criação de barreiras artificiais no entorno das áreas de detonação. Para isso, faz-se o uso da técnica de *pre-splitting* (também conhecida como “pré-corte”), quando uma linha de perfuração de furos próximos é detonada antes da bancada de produção. Utiliza-se uma carga reduzida, e a energia liberada permite a criação de uma superfície vertical no maciço rochoso. O resultado dos fogos de produção, posteriores ao pré-corte, evidencia que as ondas não são igualmente transmitidas para essas regiões do maciço, pois o corte fica praticamente intacto quando a segunda detonação é realizada.

Controle de Ruídos

As espoletas dos tubos de choque de ligação serão cobertas por uma camada de pó de rocha, que acaba por silenciar esta pequena carga explosiva necessária para realizar o sequenciamento do fogo. O cordel detonante só será utilizado em casos isolados, tais como pré-corte. Nesses casos, serão utilizados cordéis de baixa gramatura (5 – 10 gramas/metro), que geram baixo impacto. Assim como feito com as espoletas de ligação, todo o cordel que ficar na superfície será coberto por uma camada de pó, a fim de isolar acusticamente o acessório.

Além das ações já citadas, a inspeção da face da bancada, o controle das estruturas geológicas, o cuidado com o afastamento da primeira linha do fogo e o correto dimensionamento do tampão será essencial para que não haja escape de gases excessivos e, consequentemente, elevada pressão acústica.

O clima também será um fator considerado, visto que em dias nublados a pressão acústica tende a ser maior. As detonações irão ocorrer até as 17:00 horas, de acordo com a Licença Ambiental em vigor.

Ultra lançamentos

O sequenciamento da detonação será previamente bem estudado, para que ocorra a execução da maneira mais correta e eficaz possível, além de adotar um tampão eficiente, evitando o ultra lançamento.

Monitoramento Sismográfico

Além destas medidas, o monitoramento será realizado em todos os fogos através de sismografias (medição de velocidade de onda e pressão acústica). Essa prática permite que o plano de fogo seja constantemente otimizado em relação às pequenas variações que o maciço rochoso pode apresentar no avanço da lavra.

Desmonte Secundário

Em algumas situações, pode existir a geração de blocos de tamanho superiores ao desejado. Blocos grandes podem gerar problemas como dificuldade de carregamento, transporte e britagem. Os desmontes secundários, quando necessários, serão realizados com o auxílio de um martelo hidráulico acoplado a uma escavadeira hidráulica de 20 toneladas.

Em situações de repé (quando há irregularidades no piso após o desmonte em bancada) será realizado com furação e carregamento de explosivo, de forma similar ao desmonte em bancada.

Estabilidade dos Taludes

Após cada desmonte de bancadas, serão verificadas as situações potenciais da estabilidade das novas faces dos taludes, através de avaliação geotécnica, destacando as seguintes ocorrências:

- Surgimento de água nas fraturas;

- Faces negativas;
- Estabilidade superficial;
- Percolação de água em fraturas ou quebras mecânicas;
- Ruídos anormais.

Caso sejam verificadas situações de instabilidade nos taludes (faces das bancadas), passíveis de colocar em risco a operação de extração e os próprios trabalhadores, as atividades serão paralisadas no local, até que sejam concluídas e aprovadas as medidas corretivas sugeridas.

Carregamento e Transporte

O material, após ter sido detonado e fragmentado, será removido e transportado com a utilização de escavadeiras hidráulicas e caminhões basculantes próprios, para as unidades de britagem da Pedreira Caxiense e da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul.

O carregamento será feito com escavadeira hidráulica de 36 toneladas (Figura 24). Ela será posicionada sobre o material desmontado, de forma a manter o ângulo de giro menor que 90° e assim reduzir o ciclo de carregamento. O mesmo equipamento que fará o carregamento do minério fará a descobertura, portanto alimentação do britador primário não é contínua. Esse fato não tornará a britagem primária uma restrição para todo o sistema, já que a pilha pulmão que ele gera é capaz de sustentar a produção por até dois dias.

Figura 24. Operação de carregamento (escavadeira hidráulica CAT EH-336DL e caminhões Mercedes-Benz Actros 4844K).



Fonte: Garden Projetos (2019).

O transporte será realizado com caminhões rodoviários com capacidade de 20 m³ (36 t), tração 8x4, modelo Mercedez-Benz Actros 4844K (Figura 25).

Figura 25. Caminhão posicionado na tremonha de alimentação da planta de britagem da Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Esta frota de caminhões é capaz de atender a produção mensal média da mina, e ainda da escavadeira caso haja necessidade de aumentar a produção da mina. Os equipamentos da mina serão auxiliados por um caminhão comboio, que fará o reabastecimento e lubrificação de caminhões e máquinas, um caminhão pipa, que será responsável pelo controle de poeiras tanto na mina quanto na área de expedição e acessos da unidade, bem como em situações emergenciais como focos de incêndio. Além destes, caminhonetes farão apoio de supervisão e manutenção.

Figura 26. Caminhões de apoio ao comboio e pipa para irrigação e controle de poeira.



Fonte: Garden Projetos (2019).

EVOLUÇÃO E CRONOGRAMA DE LAVRA

A evolução das frentes de lavra segue um procedimento prioritariamente descendente, partindo-se das cotas superiores para as mais baixas, comum na lavra a céu aberto. Os avanços nas três frentes de lavra ocorrerão de forma cíclica. Enquanto em uma das frentes está sendo realizada a remoção da cobertura estéril, a lavra de minério ocorre em outra frente, de modo a sempre ter condições de operar com grandes áreas de minério liberado.

À medida em que as bancadas forem atingindo suas configurações finais será feita a preparação para revegetação da futura berma, com a implantação da camada terrosa e sua contenção com blocos maiores de rocha (matacos), quando a ramificação correspondente pode ser desativada.

O Cronograma de Operação foi elaborado com base nas reservas cubadas de acordo com os planos de lavra apresentados e taxas de extração previstas. O

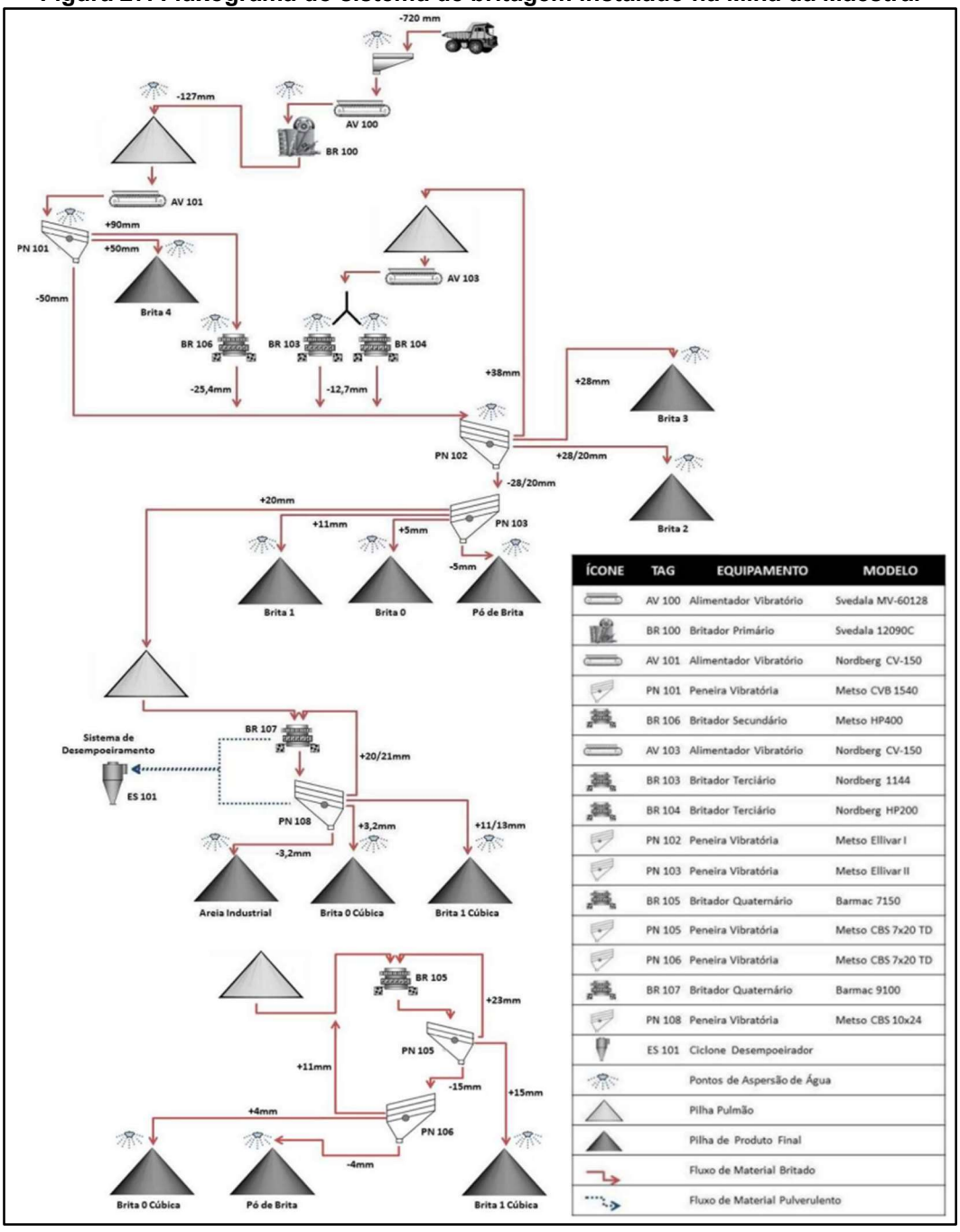
cronograma completo pode ser observado no documento constante junto ao ANEXO 04 - CRONOGRAMA DE OBRAS – V3, onde são apresentadas as atividades previstas para os anos de operação contemplando apenas a vida útil dentro da poligonal do EIA.

INSTALAÇÃO DE BRITAGEM

A unidade da Pedreira Caxiense de beneficiamento de rocha para a produção de brita industrial compreende as britagens primária, secundária, terciária e quaternária, juntamente com os equipamentos de classificação (conjunto de peneiras) e transporte (correias).

A instalação de britagem que será utilizada é a mesma já existente na Mina da Maestra, a qual possui capacidade nominal de 350 t/h e é composta por um conjunto de britadores, peneiras classificatórias, correias transportadoras e equipamentos complementares. A sua finalidade é cominuir e separar os fragmentos de rocha em classes granulométricas padronizadas. Os produtos finais resultantes da britagem são depositados em pilhas, classificados conforme a sua granulometria. Um croqui do fluxograma do sistema de britagem pode ser observado na Figura 27.

Figura 27. Fluxograma do sistema de britagem instalado na Mina da Maestra.



Fonte: Garden Projetos (20)19) adaptado de Pedreira Caxiense (2018).

Britagem Primária

A britagem primária tem a finalidade de cominuir a rocha desmontada. O conjunto de equipamentos é composto por um alimentador vibratório Svedala MV-60128 e um britador primário de mandíbulas Svedala 12090C (Figura 28). O britador opera com uma abertura de 127 mm (5”) na posição fechada, e historicamente trabalha a uma taxa de 350 t/h. O britador é alimentado com tamanho máximo de 720 mm.

O material proveniente do desmonte da rocha é transportado por meio de caminhões até a moega do alimentador vibratório, que abastece o britador de mandíbulas. A correia transportadora leva o material cominuido no britador de mandíbulas para uma pilha intermediária (“pulmão”) de onde será transportado através de correia transportadora até a britagem secundária.

Figura 28. Britador primário Svedala 12090C.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Britagem Secundária

A britagem secundária tem a finalidade de fragmentar o material estocado na pilha pulmão, obtendo diferentes granulometrias. Alguns desses produtos são classificados e vendidos como produto final. Outros seguem para outros processos de britagem.

A unidade de britagem secundária é composta por um alimentador vibratório Nordberg CV- 150 e uma peneira vibratória Metso CVB 1540 com dois decks, que produzem a Brita 4 (-75 mm + 44 mm). O material passante é encaminhado para a mesma peneira vibratória que classifica o material proveniente da britagem terciária. Já o material retido é enviado para a britagem secundária, que é composta por um britador cônico Metso HP400 e trabalha com abertura de 25,4 mm (1”) na posição fechada (Figura 29). Esse britador tem capacidade de 456 t/h.

O material britado é transportado por uma correia transportadora para uma pilha “pulmão” que abastece a britagem terciária.

Figura 29. Britador Secundário Metso HP400 e Peneira Metso CVB 1540.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Britagem Terciária

Os britadores terciários são alimentados pela pilha “pulmão”, gerada pelo britador secundário. O fluxo de rocha é direcionado para os britadores através de uma calha. Dessa forma, ambos britadores podem ser alimentados simultaneamente pela mesma correia transportadora, ou somente um dos equipamentos, conforme a necessidade. A britagem terciária é composta por um alimentador vibratório Nordberg CV-150, um britador Nordberg 1144, com capacidade de 125 t/h, e um britador Nordberg HP200, com capacidade de 150 t/h (Figura 30). Ambos são modelos cônicos e trabalham com abertura na posição fechada de 12,7 mm (1/2”).

Figura 30. Conjunto de britagem terciária.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O material gerado na britagem terciária é transportado para uma peneira vibratória Metso Ellivar de três decks, que separa as granulometrias Brita 3 (-44 mm +22 mm) e Brita 2 (-22 mm +19 mm). O material retido volta para a pilha pulmão anterior à britagem terciária. O passante é encaminhado para a próxima peneira vibratória, de mesmo modelo da anterior. Esta peneira separa a Brita 1 (-19 mm + 15 mm), Brita 0/Pedrisco (-15 mm + 8 mm) e Pó de Pedra (-8 mm + 4 mm). O pedrisco gerado pode ser encaminhado tanto para a pilha de produto final, de onde ele será diretamente comercializado, quanto para a planta de areia, onde forma uma pilha pulmão para a alimentação do britador quaternário.

Britagem Quaternária (planta de produção de areia industrial)

A britagem quaternária é responsável pela produção da Brita 1 Cúbica (-19 mm + 9,75 mm), Brita 0 Cúbica (-9,75 mm + 6,35 mm) e Areia Industrial (-3,2 mm). É alimentada por uma pilha pulmão composta por Brita 2 e Brita 3 provenientes da britagem terciária. Esta etapa de britagem é efetuada por um Moinho Autógeno Vertical Barmac

9100 com capacidade de 725 t/h (Figura 31). Por trabalhar com um sistema autógeno, proporciona um formato cúbico/arredondado aos produtos finais.

Figura 31. Britador quaternário Barmac 9100.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O material da britagem quaternária é transportado para uma peneira vibratória (Figura 32) Metso CBS 10 x 24 de três decks (código PN108), o material retido (+20/21 mm) volta para o Britador Quaternário já o passante é separado nas granulometrias de Brita 1 Cúbica (-19 mm + 9,75 mm), Brita 0 Cúbica (- 9,75 mm + 3,2 mm) e Areia Industrial (-3,2 mm).

Figura 32. Peneira PN108.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A Planta de Beneficiamento II produz Brita 1 Cúbica (-19 mm + 9,75 mm), Brita 0 Cúbica (-9,75 mm + 6,35 mm) e Pó de Brita (-6,35 mm). É alimentada por uma pilha pulmão composta por Brita 0, Brita 2 e Brita 3, esse material é encaminhado para a britagem quaternária efetuada por um Moinho Autógeno Barmac 7150 (BR 105). O material da britagem quaternária é encaminhado para uma Peneira Vibratória Metso CBS 7 x 20 TD (PN 105) de dois decks onde o material retido no primeiro (+32 mm) retorna para o moinho BR 105, o material retido no segundo deck (+15 mm) é separado como produto final Brita 1 Cúbica e o passante (-15 mm) é encaminhado para a Peneira Vibratória PN 106, de mesmo modelo da anterior. O material retido no primeiro deck (+11 mm) retorna para o moinho BR 105, o retido no segundo deck (+4 mm) é encaminhado para a pilha de produto final de Brita 1 Cúbica e o passante (-4 mm) na de Areia Industrial.

Produtos Finais

Os produtos finais resultantes estão expressos na lista abaixo:

- Brita 4 (-75 mm + 44 mm)
- Brita 3 (-44 mm +22 mm)
- Brita 2 (-22 mm +19 mm)

- Brita 1 (-19 mm +15 mm)
- Brita 0/Pedrisco (-15 mm +8 mm)
- Pó de Pedra (-8 mm +4 mm)
- Brita 1 Cúbica (-19 mm +9,75 mm)
- Brita 0 Cúbica (-9,75 mm +6,35 mm)
- Areia Industrial (-3,2 mm)

EXPEDIÇÃO

O processo de expedição compreende o carregamento do agregado (brita ou areia artificial) em caminhões de terceiros ou do empreendedor, pesagem da carga e posterior cobertura da caçamba (Figura 33).

A frota terceirizada é composta por três caminhões com capacidade de 10 m³ e seis caminhões com capacidade de 7 m³. Já a frota própria, que normalmente é utilizada na lavra, pode ser deslocada para realização de entregas dependendo da demanda. A frota própria é composta por seis caminhões com caçamba de 14 m³ e duas carretas de 25 m³.

Figura 33. Expedição do produto final.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A pesagem é realizada por duas balanças da marca Saturno, modelo SBR-140, com capacidade de 100 toneladas. O sistema (software) utilizado é o GPR-2i (versão 4.12). A aferição é realizada nos prazos estipulados pelo INMETRO.

1.3.9.7 Mão-de-obra: Apresentar dados relativo à previsão de mão-de-obra para as atividades durante as fases de lavra das frentes de ampliação e após o início de operação do empreendimento, constando o número de empregados fixos e temporários, diretos e indiretos, qualificação e origem dos mesmos.

O treinamento e a profissionalização da mão-de-obra são apoiados por organismos ligados a entidades empresariais nacionais, estaduais e locais, além da participação efetiva da Câmara de Indústria, Comércio e Serviços de Caxias do Sul (CIC) e dos sindicatos patronais. Existem ainda entidades destinadas ao atendimento sociocultural da comunidade produtiva.

Ainda que seja uma região de farta disponibilidade de mão de obra especializada, a operação se dará com o mesmo quadro de pessoas já existente na Mina da Maestra.

A empresa possui um quadro de pessoal administrativo, operacional e de apoio, extremamente treinado e capacitado, com condições para produzir 20.000 m³ de brita por mês ou mais, dependendo do mercado e das obras públicas, considerando-se 22 dias/mês e uma jornada de trabalho de 8 h/dia.

O quadro de pessoal será composto dos seguintes profissionais: engenheiro de minas, blaster, técnico em segurança, encarregado geral, auxiliares de escritório, operadores de perfuratriz, operadores de escavadeira hidráulica, encarregado de britagem, operador de britador, motoristas, operador de quadro de comando e serviços gerais, totalizando 33 pessoas. Além disso, a empresa conta com uma consultoria técnica especializada no atendimento das questões ambientais e execução do Plano Básico Ambiental, composta por uma equipe multidisciplinar de aproximadamente 25 técnicos.

Quadro 2. Quantitativo de funcionários da mina da Maestra e valores médios de vencimentos.

MÃO DE OBRA		
Quantidade	**Função**	**Salário (R$)**
1	Engenheiro de Minas	9,000.00
1	Blaster	4,000.00
1	Técnico em Segurança	3,500.00
1	Gerente Geral	12,000.00
5	Operador de Máquina	2,500.00
4	Mecânico	2,700.00
5	Motoristas	1,800.00

MÃO DE OBRA		
Quantidade	**Função**	**Salário (R$)**
5	Britagem	1,800.00
7	Administração	2,200.00
3	Serviços Gerais	1,300.00
	TOTAL	**89,100.00**

1.3.10 Cronograma físico de execução da obra

O Cronograma Físico-Financeiro da implantação do empreendimento estão unificados e está apresentado no ANEXO 04 deste EIA/RIMA.

1.3.11 Máquinas e equipamentos

A seguir são apresentadas as listas de equipamentos de carga e transporte e de beneficiamento, disponíveis na empresa e que fazem parte da frota atual que opera na mina. Tendo em vista que o projeto de expansão da mina se refere ao aumento das reservas, e não necessariamente ao aumento da capacidade de produção, se espera utilizar o mesmo número de equipamentos, com eventuais ajustes de frota de acordo com a demanda de produção.

Quadro 3. Lista de equipamentos de lavra e operações auxiliares da frota operante na mina da Maestra.

FROTA DE EQUIPAMENTOS DE LAVRA			
Quantidade	**Equipamento**	**Marca**	**Modelo**
05	Caminhão Basculante	MERCEDES-BENZ	ACTROS4844
01	Caminhão Comboio	MERCEDES-BENZ	MB710
01	Caminhão Pipa	MERCEDES-BENZ	L1620
01	Perfuratriz Hidráulica	SANDVIK	Dx800
02	Escavadeira Hidráulica	CATERPILLAR	320D
01	Escavadeira Hidráulica	CATERPILLAR	336DL
02	Pá-Carregadeira	VOLVO	L110F
02	Caminhonetes	TOYOTA	HILUX

Quadro 4. Lista de equipamentos de beneficiamento instalados na mina da Maestra.

EQUIPAMENTOS BENEFICIAMENTO			
Quantidade	**Equipamento**	**Marca**	**Modelo**
01	Alimentador Vibratório	SVEDALA	MV-60128
01	Britador De Mandíbulas	SVEDALA	12090C
01	Alimentador Vibratório	NORDBERG	CV-150

EQUIPAMENTOS BENEFICIAMENTO			
Quantidade	**Equipamento**	**Marca**	**Modelo**
01	Peneira Vibratória	METSO	CVB1540
01	Britador Cônico	METSO	HP400
01	Alimentador Vibratório	NORDBERG	CV-150
01	Britador	NORDBERG	1144
01	Britador	NORDBERG	HP200
01	Peneira Vibratória	METSO	ELLIVAR
01	Moinho Autógeno Vertical	BARMAC	9100
01	Peneira Vibratória	METSO	CBSPN108
01	Moinho Autógeno	BARMAC	7150 (BR105)
01	Peneira Vibratória	METSO	CBS7x20TD (PN105)
01	Peneira Vibratória	NÃO ESPECIFICADO	PN106

1.3.12 Plano de lavra a curto, médio e longo prazo

O plano de lavra tem como objetivo desenvolver um sequenciamento de lavra nas áreas de expansão da exploração da empresa. Esse sequenciamento permitirá padronizar a operação em relação a geometria e cota das bancadas, além de permitir averiguar, de forma preliminar, a quantidade de minério a ser extraída.

O projeto foi desenvolvido a partir de averiguações em campo, furos de sondagem, dados oriundos de estudos de sondagem geofísica (métodos eletrorresistivos), topografia da área e descrições de perfis a partir de levantamentos topográficos executados em solo e com utilização de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA).

O Plano de Lavra apresentado no item 1.3.9.6 deste EIA contém informações referentes ao banco de dados fornecidos pela empresa, informações levantadas sobre a área de estudo, metodologias adotadas durante o desenvolvimento do projeto e a apresentação e discussão dos resultados obtidos.

1.3.12.1 Edificações e estruturas

Existem duas regiões importantes a serem consideradas na área da lavra. A primeira está no setor sudeste da mina, destacado em vermelho na Figura 34, onde há o centro administrativo da empresa, a planta de britagem e a usina de asfalto. Algumas destas estruturas, como a usina de asfalto, podem ser realocadas durante o avanço das atividades, mas, inicialmente, evitou-se a interferência dessas áreas.

A outra região situa-se na parte sul da área, localizada em amarelo na Figura 34, onde está presente a planta de britagem pertencente a Prefeitura Municipal de Caxias do Sul.

Figura 34. Estruturas e edificações próximas a região onde ocorre as operações de lavra. Linha em vermelho corresponde às edificações e estruturas fixas da Caxiense; em amarelo a planta de britagem da Prefeitura de Caxias do Sul.

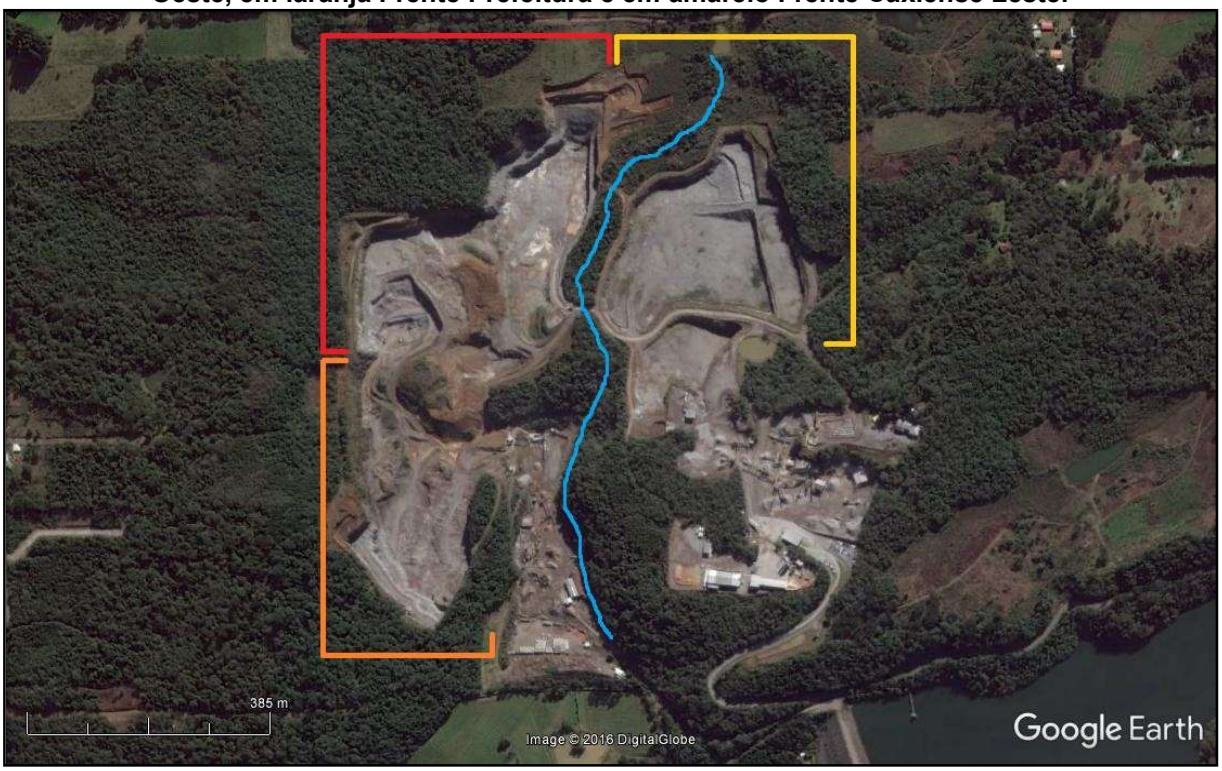


Fonte: Garden Projetos (2019).

1.3.12.2 Situação atual da cava

Atualmente a cava é dividida em três frentes: Caxiense Leste, Caxiense Oeste e Prefeitura. As frentes Caxiense Leste e Caxiense Oeste são divididas por uma Área de Preservação Permanente (APP), como mostra a Figura 35. A frente prefeitura encontra-se na região sul e sudoeste da mina e é explorada para abastecer a planta de britagem da Prefeitura de Caxias do Sul.

Figura 35. Distribuição das frentes de lavra da Mina da Maestra. Em vermelho Frente Caxiense Oeste, em laranja Frente Prefeitura e em amarelo Frente Caxiense Leste.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 36. Rampas de acesso à cava a partir da planta de britagem e centro administrativo da Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 37. Frente Caxiense Oeste e Prefeitura.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Atualmente, existem duas rampas que permitem os caminhões transitarem entre as frentes de lavra e a planta de britagem e estão destacadas na Figura 36. As figuras abaixo mostram as frentes Prefeitura e Caxiense Oeste. Na frente prefeitura, o acesso está atualmente bloqueado, necessitando o desenvolvimento de uma nova rampa. Já na frente Caxiense Oeste, há a necessidade de projetar um novo acesso, uma vez que o atual restringe o acesso as cotas mais altas deste setor da mina.

Todas essas abordagens serviram de premissas para a elaboração do Plano de Lavra apresentado detalhadamente no item 1.3.9.6.

Figura 38. Frente Caxiense Oeste.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 39. Acesso ao setor sul da Frente Prefeitura.



Fonte: Garden Projetos (2019).

1.3.13 Plano de fechamento da mina

O fechamento de uma mina é o processo que engloba toda a vida útil da mina desde a fase de viabilidade econômica até a fase de liberação da área, incluindo a reabilitação e o descomissionamento, que consiste na remoção de toda infraestrutura e serviços não necessários quando da cessação da produção da mina. Portanto, garantindo que o meio ambiente será respeitado, garantindo a qualidade de vida da gerações atuais e a capacidade das gerações futuras se desenvolverem.

O Art. 225. § 2° da Constituição impõe àquele que explorar recursos minerais a responsabilidade de recuperar os danos ambientais causados pela atividade de mineração, consistente na obrigação de recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo Órgão Público competente, na forma da lei.

O vocábulo recuperar utilizado no Art. 225 § 2° da Constituição imputa ao minerador uma obrigação de fazer, que somente pode ser interpretada como a de reabilitar o meio ambiente degradado pela atividade mineral, pois a lei não pode exigir o impossível, como o retorno da área à situação anterior às operações de lavra.

A responsabilidade objetiva do minerador é, pois, a da recuperação do meio ambiente degradado em consequência do exercício de atividade legítima e regularmente autorizada. Essa recuperação deve ser realizada com a finalidade de reabilitar a área degradada em decorrência das operações de lavra efetuadas.

O aludido dispositivo constitucional estabelece que, terminada a fase de lavra, a recuperação da área degradada pela mineração deverá ocorrer conforme a solução

técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei aprovada quando do licenciamento ambiental da atividade.

A Portaria n° 237, de 18 de outubro de 2001, alterada pela Portaria n° 12, de 22 de janeiro de 2002, aprova as Normas Reguladoras de Mineração (NRM), tendo a NRM-20 disciplinando os procedimentos administrativos e operacionais em caso de fechamento de mina (cessação definitiva das operações mineiras) suspensão (cessação temporária) e retomada de operações mineiras, estabelecendo inclusive, que tais hipóteses dependem de prévia comunicação e autorização da ANM, devendo o minerador apresentar requerimento justificativo, devidamente acompanhado dos diversos documentos que formam o Plano de Fechamento ou de Suspensão da Mina.

Portanto, o Plano de Fechamento da Mina visa a implementação futura pela empresa, de acordo com as diretrizes legais e normativas para fechamento de mina, cumprindo todas as etapas previstas no processo de fechamento. A fase de encerramento é muito importante na vida da mina e tem por objetivo eliminar o passivo ambiental em todos os seus aspectos. As fases do processo de fechamento são: desativação, reabilitação ou recuperação, monitoramento e manutenção e pós-fechamento.

A Mina Maestra, produtora de agregados britados de uso imediato na construção civil, iniciou as atividades na década de 1970 através da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. No ano de 1991, a então empresa Pedreira Caxiense, estabeleceu a poligonal constante no processo DNPM n° 810.034/1991 e, a partir do ano 2002, após encerrar as atividades da mina localizada no bairro Cruzeiro (neste mesmo município), iniciou as atividades da mina e britagem própria, além de fornecer rocha detonada para a britagem da Prefeitura Municipal.

Atualmente a Mina Maestra passa por um momento de expansão embasada pelo Estudo de Impacto Ambiental, que visa aumentar as reservas e perpetuar o empreendimento pelas próximas décadas. Medidas preparatórias para o fechamento da mina farão parte do cotidiano da mina, de acordo com os avanços da lavra, principalmente nos locais onde os limites da cava final forem alcançados. O objetivo do Plano de Fechamento de Mina é a preparação concomitante da configuração final da lavra visando reduzir os impactos ambientais, além de esforços e os gastos ao final da vida útil da jazida.

Salienta-se que este palno é dinâmico, e que será regularmente revisto e atualizado durante toda a vida útil da mina para garantir que quaisquer alterações na

operação, legislação e conhecimento técnico sobre aspectos do encerramento serão considerados como parte do processo de planejamento de encerramento.

1.3.13.1 Caracterização da Área de Lavra Final

Considerando-se que a opção adotada para a destinação final a ser dada a área minerada ainda não foi definida, serão considerados os seguintes procedimentos mitigatórios para a recuperação da área:

- Nas bancadas, será realizada a estabilização dos taludes e deposição de camada de terra nas bermas com plantio de gramíneas e outro tipo de vegetação que auxilie na estabilização das faces dos taludes;
- As estradas serão mantidas em bom estado de conservação, pois durante algum tempo ainda servirão de acesso às frentes em monitoramento. Após o fechamento da mina, algumas vias poderão servir de acesso para futuras atividades na área, enquanto que as vias inutilizadas serão fechadas e naturalmente recompostas ao longo do tempo. Entretanto é importante salientar que deverão ser adotadas medidas que impeçam ou dificultem o acesso a pessoas estranhas à área minerada ou isolada, seja através de placas informando sobre a proibição de circulação na área, bem como de avisos e barreiras que sirvam de sinalizadores de áreas consideradas perigosas tais como taludes, frentes abandonadas, depósitos de rejeitos, etc.;
- As obras civis edificadas na área serão desmontadas ou reutilizadas para fins diversos. As máquinas e equipamentos de operação, carregamento e transporte serão vendidos e/ou transferidas para outra área;
- O pátio de movimentação das máquinas, depósito e carregamento deverá ser nivelado, provido de canaletas de escoamento de águas pluviais, ter todo o lixo e resíduos, que porventura ainda existirem, devidamente retirados, para então receber cobertura vegetal;
- Os depósitos de estéril deverão ter seus taludes estabilizados e vegetalizados, de forma a evitar desmoronamentos ou formação de pontos de erosão;
- As cortinas vegetais serão mantidas e continuarão a exercer a função de redução do impacto visual de cavas e depósitos de rejeito, durante o tempo necessário à adequação da área ao entorno não degradado;

- Realizados todos os tratos de readequação topográfica propostos e constatada a sua eficácia, serão plantadas as mudas de nativas destinadas ao reflorestamento e a um futuro aproveitamento econômico.

1.3.13.2 Cronograma

O cronograma inicialmente estabelecido para a realização dos trabalhos de recuperação ambiental da mina prevê o início das atividades de recuperação das bancadas à medida que as mesmas atinjam suas configurações finais e o processo de recomposição, pela deposição de estéril, seja iniciado. Esse formato foi estipulado em função da vida útil do jazimento e o método de lavra a ser empregado, de modo a evitar que as bancadas finais fiquem expostas, sem cobertura vegetal, por períodos excessivamente longos além de reduzir o volume da pilha de estéril. Assim, o ato de recuperação vegetal também auxiliará a estabilização da face da bancada e a drenagem superficial.

Após atingida a reconfiguração da bancada final e constada sua estabilização a empresa irá adquirir mudas para plantio na berma da mesma. Feito o plantio da vegetação a etapa seguinte será a manutenção dessa vegetação por meio do monitoramento de seu crescimento e demais cuidados necessários, de modo a fornecer um ambiente propício para que a cobertura vegetal se expanda e reconfigure as características originais.

Portanto, assumindo esse cronograma, a recuperação avançará junto com a lavra, minimizando o máximo possível os impactos causados pela supressão vegetal e exposição da camada de minério.

1.3.14 Alternativas Locacionais e Tecnológicas e Hipóteses de não Execução

Os estudos e critérios visando tanto a localização quanto os processos tecnológicos relacionados a quaisquer empreendimentos estão contemplados na Resolução CONAMA n° 001/1986. Dita Resolução recomenda, ademais, a confrontação destes estudos com a hipótese da não implantação do empreendimento, frente às potenciais restrições, quanto ao uso e a ocupação do solo da área de interesse.

A discussão de possíveis alternativas locacionais e tecnológicas, no caso de empreendimentos relacionados à mineração, fica extremamente limitada em função das

características da atividade econômica. Esta atividade depende diretamente da presença do bem mineral, em condições técnicas, econômicas e ambientais de ser explorado e beneficiado para venda.

1.3.14.1 Alternativas locacionais e tecnológicas - Lavra

A rigidez locacional é tida, pela maioria dos especialistas das áreas técnica e jurídica, como uma característica inerente de qualquer depósito mineral, vez que é oriundo da ação de vários eventos geológicos, nos quais interagem inúmeras variáveis e com desenvolvimento e evolução se estendendo por milhões de anos. A somatória de eventos geológicos associado a condições ambientais favorecem na descoberta de jazidas viáveis, muitas vezes em áreas que se tornaram posteriormente áreas de preservação.

Adicionalmente, esta característica, aliada ao interesse nacional, à titularidade dominial exercida pela União e ainda à importância do setor extrativista para o desenvolvimento socioeconômico do país, atribui à atividade de mineração o caráter de utilidade pública e interesse social.

A descoberta de concentração econômica de determinada substância mineral para fins de aproveitamento comercial é resultado de levantamentos geológico-prospectivos que definem seu real potencial em termos de quantidade e qualidade, bem como das condições operacionais de extração, tendo como objetivo a futura utilização do bem mineral nos vários setores da indústria de transformação.

Nesse tocante é que se enquadra a Mina da Maestra e a correspondente jazida prevista de ampliação objeto deste estudo, que foi alvo de intensos trabalhos de pesquisa geológica desde a obtenção dos direitos minerários na década de 1990, conforme discorrido e comprovado através de anos de exploração mineral no local.

A fim de complementar a Mina da Maestra, na porção leste da ADA, foi solicitado o Alvará de Pesquisa para a área vinculada ao processo DNPM nº 811.109/2009; o Relatório Final de Pesquisa foi apresentado em 26/04/2013 e sua aprovação se deu conforme publicação no Diário Oficial da União de 25/06/2014. O Plano de Aproveitamento Econômico-PAE para esta área foi protocolado junto ao DNPM-RS em 05/06/2017 com a inauguração do processo de requerimento de lavra, colocando este processo em situação semelhante ao processo DNPM n° 810.037/1991 da Mina da Maestra, no que tange à legalização minerária do empreendimento (ANEXO 03).

Depreende-se do exposto, portanto, que a localização geográfica da “jazida” resultou de estudos e levantamentos geológico-prospectivos, que levaram ao bloqueio de reservas econômicas do insumo mineral de Basalto.

Ademais existem alguns pontos que favorecem a exploração em sua localização atual em detrimento da abertura de uma nova lavra, por exemplo. O posicionamento da mina próximo ao centro urbano da segunda maior cidade do estado e, portanto, segundo maior centro consumidor potencial do agregado produzido é estratégica para o escoamento da produção. A logística do escoamento da produção do agregado é de fundamental importância para a viabilidade econômica da exploração, dado que se trata de um minério com ampla ocorrência na região, a locação da Mina Maestra próxima às principais rodovias regionais é um diferencial para a competitividade comercial do empreendimento.

O método de lavra escolhido leva em conta as vantagens a ele associadas, seja do ponto de vista ambiental, seja operacional ou ambos, comparativamente a outros métodos, como descrito no item 1.3.9.6 deste EIA/RIMA, no qual apresentada maciça vantagem frente à outras tecnológicas e garantindo o equilíbrio econômico entre extração e venda de produto.

Conforme último edital de fornecimento de brita tipo 1, 2, 3 e pó de brita publicado pela Prefeitura de Caxias do Sul (Pregão Presencial n° 041/2020) publicado recentemente, a estimativa de consumo destes agregados pelo município é de 55.000 t/ano. Este volume total praticamente vem se mantendo deste 2018, com um leve aumento em 2019 quando houveram grandes obras de infraestrutura na cidade.

Acrescidos a este número da Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, há uma demanda de consumo de agregados por parte da Companhia Municipal de Desenvolvimento (CODECA) e do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) cujos valores são muito próximos ao consumo do município, assim como toda uma demanda privada que provém de empresas da construção civil, empresas de pavimentação; concreteiras e empresas do ramo de materiais de construção civil.

Diante de uma demanda por fornecimento de material agregado não só para os entes públicos (Prefeitura/CODECA/SAMAE), assim como para consumidores finais (casas de material de construção e pavimentação), nos deparamos com um número bastante elevado ao nos apropriarmos dos dados oficiais da Secretaria Municipal de Urbanismo em termos de aprovação de metros quadrados de edificações conforme apontamos no item 1.3.2 deste estudo.

A Pedreira Caxiense hoje responde por cerca de 70% do fornecimento do material agregado, seguida por Fabrita em Farroupilha (10%) distante 25 km do centro de Caxias do Sul, Mineração Florense em Flores da Cunha (10%) distante 13 km do centro de Caxias do Sul, Indústria de Britas Chemello em São Marcos (5%) distante 20 km do centro de Caxias do Sul e os demais 05% são complementados por pequenas mineradoras como Pedreira Guerra em Caxias do Sul (6 km do centro), Minassul em Farroupilha (16 km do centro), Concresul em bento Gonçalves (45 km do centro) e Simonaggio em Garibaldi (40 km do centro).

Durante o ano de 2019 a Pedreira Caxiense comercializou aproximadamente 520.000 toneladas, correspondendo a 70% do consumo estimado no município de Caxias do Sul, sendo a 40% deste valor em consumo pelo poder público (Prefeitura/SAMAE/CODECA), 50% em venda direto para consumidores diversos e os outros 10% consumidos pela sua própria concreteira instalada junto a Pedreira Caxiense. Hoje, no atual cenário em que se encontra a mineração na região do entorno de Caxias do Sul (trabalhando com raio de 50 km do centro da Cidade) existem, além da Caxiense, outras 07 pedreiras ativas e 01 inativa (Toniolo Busnello), que mesmo somando as suas poligonais úteis não atingem o porte da Caxiense.

Nesse contexto, em um cenário de não ampliação da atual área de extração da Caxiense, haveria um desabastecimento de material agregado de forma imediata pela falta de fornecedores com produto. Em médio prazo as empresas que hoje possuem pequena contribuição no mercado teriam que aumentar sua produtividade e ampliar suas poligonais de extração, resultando em ampliação das áreas de supressão de vegetação e expandindo os impactos ambientais para pelo menos outras 07 áreas no seu entorno imediato. Isso sem falar no aumento do valor do agregado, que está diretamente associado ao custo de transporte e que aumentará de forma exponencial pela distância destas empresas em relação a área central de Caxias do Sul.

A expansão da atual frente de lavra possibilitará o alcance das metas de produção planejadas, associada ao estabelecimento de concorrência saudável na comercialização de britas, trazendo benefícios ao mercado consumidor, bem como a geração de empregos para a região e arredores, aumento da arrecadação de impostos para a União, o Estado e Município, e apreciável auxílio para o desenvolvimento regional, com o fornecimento de matéria-prima essencial para melhoria da infraestrutura da região.

1.3.14.2 Da alternativa de não implantação

Aspectos a serem levados em conta quanto a alternativa da não implantação do empreendimento em tela – Lavra e beneficiamento de Basalto – estão diretamente relacionados às condições atuais de operação da Mina da Maestra, pois a vida útil da mina está em fase final de exploração, no que tange a abrangência da Licença de Operação nº 04702/2020.

A alternativa de não implantação da ampliação da Mina da Maestra poderia levar o empreendedor a buscar novas áreas para a implantação da atividade. Contudo, por se tratar de empreendimento minerário, demandaria pesquisas de disponibilidade de bens minerais em locais ainda não identificados, proximidade de centros consumidores, zoneamento municipal, disponibilidade de viabilidade de desmobilização do uso do solo, fragilidades ambientais, dentro outros.

Por outro lado, a continuidade das operações minerárias na Mina da Maestra é, sem dúvida, menos impactante quando avaliado com outras áreas que não apresentam disponibilidade mineral. Senão, vejamos:

- A grande parte da área já é utilizada atualmente para os fins objeto deste EIA/RIMA com vistas a Licença Prévia de Ampliação.
- Não foram identificados patrimônios arqueológicos e históricos, e as áreas de preservação permanente que sofrerão intervenção já estão impactadas permanentemente à jusante e à montante.
- Existência de alternativas tecnológicas para a lavra de basalto próximo às áreas habitadas, com acompanhamento técnico e monitoramento de detonações. É remota a possibilidade desta feição ser afetada pelos trabalhos de lavra, visto o caráter operacional e a metodologia adotada na extração por bancadas.
- Zoneamento Ambiental Municipal permissível para a atividade requerida (conforme Lei Complementar n° 589, de 19 de novembro de 2019, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do Município de Caxias do Sul e dá outras providências). Área reconhecida localmente como sendo de Mineração, chancelado pela legislação municipal.
- Proximidade de centros consumidores, com acessos pavimentados para o escoamento dos produtos, bem como disposição de mão-de-obra para as operações diárias.

É prudente se analisar a questão pela seguinte ótica: a não implantação do empreendimento, ao mesmo tempo em que evitaria impactos ambientais negativos ou adversos, mas identificados e caracterizados e com medidas de controle, mitigação, recuperação e monitoramento ambiental contempladas neste EIA, igualmente impediria a ocorrência de impactos positivos ou benéficos típicos de empreendimentos minerários, principalmente no meio socioeconômico, senão vejamos:

- Atendimento do mercado privado e propiciar uma redução dos custos para a aquisição do insumo.
- O empreendimento utilizará tecnologias de ponta no seu processo de extração e beneficiamento, visto o mercado exigente que pretende atender, o que certamente promoverá o desenvolvimento da região quanto à mineração de Basalto.
- Geração de empregos diretos e indiretos beneficiando a população de Caxias do Sul e municípios vizinhos.
- Geração de receita, com aumento da arrecadação para o Município de Caxias do Sul e também para o Estado e União.

Nesse sentido a empresa não vislumbra a hipótese de não execução das atividades previstas, uma vez que o empreendimento já se encontra instalado no local e em pleno funcionamento. Portanto, a não implantação da ampliação do empreendimento pode ser considerada uma alternativa não viável, visto o atual cenário de desenvolvimento do município e das consequentes necessidades de disponibilização de recursos minerais que são importantes fontes de matéria prima para o desenvolvimento da região.

Diante disso, o presente trabalho fornece embasamento técnico e teórico para a expansão da área de lavra em 09 (nove) diferentes quadrantes, conforme apresentado na PRANCHA 07 os quais juntos compreendem uma área total de 72,42 hectares. A divisão da área em quadrantes foi proposta com o intuito de apresentar diferentes alternativas locacionais e tecnológicas para o desenvolvimento do empreendimento, disponibilizando diferentes opções para a execução do mesmo.

1.4 Regulamentação aplicável - aspectos legais

Tanto no âmbito federal, como no estadual e municipal, a legislação vigente no país é dotada de um conjunto de leis e decretos relacionados à questão do meio

ambiente, que tem por objetivo o uso coerente dos recursos naturais, visando o desenvolvimento socioeconômico e socioambiental do país e a qualidade de vida da população.

Dessa forma, pretende-se neste capítulo compor um referencial básico que contribua à compreensão, não só da natureza e objetivos do presente estudo de impacto ambiental, enquanto instrumento de licenciamento ambiental, mas também das possibilidades e limitações de competência que o ordenamento jurídico-institucional e de planejamento urbano impõe ao tratamento das diversas ações necessárias à sua consecução.

As informações fornecidas no EIA atendem as exigências legais do Artigo 225, §1°, inciso IV da Constituição Federal, as resoluções CONAMA n° 01/1986 (Avaliação de Impacto Ambiental), CONAMA n° 237/1997 (Licenciamento Ambiental), o Código Estadual do Meio Ambiente (Lei n° 15.434/2020) e a Portaria Estadual FEPAM n° 27/1998. Além disso, apoiam-se em diretrizes essenciais como a Constituição Federal de 1988, Artigo 225, o qual garante o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, assim como o uso comum de todos, essencial a qualidade de vida. Este artigo determina que todas as esferas do poder público exijam estudo prévio de impacto ambiental para instalação de obras ou atividades causadoras de danos ambientais. Sendo assim, o EIA é um instrumento orientador da viabilidade ambiental de um empreendimento, dando as diretrizes básicas para a autorização ou não de sua execução. Ver ANEXO 21.

A Resolução CONAMA n° 001/86 foi elaborada de forma a definir as responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação do EIA como um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente. Conforme esta resolução, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante da atividade humana, direta ou indiretamente que venham a alterar a saúde, segurança e bem-estar da população. De acordo com esta resolução, a extração mineral é uma atividade modificadora do meio ambiente e para que seja avaliada e licenciada é necessário que seja feito o EIA. Ver ANEXO 23.

Deve-se salientar que o RIMA consolida as informações do EIA e é destinado à consulta pública, escrito em linguagem simples, tem como objetivo informar a comunidade sobre as características do projeto, para que o mesmo seja discutido em

audiência pública prevista na Resolução CONAMA nº 001/1986 e regulamentada na Resolução CONAMA n° 09/1987.

Para a realização da ampliação da Mina Maestra, será necessário o atendimento de algumas restrições legais, quando consideradas as Leis Federais nº 12.651/2012 e Lei n° 11.428/2006 e autorização para intervir em corpos hídricos (Reservas de Disponibilidade Hídrica junto ao DRH/SEMA, por exemplo). Por sua vez, o artigo 3º da Lei Federal nº 12.651/2012 define os casos de utilidade pública, de interesse social, e as atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental que permitem a intervenção e a supressão de vegetação em área de preservação permanente-APP.

Sob o ponto de vista da Resolução CONAMA n° 369/2006, esta dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em área de preservação permanente-APP.

Dentre as atividades de utilidade pública destacam-se *"as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos municípios, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como a mineração"*.

A Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, estabelece o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visando assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, bem como à diminuição dos custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes. Para a intervenção/ retificação dos corpos hídricos será necessário a realização de Reserva de Disponibilidade Hídrica e Outorga, junto ao Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul (SIOUT).

A exigência de outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, tem o objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

1.4.1 Aspectos Legais Federais

A legislação referente ao empreendimento pode ser resumida da seguinte forma no que concerne à esfera federal:

- Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981 e suas alterações (Lei n° 7.804 de 18 de julho de 1989, e Lei n° 8.028 de 12 de abril de 1990), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, no qual são estabelecidos instrumentos legais como a avaliação de impactos ambientais.

- Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989, que determina que a compensação financeira pela exploração de recursos minerais será de até 2% sobre o valor do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral, obtido após a última etapa do processo de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial.

- Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

- Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamenta o art. 225, § 1°, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências. O SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

- Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

- Lei Complementar n° 140, de 8 de dezembro de 2011, fixa normas para a cooperação entre União, Estados e Distrito Federal nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativa à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas.

- Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

- Resolução CONAMA n° 1, de 23 de janeiro de 1986, que estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

- Resolução CONAMA n° 18, de 6 de maio de 1986 e suas alterações que dispões sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores.

- Resolução CONAMA n° 9, de 3 de dezembro de 1987, dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental.

- Resolução CONAMA n° 1, de 8 de março do 1990, que dispõe sobre critérios de emissão de ruídos de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas.

- Resolução CONAMA n° 9, de 6 de dezembro de 1990, que dispõe sobre normas especificas para obtenção de licença ambiental para extração de minerais, exceto as de emprego imediato na construção civil.

- Resolução CONAMA n° 371, de 6 de abril de 2006, dispõe sobre a compensação de danos ambientais causados por empreendimentos de relevante impacto ambiental.

- Resolução CONAMA n° 303, de 20 de março de 2002 e suas alterações, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

- Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005 (Alterada pelas Resoluções nº 370/2006, nº 397/2008, nº 410/2009, e nº 430/2011. Complementada pela Resolução nº 393/2007), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

- Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.

- Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

- Resolução CONAMA n° 430 de 13 de maio de 2011, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357 de março de 2005, do CONAMA.

- Resolução CONAMA nº 494, de 11 de agosto de 2020, estabelece, em caráter excepcional e temporário, nos casos de licenciamento ambiental, a possibilidade de realização de audiência pública de forma remota, por meio da Rede Mundial de Computadores, durante o período da pandemia do Novo Coronavírus (COVID-19).

- Instrução Normativa IPHAN n° 01, de 25 de março de 2015, a qual estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.

- Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro 2014, do Ministério do Meio Ambiente, reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção".

- Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro 2014, do Ministério do Meio Ambiente, por sua vez, estabelece a "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção".

1.4.2 Aspectos Legais Estaduais

A legislação referente ao empreendimento pode ser resumida da seguinte forma no que concerne à esfera estadual:

- Lei Estadual nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992 – Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

- Lei Estadual n° 10.350, de 30 de dezembro de 1994, em seu artigo 29, explica que qualquer empreendimento ou atividade que alterar as condições quantitativas e/ou qualitativas das águas, superficiais ou subterrâneas, observando o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica.

- Lei Estadual nº 15.434, de 09 de janeiro de 2020 – Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

- Decreto Estadual n° 23.082, de 26 de abril de 1974 – Institui a política Estadual de Proteção do Meio Ambiente, organiza sob forma de sistema as atividades de Proteção do Meio Ambiente.

- Decreto Estadual nº 34.256 de 02 de abril de 1992 – Cria o Sistema Estadual de Unidades de Conservação e dá outras providências, constituído pelo conjunto de Unidades de Conservação - UCs estaduais e municipais e particulares do estado do Rio Grande do Sul.

- Decreto Estadual nº 34.573 de 16 de dezembro de 1992 – Aprova o Regulamento dos Parques do Estado do Rio Grande do Sul.

- Decreto nº 37.033, de 21 de novembro de 1996 – Regulamenta a outorga do direito de uso da água no Estado do Rio Grande do Sul, prevista nos artigos 29, 30 e 31 da LEI Nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994.

- Decreto Estadual nº 38.355 de 1° de abril de 1998 – Estabelece as normas básicas para o manejo dos recursos florestais nativos do Estado do Rio Grande do Sul de acordo com a legislação vigente.

- Decreto Estadual nº 43.324 de 31 de agosto de 2004 – Regulamenta o Sistema de Controle de Produtos Florestais Nativos no território do Rio Grande do Sul.

- Decreto n° 51.797 de 8 de setembro de 2014 – Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul.

- Decreto n° 52.109 de 1° de dezembro de 2014 – Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul.

- Resolução CONSEMA nº 006/1999 – disciplina a aplicação do Decreto Federal n.º 3.179/1999, que regulamentou a Lei n.º 9.605/1998, no que tange as infrações, penalidades procedimento administrativo e dá outras providências.

- Resolução CONSEMA nº 001/2000 - fixa critérios de compensação de danos ambientais causados por grandes empreendimentos.

- Resolução CONSEMA nº 006/2006 – Aprova a Portaria nº 083/2006, de28.09.06 que disciplina a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e seu procedimento administrativo no âmbito da Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM.

- Resolução CONSEMA n° 319/2016 – Estabelece critérios e procedimentos para o Licenciamento Ambiental de atividades ou empreendimentos que afetem as Unidades de Conservação Estaduais e Municipais integrantes do Sistema Estadual de Unidades de Conservação e seu entorno (Zonas de Amortecimento e área circundante de 10 km).

- Resolução CONSEMA n° 327/2016 – Dispõe sobre o licenciamento ambiental aplicado aos taludes finais de lavra de substâncias minerais para emprego imediato na construção civil, quando minerados em bancadas a céu aberto.

- Resolução CONSEMA n° 355/2017 – Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul.

- Resolução CONSEMA nº 347/2017 (Alterada pelas Resoluções n°s 364/2017 e 372/2018) – Dispõe sobre a criação e definição das poligonais abrangidas pelas áreas de atividades de extração mineral nos processos de licenciamento ambiental, no âmbito do Rio Grande do Sul, bem como dá outras providências.

- Resolução CONSEMA n° 372 (alterada pelas Resoluções 375/2018, 377/2018, 379/2018 e 381/2018, 383/2018, 389/2018 395/2019 e 403/2019), de 01 de março de 2018 – Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de

causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental.

- Resolução CONSEMA nº 427/2020, de 22 de julho de 2020 – Aprova a Portaria FEPAM nº 52/2020 que disciplina os procedimentos para consultas, manifestações escritas e orais ao EIA/RIMA, ao PACUERA e a outros Estudos Ambientais relacionados, bem como os procedimentos de realização das Audiências Públicas e Reuniões Técnicas Informativas.

- Portaria FEPAM n° 52/2020, de 17 de julho de 2020 – Disciplina os procedimentos para consultas, manifestações escritas e orais ao EIA/RIMA, ao PACUERA e a outros Estudos Ambientais relacionados, bem como os procedimentos de realização das Audiências Públicas e Reuniões Técnicas Informativas.

- Portaria FEPAM n° 136/2019 – Estabelece as regras para o arquivamento e o indeferimento de processos administrativos em tramitação no âmbito Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM).

- Portaria FEPAM n° 111/2019 – Disciplina os procedimentos para consultas, manifestações escritas e orais ao EIA/RIMA, ao PACUERA e a outros Estudos Ambientais relacionados, bem como os procedimentos de realização das Audiências Públicas e Reuniões Técnicas Informativas.

- Portaria FEPAM n° 21/2019 – Estabelece os critérios gerais para dispensa de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) no âmbito do licenciamento ambiental de atividades de extração mineral no Rio Grande do Sul.

- Portaria FEPAM n° 03/2018 – Estabelece critérios e prazos para licenciamento ambiental de Projetos de Recuperação de Áreas Mineradas – PRAD e dá outras providencias em relação aos passivos de mineração.

- Portaria FEPAM nº 027/1998 – Disciplina as consultas e manifestações ao EIA/RIMA e aprova o Regimento Interno das Audiências Públicas da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM).

- Portaria FEPAM nº 083/2006 – Disciplina a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e seu procedimento administrativo no âmbito da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

- Diretriz Técnica FEPAM nº 03/2018 (DIRTEC). Diretriz técnica para apresentação de arquivos de dados geoespaciais digitais. Considerando a necessidade de regramento para a apresentação de dados geoespaciais digitais, esta DIRTEC busca

definir orientações quanto ao formato de arquivo a ser apresentado, sistema de referência e sistema de projeção dos dados geoespaciais para fins de análises junto à FEPAM.

1.4.3 Aspectos Legais Municipais

A legislação referente ao empreendimento pode ser resumida da seguinte forma no que concerne à esfera municipal, onde está localizada a Pedreira Caxiense:

- Lei Complementar n° 246, de 6 de dezembro de 2005, a qual estabelece conceitos e funções da Zona das Águas (ZA) para as bacias de captação e acumulação de água para o abastecimento do município de Caxias do Sul, e disciplina o uso e parcelamento do solo para estes espaços e dá outras providências, citada e descrita no item de legislação.

- Decreto Municipal n° 12.329, de 5 agosto de 2005, disciplina a movimentação de terra no Município de Caxias do Sul e dá outras providências, tendo em vista a obtenção do licenciamento ambiental para movimentação de terra (execução de aterro, desaterro e bota-fora).

- Lei Complementar n° 233, de 24 de dezembro de 2004, institui a Política Municipal de Meio Ambiente e dá outras providências. O Art. 1°, A Política do Meio Ambiente objetiva a responsabilidade comum do Poder Público Municipal e do cidadão em proteger o ambiente, assegurar o direito da sociedade a uma vida saudável e garantir que a exploração dos recursos ambientais não comprometa as necessidades das presentes e futuras gerações.

- Lei Complementar n° 589, de 19 de novembro de 2019, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do Município de Caxias do Sul e dá outras providências. Conforme Art. 50. o Município de Caxias do Sul fica dividido em zonas, setores e áreas de uso, onde a Pedreira Caxiense está inserida na Zona de Mineração – ZM, ou seja, zona que abriga jazidas minerais, cuja exploração é de interesse público, conforme demarcação no mapa de zoneamento dos Anexos 07 e 12 do PDDI.

1.5 Definição das Áreas de Influência

Conceitualmente, as Áreas de Influência (PRANCHA 03) abrangem todo o espaço suscetível às ações diretas e indiretas do empreendimento, tanto na fase de implantação como na de operação, sendo que em alguns aspectos da dinâmica

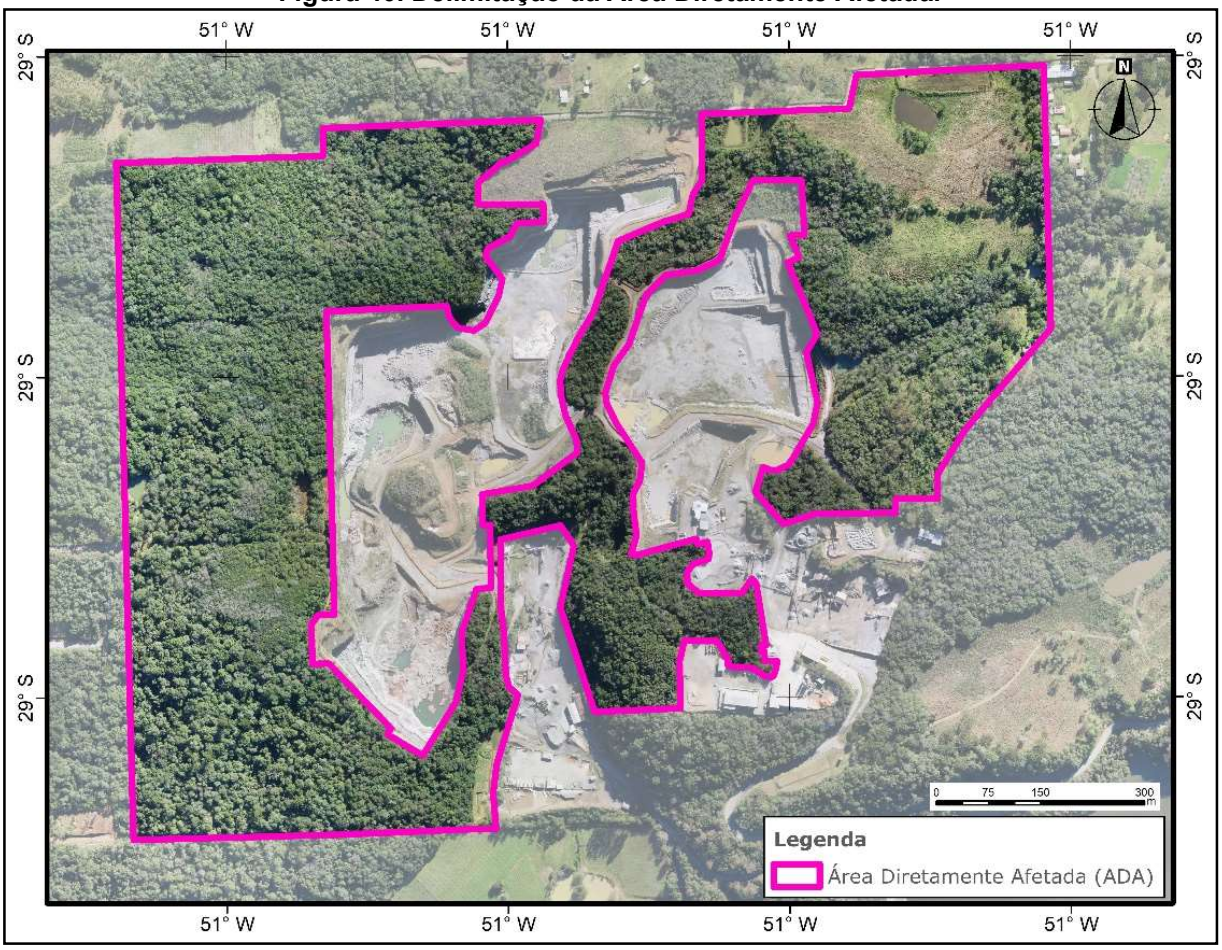
socioeconômica estabelecem relações de difícil mensuração e delimitação espacial. A área de influência é aquela que de alguma forma sofrerá influência decorrente da implantação do empreendimento, seja nos aspectos físico, biótico (fauna e flora) ou socioeconômico/ socioambiental.

1.5.1 Área de Diretamente Afetada - ADA

Corresponde as áreas a serem ocupadas pela ampliação da Pedreira e que deverão sofrer intervenções diretas em função das atividades relacionadas a sua implantação e operação, considerando-se as alterações físicas, biológicas e socioeconômicas, assim como as particularidades de cada etapa da atividade executada.

Os impactos ambientais que podem ocorrer nesse empreendimento relacionam-se ao processo de ampliação do empreendimento, estando relacionado principalmente com possíveis alterações na dinâmica hídrica, movimentação de solo, supressão da vegetação, alterações na passagem de fauna no entorno da área, populações fragmentadas, e indicadores mais relevantes para a conservação da biodiversidade encontrada na região, podendo ser minimizados ou até mesmo eliminados mediante um adequado monitoramento ambiental (implantação/ implementação do Plano Básico Ambiental - PBA) (Ver Figura 40).

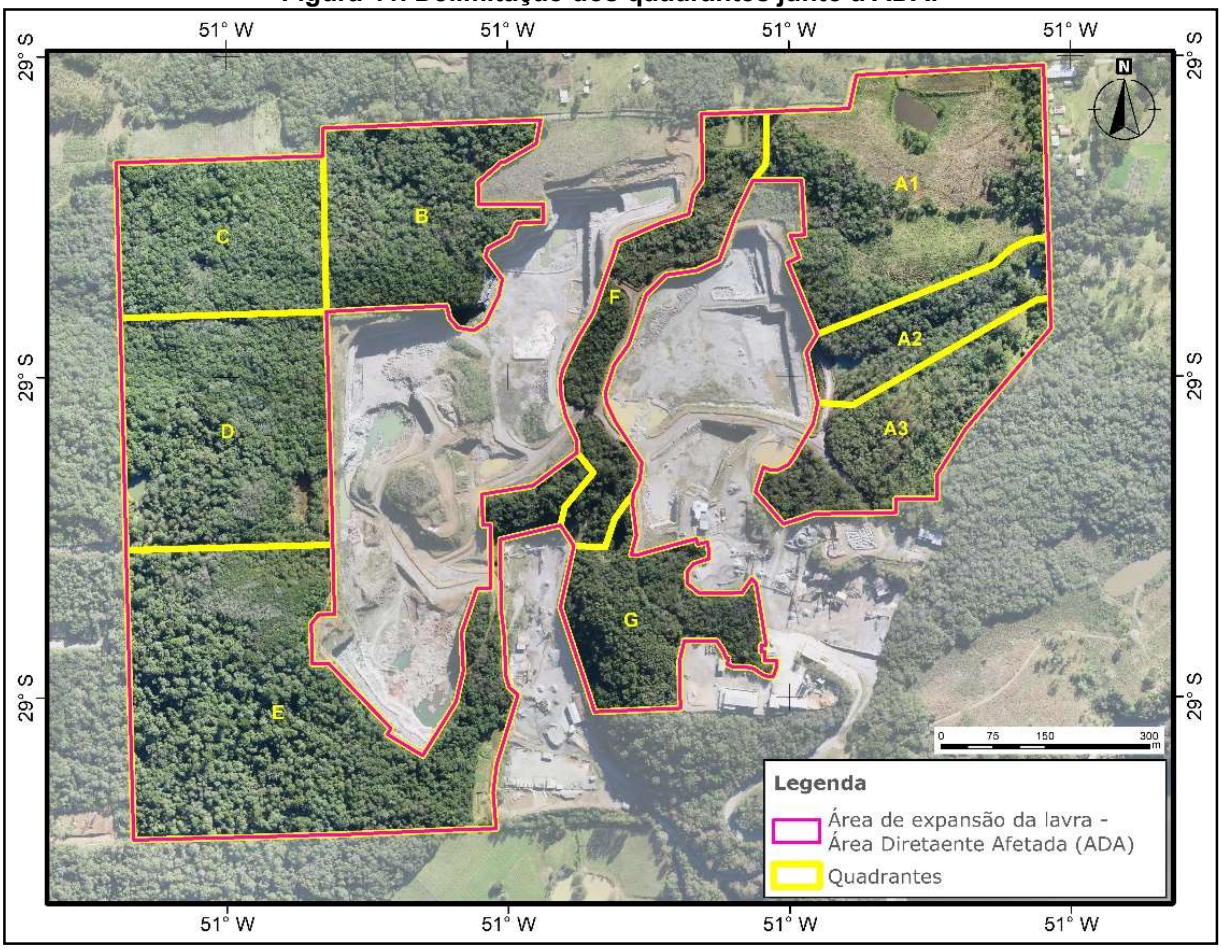
Figura 40. Delimitação da Área Diretamente Afetada.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A área do empreendimento, conforme PRANCHA 07, refere-se ao local onde ocorrerão as intervenções diretas oriundas da implantação e operação do mesmo. Neste tocante, a ADA é a mesma para todos os aspectos ambientais a serem estudados (físico, biótico e socioeconômico), assim como as particularidades de cada atividade executada, perfazendo uma área de 72,42 hectares e subdividida em 09 (nove) quadrantes de estudo.

Figura 41. Delimitação dos quadrantes junto à ADA.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Cada quadrante de estudo foi classificado conforme particularidades de cada grupo ambiental, considerando a microbacia de contribuição hidrológica, observando os recursos hídricos envolvidos; características florestais, usos do solo atuais e prioridade de frentes de lavra demandado pelo empreendedor, conforme descrito na

Tabela 10.

Tabela 10. Quadro explicativo dos quadrantes pertencentes a ADA.

Quadrante	Área (m²)	Principais Características
A1	112.835,33	• Existência de campo antrópico e fragmentos florestais; • Existência de um único acúmulo de água - ao norte do quadrante - que não gera curso d'água; • Ausência de Áreas de Preservação Permanente (APP).
A2	34.937,05	• Compreende o entorno de Áreas de Preservação Permanente (APP) geradas por cursos d'água e açudes existentes; • Existência de vegetação em estágio médio de regeneração; • Existência de indivíduos arbóreos imunes ao corte.

Quadrante	Área (m²)	Principais Características
A3	54.342,14	• Existência de vegetação em estágio médio de regeneração; • Ausência de Áreas de Preservação Permanente (APP).
B	71.032,47	• Configurado em uma microbacia; • Existência de vegetação em estágio médio de regeneração; • Existência de indivíduos arbóreos imunes ao corte. • Existência de cursos d'água, nascentes e um açude; • Existência de Áreas de Preservação Permanente (APP).
C	66.639,60	• Fragmento florestal maciço de vegetação em estágio médio de regeneração. • Existência de indivíduos arbóreos imunes ao corte.
D	99.803,06	• Existência de vegetação em estágios inicial, médio e avançado de regeneração, vegetação herbácea e solo exposto; • Ausência de Áreas de Preservação Permanente (APP).
E	181.620,35	• Existência de vegetação em estágios inicial, médio e avançado de regeneração, vegetação herbácea e solo exposto; • Existência de indivíduos arbóreos imunes ao corte.
F	52.323,42	• Compreende o entorno de Áreas de Preservação Permanente (APP) gerada pelo curso d'água que corta a ADA no sentido Norte-Sul; • Ambiente formado por fragmentos florestais em estágio médio de regeneração e vegetação herbácea; • Existência de indivíduos arbóreos imunes ao corte em baixa quantidade.
G	50.687,85	• Existência de vegetação em estágio médio de regeneração e mata de Acácia; • Existência de Áreas de Preservação Permanente (APP) em sua porção oeste;

Observação: Campo Antrópico é definido como sendo a vegetação de campo formada em áreas originais de floresta, devido à intervenção humana e ações para uma maior produtividade de espécies forrageiras, principalmente com a introdução de espécies nativas ou exóticas, não considerada remanescente de Campo de Altitude.

Fonte: Garden Projetos (2018).

1.5.2 Área de Influência Direta - AID

As Áreas de Influência Direta delimitadas em relação ao empreendimento abrangem as áreas que correspondem aos impactos diretos que potencialmente possam interferir nas características físicas, biológicas, socioeconômicas e socioambientais oriundas da ADA. Cada um dos grupos temáticos de estudo possui uma área específica de influência direta, delimitada a partir de aspectos ambientais relevantes e específicos. É nesta área que deverão estar contempladas as ações de controle e de mitigação, de

forma a prevenir, eliminar ou minimizar os impactos socioambientais negativos identificados no EIA.

MEIO ANTRÓPICO (SOCIOECONÔMICO)

Para a delimitação da Área de Influência Direta (AID) do Meio Socioeconômico, ilustrada na PRANCHA 6A, foram considerados os parâmetros relacionados a: Sistema Viário; Delimitação e Urbanização dos Bairros adjacentes, Paisagem Natural e Agrupamentos Populacionais, conforme descrito abaixo.

Sistema viário: as vias constituem os elementos predominantes em uma cidade. São através delas que a cidade se estrutura e também contribuem para a criação de características peculiares em cada área devido ao fluxo de veículos que transitam diariamente por elas. Essas características estão diretamente ligadas à questão socioeconômica, uma vez que para a circulação de veículos e mobilidade urbana da população influencia diretamente no progresso da atividade econômica da mina. O empreendimento está localizado próximo a duas importantes rodovias, com grande fluxo de veículos, e a qualidade das mesmas influencia diretamente no crescimento da cidade como um todo. Os limites da AID Socioeconômico se estendem a Oeste, pela Rodovia RS-122, ao Sul pela Rodovia RSC-453, a Leste pelo caminho formado Rodovia BR-116 e Avenida Santo Antônio Serrano e ao Norte pelo limite do município de Caxias do Sul.

Delimitação e urbanização dos bairros: Lynch afirma que bairros se referem a uma área relativamente homogênea ao resto da cidade ou possui certa característica em comum que permite diferenciá-la do resto do tecido urbano. Os bairros desempenham papel importante na legibilidade da cidade, com isso os limites completos dos bairros devem ser respeitados e são de grande relevância como critério para a delimitação da Área de Influência Direta. No caso em tela os limites de influência foram estabelecidos pelos bairros que estão mais próximos ao empreendimento e de certa forma possuem potencial influência da atividade, sendo eles: Brandalise, Maestra, Pedancino, Santa Fé, e Serrano, além da porção em zona rural que corta o empreendimento. Cabe ressaltar que a ADA está inserida em parte no Bairro Pedancino (a oeste) e parte em Zona Rural.

Agrupamento populacional: Bairros são subdivisões da cidade que possuem uma identidade própria cujos habitantes costumam possuir um sentimento de pertencimento. Os moradores geralmente agrupam-se próximo a estradas, facilitando a locomoção e o acesso a outras áreas. Esses locais onde vivem a população são

denominados agrupamentos populacionais e normalmente possuem diversos elementos de infraestrutura urbana, como transporte público, sistema de saneamento básico, equipamentos comunitários, etc. Os aglomerados populacionais dos bairros no entorno do empreendimento foram importantes elementos para definição da AID, considerando que esses habitantes são potencialmente os principais afetados por qualquer alteração na dinâmica da região, devido a expansão do empreendimento. As imagens abaixo ilustram as características dos bairros que compõem a AID.

Figura 42. Av. Antônio Andrighetti, Bairro Santa Fé.



Figura 43. Núcleo Canyon, Bairro Santa Fé.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 44 e Figura 45. Rua Vitor Borges Vieira, Bairro Serrano.





Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 46 e Figura 47. Estrada Municipal Bento Osvaldo Trisch, Bairro Pedancino.





Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 48 e Figura 49. *Avenida Pinheiros, Bairro Brandalise.*




Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 50 e Figura 51. Rua Angelo Franzoi, Bairro Maestra.




Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 52. Igreja Nossa Senhora das Dores.



Figura 53. Comunidade Nossa Sra. das Dores.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Paisagem: Sendo um sistema dotado de diversos aspectos culturais e naturais, a paisagem é considera um dos mais importantes elementos para delimitação de uma determinada área ou região. Dessa forma, considerou-se a paisagem natural, ou as expressões dos elementos da natureza que não foram modificados ou que sofreram poucas modificações pelo homem, e a paisagem cultural, ou seja, os elementos antrópicos e as expressões das atividades humanas, como parâmetro de definição da AID. Foram levados em conta os aglomerados populacionais no entorno do empreendimento, considerando suas principais características, como sistema viário,

áreas residências e industriais, etc e as áreas naturais modificadas pelo homem, como o reservatório de água da Bacia Maestra, localizado a poucos metros do empreendimento. Além disso, áreas de vegetação preservada também foram levadas em conta ao analisar a paisagem da região.

Figura 54. Imagem com vistas da porção Norte e Noroeste do empreendimento.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 55. Imagem com vista da porção sul do empreendimento.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 56. Imagem com vistas da porção Sudeste do empreendimento.

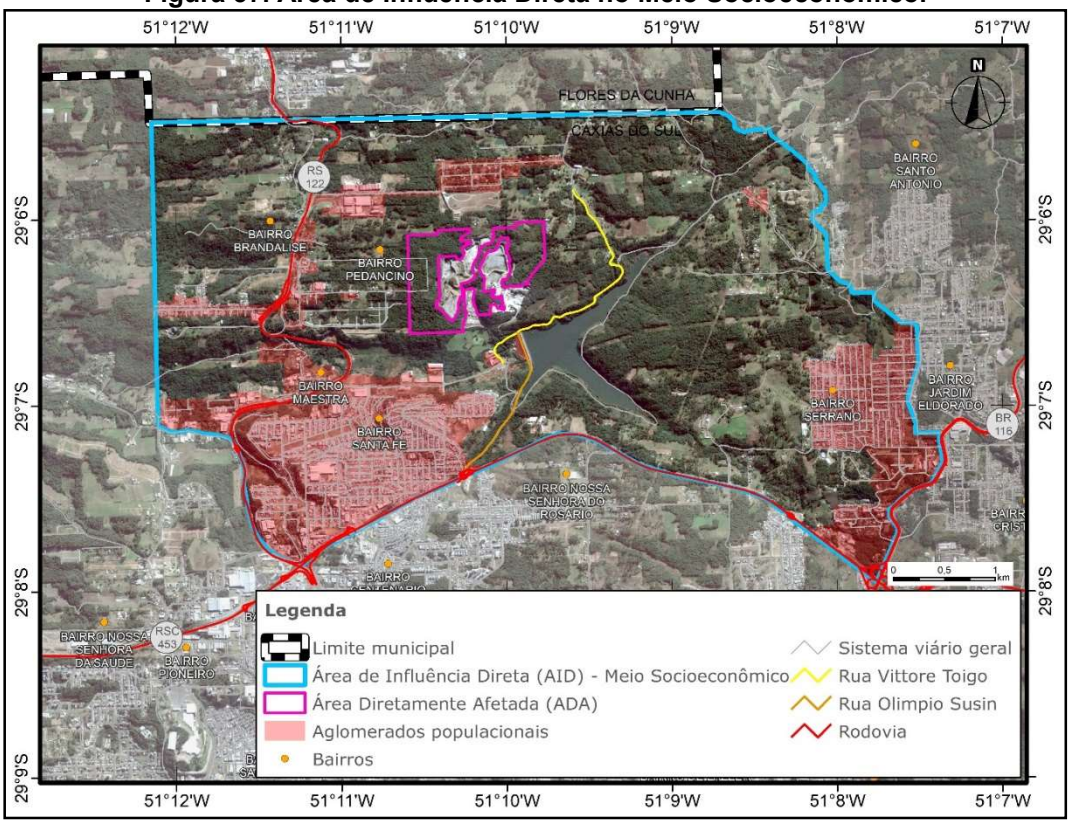


Fonte: Garden Projetos (2019).

Definição da área de influência direta para o meio socioeconômico

Neste contexto a Área de Influência Direta do Meio Antrópico é a unificação dos limites criados através dos parâmetros e critérios acima descritos, totalizando 2.602,47 hectares.

Figura 57. Área de Influência Direta no Meio Socioeconômico.



Fonte: Garden Projetos (2018).

MEIO FÍSICO

Para a delimitação da Área de Influência Direta (AID) do Meio Físico do empreendimento foram estabelecidos parâmetros técnicos relevantes e de potencial relação com a mina. Individualmente, estes possuem alcance limitado e sua exata extensão é estimada, considerando Vibrações e Ruídos; Geomorfologia e Geologia; Paisagem Natural; Influência dos Ventos e Microbacias de Influência, conforme descritos a seguir.

Vibrações e Ruídos: Considerando a operação final da mina, nos limites da cava final, estabeleceu uma previsão dos impactos através de estudos sismográficos possibilitado através de dados históricos e construção de uma equação de atenuação das ondas sísmicas, que proporciona estimar as intensidades esperadas de picos de velocidade de partícula (vibração) e de pressão acústica (ruído) em locais de interesse, conforme equação: $\boldsymbol{VPP = 1412,67 \cdot DE^{-1,33}}$

O estudo da abrangência do impacto das vibrações foi refeito com base nas equações do estudo apresentado no ANEXO 35 – DESMONTE DE ROCHAS VIZINHOS. Aplicando-se o mesmo entendimento para a nova equação:

$$\boldsymbol{VPP = 1412,67 \cdot DE^{-1,33}}$$

Para os valores de $VPP = 1\ mm/s$ e $CME = 3{,}846$ se obtém uma distância de influência da vibração igual a 460 metros. Sendo que a inferência inicial era de um raio de 1000 metros para o impacto das vibrações, considera-se a proposta original conservadora suficiente para abarcar as alterações no plano de fogo.

A distância escalonada estabelece a relação entre os dois parâmetros mais importantes no dimensionamento do fogo, a carga máxima por espera (CME), definida pelo sequenciamento do fogo, e a distância (D) entre o ponto de monitoramento e a detonação, através da equação: ***DE = D / CME1/2.***

Para a definição da AID, a Distância Escalonada foi calculada considerando uma situação conservadora, ou seja, quando as detonações forem realizadas a 20 metros das divisas do empreendimento, ao final da vida útil da jazida. Os parâmetros limites considerados para o prognóstico foram estabelecidos a partir da Norma Brasileira NBR 9653:2018, que estabelece os limites máximos de vibração e ruído que podem ser gerados por detonações com explosivos em áreas urbanas. Pelos dados históricos obtidos com as sismografias realizadas na Mina da Maestra, é possível estabelecer que todas as detonações realizadas a distâncias pequenas possuem frequência de onda maiores ou iguais a 40 Hz. Por consequência, os limites de velocidade de Pico de

Partícula (VPP) estabelecido pela NBR 9653:2018, são de 50 mm/s. Os seguintes valores geram uma Velocidade de Pico de Partícula de 50 mm/s:

D = 20 metros

CME = 15,2 kg

DE = 5,13

VPP = 50,0 mm/s

Aplicando estes mesmos parâmetros, é possível calcular a distância máxima do ponto de detonação que o sismógrafo de engenharia é capaz de detectar vibrações, que é da ordem de 1,00 mm/s. A distância resultante é de 1.000 metros do ponto de detonação.

Para que todos os casos fossem contemplados, foi estabelecido um polígono afastando 1000 metros dos limites da cava final de forma a contemplar toda a região em que as detonações poderão ser perceptíveis pelas populações vizinhas. É importante salientar que a poligonal resultante é conservadora, uma vez que a atenuação das ondas é mais acentuada no sentido sul, ou seja, a área de influência nesta região é menor se comparada às demais.

Os ruídos gerados pelas detonações também podem ser definidos através de uma equação de atenuação de onda, porém, diferentemente da vibração gerada pela relação entre CME e DE, os ruídos dependem principalmente do grau de confinamento do explosivo e das condições atmosféricas do que propriamente da CME. Desta forma, a pressão acústica possui maior dificuldade de previsibilidade, porém ações como utilização de acessórios de linha silenciosa, correto tamponamento, controle de afastamentos e cobertura de espoletas expostas garantem a operacionalidade nas mesmas condições da poligonal apresentada no aspecto de vibrações.

Geomorfologia e Geologia: A Geologia insere-se na consideração do meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico e hidrogeológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas - no diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, no intuito de buscar investigar os problemas geológicos decorrentes da relação entre a atividade e o ambiente. A geologia ambiental interage com outras áreas do conhecimento para estabelecer e definir os relacionamentos entre os diversos meios que integram os sistemas da paisagem. Com base neste contexto procurou-se avaliar influências de fontes de poluição, mapas hidrogeológicos, morfológicos com áreas de processos ativos, de risco geológicos e de áreas inundáveis. (PRANCHA 04).

A área de estudo está inserida em cinco microbacias hidrográficas, pertencentes à bacia de contribuição do Arroio Maestra e pertencente a Formação Serra Geral caracterizado por rochas efusivas basálticas (IBGE, 2003 – Caxias do Sul SH. 22-V-D – Mapa Geológico do Rio Grande do Sul). Integra também o Domínio Morfoestrutural de Bacias e Coberturas Sedimentares Quaternários, com unidades geomorfológicas constituídas por Planalto dos Campos Gerais (IBGE, 2003 – Caxias do Sul SH.22V-D – Mapa Geomorfológico do Rio Grande do Sul).

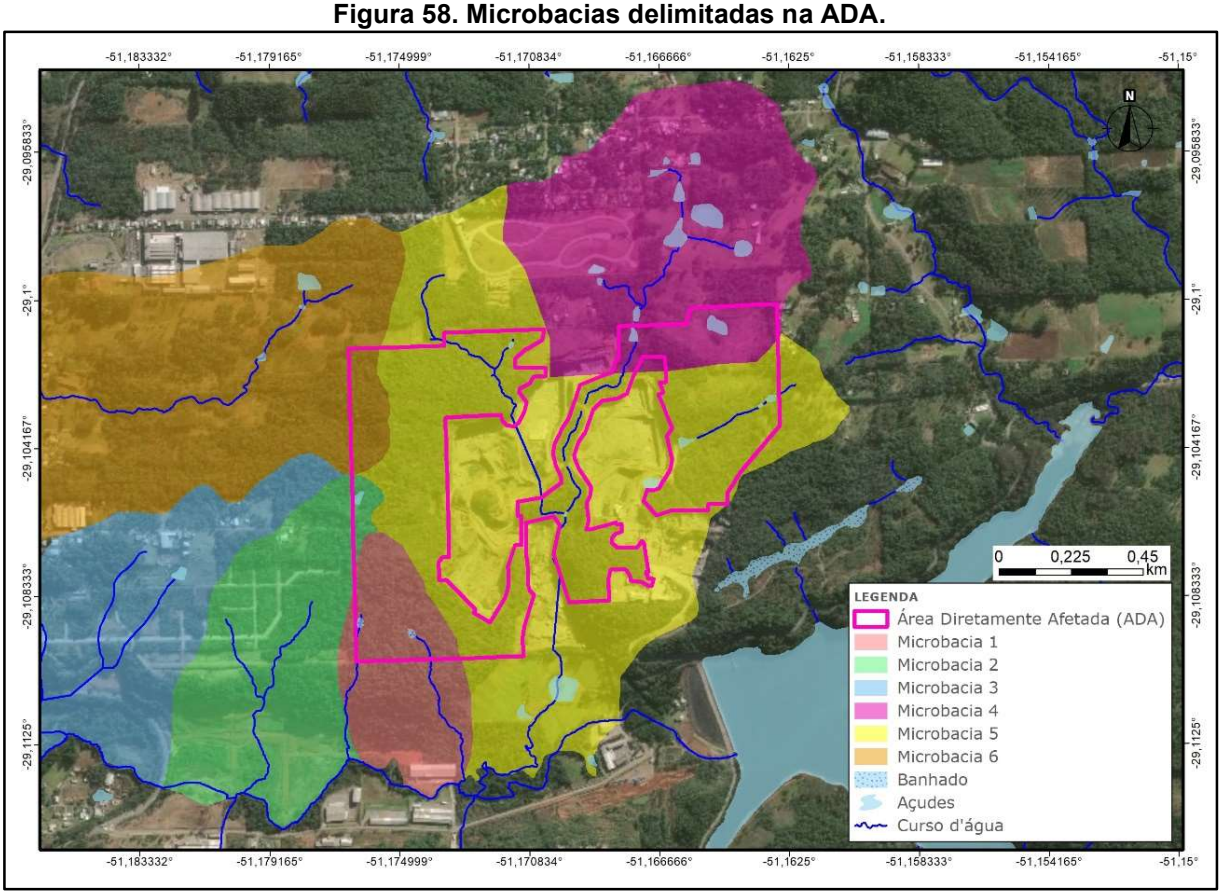
Neste contexto foi elaborado um complexo físico desses parâmetros considerando suas maiores influências e relações com o empreendimento, destacando fraturas geológicos reconhecidas, falhas inferidas, sulcos estruturais relevantes, ressaltos do relevo e características de ocupação incidente, esculpidos visualmente pelas características encontradas na região como a própria Barragem Maestra, ocupações em relevos acidentados e cursos d'águas predominantes.

Paisagem: A implantação de qualquer atividade mineral provoca grandes transformações na paisagem regional, podendo causar rápida e visível degradação ambiental. Foi considerado para o estudo das áreas de influência a percepção da paisagem antes, durante e após a implantação da atividade, como elemento integrador dos componentes de um ecossistema.

Influência dos Ventos: Os ventos são, de maneira geral, moderados ao longo do ano inteiro na região da mina, com velocidades variáveis dependendo do período do ano. Assim, foi construída uma rosa dos ventos, com base em dados obtidos a partir do INMET e com inferência de velocidades predominantes no local. Com esta variável buscou-se delimitar a área que tem maior influência pela dispersão de particulados potencialmente advindos pela mineração da área a ser ampliada, que consiste na área a jusante dos ventos considerando que a área (distância e direção) de dispersão de emissões atmosféricas é inversamente proporcional à força e velocidade do vento. Em função da distribuição bimodal da direção dos ventos ao longo do eixo N-S, sendo que existe, consequentemente, uma maior influência para dispersão do particulado para S, SE, e SW, conforme PRANCHA 03.

Microbacias de Influência: Considerando que a região de estudo está inserida na bacia hidrográfica do Arroio Maestra foram delimitadas as microbacias dos corpos d'água que possivelmente serão influenciados diretamente pela lavra futura, considerando a configuração final da mesma. Assim, identificou-se 6 (seis) microbacias, conforme Figura 58.

Figura 58. Microbacias delimitadas na ADA.

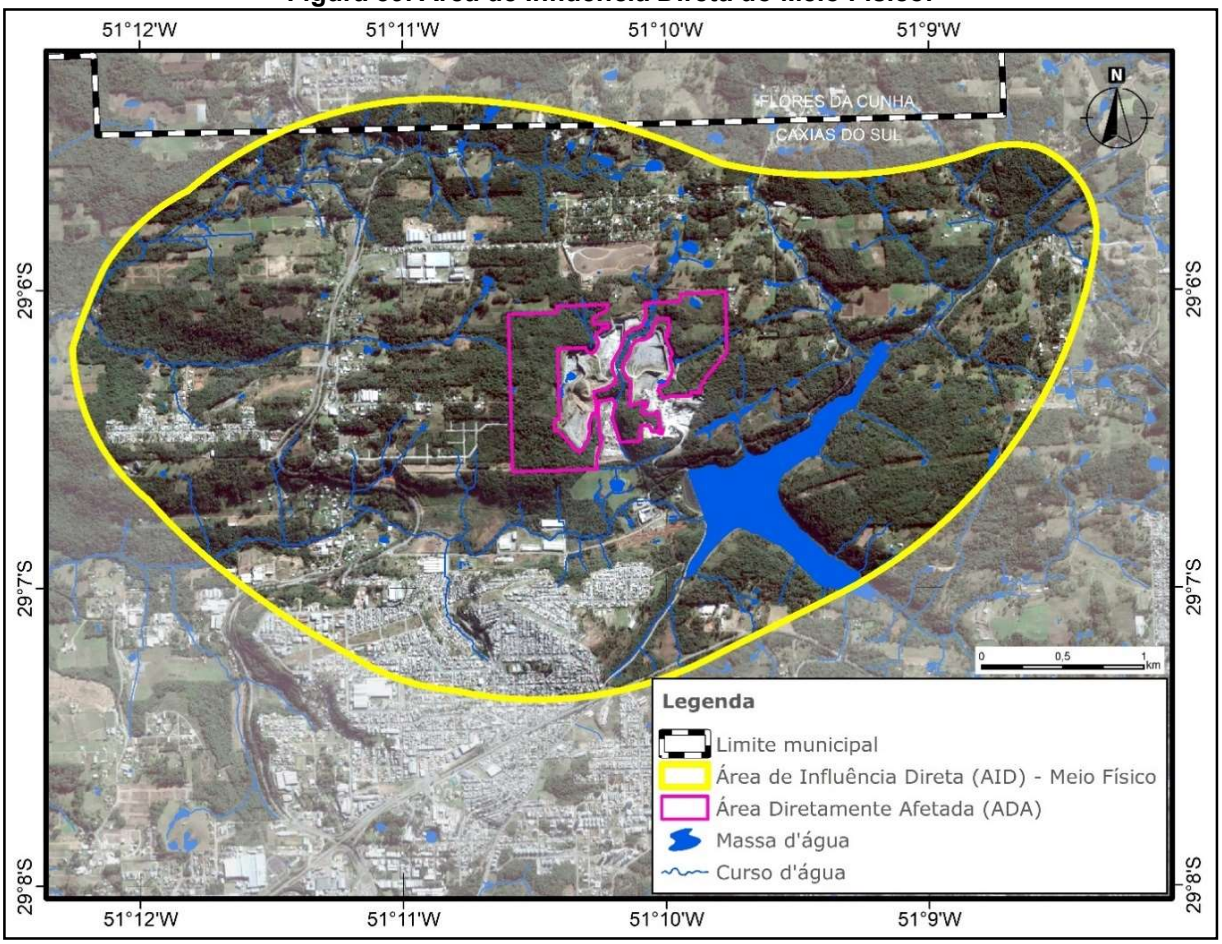


Fonte: Garden Projetos (2018).

Definição da área de influência direta para o meio físico

Neste contexto a Área de Influência Direta para o meio físico é a unificação dos aspectos ambientais e critérios acima descritos, totalizando 1.706,14 hectares.

Figura 59. Área de Influência Direta do Meio Físico.



Fonte: Garden Projetos (2018).

MEIO BIÓTICO

Para a delimitação da Área de Influência Direta (AID) PRANCHA 05 do Meio Biótico do empreendimento, foram utilizados os seguintes parâmetros: Fragmentos Vegetais e Barreiras; Recursos Hídricos; Emissões Atmosféricas e Vibrações e Ruídos, conforme justificado abaixo.

Fragmentos Vegetais e Barreiras: Prevalecendo poucos fragmentos florestais com baixa conectividade estrutura e funcional, os limites foram demarcados a partir da observação dos principais fragmentos e barreiras que compõe a região do entorno do empreendimento atualmente, com base em imagens de satélite e conhecimento in loco da área de estudo. Na porção norte manteve-se fragmentos maiores e com conexão entre si até a divisa com áreas de ocupação residencial e industrial. A leste considerou-se especialmente o limite dos fragmentos com estradas municipais circundadas por casas a nordeste e divisa com área densamente urbanizada e linha de transmissão seguida mais à frente por área densamente urbanizada a sudeste. Já ao Sul, considerou-se como principal barreira a Rodovia RSC-453, mesmo que os fragmentos das áreas

lindeiras à rodovia, incluídas nesta AID estejam bastante antropizados. A SO ponderou-se como limite da AID uma área densamente urbanizada do Bairro Canyon. E por fim a Oeste considerou principalmente o critério de barreira com a Rodovia RS-122, mantendo no polígono área residencial pouco ocupada e com pequenos fragmentos.

Recursos Hídricos: Partindo das microbacias de influência do empreendimento foram identificados os recursos hídricos de significância atrelados ao empreendimento e que podem ter relações diretas com a manutenção da biota presente. Desta forma, buscou-se interagir com os parâmetros do meio físico apresentados anteriormente.

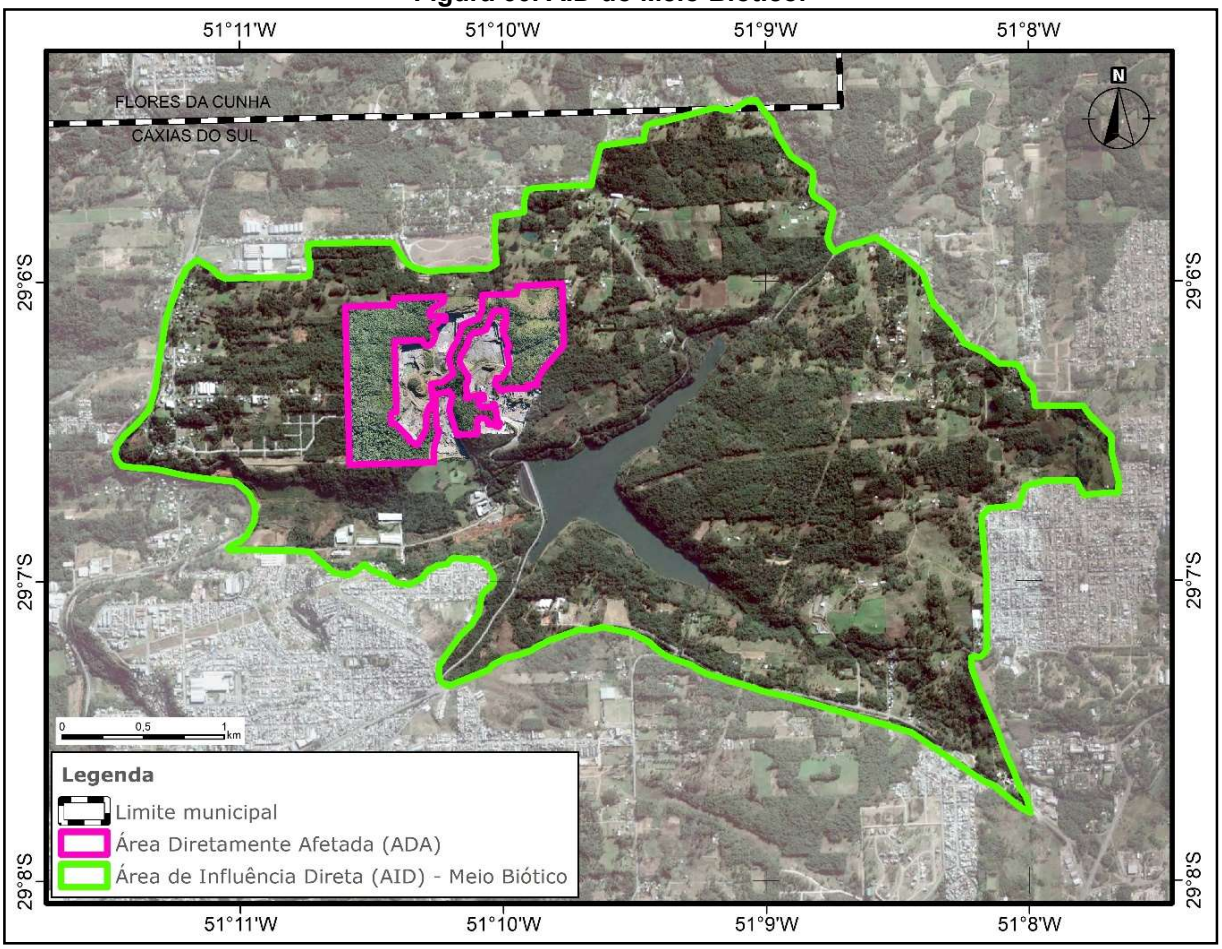
Emissões Atmosféricas: Considerando os apontamentos apresentados no parâmetro influência dos ventos do meio físico, foi delimitado uma região de influência associado as emissões atmosferas que por ventura podem interferir na dinâmica da biota, principalmente à avifauna e limitação de desenvolvimento de dossel, este provocado por deposição de partículas em lâminas foliares em áreas próximas à mineração e movimentação de maquinários.

Vibrações e Ruídos: Considerando os apontamentos apresentados no justificativas do meio físico, por terem interações semelhantes.

Definição da área de influência direta para o meio biótico

Neste contexto a Área de Influência Direta do Meio Biótico é a unificação dos parâmetros e critérios acima descritos. Assim, é apresentado a seguir a AID do Meio Biótico, totalizando aproximadamente 1.343,81 hectares.

Figura 60. AID do Meio Biótico.



Fonte: Garden Projetos (2018).

1.5.3 Área de Influência Indireta - AII

As Áreas de Influência Indiretas foram delimitadas de maneira a abranger as áreas sujeitas aos impactos indiretos e de maior duração, cumulativos e/ou sinérgicos, em que os efeitos poderão ser percebidos a distâncias consideráveis do local do empreendimento. Cada um dos grupos temáticos de estudo possui uma área específica de influência indireta, delimitada a partir de aspectos ambientais relevantes e específicos.

MEIO ANTRÓPICO/ SOCIOECONÔMICO

O grupo temático Antrópico/ Socioeconômico levou em consideração os seguintes aspectos: limites políticos da região, uso e ocupação do solo, população afetada, existência de equipamento públicos, interferências possivelmente geradas no fluxo de trânsito e também a zona de abrangência dos ruídos ocasionados pela etapa de implantação e operação do empreendimento.

Definição da área de influência indireta para o meio socioeconômico

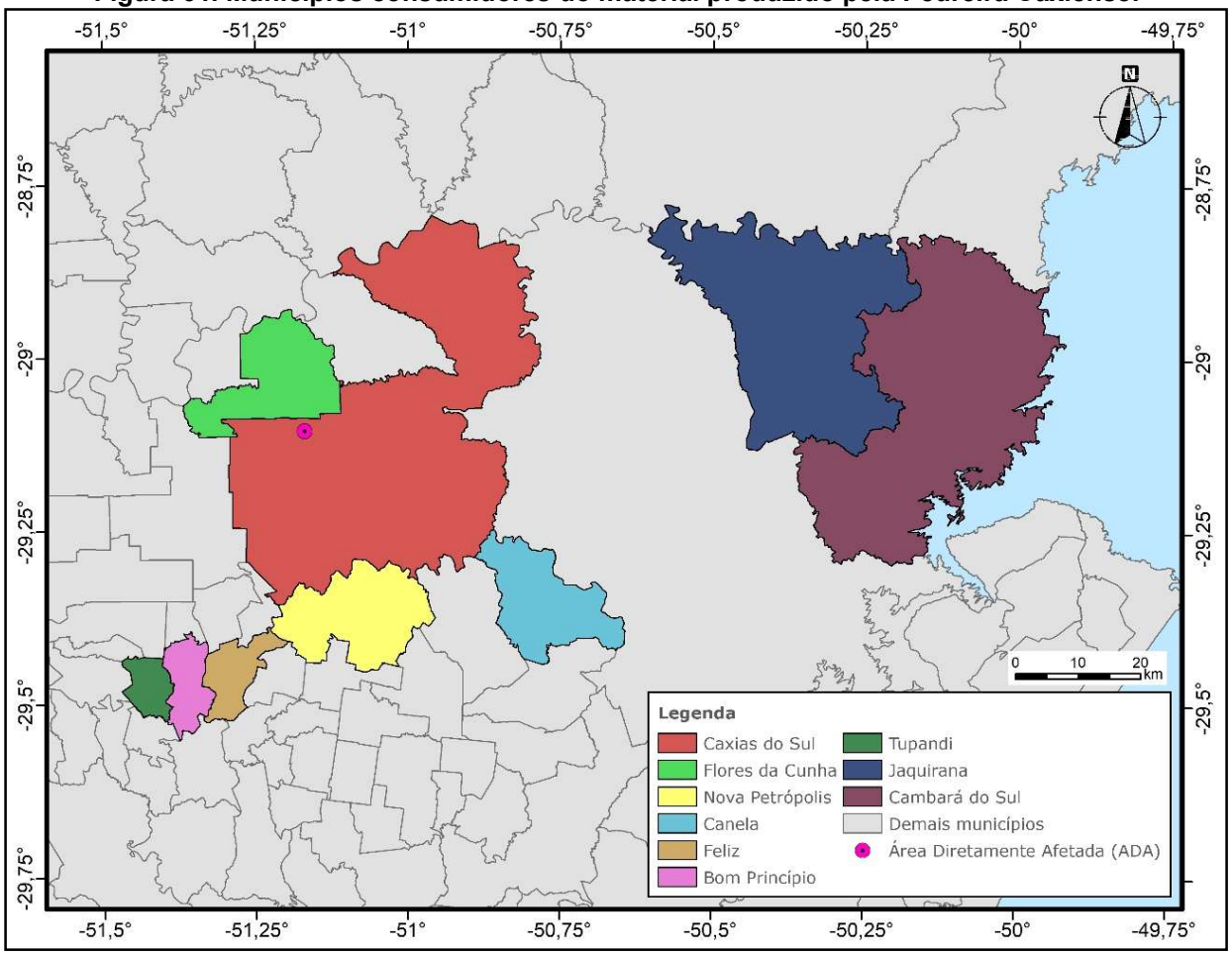
A configuração dos limites da AII Socioeconômico levou em consideração o limite político do município de Caxias do Sul e também uma parcela da área do município de Flores da Cunha, devido à sua proximidade com o empreendimento. Portanto, na delimitação da AID do meio socioeconômico, foi levando em consideração, entre outros elementos, os limites territoriais dos bairros no entorno do empreendimento. O limite do município de Flores da Cunha encontra-se a aproximadamente 1,1 km da ADA, onde a porção sul do município é predominantemente rural, praticamente sem aglomerados populacionais e poucas edificações isoladas. Dessa forma, considerou-se que não haveriam impactos diretamente percebidos pela população local. No entanto, para definição da AII, considerou-se a área urbana de Flores da Cunha como limite, pois, pode ocorrer aumento na circulação de caminhões na região devido ao fato do município ser um usual consumidor dos produtos produzidos na Pedreira Caxiense. Definiu-se que áreas rurais de Flores da Cunha não fariam parte da AII, pois, os atuais consumidores encontram-se em zona urbana, não havendo deslocamento para zona rural até então.

Conforme mencionado acima, para definição da AII, além de todo o município de Caxias do Sul, foi delimitada parte da região sul de Flores da Cunha. Considerou-se que, devido à sua proximidade com o empreendimento, a região poderia vir a sofrer com os potenciais impactos causados por esse tipo de empreendimento e, além disso, a população no entorno, principalmente os moradores da localidade rural de Nossa Senhora das Dores possuem vínculo com o município, até mesmo utilizando os equipamentos comunitários de Flores da Cunha.

Com relação aos municípios usual e potencialmente consumidores do material produzido na Pedreira Caxiense, de acordo com o empreendedor, além de Caxias do Sul, Flores da Cunha, Nova Petrópolis, Canela, Feliz, Bom Princípio, Tupandi, Jaquirana e Cambará do Sul fazem uso de tais produtos.

Dentre esses municípios, além de Caxias do Sul e Flores da Cunha os demais não foram considerados para definição da AII, pois, estão localizados geograficamente distantes da área do empreendimento, como mostra a Figura 61 e não sofrerão impactos com a expansão da área.

Figura 61. Municípios consumidores do material produzido pela Pedreira Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2020).

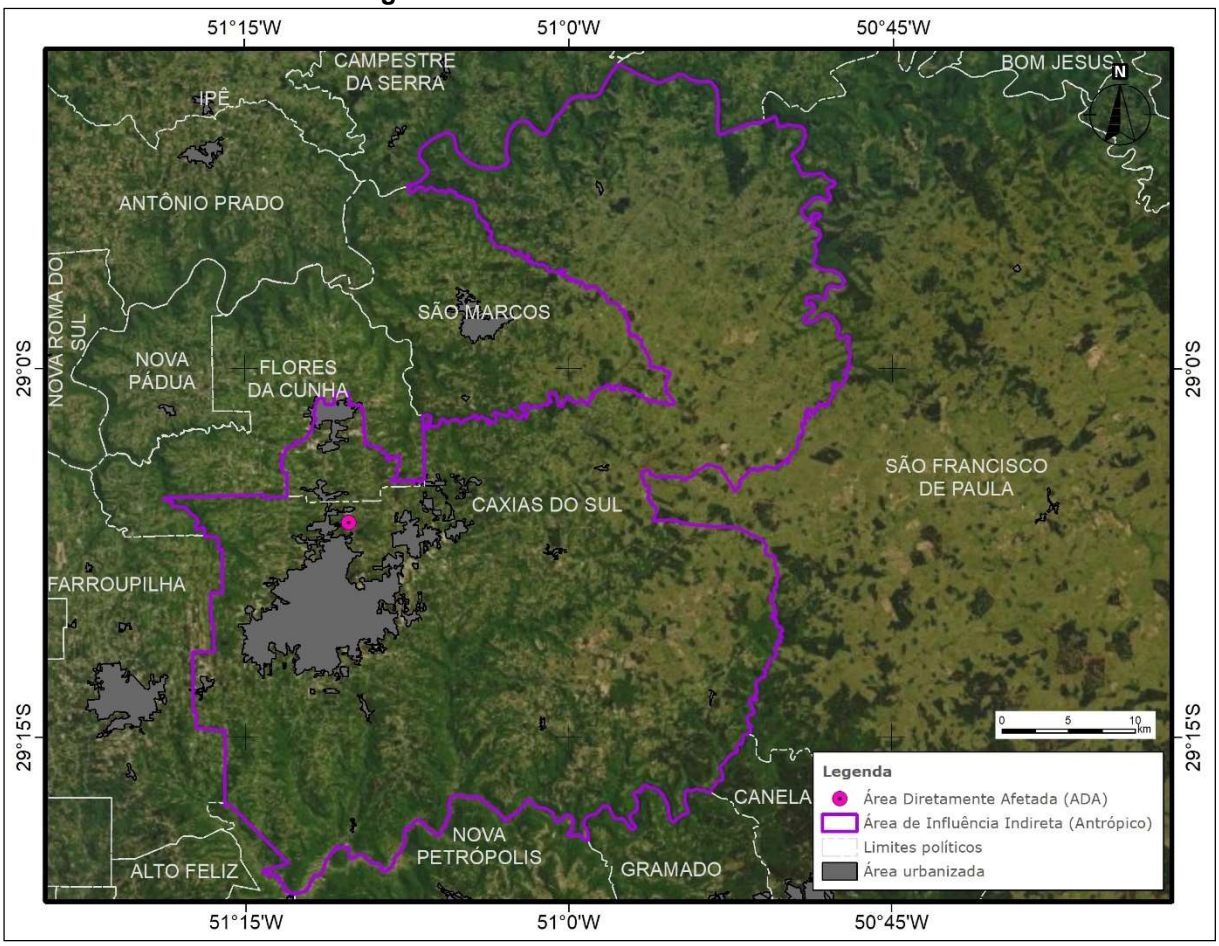
Assim, a conformação final da AII Socioeconômico possui a seguinte delimitação:

- Suas porções norte, leste, sul e oeste são delimitadas pelo limite político do município de Caxias do Sul, conforme Lei Complementar nº 589 em 19 de novembro de 2019, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI;
- No sentido noroeste, a delimitação cruza a divisa dos municípios de Caxias do Sul e Flores da Cunha, seguindo pelo eixo da Travessa Felisberto da Silva até a localidade de Capela Santo Antônio. A partir deste ponto, segue por estrada municipal até o entroncamento com a Rodovia RS-122; seguindo pelo eixo desta rodovia, o limite da AII segue até o acesso norte do município de Flores da Cunha, pela Rua Ernesto Segundo Bertolini; a partir deste ponto, fica englobado todo o aglomerado urbano da sede do município, limitando-se à leste pela Estrada dos Tradicionalistas e Via Vêneto; seguindo ao sul, em

direção à divisa com Caxias do Sul, o limite da AII passa a incorporar as vias secundárias de ligação entre os municípios.

A Figura 62 ilustra a conformação final da AII, após a inclusão de uma parcela da área do município de Flores da Cunha, totalizando uma área de aproximadamente 163.461,42 hectares.

Figura 62. AII do Meio Socioeconômico.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Cabe destacar que a inclusão da área urbana de Flores da Cunha tornou-se relevante devido à proximidade do município em relação ao empreendimento. Tomaram-se como delimitadores, ainda, as vias secundárias de acesso ao mesmo tendo como ponto de partida a Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento.

A partir da análise da área mencionada em relação aos aspectos socioambientais relacionados à atividade de mineração de basalto, será possível a análise dos impactos indiretos gerados pela instalação e operação do empreendimento em uma área de aproximadamente 280 km², com foco na área urbana da sede do município de Caxias do Sul e no eixo de ligação desta com a área urbana de Flores da Cunha.

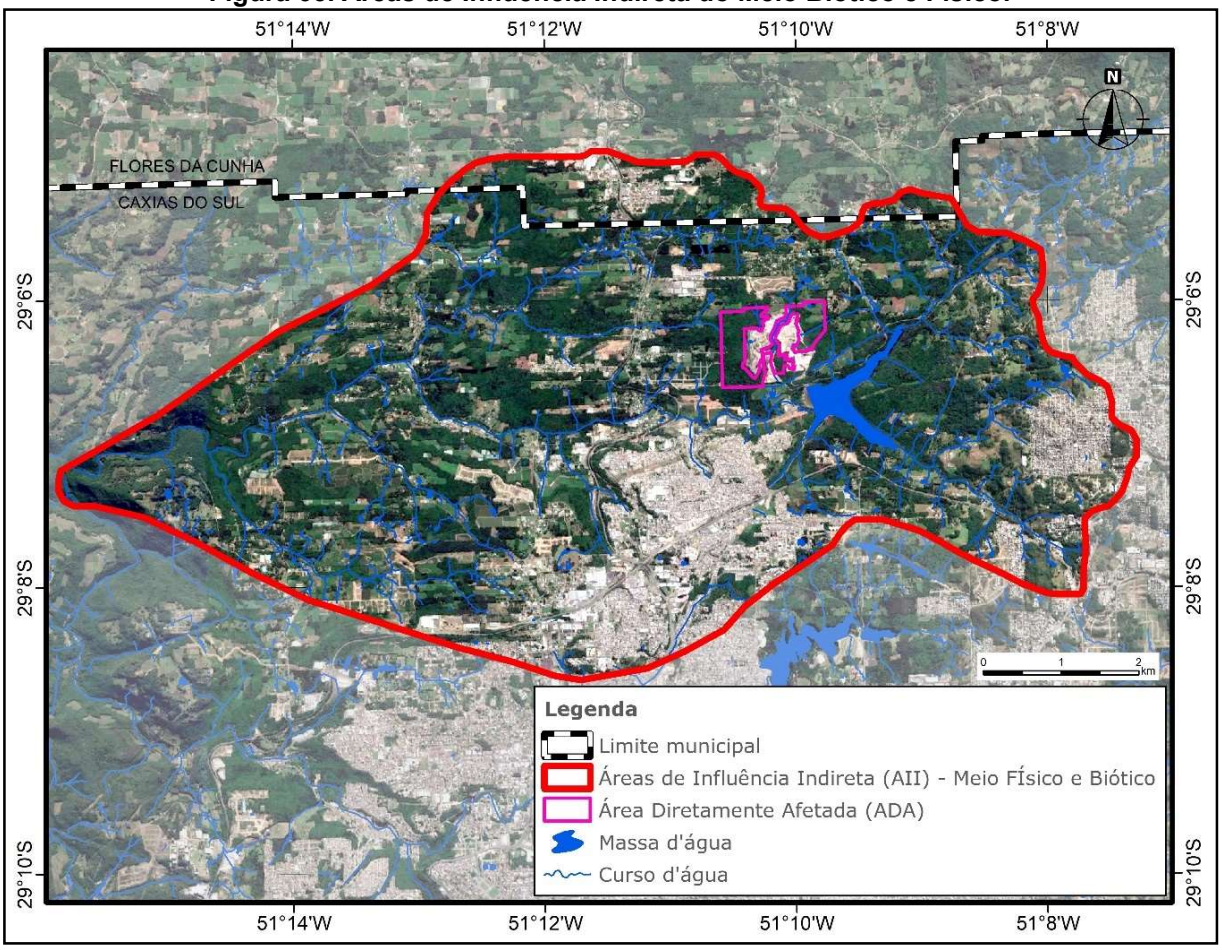
MEIO FÍSICO E BIÓTICO

Os grupos temáticos Meio Físico e Meio Biótico possuem como limitador a região da bacia hidrográfica do Arroio Maestra, delimitada por topos de relevo que desembocam suas águas no Arroio Tega, tendo como maior receptor de águas o Arroio Maestra, um dos principais recursos hídricos da região norte de Caxias do Sul. (Ver Figura 63). Toda a região da Bacia Maestra (que possui barramento e lago artificial para captação de água) insere-se nesta região de influência. (Ver PRANCHA 04 e PRANCHA 05)

Definição da área de influência indireta para o meio físico e biótico

Compreende uma área de aproximadamente 5.804,33 hectares. Destacam-se neste cenário os principais intervenientes bióticos (fauna e flora) e físicos de relação com o empreendimento, considerando os parâmetros de avaliação e as diversas informações secundarias obtidas e utilizadas como suporte aos estudos.

Figura 63. Áreas de Influência Indireta do Meio Biótico e Físico.



Fonte: Garden Projetos (2018).

2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental tem como finalidade subsidiar a avaliação dos possíveis impactos ambientais gerados com a implantação da nova área de mineração, assim como fornecer informações que permitam prognosticar as características ambientais atual e futura, fazendo uso de experiências prévias em estudos realizados (dados secundários) e de toda a gama de informações e dados obtidos no desenvolvimento deste trabalho.

O diagnóstico ambiental subsidia a avaliação dos possíveis impactos ambientais a serem gerados com a implantação do empreendimento, e também para gerar informações que permitam prognosticar a qualidade ambiental atual e futura, utilizando-se também da experiência observada em outros locais similares.

De forma a facilitar a análise do contexto geral da área, optou-se pela distinção dos estudos em relação à 3 (três) diferentes meios: Físico, Biótico (Fauna e Flora) e Antrópico/Socioeconômico.

Os dados a seguir apresentados, referentes aos Meios Físico, Biótico e Antrópico/Socioeconômico, contemplam os levantamentos de dados primários e secundários realizados nas áreas de influência.

Buscando a auxiliar e agilizar os diagnósticos ambientais dos meios estudados, foi realizado o levantamento aerofotogramétrico (com utilização de aeronave não tripulada - RPA) e apoio terrestre para a área diretamente afetada (áreas de mineração atual e de ampliação), visando a geração de imagens/mapas de alta definição e precisão de uso e cobertura do solo, possibilitando a vetorização digital de dos recursos naturais e infraestrutura existentes.

2.1 Meio Físico

2.1.1 Clima

De modo geral, o Rio Grande do Sul localiza-se nas zonas de latitudes médias, onde os tipos climáticos são controlados por sistemas tropicais e polares. O estado, em já consagradas classificações (STRAHLER, TREWARTHA), é definido como área de clima subtropical úmido ou, como define Köppen, clima temperado chuvoso e moderadamente quente. Estas são definições mais abrangentes aplicáveis para tipos climáticos em escala global. Estudos mais recentes de Rossato (2011) identificaram distinções importantes dentro deste conjunto que pode parecer homogêneo numa abordagem mais superficial, com chuvas bem distribuídas e temperaturas amenas.

Os tipos climáticos identificados para o Rio Grande do Sul são os seguintes:

- Subtropical I – pouco úmido: Subtropical Ia – pouco úmido com inverno frio e verão fresco; e Subtropical Ib – pouco úmido com inverno frio e verão quente;
- Subtropical II – medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias;
- Subtropical III – úmido com variação longitudinal das temperaturas médias;
- Subtropical IV – muito úmido: Subtropical IVa – muito úmido com inverno fresco e verão quente; e Subtropical IVb – muito úmido com inverno frio e verão fresco.

A região do município de Caxias do Sul se insere na área de influência do Clima Subtropical IVb no Planalto Basáltico. Esta área sofre menor influência dos sistemas polares, porém com maior atuação dos sistemas tropicais marítimos fortemente conjugados com efeito do relevo-altitude. Os sistemas frontais respondem pelo tempo em 22% dos dias do ano e são responsáveis pela maior parte das precipitações. A trajetória litorânea da FPA no verão responde pelos elevados totais pluviométricos que ocorrem na região. No entanto, a proximidade do oceano e entrada dos sistemas marítimos associados ao relevo abrupto da região também levam à ocorrência de chuvas orográficas importantes, o que aumenta em muito a umidade.

Nesta região as chuvas são abundantes e oscilam entre 1700-2000 mm anuais bem distribuídas em 130-150 dias. Mensalmente é a região com maior quantidade de dias de chuva, totalizando em média 12-15 dias, podendo atingir no mês de janeiro em algumas localidades 15-18 dias. O volume mensal de precipitação, em grande parte do ano, fica em torno de 135-175 mm, podendo atingir 115-135 mm no mês mais seco (março) e 175-215 mm no mês mais chuvoso (outubro). A umidade relativa mensal é mais alta, em virtude do maior aporte de umidade e das temperaturas mais amenas, ficando em torno de 75-80% na maior parte do ano.

A altitude faz com que esta seja a região com o conjunto de médias de temperaturas mais baixas do RS, com invernos frios e verões amenos. A temperatura média anual varia entre 14-17°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 8-14°C e a temperatura mínima média deste mesmo mês varia de 5-11°C. A temperatura média do mês mais quente varia de 23-29°C. nesta área, as temperaturas mínimas absolutas no inverno já atingiram valores entre -7°C e -4°C e, no verão, as máximas absolutas oscilaram entre 35°C e 38°C.

2.1.1.1 Metodologia

A análise climatológica do município de Caxias do Sul se baseou primariamente nos dados históricos obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. O município conta com uma estação meteorológica convencional situada junto ao Aeroporto Regional Hugo Cantergiani. O Quadro 5 resume as informações da estação.

Quadro 5. Informações da estação climatológica de referência.

Código OMM:	83942
Aberta em:	12/04/1912
Latitude:	-29.196242º
Longitude:	-51.186449º
Altitude:	750.16 metros

Fonte: INMET (2019).

As séries de dados utilizadas corresponderam ao período de normais climatológicas de 1981 a 2010, disponibilizadas na página *web* do INMET. As regulamentações técnicas da Organização Meteorológica Mundial (OMM) definem normais como valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas e padrões climatológicos normais como médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos, iniciando-se em 1º de janeiro de 1901 até 31 de dezembro de 1930, 1º de janeiro de 1931 até 31 de dezembro de 1960, etc. A última publicação da versão atualizada corresponde ao período de 1981-2010 que veio substituir e complementar as variáveis meteorológicas de 1961-1990, agregando novos parâmetros.

Assim, para este estudo foram obtidas as normais correspondentes às seguintes variáveis:

- Temperatura média compensada (°C);
- Temperatura máxima (°C);
- Temperatura mínima (°C);
- Valor absoluto da temperatura máxima (°C);
- Valor absoluto da temperatura mínima (°C);
- Insolação total (horas);
- Evaporação total (evaporímetro de Piché) (mm);
- Evapotranspiração potencial (mm);

- Umidade relativa do ar compensada (%);
- Precipitação acumulada (mm);
- Máximo absoluto da precipitação acumulada em 24 horas (mm);
- Intensidade do vento (m/s);
- Direção resultante do vento (m/s).

2.1.1.1.1 Balanço Hídrico

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955) para determinar o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir o armazenamento máximo no solo (CAD – Capacidade de Água Disponível), e de se ter a medida da chuva total, e também a estimativa da evapotranspiração potencial em cada período. Com essas três informações básicas, o BHC permite deduzir a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico, e o total de água retida no solo em cada período.

2.1.1.1.2 Regime de Ventos

Os dados quanto ao regime de ventos (direção e velocidade) para Caxias do Sul foram obtidos de duas formas distintas. A série história das normais de 1981-2010 inclui informações de médias mensais para os ventos. Já a confecção do gráfico de rosa dos ventos necessitou de dados horários para o mesmo período, os quais foram disponibilizados na plataforma BDMEP do Instituto Nacional de Meteorologia.

2.1.1.1.3 Precipitações Máximas

A avaliação dos valores extremos prováveis de um dado fenômeno faz uso da distribuição de Gumbel, no qual a série anual contém os valores máximos observado em cada ano, ordenados no sentido decrescente, como é o caso das precipitações máximas. Essa distribuição assume que os valores de X são limitados apenas no sentido positivo; a parte superior da distribuição X, ou seja, a parte que trata dos valores máximos menos frequentes é do tipo exponencial, a função tem a seguinte forma:

$$\boldsymbol{P' = 1 - e^{-e^{-\gamma}}}$$

Em que γ é a variável reduzida da distribuição Gumbel.

Entende-se por P' a probabilidade de que o valor extremo seja igual ou superior a um certo valor X_T. então, (1 – P'), será a probabilidade de que o valor extremo seja inferior a X_T. o período de retorno do valor X_T, ou seja, o número de anos necessários para que o valor mínimo iguale ou supere X_T é obtido por:

$$\boldsymbol{T = \frac{1}{P'} \quad (P \geq P_T)}$$

sendo P_T a precipitação de frequência conhecida.

Substituindo a equação anterior na função de probabilidade, o período de retorno (T) pode ser estimado da seguinte forma:

$$\boldsymbol{T = \frac{1}{1 - e^{-e^{-\gamma}}}}$$

A variável γ é a variável reduzida e o seu valor é deduzido tomando duas vezes o logaritmo neperiano na função de probabilidade. O resultado final desta operação é:

$$\boldsymbol{\gamma = -\ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]}$$

Empregando-se esta distribuição, as frequências teóricas podem ser calculadas a partir da média e o desvio padrão da série de valores máximos. Desta forma:

$$\boldsymbol{X = \overline{X} + S_X K}$$

$$\boldsymbol{K = \frac{\gamma - \overline{\gamma}_n}{S_n}}$$

Em que:

$\boldsymbol{X}$: valor extremo com período de retorno T;

$\boldsymbol{\overline{X}}$: média dos valores extremos;

$\boldsymbol{S_X}$: desvio padrão dos valores extremos;

$\boldsymbol{n}$: número de valores extremos da série;

$\boldsymbol{\gamma}$: variável reduzida;

$\boldsymbol{\overline{\gamma}_n}$: variável reduzida;

$\boldsymbol{S_n}$: desvio padrão da variável γ.

Quando n é muito grande tem-se: $\bar{\gamma}_n = 0,5772$ e $S_n = 1,2826$. Estes valores são tabelados.

2.1.1.2 Informações gerais

Quadro 6. Informações gerais do clima de Caxias do Sul.

Temperatura média compensada (°C):	16,8
Temperatura máxima (°C):	22,0
Temperatura mínima (°C):	13,1
Valor absoluto da temperatura máxima (°C):	34,8 (dez/1995)
Valor absoluto da temperatura mínima (°C):	-3,0 (jul/2000)
Insolação total (horas):	2012,1
Umidade relativa do ar compensada (%):	78,1
Precipitação acumulada (mm):	1802,7

Fonte: INMET (2019).

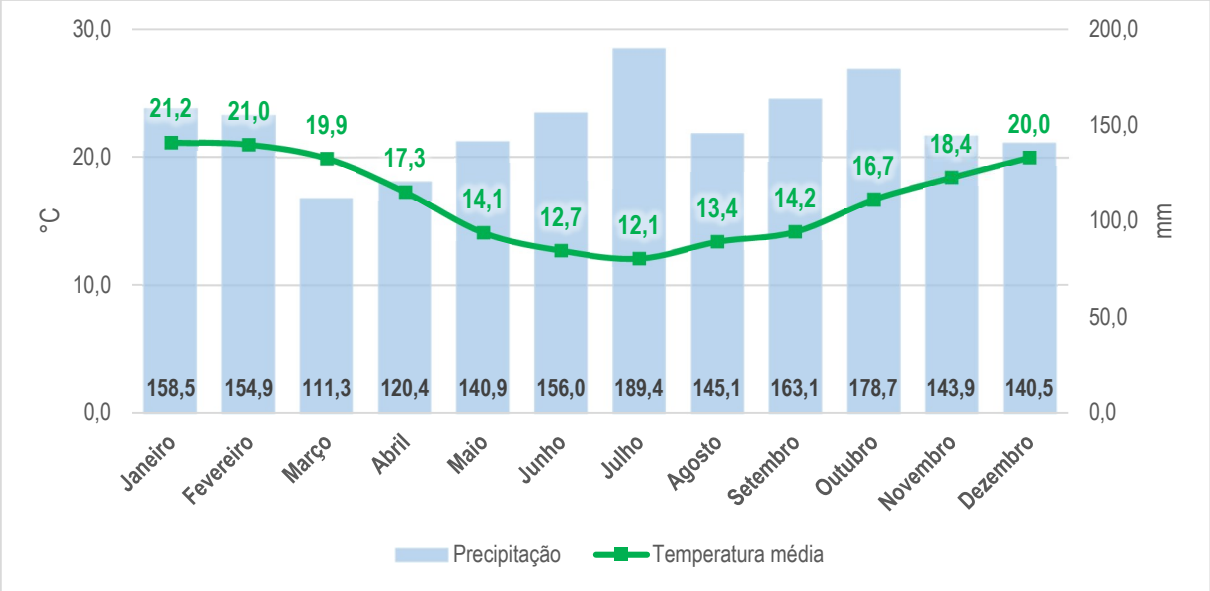
2.1.1.3 Climograma

O climograma é uma ferramenta clássica de representação do clima que permite uma compreensão mais fácil do perfil climático de determinada região. Através do climograma pode se representar graficamente as variações de temperatura e precipitações durante um determinado período de tempo, geralmente de 1 ano.

A partir dos dados das normais climatológicas da estação de Caxias do Sul se construiu o climograma que relaciona as informações de temperatura média e precipitação média acumulada ao longo do ano.

A precipitação se encontra bem distribuída ao longo do ano, como é esperado para a classificação climática apontada anteriormente. Os meses de março e abril são aqueles com menores médias de chuva e o pico de pluviosidade se concentra nos meses de julho e outubro.

Figura 64. Climograma para Caxias do Sul, período de 1981-2010.

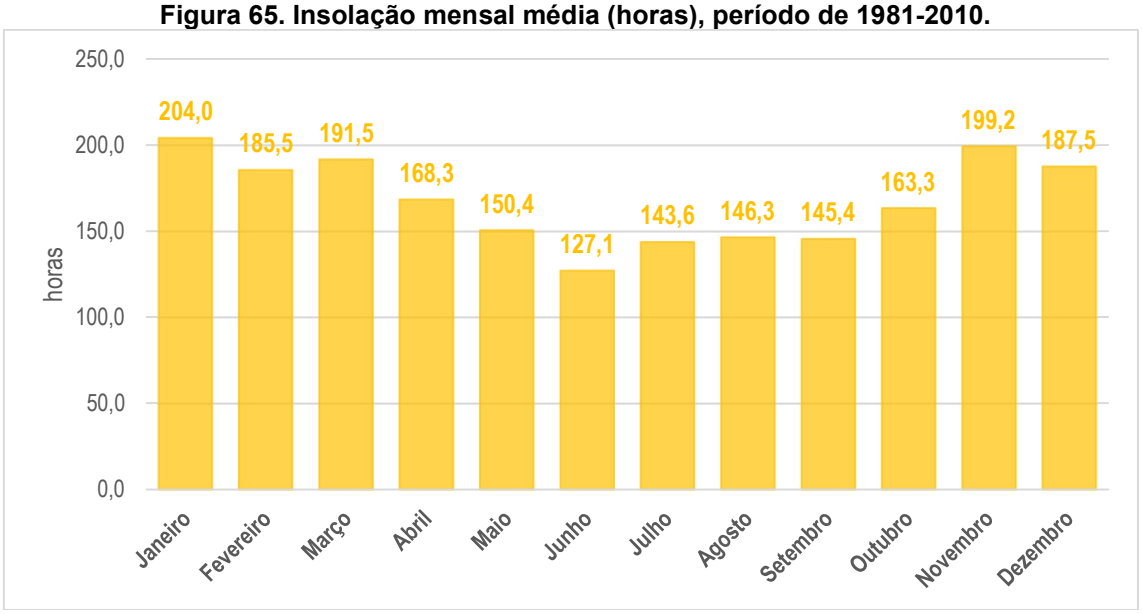


Fonte: Garden Projetos adaptado de INMET (2018).

A temperatura também reflete a condição climática da região, apresentando a curva característica para o hemisfério sul do inverno entre os meses de junho e agosto, sendo julho o mês com a média mais baixa. Janeiro, por outro lado, apresenta a média de temperatura mais alta no ano.

O gráfico da Figura 65 apresenta os dados de insolação mensal média para cada mês do ano. Se observa uma simetria com a temperatura, reflexo da localização subtropical da cidade de Caxias do Sul: dias mais longos no verão (mais horas de luz) e mais curtos no inverno.

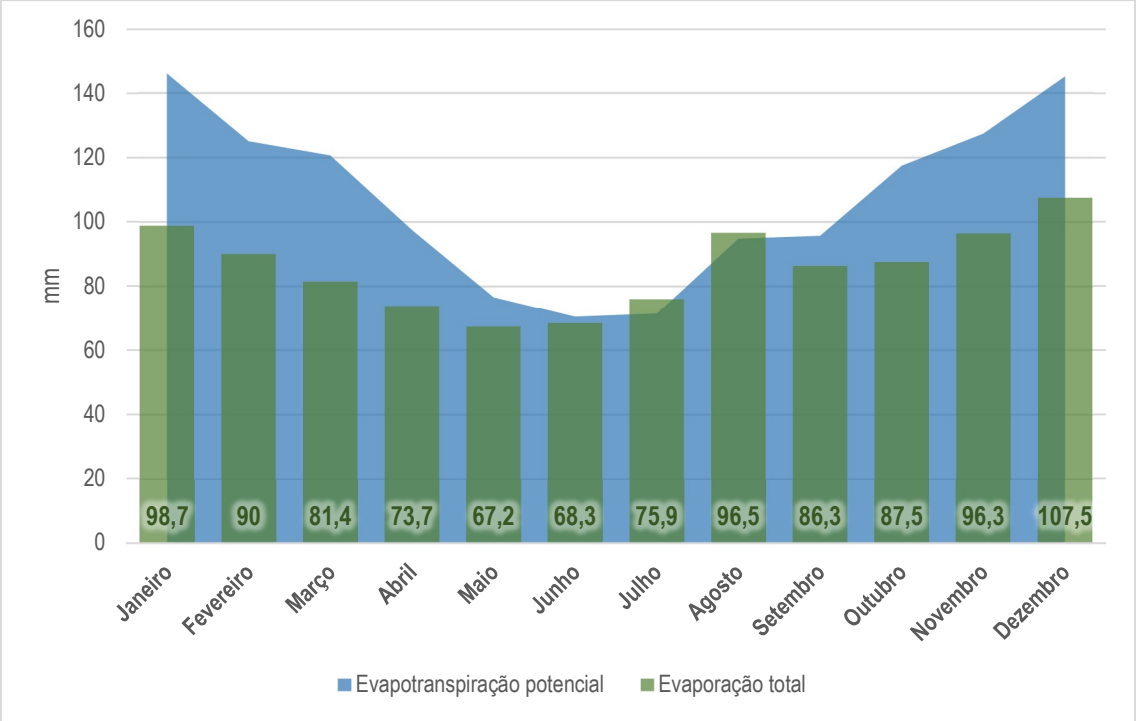
Figura 65. Insolação mensal média (horas), período de 1981-2010.



Fonte: Garden Projetos adaptado de INMET (2018).

A Figura 66 apresenta outro dado correlacionável com a temperatura e a insolação média, a evapotranspiração tanto potencial quando total. Os valores máximos se observam no verão, no entanto há um pequeno desvio quanto aos valores mais baixos, o qual inclui o período do fim do outono até a metade do inverno.

Figura 66. Dados de evapotranspiração para o período de 1981-2010.

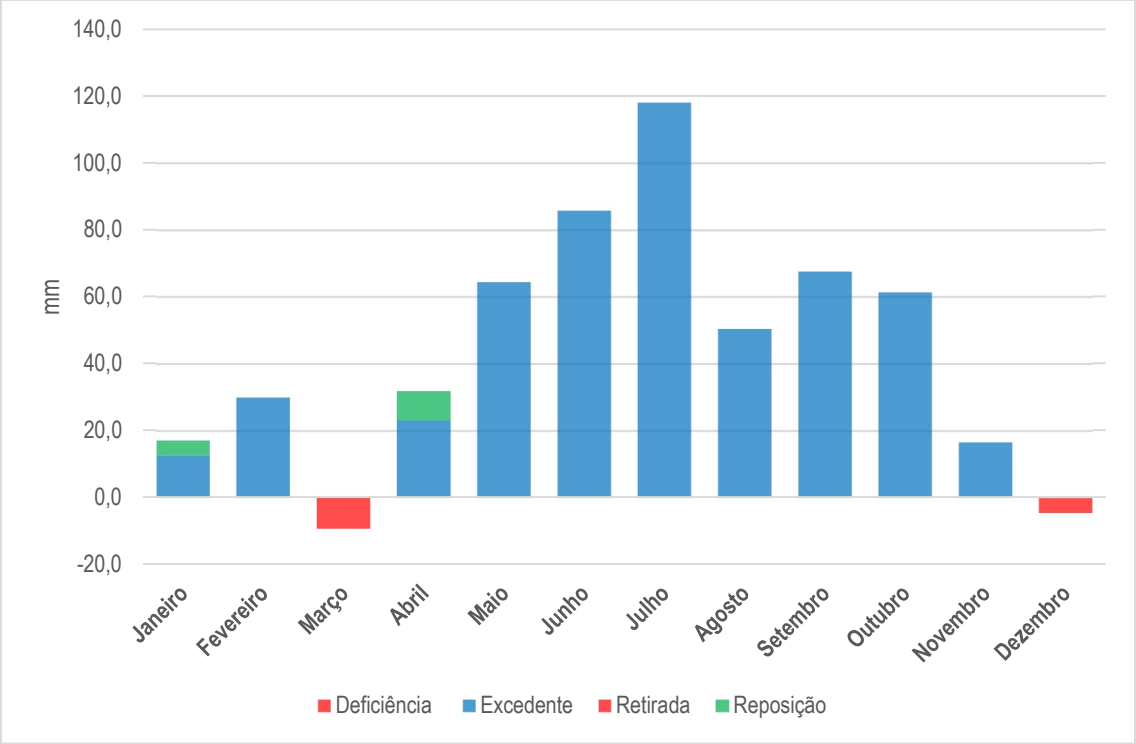


Fonte: Garden Projetos adaptado de INMET (2018).

2.1.1.4 Balanço Hídrico

A Figura 67 apresenta o balanço hídrico recalculado para o período das últimas normais climatológicas. Observa-se uma alteração significativa quando comparado ao balanço hídrico sobre os dados das normais do período precedente. Essencialmente pode se notar que dois meses do ano (maio e dezembro) se caracterizam por um volume de retirada de água do solo, ou seja, o volume precipitado é menor que o volume perdido. No entanto não se configura uma estação seca pela pluviosidade média mensal se manter alta, não configurando período de deficiência hídrica severa. A reposição do volume retirado é compensada totalmente pelo volume de chuvas no mês subsequente.

Figura 67. Balanço hídrico calculado para o período de 1981-2010.



Fonte: Garden Projetos adaptado de INMET (2018).

Nos períodos com maiores demandas (disponibilidade hídrica) as taxas de infiltração e recarga dos aquíferos (freático e fraturado) poderão sofrer um incremento com relação ao restante do ano. Com isso, as taxas de lixiviação dos minerais assim como de diluição dos sais em solução serão maiores. Por outro lado, o aumento das taxas de infiltração tende a facilitar também a lixiviação de componentes indesejáveis (poluentes) de superfície e, consequentemente, a dispersão de contaminantes para o meio saturado (águas subsuperficiais).

2.1.1.5 Regime de Ventos

No escoamento atmosférico sobre o Rio Grande do Sul prevalecem os efeitos ditados pela dinâmica entre o anticiclone subtropical Atlântico, os intermitentes deslocamentos de massas polares e a depressão barométrica do nordeste da Argentina (CAMARGO, 2002). O anticiclone subtropical Atlântico é um centro de altas pressões cuja posição média anual é próxima a 30ºS, 25ºW. A circulação atmosférica dele resultante, no sentido anti-horário, resulta no predomínio de ventos de leste-nordeste sobre toda área do Brasil, situada abaixo da latitude 10ºS.

A depressão barométrica do nordeste da Argentina é uma área quase permanente de baixas pressões, geralmente estacionária a leste dos Andes e sua

posição anual média é de aproximadamente 29ºS, 66ºW. Esta depressão é causada pelo bloqueio da circulação geral atmosférica imposta pela parede montanhosa dos Andes e acentuada pelo intenso aquecimento das planícies de baixa altitude da região.

O gradiente de pressão atmosférica, entre a depressão do nordeste da Argentina e o anticiclone subtropical Atlântico, induz um escoamento persistente de leste-nordeste ao longo de toda a região Sul do Brasil. Entretanto, esse perfil geral de circulação atmosférica encontra variações significativas em propriedades de superfícies, tais como geometria e altitude de terreno, vegetação e distribuição de superfícies de terra e água. Desses fatores resultam as condições de vento da larga escala da circulação atmosférica.

O **Quadro 7** resume os valores médios mensais para a velocidade e também indica o quadrante da direção do vento resultante mês a mês. Observa-se que não há uma variação significativa na velocidade ao longo do ano. Direção resultante também pouco varia, mantendo-se no quadrante N na maior parte do tempo.

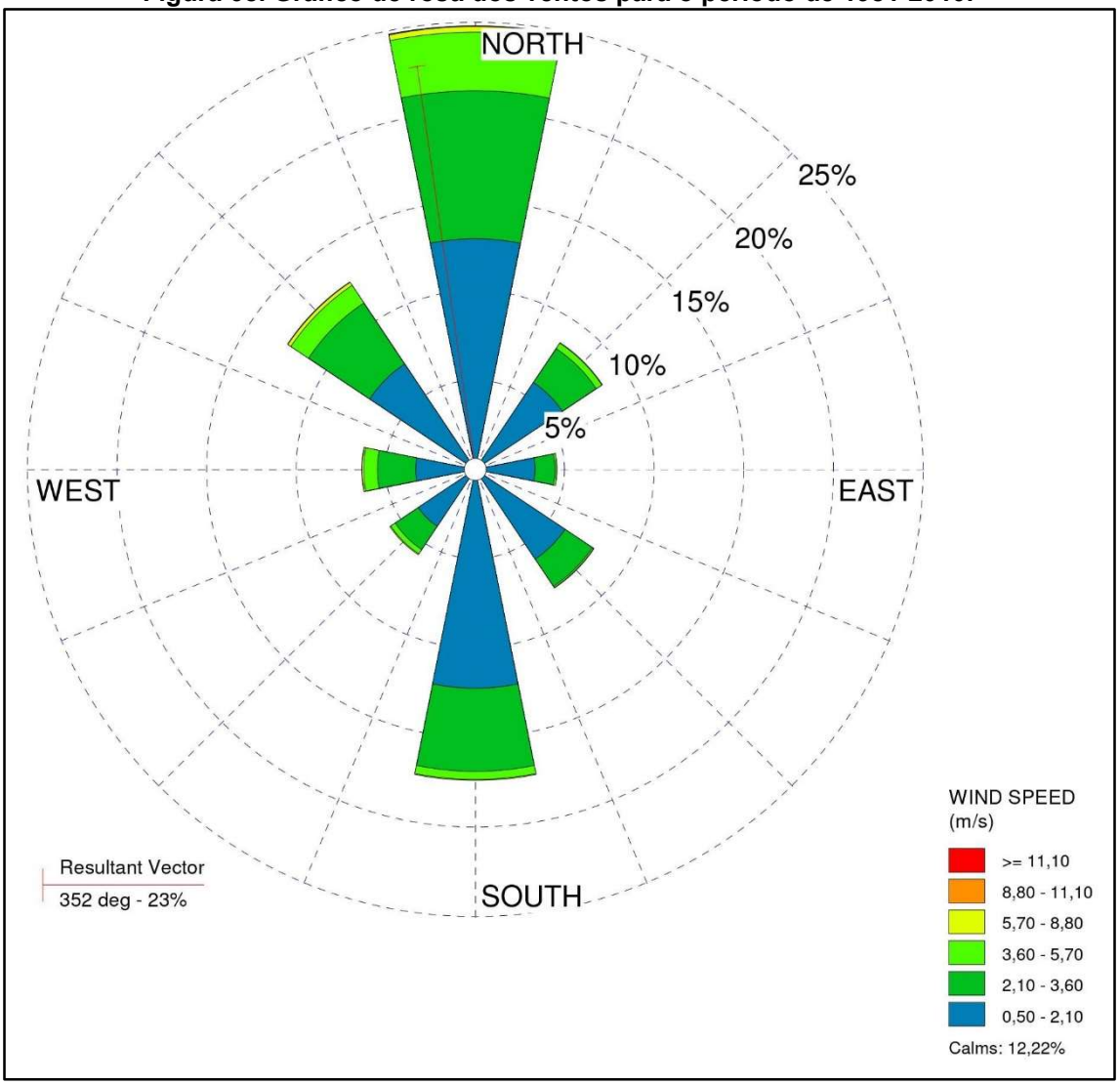
Quadro 7. Velocidades médias mensais e direção resultante do vento para o período de 1981-2010.

MÊS												ANUAL
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1,9	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9
NE	NNW	NNE	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	N	N	N	NNE	N

Fonte: IBGE (2003).

A Figura 68 ilustra o gráfico com a rosa dos ventos para o município de Caxias do Sul com base nos dados históricos de 1981 a 2010 tabelados e processados com o programa WRPlot View. O gráfico indica a direção predominante dos ventos, isto é, de onde eles sopram, sua intensidade (velocidade) e frequência. Pode-se notar que a distribuição dos ventos é bimodal ao longo do eixo N-S, sendo mais frequentes os ventos de norte. Secundariamente os ventos de noroeste se destacam em relação aos outros vetores. Os ventos mais intensos geralmente sopram do norte e noroeste, mas pouco frequentemente ultrapassam os 10 m/s.

Figura 68. Gráfico de rosa dos ventos para o período de 1981-2010.



Fonte: Garden Projetos adaptado de INMET (2018).

2.1.1.6 Precipitações Extremas

O Quadro 8 resume os parâmetros estatísticos calculados para a série de precipitações máximas anuais entre os anos de 1981 e 2010. Os resultados da análise de distribuição Gumbel decorreram nos valores extremos apresentado no Quadro 9 e ilustrados no gráfico da Figura 69. O valor máximo para o período considerado (1981-2010) foi observado em 136 mm, próximo ao valor para o tempo de retorno de 20 anos calculado pela distribuição.

Quadro 8. Resumo estatístico da série de dados.

Média	85,96538462
Erro padrão	4,684448715
Mediana	86,2
Moda	95,8

Desvio padrão	23,88609541
Variância da amostra	570,5455538
Curtose	2,543361319
Assimetria	-0,760062688
Intervalo	122,7
Média	85,96538462
γ_n	0,532
S_n	1,0961

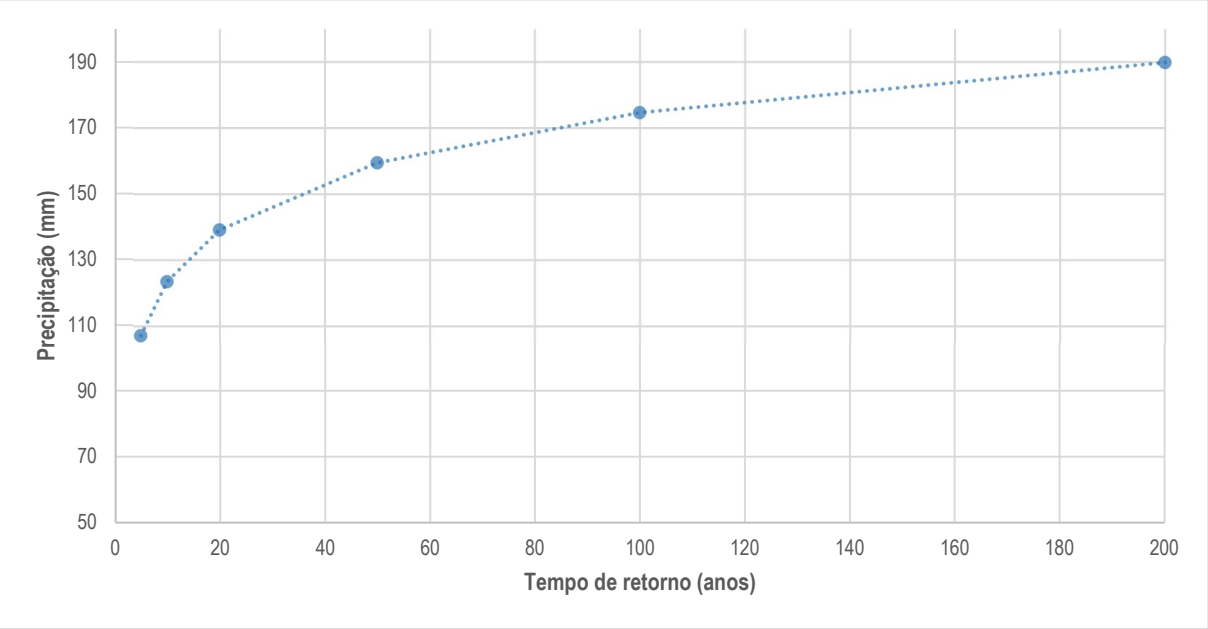
Fonte: Garden Projetos (2019).

Quadro 9. Precipitações máximas.

Tempo de retorno (anos)	Valor Extremo (mm)
5	107
10	123
20	139
50	159
100	175
200	190
500	210
1000	225

Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 69. Precipitações extremas vs. tempo de retorno.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.1.2 Geomorfologia

Em função da escala de trabalho, o diagnóstico foi feito a partir de uma abordagem analítica da região. Salienta-se que a circulação da energia responsável pelos mecanismos de elaboração do relevo apresenta-se, geralmente, mais difusa do que concentrada, tornando-os descontínuos no tempo e no espaço, e dificultando sobremaneira sua mensuração no período geralmente estabelecido para projetos ambientais.

Diante disso, trata-se de uma análise predominantemente qualitativa, que considera as inter-relações entre feições morfológicas e materiais constituintes como diagnosticadoras da dinâmica atual do relevo, incluindo-se, nesse contexto, as interferências antrópicas (usos).

As morfologias foram analisadas através de imagens de satélite na escala de 1:100.000, fotografias aéreas na escala aproximada de 1:25.000 e mapas topográficos nas escalas de 1:100.000 e 1:20.000. Nos trabalhos de campo foram realizados perfis típicos das geometrias do relevo e algumas medidas de inclinação das vertentes através de clinômetro Silva.

As classes de declividade definidas foram:

- muito íngreme (>100%);
- moderadamente íngreme (45 a 100%);
- inclinada (20 a 45%);
- plana ou ligeiramente inclinada (0 a 20%).

Na caracterização plana ou ligeiramente inclinada há 3 subdivisões:

- aplainada (0 A 3%);
- levemente ondulada (3 a 8%);
- ondulada (8 a 20%).

Para análise dos materiais de superfície foram utilizados cortes de estradas e de praças de sondagens geológicas. Para descrição dos perfis foi seguido, de forma simplificada, o Manual de Método de Campo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS (1979), como também a Apostila: Alteração, de DELVIGNE (1983). Foram priorizados os seguintes componentes morfológicos: cor, textura, macroestrutura e porosidade. A cor dos materiais inconsolidados foi definida pela tabela de Munsell.

2.1.2.1 Procedimentos para os Estudos Geomorfológicos

Análise bibliográfica: Nesta fase foi realizado um levantamento dos estudos já realizados na área, assim como a análise da bibliografia e de documentos cartográficos disponibilizados; bem como uma caracterização do relevo regional através de dados secundários, visando a inserção da área objeto desta análise.

Controle de campo: Campanha de campo para verificação das formas do relevo, cobertura superficial e litologia local.

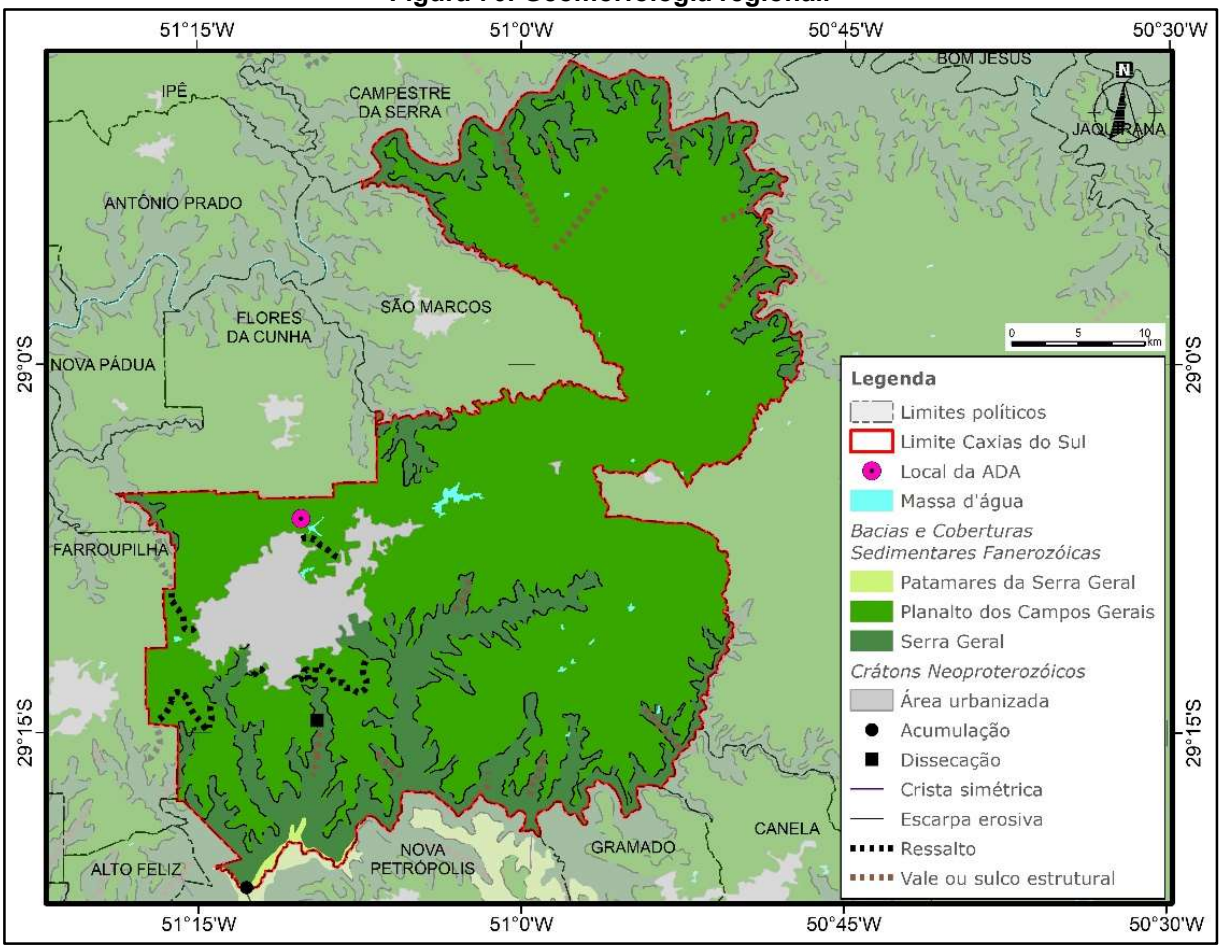
Elaboração do diagnóstico: Nesta etapa foi elaborado o mapa geomorfológico na escala de 1:20.000. Em seguida foram descritos os compartimentos geomorfológicos, com destaque para uma abordagem de interação entre formas e materiais. Uma análise qualitativa dos processos da dinâmica atual do relevo é realizada, assim como uma discussão sobre aspectos morfogenéticos.

Reunião interdisciplinar: A fim de integrar os dados temáticos, foi realizada uma reunião envolvendo toda a equipe técnica, buscando a consolidação do diagnóstico e a discussão sobre a previsão dos impactos ambientais do empreendimento.

Para caracterizar a geomorfologia serão feitas considerações sobre as categorias de relevo, suas características e sua dinâmica atual, bem como os efeitos da atividade antrópica e sua reciprocidade sobre a morfodinâmica na área especifica. A estabilidade da morfodinâmica depende das propriedades e associações das formas de relevo, que estão ligadas a cobertura vegetal e aos solos.

Conforme informações existentes no mapa de Geomorfologia da Folha SH-22 (IBGE, 2017), a área do empreendimento pertence ao Domínio Morfoestrutural Bacias e Região Geomorfológica Planalto das Araucárias e Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais.

Figura 70. Geomorfologia regional.

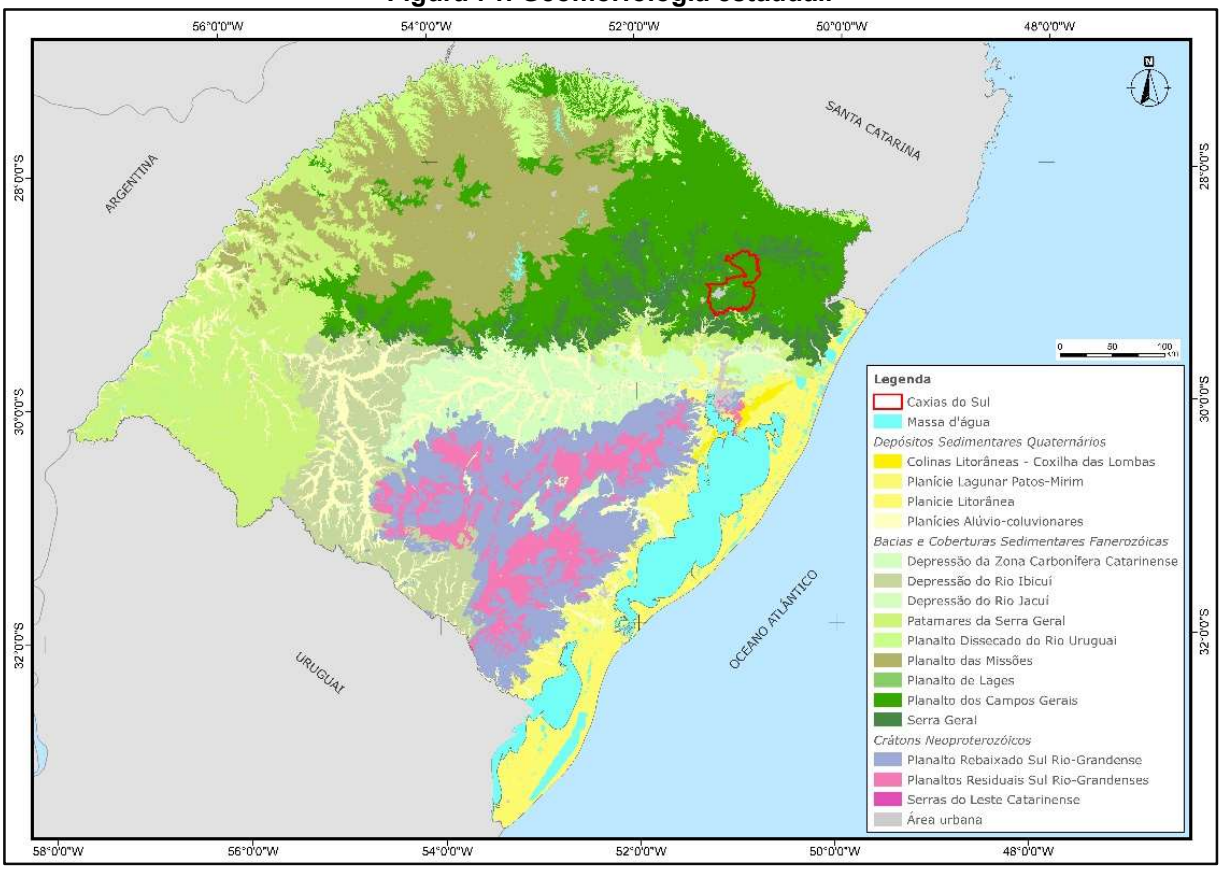


Fonte: Garden Projetos (2019) adaptado de: Folha SH-22 IBGE (2017).

O relevo é formado por um conjunto de formas de topos tubulares, conformando feições de rampas inclinadas e lombas. Os modelados de dissecação são mediantes fortes caracterizando presença de incisões, com vertentes de declividade forte. Neste tipo de morfologia são comuns sulcos estruturais, cristas e morros de testemunhos. O grau de predisposição à erosão ou erosão morfodinâmica é médio, e representa os processos morfodinâmicos atuantes.

As formas de relevo dessa região, que foram esculpidas especialmente em rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral e ocorrem normalmente capeando as rochas efusivas básicas, estão inseridas na Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais.

Figura 71. Geomorfologia estadual.



Fonte: Garden Projetos (2019) adaptado de IBGE (2017).

O relevo regional compreende a continuação dos escarpados da Serra Geral e representa ampla área elevada que se apresenta como uma superfície inclinada, com caimento natural para oeste. É relativamente plano e conservado, representado por superfícies de aplanamento desnudadas, retocadas e degradadas.

As formas de relevo são resultantes da dissecação diferencial, sendo traduzidas por entalhamentos fluviais que se apresentam embutidos em linhas estruturais. Entre uma e outra drenagem deste tipo ocorrem inúmeros arroios insipientes, também seguindo orientações estruturais. Algumas porções apresentam-se com formas de relevo mais conservadas, como remanescentes da antiga superfície de aplanamento retocada pelos processos erosivos atuantes na região, em meio a relevos dissecados.

2.1.2.2 Geomorfologia da Área de Estudo

O relevo da área de estudo é o resultado da interação entre as rochas vulcânicas ácidas, lineamentos geoestruturais, horizontes de solo, vegetação, clima, onde se desenvolvem processos de troca de matéria e energia, que, ao longo do tempo e do espaço, condicionam a evolução de diferentes feições morfológicas.

A área pertencente a este estudo apresenta as cotas mais elevadas na ordem de 850 metros, situadas na sua porção norte/noroeste. As menores cotas altimétricas ocorrem na porção sul, próximas à Barragem da Maestra, em torno de 700 metros.

As cristas dos interflúvios são predominantemente arredondadas sendo controladas principalmente pela litologia e pela tectônica. As superfícies geométricas das vertentes apresentam predominantemente perfil convexo-côncavo. As declividades predominantes apresentam ângulos que variam de 3° a 30°, sendo predominante o relevo levemente ondulado (3% a 8% de declividade), a norte e nordeste.

A drenagem das águas pluviais se faz predominantemente através do escoamento superficial difuso e concentrado elementar, acumulando-se nos sulcos insipientes e escorrendo sobre leitos rochosos.

A influência das rochas vulcânicas ácidas no relevo da área é consequência de sua resistência diferencial perante os processos de alteração e erosão. A composição mineralógica, bem como as características estruturais e texturais, tem influência na resistência dessas rochas. As características dessas rochas se manifestam no relevo, sustentando formas específicas e variações morfológicas predominantemente colinosas a planas, geradas a partir da evolução de modelados de dissecação fluvial. As características morfológicas observadas refletem a permeabilidade das rochas e, consequentemente, a densidade de drenagem, que define o grau de dissecação e o tamanho das formas do seu relevo.

No Quadro 10 encontram-se sumarizadas as características da área quanto ao tipo de modelado, densidade de drenagem, aprofundamento das incisões e grau de predisposição à erosão, que representa os processos morfodinâmicos atuantes, segundo Classificação IBGE (2003). Para estes autores o modelado de dissecação fluvial foi definido pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento de drenagem.

Quadro 10. Tipo de modelado, densidade de drenagem, aprofundamento das incisões e grau de predisposição à erosão da área da concessão de lavra (Segundo Classificação IBGE, 2003).

Tipo de Modelado	Densidade da Drenagem	Aprofundamento das Incisões	Predisposição à Erosão
Dissecação fluvial	Fina a média	Médio a forte	Média

Fonte: IBGE (2003).

Com base na identificação do tipo de relevo, da evolução das vertentes e da dinâmica fluvial, foi possível realizar uma análise integrada do ambiente local, considerando também a avaliação morfodinâmica da paisagem.

Esta avaliação identificou categorias de relevo em função de suas características e sua dinâmica atual, e sua reciprocidade sobre a morfodinâmica. Nela foi considerada a interação do relevo com outras variáveis ambientais como o tipo de rocha, o solo, a cobertura vegetal, além do clima e da hidrologia.

Para avaliar os sistemas de modelados tomaram-se como base os seguintes parâmetros:

- Características das formações superficiais, como a gênese, tipo de perfil, espessura, continuidade e descontinuidade espacial e textura;
- Processos morfogenéticos atuantes e suas manifestações através de sua localização, tipo, intensidade e a distribuição espacial;
- Geometria das formas de relevo, suas dimensões e classes de declividade;
- Confronto e compatibilização das manifestações morfodinâmicas observadas em campo com as classes de erosão dos solos.

As classes de avaliação morfodinâmica foram definidas a partir da classificação dos ambientes em categorias ecodinâmicas segundo Tricart (1977), que classificou os meios em estáveis, intergrades (em transição) e instáveis. Foram identificadas na área duas classes:

- **Moderada (Mo)** – Relaciona-se geralmente aos relevos com declividade de 5° a 10°, que estão presentes localmente em toda a extensão da área da concessão de lavra, possuindo densidade e aprofundamento médio da drenagem, com formações superficiais pouco espessas. Ocorre ação generalizada do escoamento superficial dos solos, dando origem a canaletas. Dada a ação equilibrada da pedogênese sobre a morfogênese, tais áreas, correspondem aos meios intergrades (em transição).
- **Muito Forte (Mfo)** – Identifica-se geralmente por relevos com declividades superiores a 30°, que ocorrem na porção sul da área da concessão de lavra, onde as formações superficiais são pouco espessas ou inexistentes, podendo apresentar pedregosidade e afloramentos rochosos. Há predomínio de enxurradas e do escoamento superficial concentrado, que provocam a

remoção total do horizonte A, atingindo diretamente o horizonte B dos solos, com a formação de ravinas e voçorocas. Localmente podem ocorrer rastejamento, escorregamento e desmoronamento. Nesses relevos há um predomínio da morfogênese sobre a pedogênese, caracterizando essas áreas como meios instáveis.

2.1.3 Geologia

A geologia regional de Caxias do Sul é caracterizada pela ocorrência de rochas vulcânicas ácidas e básicas mesozoicas da Formação Serra Geral e por depósitos de sedimentos quaternários (Figura 72).

Os sedimentos quaternários estão representados por depósitos fluviais pouco desenvolvidos ocupando as calhas dos cursos d'água atuais e se constituem de areias e cascalhos. O que se observa na região é a ocorrência predominante dos sedimentos mais grosseiros nas porções de cabeceiras dos rios. A disposição e as características texturais destes depósitos, nos quais estão praticamente ausentes frações finas como argila e silte, refletem as condições de alta energia dos rios que decorrem do elevado gradiente hidráulico dos seus cursos e da sua idade muito recente. Também são frequentes os depósitos de colúvio, principalmente nas porções basais das vertentes, que podem alcançar vários metros de espessura.

O Vulcanismo da Bacia do Paraná, também denominado Formação Serra Geral, constitui uma pilha de rochas basálticas, dominantes, riolíticas de idade cretácea (138 a 128 milhões de anos), que cobrem uma área aproximada de 1.200.000 km² no Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, Uruguai, Argentina e Paraguai. O Brasil detém aproximadamente 80% da área desta província vulcânica, a qual ocupa por volta de 55% do território do Rio Grande do Sul. A espessura do pacote varia de poucas dezenas de metros, nas bordas da Bacia do Paraná, até 1.800 metros na região de Presidente Prudente, interior de São Paulo, com valor médio de 700 metros. Com isso, o volume estimado desse vulcanitos é da ordem de 850 km³ (ROISENBERG & VIERO, 2000).

A Província Vulcânica da Bacia do Paraná apresenta uma compartimentação litoquímica marcada pela ocorrência de basaltos enriquecidos em titânio, elementos incompatíveis e na razão isotópica $^{87}Sr/^{86}Sr$ na sua porção setentrional, ao norte do Lineamento do Rio Piquiri, denominados Basaltos Alto Titânio, e basaltos empobrecidos nestes mesmos constituintes na porção meridional, ao sul do Lineamento do Rio Uruguai,

denominados Basaltos Baixo Titânio. Entre os lineamentos citados, ocorrem vulcanitos com características químicas intermediárias, denominados Basaltos Transicionais.

Na região Sul da Bacia, associados aos Basaltos Baixo Titânio são registradas vulcânicas ácidas de composição riolítica e dacítica e natureza ignimbrítica. A estratigrafia desta sequência de rochas vulcânicas básicas e ácidas é marcada pela ocorrência exclusiva de basaltos na metade inferior da pilha e pela intercalação entre ambas na metade superior, com predomínio das diferenciadas ácidas. A sequência diferenciada ácida apresenta a maior espessura na região da Serra Gaúcha e Catarinense, onde pode atingir, em alguns locais, mais de 600 metros.

Os derrames básicos apresentam espessuras médias da ordem de 20 metros, extensões laterais de poucos quilômetros e pela ocorrência de disjunções tabulares na base e topo dos derrames e colunares na zona central.

Nas porções de topo, aparece uma zona vesicular/amigdalar bem desenvolvida na maioria dos derrames, onde as vesículas e amígdalas apresentam diâmetros variáveis de poucos milímetros a mais de um metro, sendo o preenchimento composto por variedades de quartzo, zeolitas, calcita, argilominerais, celadonita e outros menos abundantes.

Do ponto de vista petrográfico, os basaltos apresentam textura predominantemente afanítica e afírica, com microcristais de plagioclásio ripiforme, augita, pigeonita, magnetita e apatita, além de quartzo e feldspato potássico com intercrescimento micrográfico no resíduo de cristalização. Por vezes, o resíduo de cristalização apresenta caráter vítreo.

A ação dos processos intempéricos sobre os basaltos gera diversas assembleias de alteração que resultam em cores variadas, sendo predominantes os tons de vermelho, verde e castanho amarelado. Quando inalteradas, as rochas básicas têm cores entre o cinza médio e o preto, sendo os tons mais escuros associados aos litotipos de grão mais fino.

A sequência ácida no Rio Grande do Sul é constituída por unidades piroclásticas que apresentam maior espessura, com até 50 metros, e maior extensão lateral que os derrames básicos, podendo atingir centenas de quilômetros quadrados de área (ROISENBERG & VIERO, 2000). A natureza piroclástica das erupções resulta no desenvolvimento de disjunções tabulares perfeitas em todo o perfil das unidades, desde a base até o topo. São comuns também feições de fluxo contorcido que resultam do movimento do material piroclástico na superfície do terreno após o assentamento. Esse

fluxo pós-deposicional do material piroclástico permite caracterizar esses ignimbritos como reo-ignimbritos.

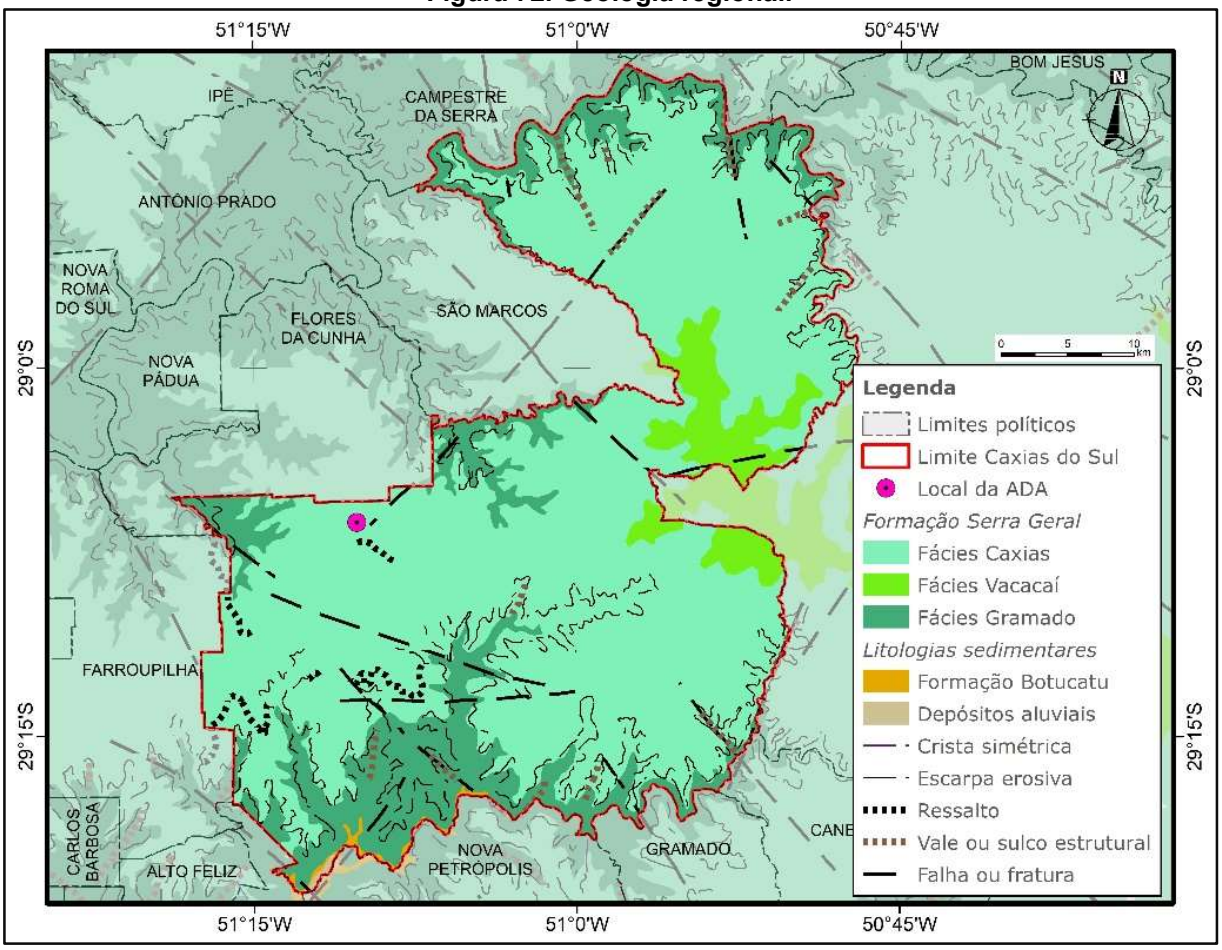
A natureza ácida dos magmas progenitores, que provoca forte inibição na nucleação de minerais, favorece a formação de vidro vulcânico, o que é observado com muita frequência na base das unidades. As porções basais vítreas alcançam, por vezes, mais de 5 metros de espessura.

Os caracteres petrográficos dessas rochas vulcânicas são marcados pelas texturas afírica, afanítica e vitrofírica dominantes, com microcristais de plagioclásio e sanidina ripiformes, augita, pigeonita, ortopiroxênio, magnetita e apatita. A ação de processos intempéricos com maior intensidade ao longo de planos de cisalhamento, que decorrem do fluxo magmático, resulta na intercalação de bandas vermelhas, alteradas, e pretas, inalteradas, em grande parte das rochas ácidas.

A estruturação da Bacia do Paraná tem sido objeto de muitos estudos visando principalmente à prospecção de hidrocarbonetos, lançando mão de técnicas de sensoriamento remoto, levantamentos geofísicos e de geologia estrutural. Zalánet et. al. (1990) em uma abordagem sobre a evolução geológica da Bacia do Paraná descreve regionalmente seu arranjo estrutural. A Figura 72 ilustra os principais elementos tectônicos da Bacia do Paraná que apresenta um marcante padrão de feições lineares que se cruzam. Tais feições podem ser divididas em três grupos de acordo com suas orientações (NW-SE, NE-SW e E-W). As direções NW-SE e NE-SW são as orientações mais importantes e podem representar falhas simples ou zonas de falhas extensas, com centenas de quilômetros de comprimento e algumas poucas dezenas de quilômetros de largura. São zonas de fraqueza antigas que foram recorrentemente ativas durante o processo de evolução da bacia (Zalán et. al. Op. cit). Os trendes NW e NE ocorrem em toda a Bacia, existindo também um terceiro grupo de orientação EW. Segundo Zalánet et. al. (1990), o padrão estrutural de cada um dos grupos é distinto porque as falhas de orientação NW foram fortemente reativadas durante o quebramento de idade Juro-Cretáceo, o que não ocorreu com as falhas de direção NE.

A foto interpretação realizada revelou na área de estudo as seguintes direções regionais de maior importância das morfo-estruturas: N 30-45° E, N 45-50° E, N 75-80° E, N 40-50° W, EW e NS0.

Figura 72. Geologia regional.



Fonte: Garden Projetos (2019) adaptado de IBGE (2017).

2.1.3.1 Geologia local

De acordo com o mapa Geológico do IBGE de 2003, Folha Caxias do Sul SH.22-V-D as rochas que ocorrem no local são compostas por uma sequência de rochas ácidas constituídas por riolitos felsíticos, riodacitos felsíticos, dacitos felsíticos e seus correspondentes termos vítreos. Ocasionalmente podem ocorrer lentes e camadas de arenito eólico intertrápico.

De acordo com o mapa geológico do Rio Grande do Sul - CPRM, o empreendimento está localizado na Formação Serra Geral, Fácies Caxias, que consiste em derrames de composição intermediária à ácida, riodacitos a riolitos, mesocráticos, microgranulares a vitrofíricos, textura esferulítica comum (tipo Carijó), forte disjunção tabular nos topos do derrame e maciço na porção central, dobras de fluxo e autobrechas frequentes, vesículas preenchidas dominantemente por calcedônia e ágata, fonte das mineralizações da região.

Em perfis levantados em taludes na área de estudo, permitiu-se uma descrição de geologia, são rochas vulcânicas de composição ácida, de cor cinza claro (leucocrática), com textura fanerítica de granulação fina com fraturas medianas.

A textura da rocha é equigranular o tamanho de grão varia de 1 mm a 5 mm, é uma rocha formada principalmente por plagioclásio e piroxênio na sua constituição mineralógica. As rochas foram caracterizadas a partir de seus aspectos macroscópicos e estruturais em afloramentos das frentes de lavra e testemunhos de sondagens.

Na área da Mina da Maestra foram observadas, na zona intermediária e superior, essencialmente litologias pertencentes ao grupo de rochas vulcânicas de composição diferenciada ácidas representadas por riodacitos. Na Zona Basal são encontradas as litologias típicas desta unidade.

Porção superior

É caracterizada pela extensiva presença de vesículas e por estruturas horizontais de fraturamento. A lava, ao ser expelida, vem carregada de gases que migram para a superfície durante o escoamento, formando bolhas bolsões de gases aprisionados (espaços vazios denominados de vesículas). Durante ou após a solidificação da lava, emanações líquidas e gasosas provenientes do interior do derrame passam a cristalizar minerais secundários e de várias composições geoquímicas conforme a disponibilidade de sílica para sua cristalização no interior das vesículas.

Como esta porção está mais exposta à ação da atmosfera, adquire coloração avermelhada pela oxidação dos minerais de ferro presentes na lava. É uma estruturação importante que ocorre na área é a proeminente disjunção horizontal, comum em rochas vulcânicas ácidas.

Porção central

Devido ao resfriamento mais lento, dá origem a rochas compactas, chamadas de basaltos maciços. Durante a solidificação desenvolve-se um sistema subvertical de fraturas, chamadas de disjunção colunar, que dividem a rocha em colunas verticais.

Porção basal

Por estar em contato direto com a superfície de fluxo, resfria-se de maneira mais rápida, provocando um fraturamento, bem como uma subdivisão laminar horizontal. Este fraturamento pode ser observado no plano inferior da Mina da Maestra onde ocorre uma

belíssima exposição de alteração química da rocha, em forma de esfoliação esferoidal do basalto, controlada pelos planos de fratura. Derrames mais jovens que ficaram preservados por sua zona basal.

Figura 73. Exposição de zona basal de derrame constituído por vitrófiros e brechas de fluxo.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 74. Aspecto colunar típico da porção intermediária de derrame vulcânico.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.1.3.2 Caracterização das unidades litoestratigráficas

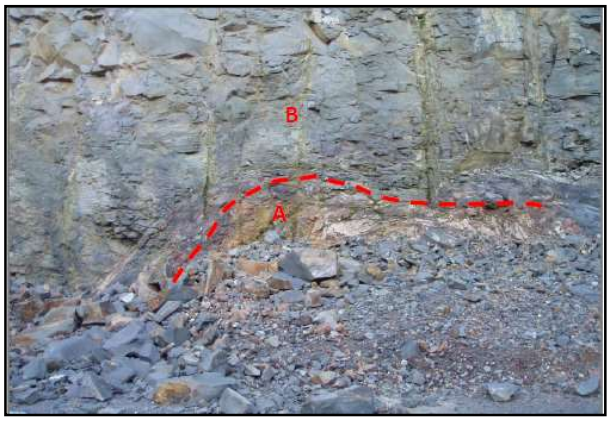
Apesar da difícil distinção do número de derrames componentes de uma sequência efusiva ácida, em função da inexistência de um perfil típico semelhante àqueles das efusivas básicas, os trabalhos de mapeamento geológico permitiram a separação lito-estratigráfica de 2 (duas) unidades vulcânicas, denominadas na área da mina de UvA e UvB.

De uma maneira geral, o empilhamento da sequência vulcânica e suas estruturas características puderam definir níveis diferenciados, os quais serão comentados a seguir.

Unidade Vulcânica – UvA

Esta unidade litológica, definida a partir dos testemunhos das sondagens rotativas abaixo da cota média 745 metros, está associada a um topo de derrame vulcânico.

Figura 75. Contato das unidades vulcânicas A e B.



Fonte: Garden Projetos (2019).

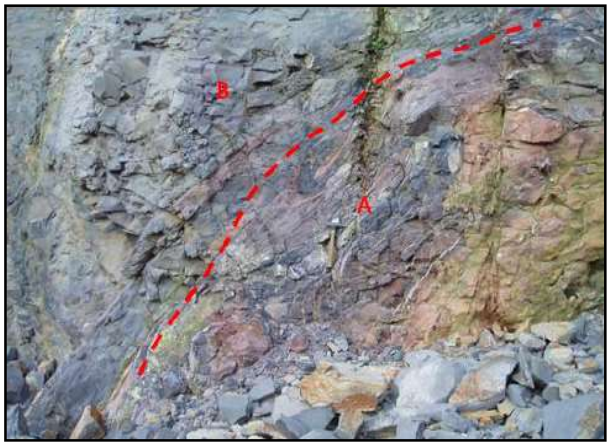
Figura 76. Contato das unidades vulcânicas.



Fonte: Garden Projetos (2019).

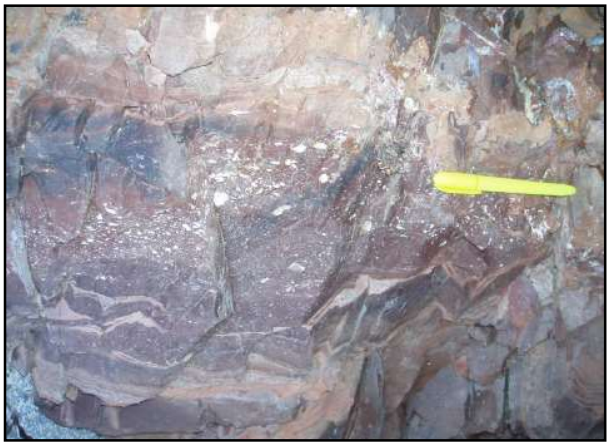
A partir da interpretação de perfis geofísicos, verificou-se que esta unidade localmente apresenta configuração irregular, sendo mais espessa na porção oeste da área da Mina da Maestra e diminuindo de espessura na sua porção leste-nordeste. Apresenta uma diversidade de estruturas, todas ligadas a processos de fluxo vulcânico. À medida que se aproximam do topo, as estruturas assumem um padrão ondulado, que configuram, em escala de afloramento, estruturas de fluxo da lavra com formato de dobras de pequena amplitude, podendo inclusive apresentar atitude subvertical (Figura 77). A Unidade Vulcânica A (UvA) está representada na área de lavra, em sua porção superior, por um nível de uma rocha vítreo vesicular/amigdaloidal tipo chocolate, que possui coloração avermelhada, gradando para alaranjada e cinza escuro, com amígdalas de tamanhos subcentimétricos, preenchidas por minerais secundários como quartzo e calcedônia.

Figura 77. Atitude subvertical das estruturas em uma das frentes de lavra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 78. Rocha vítrea vesicular/amigdaloidal.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Também ocorre a presença de brechas (autoclásticas), fortemente marcadas por estruturas de fluxo, possivelmente geradas pelo movimento de uma massa vulcânica viscosa que engloba parte do material já extravasado à superfície, total ou parcialmente solidificado.

As brechas são constituídas por fragmentos angulosos de material vacuolar de coloração amarelada a levemente avermelhada, apresentando ocasionalmente bordas corroídos, imersos em uma matriz vulcânica afanítica e de coloração vermelho amarronzado escuro. É comum observar corpos lenticulares de rochas holohialinas, de coloração negra, fratura conchoidal e brilho de piche (*pichestones*), intercaladas às variedades hipohialinas.

Estas rochas apresentam feições que foram desenvolvidas durante o escoamento da lava, materializadas pela textura fluidal ou textura de fluxo, que deu origem a um bandamento laminar, de espessuras milimétricas a centimétricas, de colorações em tons avermelhados, alaranjados, amarelados e cinza-arroxeados.

Figura 79. Textura fluidal que dá origem a um bandamento laminar.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 80. Fortes dobramentos muito apertados, que podem ser comparados às dobras das rochas.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Nas zonas de máximo soldamento e estiramento do bandamento laminar existem fortes dobramentos muito apertados, que podem ser comparados por sua forma e tamanho às dobras isoclinais e ptigmáticas das rochas metamórficas (Figura 80). Estes dobramentos variam desde poucos milímetros até centímetros, podendo, não raro, alcançar o metro.

Cabe observar que as características heterogêneas das rochas que compõe a unidade UvA, são em parte restritivas ao seu aproveitamento para produção de

agregados, o que consequentemente veio importar na necessidade de que a projeção do avanço de lavra da mina fosse projetado para que as frentes avancem no plano horizontal, já que no plano vertical (rebaixamento das cavas) existe tal limitação.

Unidade Vulcânica B (UvB)

A Unidade Vulcânica B, definida acima da cota média 745 metros está presente ao longo de toda a área, aflorando nas várias frentes de lavra. É mais homogênea, correspondendo a uma região de resfriamento e compactação do corpo magmático sem demonstrar evidências acentuadas de fluxo, sendo caracterizada predominantemente por rochas de natureza riodacítica.

Esta unidade é aquela onde a rocha apresenta caraterísticas mais apropriadas para ser transformada em agregados.

Figura 81. Unidade Vulcânica B (UvB) em uma das frentes de lavra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 82. Aspecto da rocha na Unidade Vulcânica B (UvB).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 83. Aspecto da rocha na Unidade Vulcânica B (UvB).



Fonte: Garden Projetos (2019).

O diaclasamento ou fraturamento são estruturas característica desse domínio, sendo representado por juntas de atitude vertical, contínuas, com espaçamento horizontal entre 1 metro e 2 metros.

Na base da Unidade Vulcânica B, localmente ocorre um nível de rocha riolítica vitrificada, de coloração avermelhada, textura afanítica, brilho resinoso e fratura subconchoidal (Figura 84).

Acima deste nível riolítico é comum um persistente bandamento ígneo, onde bandas de coloração cinza clara alternam-se a outras de coloração escura. As claras têm cerca de 2 cm de espessura, composição quartzo-feldspática e mostram maior grau de cristalinidade em comparação com as bandas escuras, que, por sua vez, exibem coloração cinza escuro e natureza hipohialina. Esse bandamento, via de regra, apresenta atitude horizontal e se caracteriza pela continuidade lateral.

Figura 84. Rocha riolítica vitrificada, de coloração avermelhada.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 85. Bandamento de origem vulcânica.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Em direção ao topo às rochas assumem uma textura holocristalina afanítica, e possuem colorações em tons cinza médio a cinza avermelhado. Localmente, algumas porções mais grosseiras exibem pontuações esbranquiçadas de espessuras milimétricas, consagrada na literatura como textura “carijó”.

2.1.3.3 Contexto Tectonoestrutural

Evolução Tectônica

Após as manifestações vulcânicos, em função do resfriamento e acomodação mecânica do platô basáltico, ocorreram ajustes flexurais negativos na região central da Bacia do Paraná. E subsidência também gerou a reativação intraplaca de descontinuidades crustais SW-NE do substrato gerando o alongamento de grabens

transtensivos a unidade mais antiga do registro da bacia. De acordo com Milani (2002) esta subsidência intracratônica aconteceu unicamente devido à carga dos basaltos Serra Geral tendo acomodado o próprio platô vulcânico.

Em toda a Bacia do Paraná, (ZALÁN *et al.,* 1991), dois estilos estruturais principais estão presentes: deformações associadas a intrusões ígneas e deformações associadas a reativações de elementos tectônicos lineares com direção NE e NW.

O arcabouço estrutural da bacia (ZALÁN *et al.,*1990), mostra que os elementos de direção NW-SE são caracterizados por zonas retilíneas com concentração de falhas e diques, formando extensas zonas de falhas. A origem dessas estruturas ainda não está clara. Para os autores citados, há evidências que indicam que estes lineamentos são, no mínimo, mais antigos que os lineamentos de direção NE-SW, de idade Brasiliana.

Na região da mina é possível observar lineamentos estruturais nordeste e noroeste, herdados de linhas de fraqueza do embasamento. A atividade tectônica está basicamente restrita às reativações de falhamentos do substrato.

Os principais lineamentos regionais observáveis mostram um marcante padrão de feições que podem ser divididas em quatro grupos, de acordo com suas orientações (NE-SW, NW-SE, N-S e EW). As duas mais importantes são as orientações NE-SW e NW-SE, enquanto que as orientações N-S e E-W, ocorrem secundariamente.

Caracterização Estrutural

A avaliação estrutural foi conduzida em duas escalas de abordagem que se complementaram. A primeira abordagem compreendeu a área de lavra estudada dentro de um contexto regional, utilizando-se mapas, cartas, imagens de satélite e lançando mão de modelos previamente conhecidos.

A segunda escala de abordagem e mais importante, partiu de uma caracterização pontual das estruturas realizada por levantamento no local em setores específicos de interesse. Dentro deste princípio o estudo enfocou principalmente a geometria da estrutura e cinemática do maciço rochoso.

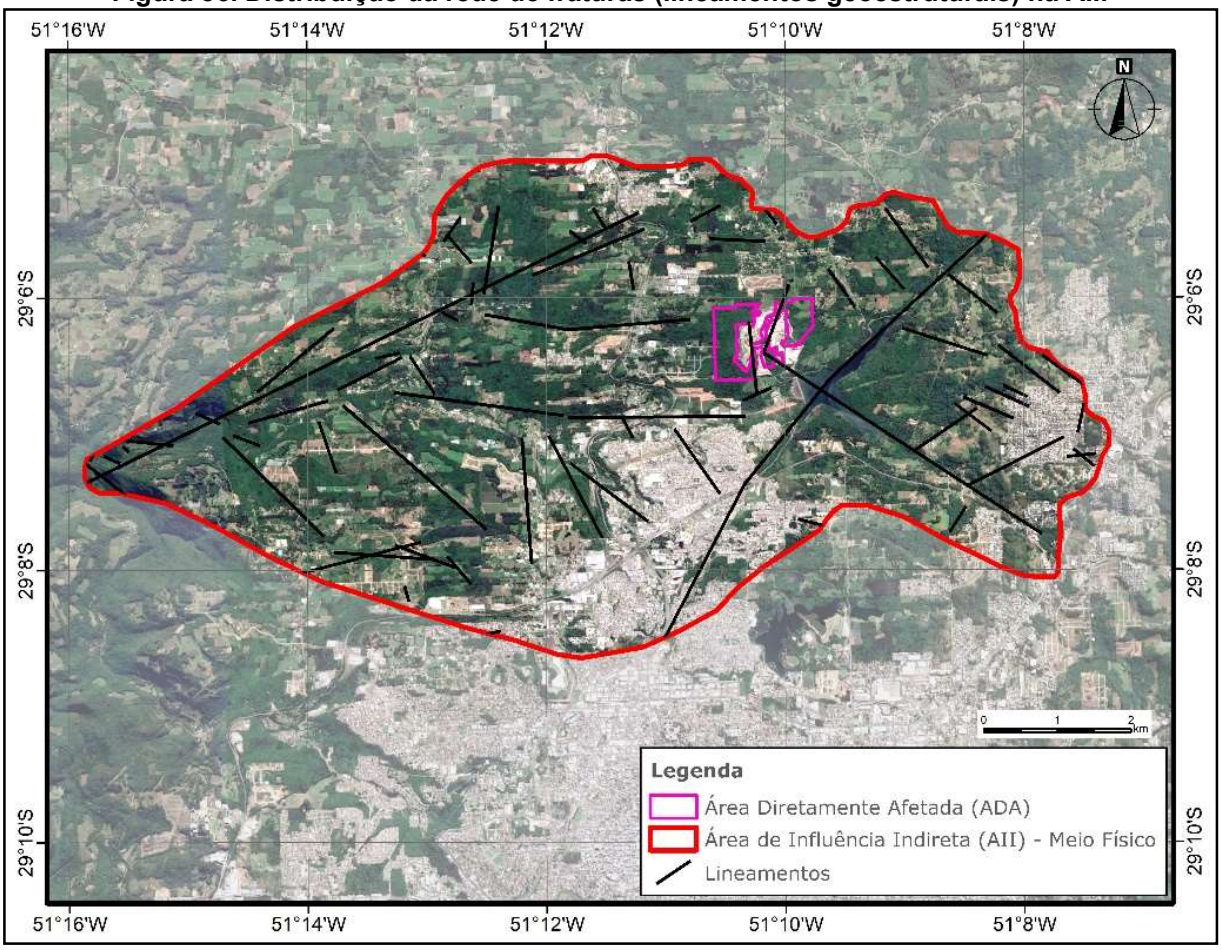
Estruturas Regionais

Na região de Caxias do Sul a partir de levantamento da disposição dos lineamentos foram identificados ao todo 34 estruturas (Figura 86). A representação dos dados foi gerada em diagrama de rosetas no programa Dips v.5.1. A partir do tratamento

dos dados identificou-se que a rede de lineamentos geoestruturais possui orientações principais nas direções NE-SW, E-W e NWSE (

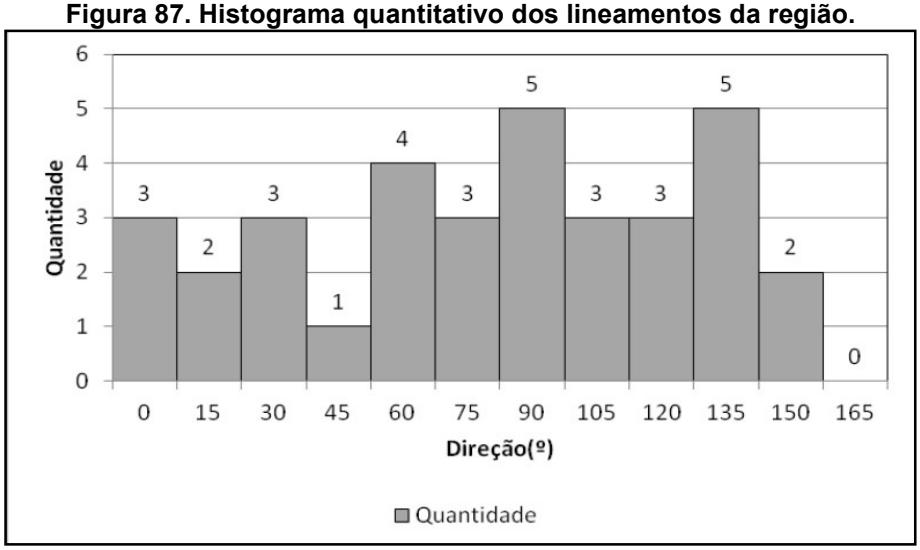
Figura **87** e Figura 88). Especificamente na área de abrangência do empreendimento as orientações predominantes estão dispostas nas direções NE-SW e NW-SE.

Figura 86. Distribuição da rede de fraturas (lineamentos geoestruturais) na AII.



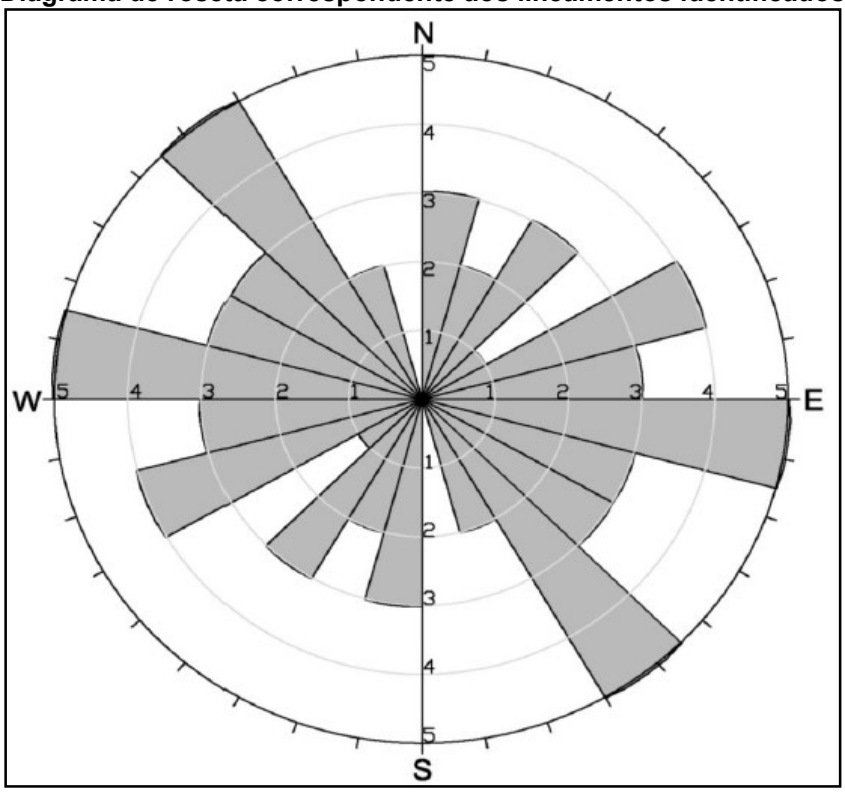
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 87. Histograma quantitativo dos lineamentos da região.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 88. Diagrama de roseta correspondente aos lineamentos identificados na região.



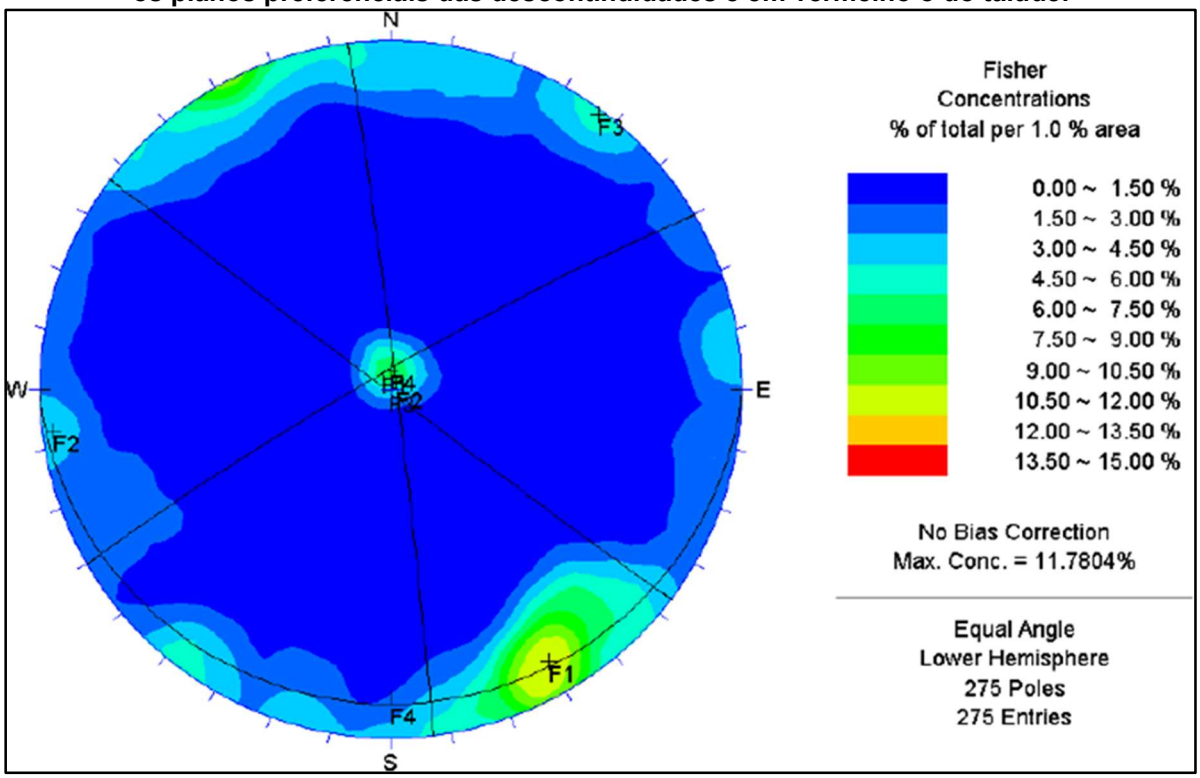
Fonte: Garden Projetos (2019).

Estruturas Locais

Ao longo da porção ocidental das áreas de avanço de lavra foi realizado levantamento sistemático de elementos estruturas através do Método Clar para o registro das atitudes. O conjunto de dados obtidos foi de 275 registros, relacionados a estruturas tectônicas do tipo juntas e fraturas.

A representação espacial das relações entre as atitudes das estruturas geológicas presentes no maciço e as atitudes dos taludes foi representada em estereogramas de Schmidt-Lambert, através do programa DIPS versão 5.1. O estereograma com as curvas de isofrequências juntamente com o traçado dos planos preferenciais das famílias de descontinuidades previamente definidas é apresentado na Figura 89.

Figura 89. Diagrama Schmidt-Lambert estatístico de polos e das atitudes preferências das famílias de juntas e de todos planos das faces dos taludes avaliados. Os planos de cor preta são os planos preferenciais das descontinuidades e em vermelho o do talude.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A partir do tratamento estatístico integrado de todas as orientações estruturais das descontinuidades foram definidas quatro famílias preferenciais de juntas sendo três famílias com ângulos de mergulho subverticais e uma delas subhorizontal. A relação das atitudes dos planos principais das Famílias de juntas está contida no Quadro 11.

Quadro 11. Relação dos planos das atitudes das famílias das descontinuidades.

Identificação	Ângulo de mergulho/sentido de mergulho	Direção do plano/ângulo de mergulho	Número de Atitudes
F1	84/330	150/84	134
F2	88/263	083/88	40
F3	89/037	217/89	54
F4	06/180	360/06	47

Fonte: Garden Projetos (2019).

Cabe observar que através do reconhecimento das famílias das descontinuidades, estão sendo adotados procedimentos que orientam tanto a forma de desmonte adotada em cada frente de lavra, bem como, foi possível avaliar as áreas com potencial de risco decorrente das características estruturais do maciço em exploração.

Ensaios tecnológicos

Os ensaios de laboratório foram executados em amostras de agregados beneficiados na unidade de britagem da Mina da Maestra encaminhadas para os Laboratório de Materiais e Estruturas (LAME) da Universidade Federal do Paraná e CIENTEC.

As normas aplicadas para elaboração dos ensaios observaram a ABNT e ASTM.

Quadro 12. Guia para avaliação de qualidade de agregados baseado em resultados de ensaio de laboratório adaptado de Verhoef e Van De Wall (1998) e IPT (1980).

Ensaio (índice)	Unidade	Excelente (peso 3)	Bom (peso 2)	Razoável (peso 1)	Ruim
Massa específica seca	g/cm³	> 2,9	2,6 – 2,9	2,3 – 2,6	< 2,3
Absorção d'água	%	< 0,5	0,5 – 2,0	2,0 – 6,0	> 6,0
Porosidade	%	< 2	2 – 3	3 – 4	> 4
Resistência a compressão simples	MPa	> 200	100 – 200	50 – 100	< 50
Resistência a abrasão Los Angeles	%	< 40	40 – 45	45 – 50	> 50

Quadro 13. Resultados dos ensaios.

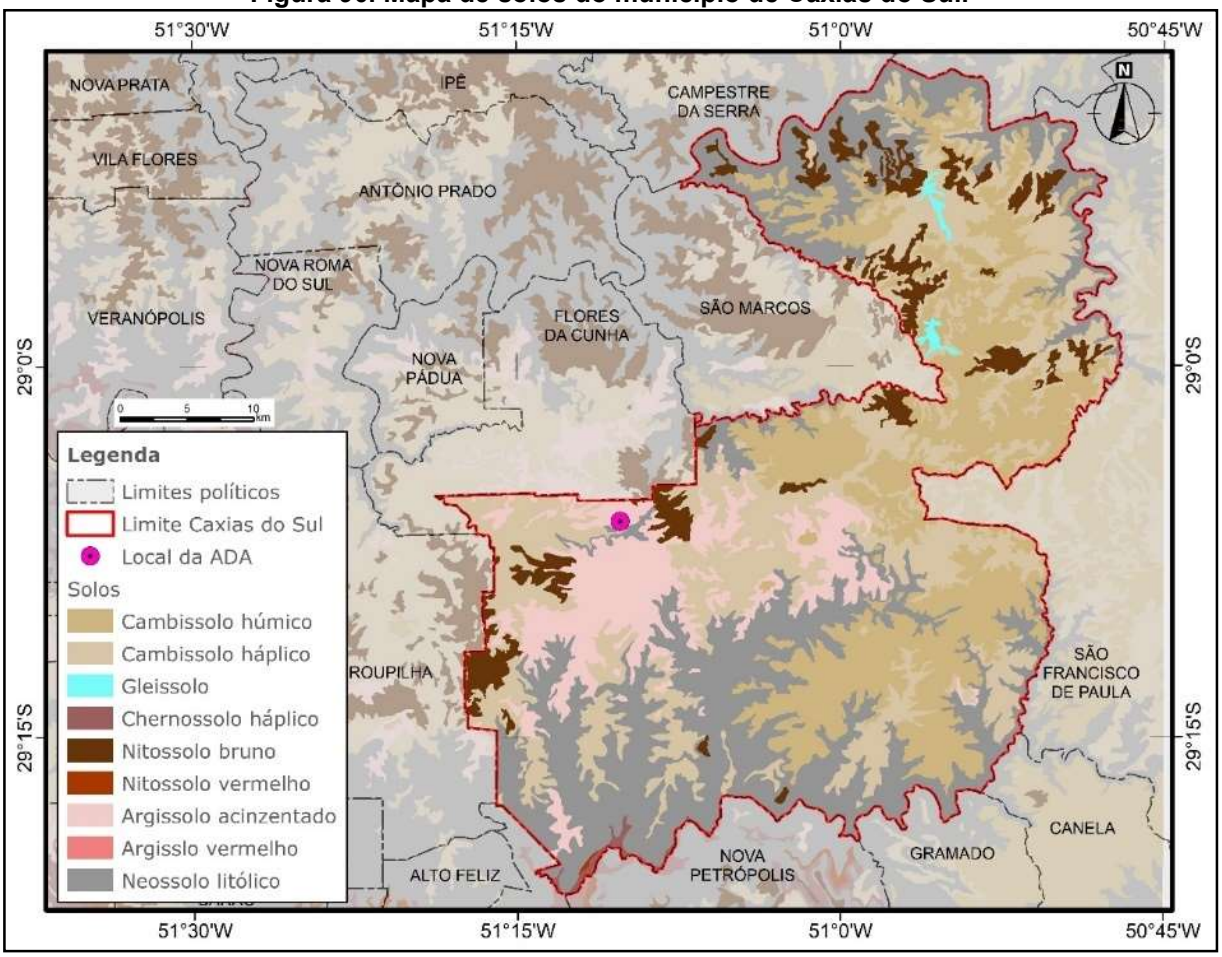
Ensaio (índice)	Unidade	Resultado	
Massa específica seca	g/cm³	2,6 – 2,7	Bom
Absorção d'água	%	0,9	Bom
Porosidade	%	1,6	Excelente
Resistência a compressão simples	MPa	105 – 134	Bom
Resistência a abrasão Los Angeles	%	15 – 21	Excelente

Cabe observar que amostras encaminhadas a estes laboratórios se referem a agregados produzidos pelo beneficiamento de rocha extraída da Unidade Vulcânica (UvB). Conclui-se através dos dados sintetizados nesta breve caracterização geológica encaminhada neste PCA, que o meio geológico onde Mina da Maestra está inserida, impõe que o planejamento das frentes de lavra ativas neste momento contemple o seu avanço horizontal principalmente para Oeste e Norte, considerado que o aprofundamento das cavas está limitado a presença da Unidade Vulcânica A (UvA), a qual não apresenta qualidade para ser explorada visando a produção de agregados.

2.1.4 Solos

Levando em consideração o Mapeamento Semi-detalhado de Solos do Município de Caxias do Sul o solo encontrado no local é identificado como PACd1 que corresponde a Associação ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico típico textura muito argilosa, relevo suave ondulado + CAMBIOSSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico textura argilosa, relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico chernossólico, textura média, fase pedregosa e relevo ondulado (Figura 90).

Figura 90. Mapa de solos do município de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019) adaptado de Flores (2007).

Os Neossolos Litólicos são solos rasos a muito rasos, bem drenados, de textura média com sequência de horizontes A-R, podendo apresentar saturação por bases baixa ou alta. Apresentam um baixo teor de carbono orgânico no horizonte A e fases pedregosas e rochosas. Ocorrem nas áreas mais dessecadas e íngremes da I.P. Nesta escala de levantamento estão sempre associados a solos das classes dos Cambissolos Háplicos. Esse solo tem coloração que varia de cinza a levemente avermelhado, com

estruturas estratificadas horizontais visíveis. Desenvolvem alterações horizontais e são compostos mineralogicamente por quartzo, plagioclásio, caulinita, cristobalita e hematita, além de argilominerais expansivos como esmectita, ilita e vermiculita. É um solo argilo-siltoso e apresentou uma plasticidade alta, provavelmente devido a ocorrência de argilominerais expansivos.

Classificação e Perfil Tipo

A composição mineralógica de um solo é resultado dos fatores e processos pedogenético saturantes (JENNY, 1941; FANNING & FANNING, 1989; BUOL ET AL., 1997; BREEMEN & BUURMAN, 2002).

Genericamente as diferentes regiões fisiográficas que compõem o Estado do RS, como a Campanha, Planalto Meridional, Depressão Central, Escudo e Litoral, apresentam ambientes que promovem diferentes processos pedogenéticos (BRASIL, 1973; STRECK ET AL., 2002). A área da Mina da Maestra pertence à região fisiográfica denominada Planalto Meridional, onde predominam os Neossolos.

Os Neossolos são classificados como solos pouco desenvolvidos e geralmente pouco profundos, em vias de formação devido à reduzida atuação dos processos pedogenéticos, que pode ser em razão da resistência do material de origem ao intemperismo, condição climática ou geomorfológica que impede ou limita a evolução desses solos, ou pouco tempo de ação dos agentes intempéricos e pedológicos. Geralmente apresentam sequência de horizontes A - C - R ou A - R, podendo apresentar horizonte B, mas sem requisitos para caracterizar qualquer horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2006).

Dois tipos de Neossolos são identificados na região serrana do Rio Grande do Sul: Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos, sendo este último ocorrente na área de estudo.

Conforme descrito na segunda edição do SiBCS (EMBRAPA, 2006), atualmente em vigor, os Neossolos Litólicos são solos com horizonte A ou O hístico que apresentam espessura menor que 40 cm, posicionados sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr, ou ainda sobre material com 90% ou mais de sua massa constituída de fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm. Esses solos apresentam contato lítico dentro de 50 cm da superfície. Os Neossolos Litólicos admitem a presença de um horizonte B em início de formação, desde que este não satisfaça qualquer tipo de horizonte diagnóstico.

Um Perfil Típico deste solo, levantado na área da mina é apresentado no Quadro 14.

Quadro 14. Características de Perfil Tipo de solo localizado na área da Mina da Maestra.

Classificação	Neossolo litólico
Unidade de mapeamento	Caxias
Situação, declive e cobertura perfil	Coletado em barranco, inclinação de 12° em borda de área de vegetação nativa
Litologia	Rocha vulcânica ácida
Material originário	Riodacito
Pedregosidade	Moderadamente pedregosa
Rochosidade	Ligeiramente rochosa
Relevo local	Ondulado
Erosão	Não aparente
Drenagem	Bem drenado
Vegetação associada	Floresta ombrófila mista
Extensão do perfil	Aprox. 3 m
Descrição morfológica	A 0-30/40 cm; solo: 10YR 2/2 (úmida), 10YR 3/205 (seca moída), saprolito: 10YR 7/3,5 (seca moída); franco argilosa; granular, média a pequena; saprolito: extremamente firme, solo: friável, ligeiramente pegajosa e não plástica; transição gradual irregular. RCr1 30/40-85 cm; solo: 10 YR 2/2 (úmida), 10YR 3/1,5 (seca moída), saprolito: 10YR 7/3,5 (seca moída); franco argilosa; sem estrutura. Granular, média a pequena, blocos angulares, média a pequena (em menor quantidade); saprolito: extremamente firme, solo: friável: ligeiramente pegajosa e não plástica; transição gradual e irregular. RCr2 85-280 cm; saprolito: 10YR 7/3 (úmida), 10 YR 7,5/3 (seca moída); saprollito extremamente firme. R >280 – rocha alterada.

Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 91. Corte com os solos da área de estudo.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 92. Corte com os solos no acesso da área de mineração Mina da Maestra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 93. Corte com os solos da área de estudo na área de Mineração da Mina.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Estes solos foram classificados pelo Ministério da Agricultura (1973), como Unidade Caxias, a qual apresenta as seguintes características químicas, aptidão agrícola e uso potencial:

Características Químicas

Quimicamente são solos com elevados teores de alumínio trocável (em média 4,5 mE/100g) e com altos valores de capacidade de troca catiônica (acima de 10 mg E/100g). A saturação de bases é baixa (cerca de 30%). Os teores de matéria orgânica são médios em torno de 3 % no horizonte superficial. A soma de bases apresenta valores médios no horizonte A (cerca de 5,5mE/100g) e muito baixa no resto do perfil. Igualmente no horizonte A, ocorrem teores médios de cálcio e bom de potássio, com valores baixos nos outros horizontes. Os teores de fósforo são baixos e não ultrapassam 5 mg/L no horizonte A.

Aptidão Agrícola e Uso Potencial

Devido à elevada acidez associada a uma baixa saturação e soma de bases e um elevado teor de alumínio trocável, estes solos apresentam elevada limitação ao uso agrícola. O relevo ondulado deixa estes solos bastante propensos aos processos erosivos e os limitam, com relação a sua potencialidade ao uso, a culturas de utilização extensiva do solo ou cultivos que preferencialmente não exijam a sua mobilização mecânica.

Esses solos não apresentam problemas de falta de água para as plantas, pois ocorrem numa região com elevada precipitação. A falta de ar é nula, pois são solos bem drenados.

Sob o aspecto de ocupação, na área de influência da mina, principalmente a norte e noroeste, existem ainda pequenas propriedades que trabalham com fruticultura e silvicultura.

2.1.5 Geotecnia

Predisposição à erosão

Quanto a potencialidade do desenvolvimento de mecanismos de erosão hídrica significativa, consideram-se como fontes de energia a ação das gotas de chuva e atuação dos processos hidrológicos de superfície e subsuperfície. A essas duas fontes se contrapões a resistência que oferecem o solo e a vegetação à atuação dos processos erosivos.

Os solos possuem diferentes vulnerabilidades à erosão, a qual depende diretamente de características como a textura, a estrutura, a consistência, conteúdo de matéria orgânica, desenvolvimento do perfil de solo, etc. A textura é uma das mais

importantes, devido à estreita relação com as propriedades de coesão do solo, estabilidade dos agregados, assim como a permeabilidade. O domínio das frações areia fina e silte, por exemplo, favorece uma maior erodibilidade, enquanto elevados percentuais de areia grossa permitem uma maior permeabilidade e, portanto, menor erodibilidade.

De um modo geral, os solos que apresentam percentuais elevados de argila possuem uma boa coesão e uma apreciável estabilidade estrutural, ainda que existem diferenças no que diz respeito a essas propriedades, para argilas de estruturas 1:1 e 2:1. É importante a avaliação desse conjunto de características e propriedades e sua relação com a capacidade de infiltração do solo, uma das condições determinantes do processo erosivo.

As propriedades de solo que definem a suscetibilidade a ser erodido devem ser analisados do ponto de vista dos mecanismos erosivos, considerando: aquelas que afetam direta e indiretamente a resistência à fragmentação e dispersão por salpico; aqueles referentes ao potencial de infiltração; e aquelas que caracterizam a resistência do solo a ser transportado pelos fluxos.

Os solos existentes na ADA do empreendimento apontam uma homogeneidade quanto à sua composição e classificação. O principal condicionante quanto à susceptibilidade à erosão nos solos da ADA é a declividade do terreno. A PRANCHA 08B ilustra as faixas de declividades existentes, estando estas diretamente relacionadas ao potencial de erosão do solo. Onde o terreno apresenta maior declividade, maior a energia imbuída ao escoamento superficial e maior é o potencial erosivo.

Pode-se observar que, excetuando-se áreas de taludes artificiais em rocha, caracterizados por declividades acima de 100%; as áreas mais suscetíveis tendem a se localizar ao longo dos arroios da ADA. Estas porções do terreno declivosas nas feições de talvegue apresentam maior potencial erosivo quando descobertas de sus matriz vegetal.

Uma vez descoberta a vegetação, a tendência é que haja carreamento de material para dentro da cava, caso o solo se mantenha exposto o solo.

Aspectos Geotécnicos

Os aspectos geotectônicos de uma região compreendem o estudo das estruturas e deformações da crosta terrestre onde se inserem os movimentos e processos deformativos que se originaram no interior da Terra.

Como instrumento para analisar a geotécnica regional e local, foi utilizado o mapa Geológico da CPRM de 2010 (Figura 72) onde estão marcadas as linhas de fraturas, de falhas e falhas inferidas mapeadas na região.

Com base neste mapa geológico foram verificadas apenas linhas de fraturas que passam a oeste do empreendimento, sendo que as mesmas apresentam direção preferencial NW/SE. Ocorrem também linhas a leste da área de estudo, advindas do centro de Caxias do Sul passando no Arroio Maestra, com direção preferencial de SW/NE sendo que nenhuma se encontra na área do empreendimento.

As estruturas geológicas encontradas na região foram formadas a partir do resfriamento em superfície dos sucessivos derrames basálticos, por isso são comuns linhas de fraturas e fissuras de pequeno porte. Por outro lado, dobras e deformações, são quase inexistentes devido ao basalto ser uma rocha ígnea extrusiva que tem um comportamento rúptil.

A área do empreendimento não sofre influência do sistema estrutural regional, por apresentar-se em local sem a presença de fraturas e fissuras definidas, contudo, estas podem ocorrer mesmo que não mapeadas, no entanto, tão diminutas que não afetam a área de interesse.

Ao considerar os principais fatores que podem causar instabilidade geotécnica com relevo íngreme, camada de solo espessa e argilosa e embasamento rochoso impermeável, pode-se afirmar que a área do futuro empreendimento não apresenta riscos de instabilidade geotécnica.

O relevo e a camada de solo de composição argilosa são pouco profundos e o embasamento rochoso apresenta fraturas (fraturamento primários) o que permite o escoamento das águas meteóricas, como a possibilidade de infiltração e carreamento das águas, além de não haver forma da superfície de escorregamento entre a camada de solo (pouco profunda) e a rocha proporcionando estabilidade ao local.

2.1.5.1 Análise de estabilidade de talude para solos na área de estudo

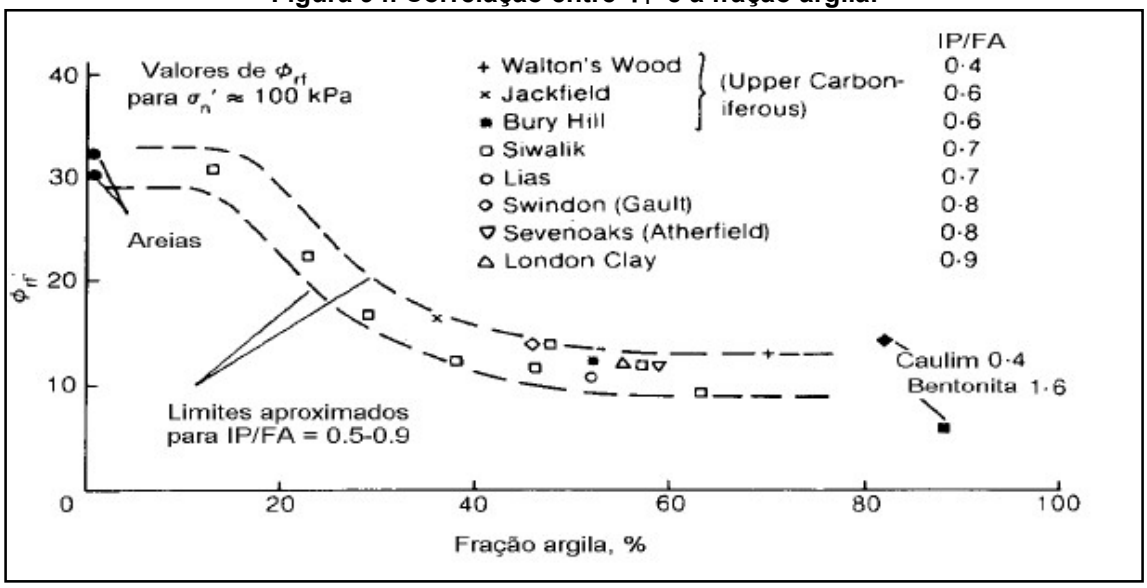
Para segurança e eficiência dos futuros projetos, foram calculados os ângulos preferenciais para os taludes do futuro empreendimento para não ocorrer nenhum caso de desmoronamento, movimentos de massa naturais ou não na área de estudo, tendo como base um novo estudo de estabilidade em solos, conforme ANEXO 25.

Esses são modelos do que será utilizada no futuro empreendimento considerando todos os índices indispensáveis como tipo de solos, presença de seixos

de rocha, água infiltrada, resistência ao cisalhamento, atitude, falhas, entre outros fatores estudando cada caso separadamente.

Conforme consultado na bibliografia existente, ensaios de cisalhamento direto realizados por Pinheiro et. al. (2001) indicam que solos da Formação da Serra Geral apresentam $0 < c' < 21$ kPa e $32° < \Phi < 54°$ como parâmetros de resistência ao cisalhamento de pico. Estes valores caem para $c_r = 0$ e $\Phi_r = 17°$ como parâmetros de resistência ao cisalhamento residual (obtidos com o ensaio *ringshear*).

Figura 94. Correlação entre Φ_r' e a fração argila.



Fonte: Garden Projetos (2019) modificado de Skempton (1985).

Conforme trabalhos acadêmicos realizados com solos próximos à região da serra e conforme ensaio realizado e apenso ao ANEXO 25, obtiveram-se a análise granulométrica.

Quadro 15. Análise granulométrica do solo.

Amostra		Argila (%)	Silte (%)	Areia fina (%)	Areia média	Areia grossa (%)	Pedregulho (%)
470	c/D	45	42	7	4	2	-
	s/D	0	72	10	10	2	-

Fonte: Perazzolo (2003).

Dessa forma, como se pode notar na região de estudo, verifica-se a existências de solos com frações granulométricas variadas, mas são semelhantes à análise apresentada no Quadro 16.

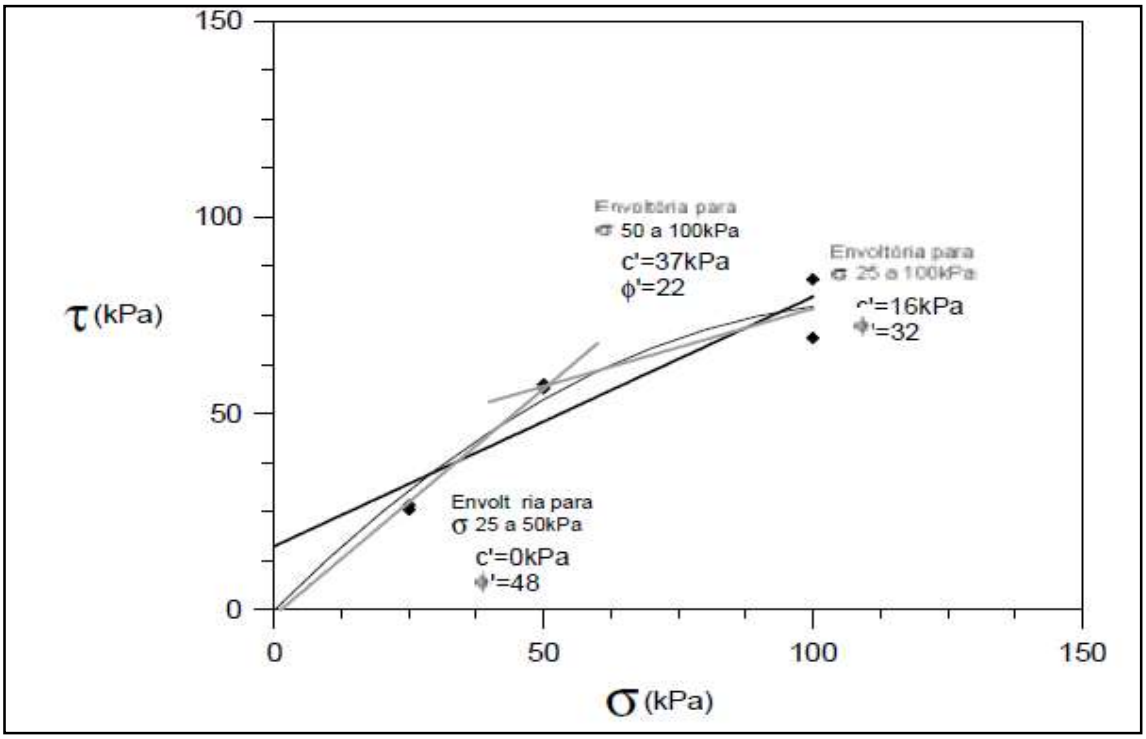
Quadro 16. Análise granulométrica do solo tipo Neossolo.

Material de Origem	Frações Granulométricas		
Basalto	Areia	Silte	Argila
	4	60	36

Fonte: Garden Projetos (2019).

Foram considerados para esse trabalho os resultados obtidos somente até tensões de 100 kPa, que melhor caracterizam o objetivo desse trabalho para um efeito de segurança maior.

Figura 95. Envoltório de resistência ao cisalhamento dos ensaios para tensões baixas até 100 kPa.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Metodologia

Com a utilização do software Slide da Rocscience e Rock Lab® pode-se, através dos parâmetros acima mencionados na metodologia, simular e avaliar a estabilidade dos taludes através de um perfil esquemático utilizando-se o critério de Mohr-Coulomb.

Para o estudo realizou-se análises utilizando os parâmetros, dadas pelas envoltórias, com a variação da tensão normal aplicada, conforme Quadro 17.

Quadro 17. Parâmetros utilizados para análise no software Slide (Parâmetros de resistência adotados para análise de estabilidade).

Material	c' (kPa)	Φ'	γ (kN/m³)
Solo de fundação	50	20	17
Aterro compactado	50	28	18
Rachão (tapete drenante)	-	40	21
Rachão (gabião)	20	40	21

Fonte: Garden Projetos (2019).

Mantendo-se a profundidade máxima de calha de 3,00 metros, variou-se o ângulo de inclinação talude até atingir a estabilidade desejada e simulou-se todos os testes a fim de encontrar o perfil que obedeça a um fator de segurança até 1,50, recomentado para taludes permanentes conforme NBR 11.682:2006.

Metodologia para análise de estabilidade

Para a análise de estabilidade dos taludes escavados em solo, a mina foi subdividida em cinco setores conforme nomenclatura já utilizada pela área de planejamento da empresa, como pode ser visto na Figura 96. Cada setor teve o seu perfil topográfico traçado com ênfase na definição dos horizontes já citados e então cortes foram definidos pela GEOMZ para a análise de estabilidade determinística conforme perfis descritos junto ao ANEXO 25.

Foram executadas todas as análises para a situação atual na mina e analisados seus respectivos fatores de segurança, em seguida foram realizadas as mesmas análises para o que está previsto no projeto de lavra (6 m de altura, 45° de inclinação e berma de 3 m).

A seção Noroeste B-B' necessitou redução na altura da bancada para 5,3 m para atingir o FS mínimo de 1,3; o mesmo ocorreu com a seção Oeste B-B' que atingiu o FS de 1,3 com a bancada de 4m. As demais seções apresentaram FS bastante bons.

A Tabela 11 apresenta os resultados das análises para os taludes na condição atual com maciço drenado, já a Tabela 12 apresenta os resultados para os taludes na condição atual com o maciço saturado. Todas os resultados podem ser verificados nos anexos do presente relatório. Importante lembrar que esta não é a configuração final e apenas uma avaliação de como os taludes estão no presente momento.

Tabela 11. Fator de segurança por seção, condição atual

Maciço drenado	
Seção	**Fator de segurança**
Leste A-A'	5,49
Leste B-B'	1,94
Leste C-C'	1,66
Noroeste A-A'	1,41
Noroeste B-B'	2,23
Noroeste C-C'	2,60
Norte A-A'	3,99
Norte B-B'	2,17
Norte C-C'	5,13
Oeste A-A'	1,09
Oeste B-B'	0,77
Sudoeste A-A'	1,78
Sudoeste B-B'	3,01

Tabela 12. Fator de segurança por seção, condição atual.

Maciço saturado	
Seção	**Fator de segurança**
Leste A-A'	5,12
Leste B-B'	1,09
Leste C-C'	0,62
Noroeste A-A'	0,17
Noroeste B-B'	1,11
Noroeste C-C'	1,56
Norte A-A'	3,63
Norte B-B'	1,60
Norte C-C'	4,37
Oeste A-A'	0,58
Oeste B-B'	0,35
Sudoeste A-A'	1,26
Sudoeste B-B'	2,65

Fonte: Garden Projetos 2020, adaptado de Geomz (2020).

A Tabela 13 apresenta os resultados das análises com a configuração de projeto na condição do maciço drenado, já a Tabela 14 apresenta os resultados para os taludes com a configuração de projeto do maciço saturado. Todas os resultados podem ser verificados junto ao ANEXO 25 do estudo.

Tabela 13. Fator de segurança por seção, configuração de projeto

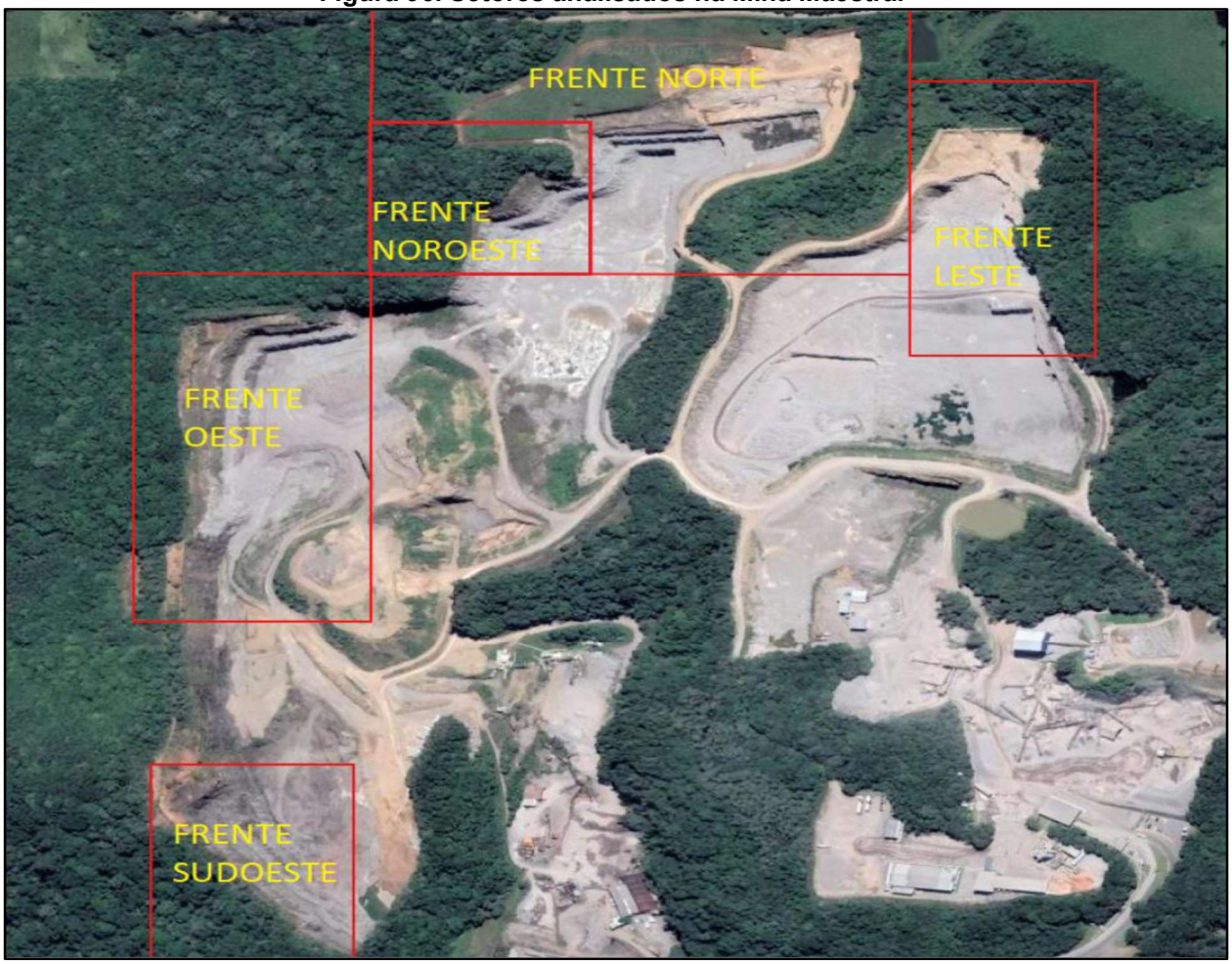
Maciço drenado	
Seção	**Fator de segurança**
Leste A-A'	4,62
Leste B-B'	3,31
Leste C-C'	2,37
Noroeste A-A'	2,67
Noroeste B-B'	2,51
Noroeste C-C'	5,86
Norte A-A'	4,13
Norte B-B'	2,47
Norte C-C'	5,50
Oeste A-A'	2,37
Oeste B-B'	1,74
Sudoeste A-A'	3,57
Sudoeste B-B'	4,59

Tabela 14. Fator de segurança por seção, configuração de projeto.

Maciço saturado	
Seção	**Fator de segurança**
Leste A-A'	4,21
Leste B-B'	2,41
Leste C-C'	1,30
Noroeste A-A'	1,56
Noroeste B-B'	1,30
Noroeste C-C'	4,83
Norte A-A'	3,62
Norte B-B'	1,99
Norte C-C'	4,77
Oeste A-A'	1,59
Oeste B-B'	1,31
Sudoeste A-A'	2,45
Sudoeste B-B'	4,25

Fonte: Garden Projetos 2020, adaptado de Geomz (2020).

Figura 96. Setores analisados na Mina Maestra.



Fonte: Garden Projetos 2020, adaptado de Geomz (2020).

Conclusão de Estabilidade

Se pode concluir que nos casos em que o maciço se encontra sem presença de água, praticamente todas as seções analisadas estão estáveis, entretanto, o estudo demonstrou que a presença de água penaliza sua segurança. Isso é bastante previsível e por este mesmo motivo, o projeto de lavra prevê suavização nos ângulos de talude escavados em solo, bem como uma redução na sua altura.

Neste ponto se observa o comportamento apresentado pelas seções Noroeste B-B' e Oeste B-B' que mesmo com a suavização do ângulo de talude e redução na sua altura, não apresentaram fator de segurança aceitáveis. Dessa forma foi examinada a altura adequada para manter os níveis de segurança nestes taludes na condição saturada, definindo-se que a seção Noroeste B-B' deve possuir taludes de 5,3 m de altura com 45° de inclinação, enquanto a seção Oeste B-B' deve possuir taludes de 4m de altura também com 45° de inclinação.

Análise de Estabilidade dos Taludes em Rocha

Foi realizado um estudo geotécnico em seis faces de talude nas frentes leste e oeste da mina com o intuito de verificar as condições de estabilidade e segurança das bancadas frente às condições geométricas. Foram realizadas diversas análises para diferentes tipos de rompimentos (planar, cunha e tombamento) no âmbito local e também global. De forma geral os taludes apresentam condições estáveis, mas com algumas ressalvas. Para evitar possíveis deslizamentos ou rompimentos de taludes, no âmbito local, foi proposta uma leve alteração na orientação em 3 faces de bancadas.

Tais alterações serão consideradas durante o processo de lavra, de modo a garantir a segurança operacional e estabilidade e integridade dos taludes. Ao atingir a configuração final de lavra, voltando aos alinhamentos orientados a Leste-Oeste e Norte-Sul, serão tomadas medidas de contenção nas áreas de risco, como escoramento de blocos com risco de queda e instalação de telas metálicas, quando observadas situações de potencial instabilidade. O estudo completo sem encontra no ANEXO 26 desse documento.

2.1.6 Recursos Hídricos Superficiais

2.1.6.1 Modelamento Hidrológico

De acordo com Silveira *et al.* (1998) os métodos utilizados para a estimativa de vazões em locais sem dados são estudos de regionalização da curva de permanência de vazões, modelagem hidrológica e a medida direta de vazão no local de interesse.

As equações regionais, geradas de estudos realizados a partir de uma base de dados proveniente de bacias com área superior a 500 m², não devem ser aplicadas fora dos limites estabelecidos, e principalmente para bacias consideradas pequenas, com área inferior a 100 m² (SILVEIRA *et al.,* 1998). Dessa forma, a regionalização apresenta limitações de aplicação a pequenas bacias e pode conduzir a erros significativos na síntese da curva de permanência.

Por sua vez, a medida direta de vazão no local, cuja metodologia é apresentada por Eletrobrás (1983, *apud* SILVEIRA, 1997) não relaciona as vazões às estatísticas de ocorrência no local.

Desse modo, a metodologia adotada neste laudo hidrológico, para fins de determinação da vazão, é baseada no método desenvolvido por Silveira (1997) para a avaliação da disponibilidade hídrica fluvial de pequenas bacias hidrográficas com carência de dados fluviométricos. O método proposto pelo autor é baseado na

amostragem de vazões em período de estiagem e na simulação da série de vazões através de um modelo precipitação-vazão.

Nos itens seguintes serão abordados aspectos relacionados à metodologia tais como o modelo utilizado, a amostragem de vazões em campo, e a procedência das séries utilizadas nas simulações.

Modelo Precipitação-vazão

O método baseia-se na estimativa do comportamento da bacia na estiagem uma vez que a depleção é um retrato de seu comportamento após a ocorrência de precipitações. Nas bacias pequenas a resposta a estímulos de precipitação é rápida assim, o escoamento superficial ocorre normalmente nos próprios dias chuvosos, e os períodos de recessão representam o período mais longo do fluviograma (SILVEIRA, 1997). Em resumo, segundo Silveira (1997), a metodologia consiste de duas etapas básicas:

a) Amostragem de três vazões, avaliadas a cada dois dias em período de estiagem. O período total de tempo de estiagem é constituído de 7 dias antecedentes à medição de descargas mais os 5 dias nas quais as três medições são realizadas. O critério de estiagem permite a ocorrência de até 15 mm de chuva durante o período.
b) Simulação da série de vazões que envolve o ajuste de um modelo simplificado de balanço hídrico com a amostra de vazões, a síntese de vazões diárias através de simulação precipitação-vazão a partir do histórico de precipitações e evapotranspirações regionais e a determinação da curva de permanência.

No modelo, a precipitação P_t em cada intervalo de tempo (diário) é subtraída da evapotranspiração potencial E_t; i) quando $P_t - E_t \leq 0$ a precipitaçãoefetiva é nula; ii) quando $P_{rt} = P_t - E_t > 0$ existirá escoamento superficial. A precipitação efetiva é $P_e = (1 - C_i) P_{rt}$, onde C_i, representa o coeficiente de infiltração e P_e é a precipitação efetiva. A parcela infiltrada é então $V_t = C_i P_{rt}$.

O volume de infiltração é considerado alimentando diretamente o aquífero, desprezando-se a variabilidade na camada superior do solo. O escoamento subterrâneo é obtido pelo modelo de reservatório linear simples, pela Equação 1, onde K_b é o parâmetro de esvaziamento do reservatório subterrâneo e Q_b é a vazão subterrânea. O

primeiro termo da equação representa o esvaziamento do reservatório subterrâneo e o segundo a entrada da percolação (TUCCI, 2005).

$$\boldsymbol{Qb_{(t)} = Qb_{(t-1)}\, e^{-\Delta t/K_b} + V_{(t)}\left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{K_b}}\right)} \qquad (\boldsymbol{Eq.1})$$

A vazão total é obtida pela Equação 2, na qual A é a área da bacia em km², Q_t é a vazão em m^3s^{-1}.

$$\boldsymbol{Qt = (Qb_t + Pe)\frac{A}{86,4}} \qquad (\boldsymbol{Eq.2})$$

Os parâmetros de entrada de precipitação e evaporação são introduzidos em mm. Os parâmetros do modelo são C_i e K_b. De acordo com Silveira (1997), o ajuste do modelo pode ser realizado por ajuste manual, uma vez que a existência de apenas três vazões observadas torna tal ajuste rápido.

Séries históricas de precipitação e evaporação

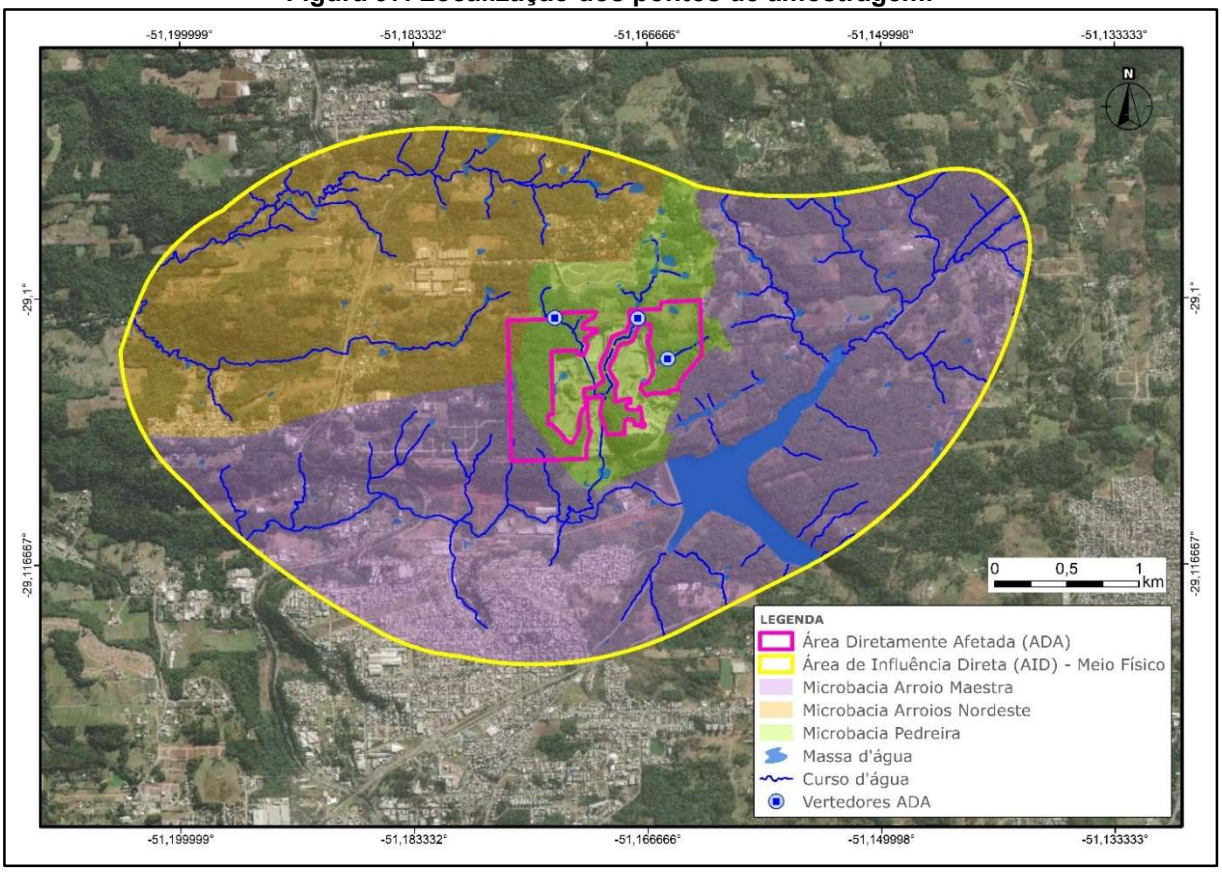
Para a aplicação do modelo são necessárias séries históricas de precipitação e evaporação. Tais séries foram obtidas no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do INMET. A estação utilizada foi a estação convencional Caxias do Sul (código OMM 83942).

Selecionou-se o período compreendido entre 01/07/2002 e 30/11/2013 para a simulação das vazões. Algumas falhas nos dados foram preenchidas utilizando os dados da estação convencional Bento Gonçalves (Código OMM 83941), que é a estação com dados disponíveis mais próxima de Caxias do Sul.

Amostragem de Vazões

As amostragens de vazões foram realizadas em três cursos de água durante o período de 11/03/2014 a 12/05/2014. Na figura abaixo pode ser observada a localização dos pontos onde foram instalados os vertedores (Bacia 1: Córrego Açude - 29°06’04,56”S / 51°10’02,40”; Bacia 2: Córrego Oeste - 29°06’04,83”S / 51°10’24,44”, Bacia 3: Córrego Leste – 29°06’14,33”S / 51°09’56,14”).

Figura 97. Localização dos pontos de amostragem.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Para a realização da etapa de amostragem de vazões foi realizada a instalação de vertedores nos três cursos de água, sendo dois vertedores triangulares (nos córregos Leste e Oeste), com ângulo de abertura de 90°, e um retangular (no córrego onde há um Açude), com duas contrações laterais e 0,4 metros de largura. Foram realizadas leituras diárias da altura da lâmina e após utilizadas as Equações 3 e 4, que correspondem, respectivamente, à fórmula de Gourley & Crimp para o vertedor triangular e à fórmula de Francis para o vertedor retangular com duas contrações.

$$\boldsymbol{Q = 1,32h^{2,47}} \qquad \boldsymbol{Eq.3}$$

$$\boldsymbol{Q = 1,838[(L - 0,2h) - 0,2h]h^{\frac{3}{2}}} \qquad \boldsymbol{Eq.4}$$

Nas equações 3 e 4, *h* é a altura da lâmina de água em metros, *L* é a largura do vertedor retangular em metros, e *Q* é dada em m³/s.

Seleção dos períodos de estiagem e Calibração

A seleção dos períodos de estiagem foi realizada através da utilização de dados de precipitação da estação convencional Caxias do Sul (Código OMM 83942), disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

A estimativa inicial do parâmetro K_b pode ser realizada utilizando as Equações 5 e 6, nas quais Q_1, Q_2 e Q_3 correspondem às três vazões medidas com espaçamento de 48 horas, Δt é o intervalo de tempo em dias entre as medições, e $\widehat{K_b}$ é a estimativa inicial do parâmetro K_b.

$$K_{1b} = \Delta t \ln\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right) \therefore \; K_{2b} = \Delta t \ln\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right) \qquad Eq.5$$

$$\widehat{K}_b = \frac{K_{1b} + K_{2b}}{\Delta t} \qquad Eq.6$$

Na calibração aplicou-se o modelo para todo o período de amostragem, sendo utilizada a função objetivo do módulo entre a diferença das vazões observada e calculada, apenas para o ajuste das três vazões observadas no período de recessão.

Para a aplicação do modelo visando a calibração foi necessária a estimativa da evaporação, através do método de Penman, em decorrência da não disponibilidade de dados de evaporação no período de amostragem. O método de Penman se baseia no balanço de energia e nas características hidrodinâmicas do processo de evaporação. O método é descrito em detalhes por Tucci & Beltrame (2007). Fez-se uso dos dados de umidade relativa, velocidade do vento e temperatura disponibilizados para a estação Caxias do Sul, pelo INMET. Considerou-se nos cálculos a latitude de 29° S e um albedo de 0,15 em função das bacias de contribuição estarem localizadas em região com cobertura vegetal de mata ou campo.

Área de Contribuição

A área de contribuição até o ponto de instalação de cada um dos vertedores foi estimada através da utilização do software ArcGis versão 10.0. Empregou-se o modelo digital de elevação (MDE) disponibilizado pelo Consultative Groupon International Agricultural Research – Consortium for SpatialInformation (CGIAR-CSI), referente ao NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). O SRTM fornece o MDE para cerca

de 80% do globo, com resolução aproximada de 90 metros (3 arcos de segundo) e erro vertical de cerca de 16 metros (CGIAR-CSI, 2008). O MDE foi obtido no portal do GCIAR-CSI (http://srtm.csi.cgiar.org/).

Simulação Chuva-vazão

A simulação chuva-vazão foi realizada para o período compreendido entre 01/07/2002 a 30/11/2013, tendo sido realizada em planilha eletrônica.

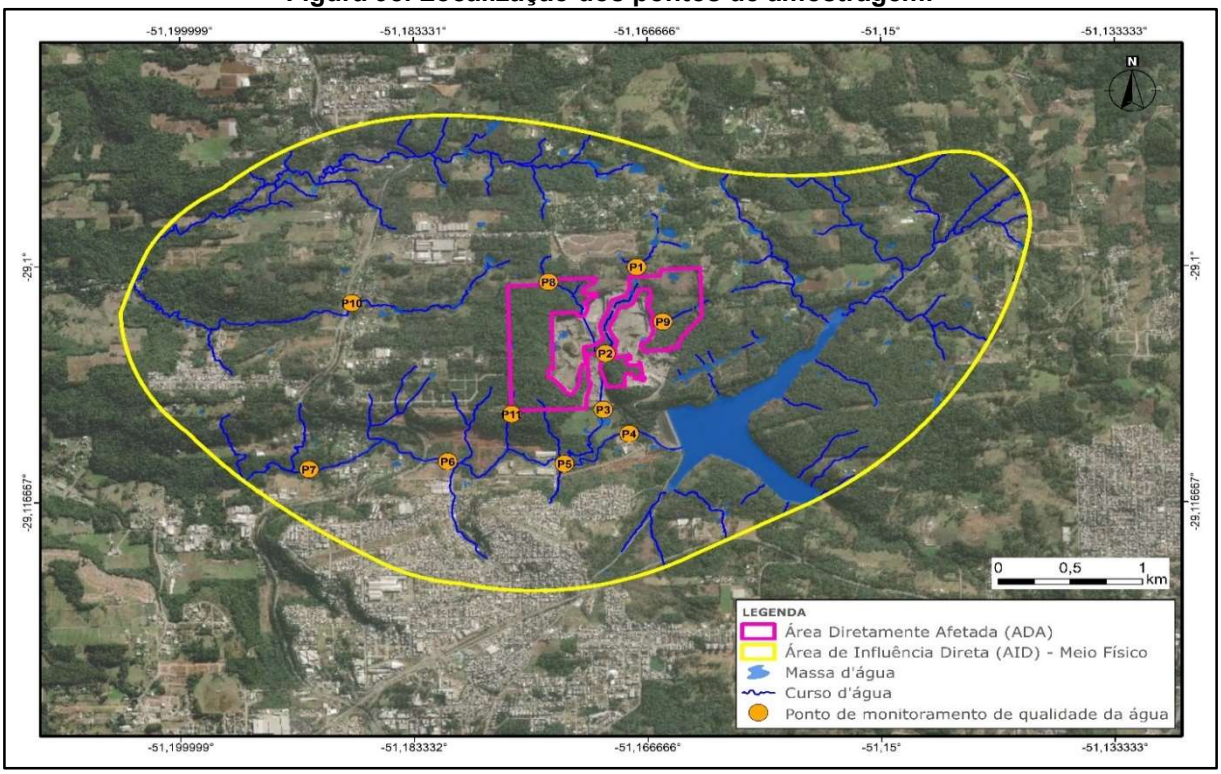
2.1.6.1.1 Diagnóstico Qualitativo

Malha de Amostragem

Dentro da área de influência do empreendimento foram diagnosticados alguns cursos hídricos que se localizam dentro destas limitações. Estas águas superficiais pertencem a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas e podem ser impactados pela atividade de mineração, considerando a proposta de ampliação da mesma.

Realizando o reconhecimento hídrico desta área e também da ocupação urbana ou rural das localidades no entorno, foram definidos 11 (onze) pontos específicos para coleta de amostras de água com o intuito de caracterizar a qualidade da água destes cursos hídricos.

Figura 98. Localização dos pontos de amostragem.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A partir dos resultados das análises das amostras coletadas se tem um cenário definido da qualidade da água destes recursos hídricos considerando a ocupação antrópica da área. Este estudo é importante também para o estabelecimento de parâmetros de monitoramento das águas superficiais durante e após a ampliação da frente de lavra.

Quadro 18. Descritivo dos pontos de amostragem.

Locais de Amostragem	Descrição	Coordenadas (SIRGAS 2000)	
Ponto 1	Montante, possivelmente com menor influência: ocupações urbanas e rurais e sem indústria.	-51,16735875	-29,10018585
Ponto 2	Inserido no interior da Pedreira.	-51,16962918	-29,10599562
Ponto 3	A jusante da Pedreira com influência.	-51,16986202	-29,11009304
Ponto 4	Antes da foz do curso proveniente da Pedreira.	-51,1696505	-29,11272884
Ponto 5	Pós barragem no arroio Maestra, após a foz do curso proveniente da Pedreira.	-51,17030854	-29,11287242
Ponto 6	Pós barragem com influência de indústrias e urbanização de bairros.	-51,18032169	-29,1141771
Ponto 7	Ponto mais jusante com influência de indústrias e bairros povoados.	-51,19078534	-29,11439729
Ponto 8	Ponto montante com predomínio de atividades rurais.	-51,17372191	-29,10125184
Ponto 9	Advindo de Bacia de Captação com predomínio de atividade rural.	-51,16555601	-29,10392478
Ponto 10	Próximo a Rodovia RS-122 e com influência de urbanização.	-51,18788717	-29,1032455
Ponto 11	Jusante da Pedreira.	-51,17645074	-29,11046362

Fonte: Garden Projetos (2019).

Coleta e parâmetros para análise

O conjunto de variáveis de qualidade das águas avaliadas pode ser analisado de forma individual ou integrada para a avaliação dos ambientes aquáticos e podem ser calculados índices específicos para indicar a qualidade dessas águas.

As variáveis também podem indicar contaminações, demonstrando o grau de pressão que o recurso hídrico está sujeito. A poluição das águas tem como origem diversas fontes, as quais se destaca:

- Cargas pontuais de origem doméstica e industrial
- Cargas difusas de origem urbana e agrícola

Neste trabalho se previu a análise de 16 parâmetros de qualidade da água (físicas, químicas e microbiológicas) considerados mais representativos (Quadro 19).

Foi realizada coleta simples e medição in loco da temperatura e pH em cada ponto de coleta. Os frascos e preservantes foram cedidos pelo laboratório Engequímica de Caxias do Sul que realizou as análises. As amostras mantiveram-se refrigeradas durante o período de transporte até o laboratório chegar ao laboratório.

Os parâmetros analisados foram: alcalinidade, DBO, DQO, Ferro Total, Fósforo Total, magnésio, Nitrogênio amoniacal, Nitrogênio Total Kjeldahl, Oxigênio dissolvido, sólidos sedimentáveis, sólidos totais, surfactantes, turbidez e coliformes termotolerantes. As metodologias de análise usadas seguiram os padrões do *Standard Methods of Water and Wastewater Examination*, referência reconhecidas pelo órgão ambiental fiscalizador competente.

Quadro 19. Significado ambiental dos parâmetros avaliados.

Parâmetro	Descrição
pH	É a concentração de cátions H^+, o potencial hidrogeniônico (pH), representa a intensidade da condição ácida ou alcalina do ambiente aquático. Indica indiretamente a capacidade de tamponamento das águas através do equilíbrio entre íons hidróxidos e ácidos orgânicos. Tem influência sobre o grau de solubilidade de diversos compostos e pode definir a toxicidade de vários elementos.
Alcalinidade	Indicador da capacidade tampão do meio (resistência às variações de pH) devido à presença de carbonato, bicarbonato e hidroxila.
Demanda biológica de oxigênio	O teste de DBO é um bioensaio, procedimento no qual o resíduo é biologicamente oxidado sob condições controladas a fim de se estabelecer o consumo de oxigênio e, consequentemente, estimar, aproximadamente, a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente em uma amostra de água. Pode-se afirmar que nos locais onde o valor de DBO for alto, provavelmente os valores de oxigênio dissolvido serão baixos e a concentração de matéria orgânica será alta. Neste caso, o meio pode tornar-se anóxico, limitando a vida aquática. Os maiores aumentos em termos de DBO5 num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica.
Demanda química de oxigênio	A DQO também expressa a presença de matéria orgânica em corpos hídricos, porém, analisa os compostos passíveis de oxidação através de um agente químico forte, como o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), em meio ácido. A celulose, a lignina, os compostos húmicos e boa parte dos amoniacais são compostos passíveis de oxidação através de um agente químico forte, uma vez que são refratários e, portanto, não oxidáveis biologicamente. O poder de oxidação do dicromato de potássio é, normalmente, muito maior do que o resultante da ação microbiológica, exceto em raríssimos casos como os hidrocarbonetos aromáticos e a piridina. Com isto, conclui-se que os resultados da DQO são sempre superiores aos da DBO.
Ferro total	O ferro ocorre geralmente associado ao manganês e confere à água um sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva, decorrente de sua precipitação quando oxidado. O ferro pode estar presente com baixos teores em quase todas as águas, ocorrendo sob diversas formas químicas. Entretanto, sua forma principal de ocorrência é o Fe^{3+} (férrico), podendo também ocorrer como Fe^{2+} (ferroso). O ferro no estado ferrosos é instável na presença do oxigênio do ar, mudando para o estado férrico.

Parâmetro	Descrição
Fósforo total	O fósforo é um importante parâmetro de classificação das águas naturais, participando também na composição de índices de qualidade de águas. Constitui-se no principal fator limitante ao desenvolvimento de algas e plantas no meio aquático, sendo um dos principais nutrientes para os processos biológicos. Também é conhecido como macronutriente, por ser exigido em grande escala pelas células. Por atividade antrópica, o aporte de fósforo pode ocorrer através de despejos de efluentes domésticos e industriais, fertilizantes e lixiviações de criatórios de animais.
Magnésio	O magnésio apresente propriedades similares ao cálcio, porém é mais solúvel e mais difícil de precipitar, ocorrendo em geral soba forma de bicarbonato. Quando em solução, tem a tendência de nela permanecer, daí o enriquecimento dos seus sais nas águas dos oceanos. Juntamente como o cálcio, é o responsável ela dureza e produz gosto salobro às águas
Nitrogênio amoniacal	O nitrogênio é um macroelemento vital para a vida, pois é um dos principais constituintes dos aminoácidos, formadores das proteínas. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado na forma de nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia (NH_3), nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3). A presença de amônia pode ocasionar depleção na concentração do oxigênio dissolvido no processo de nitrificação, dando origem ao nitrito e nitrato.
Nitrogênio total Kjeldahl	
Oxigênio dissolvido	O parâmetro oxigênio dissolvido pode ser entendido como a medida da capacidade da água para a sobrevivência dos organismos aquáticos. Esse parâmetro é de extrema importância para o ecossistema aquático, uma vez que é vital a todos os organismos por manter o equilíbrio ecológico necessário à respiração e manutenção dos processos de degradação e ciclagem de materiais. Muitas espécies não sobrevivem com o teor de oxigênio abaixo de 4 mg/L.
Sólidos sedimentáveis	Os sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece domo resíduo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra, a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. O incremento de sólidos em um recurso hídrico pode ter, assim como todos os demais parâmetros descritos, origem natural ou antrópica. A dissolução e o carreamento de compostos do solo e das rochas e a decomposição de matéria orgânica constituem-se nas principais fontes naturais de sólidos na água. Já as fontes antrópicas vinculadas às concentrações de sólidos estão relacionadas ao lançamento de despejos domésticos e industriais, bem como a drenagem de áreas agrícolas e zonas urbanas.
Sólidos totais	
Surfactantes	Os surfactantes constituem um importante grupo de compostos químicos amplamente utilizados em diversos setores industriais. A maioria destas substâncias disponíveis comercialmente é formada a partir do petróleo. Os surfactantes são moléculas anfipáticas constituídas de uma porção hidrofóbica e uma porção hidrofílica. A porção apolar é frequentemente uma cadeia de hidrocarboneto enquanto a porção polar pode ser iônica (aniônica ou catiônica), não iônica ou anfotérica.
Turbidez	A turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz através da água devido a existência de sólidos em suspensão, tais como areia, silte, argila e detritos orgânicos, tais como algas, bactérias e plâncton em geral. O aumento natural da turbidez origina-se, normalmente, de eventos de precipitação mais intensos, os quais são capazes de erodir as margens e áreas adjacentes aos recursos hídricos, bem como ressuspender parte dos sólidos sedimentados.
Coliformes termotolerantes	O grupo coliforme refere-se a bactérias que normalmente habitam o trato intestinal dos animais de sangue quente, servindo, portanto, como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera.

Fonte: Garden Projetos (2019).

Padrões de qualidade

O enquadramento é essencial à defesa dos níveis de qualidade da água, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes (CONAMA, 2005). A Resolução CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005) prevê a classificação das águas superficiais conforme limites específicos para cada classe e seus usos adequados a cada enquadramento. O Quadro 20 apresenta os parâmetros caraterísticos de cada classe, conforme a legislação. Levaram-se em conta os parâmetros relevantes apresentados no Quadro 19, uma vez que a normativa não estabelece padrões para todos.

Quadro 20. Padrões de enquadramento para as águas doces.

Categoria	Coliformes termotolerantes	DBO	OD	Turbidez	Fósforo total[1]	Nitrogênio amoniacal[2]	Surfactantes
Classe 1	200	3	≥6	40	0,1	3,7	0,5
Classe 2	1000	5	≥5	100	-	-	0,5
Classe 3	2500	10	≥4	100	0,15	13,3	-
Classe 4	>2500	>10	<4	>100	>0,15	>13,3	>0,5

Fonte: Garden Projetos (2019).

2.1.6.2 Hidrografia AII

Para o entendimento do sistema hidrográfico de uma região é necessário estudar a bacia hidrográfica, ou pelo menos parte dela. A bacia hidrográfica se compõe basicamente de conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos da água que confluem até resultar um leito único no exutório (parte mais baixa).

A água oriunda das precipitações pluviométricas cai sobre as vertentes infiltrando no solo até haver a saturação superficial destes. Neste momento começam a decrescer as taxas de infiltração e a surgir escoamentos superficiais gerado nas vertentes, o que pode ser interpretado como “produção” de água e, portanto, as vertentes seriam as fontes produtoras. A água produzida pelas vertentes tem como destino

[1] Ambiente lótico;

[2] pH ≤ 7,5.

imediato a rede de drenagem, que se encarrega de transportá-la à seção de saída da bacia.

Com isso fica fácil entender a função de uma nascente e/ou vertente em uma bacia hidrográfica e a necessidade de preservá-las, visto que são produtoras de água que alimentam os recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos.

Na região, nascentes e/ou vertentes são comuns por se tratar de uma área de recarga, elevada topograficamente, onde as águas meteóricas contribuem diretamente para o abastecimento de recursos hídricos superficiais e consequentemente para os aquíferos.

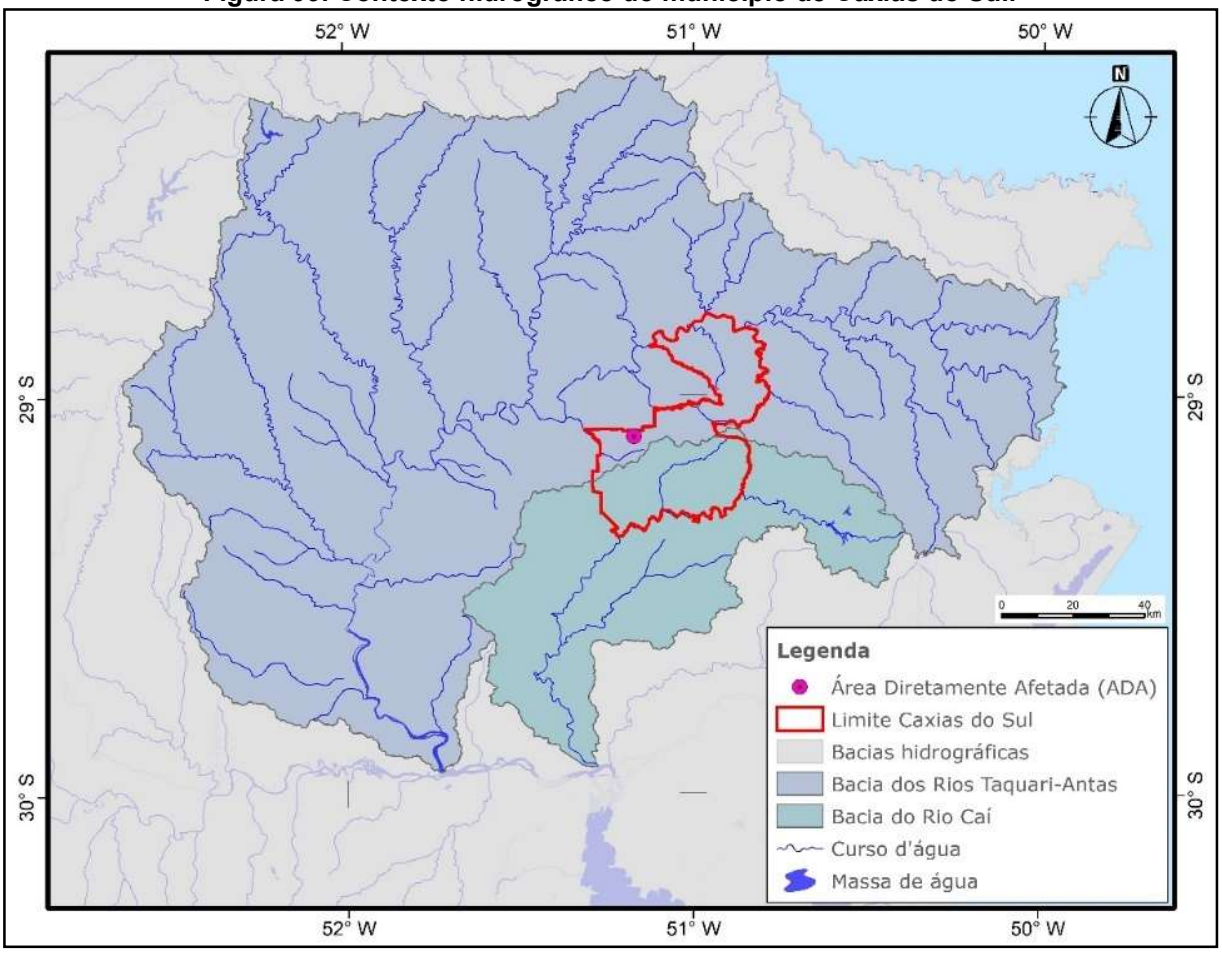
A área em questão está inserida na microbacia do Arroio Maestra, a qual faz parte da sub-bacia do Rio Tega, sendo este um tributário da margem esquerda do Rio das Antas.

A Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas apresenta uma área de 20.500 km², possuindo 90% de sua rede hidrográfica encaixada em litologias da Formação Serra Geral. Suas nascentes situam-se nas superfícies elevadas do Planalto das Araucárias, em cotas altimétricas por vezes superiores a 1000 metros, enquanto que, sua foz, confluência dos rios Taquari e Jacuí, dá-se em áreas de relevos aplanados, em altitudes inferiores a 50 metros na Depressão Central Gaúcha.

O Rio Taquari nasce no extremo leste do Planalto das Araucárias com a denominação de rio das Antas. Com traçado de direção geral E-W, apresenta vale em “V” fechado e profundo. Descreve no seu curso sinuosidades de ângulos bem fechados. Apresenta-se adaptado às linhas estruturais do sistema de fraturamentos existentes na região, assim como seus tributários. Estes apresentam os cursos com certo paralelismo e são de pequenas extensões; os da margem direita têm direção geral N-S; os da margem esquerda, SE-NW. A partir da confluência com o rio Carreiro, nas imediações de Bento Gonçalves, passa a denominar-se rio Taquari, apresentando seu curso fluvial com uma orientação geral NE-SW, iniciada a montante, logo após a confluência com o rio Lajedo Grande.

A situação do município de Caxias do Sul, entretanto, não se restringe apenas à bacia do Taquari-Antas, estando inserido também dentro da bacia do Caí.

Figura 99. Contexto hidrográfico do município de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019) adaptado de Hasenack (2010).

2.1.6.3 Hidrografia AID

O principal recurso hídrico presente na AID é o Arroio Maestra, incluindo-se neste caso a principal feição de aproveitamento da bacia que é a Represa Maestra. Estra cria o reservatório de abastecimento de mesmo nome, que drena uma área de 15 km² da região majoritariamente urbana de Caxias do Sul. A ocupação da bacia é fortemente urbana, especialmente nas suas cabeceiras sul e leste, sendo que na porção norte ainda predomina um padrão de ocupação menos adensado.

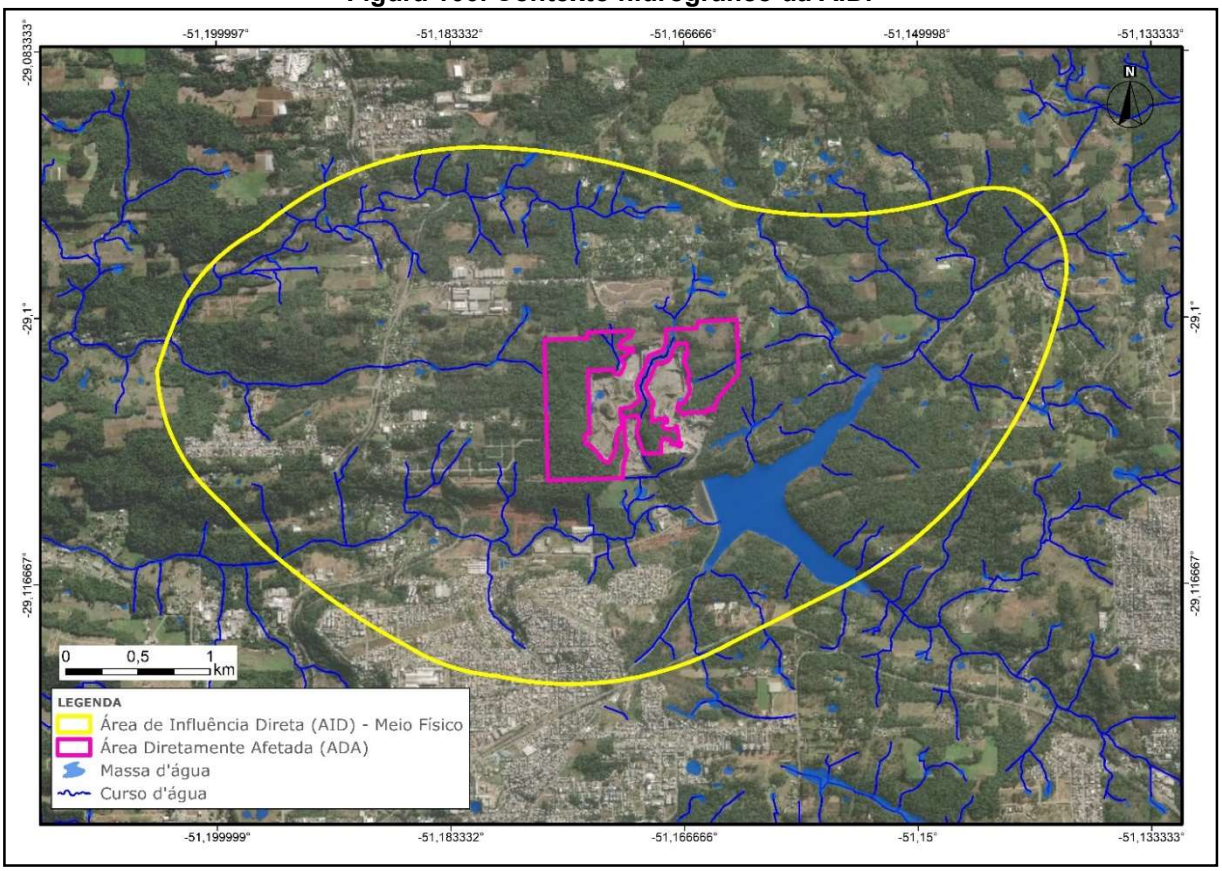
A classificação do padrão de drenagem na microbacia do Arroio Maestra (Figura 100), com base na geometria dos canais, apresenta como tipo fundamental o padrão angular. Neste padrão de drenagem os rios apresentam um forte controle estrutural exercido pelas falhas ou sistemas de diaclasamentos. Ocorre em áreas com presença de falhas que se cruzam em ângulos não retos (OLIVEIRA E BRITO, 1998).

A bacia do Arroio Maestra é regida por zoneamento específico, sendo que toda porção a montante do barramento configura zona das águas. A AID do empreendimento

está parcialmente localizada dentro desta zona, qual não permite avanço direto de atividade minerária.

Dentro da AID ainda se localizam outros dois afluentes sem denominação oficial do Arroio Maestra, cujas cabeceiras de localizam a norte e a oeste da ADA. Eles seguem para oeste até confluírem junto ao limite da AID, após cruzarem a Rodovia RS-122. Ambos cursos d'água têm foz no Arroio Maestra.

Figura 100. Contexto hidrográfico da AID.



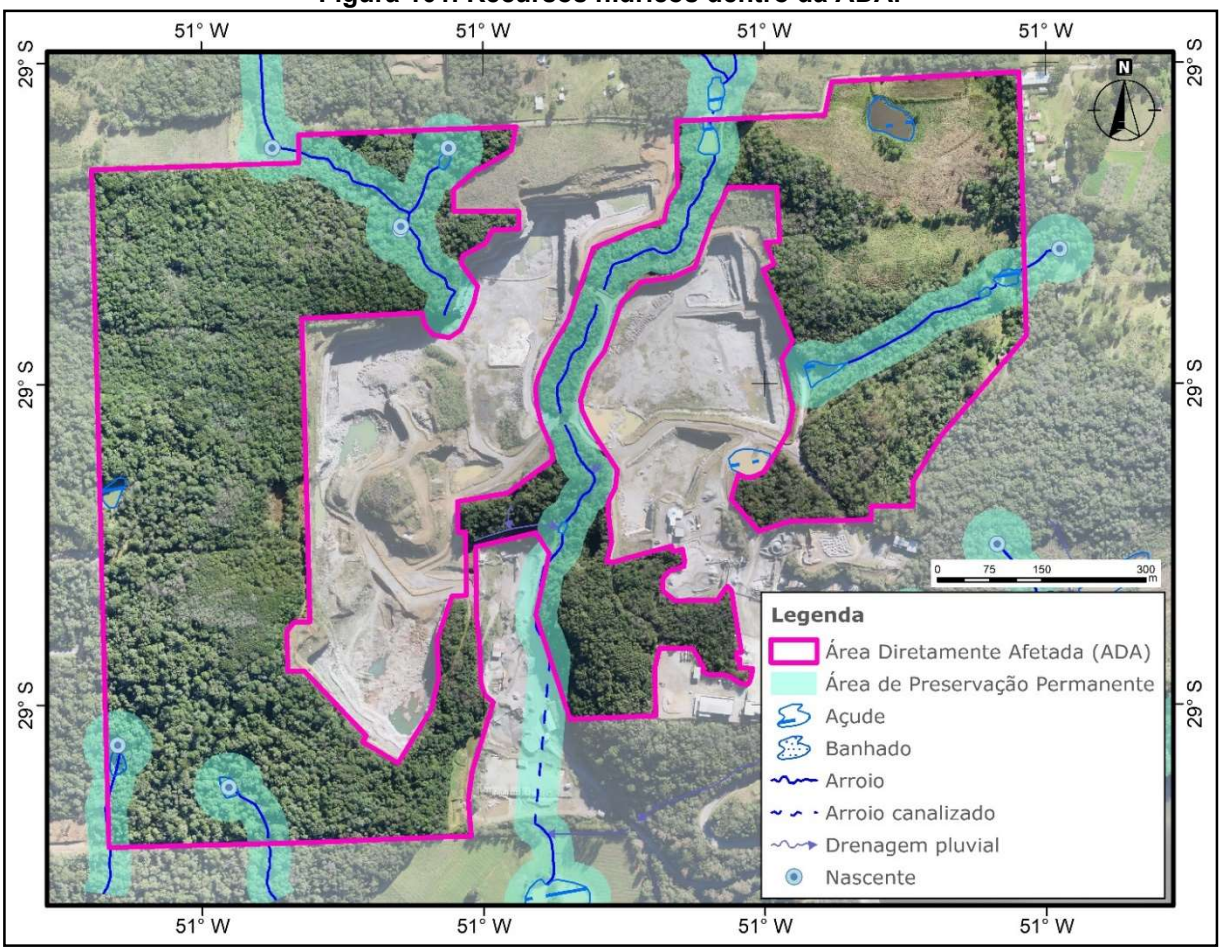
Fonte: Garden Projetos (2020).

Na AID também se localizam as cabeceiras dos arroios que adentram a área da pedreira pelo norte. Nessa área estão as nascentes do Arroio B, a oeste do Condomínio Vicino; Arroio F, conjunto de açudes a sudeste do Condomínio Parque Alvorada; e do Arroio A.

2.1.6.4 Hidrografia ADA

Os recursos hídricos da área diretamente afetada foram levantados em inúmeros trabalhos de campo, cujo resultado final está apresentado na PRANCHA 08 e na Figura 101.

Figura 101. Recursos hídricos dentro da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2020).

A fim de se normatizar a caracterização dos recursos hídricos superficiais e não gerar inconsistência, será apresentada sua descrição para cada quadrante definido no estudo da ADA. A nomenclatura também advém dos códigos estipulados para cada quadrante.

2.1.6.4.1 Descrição dos recursos hídricos

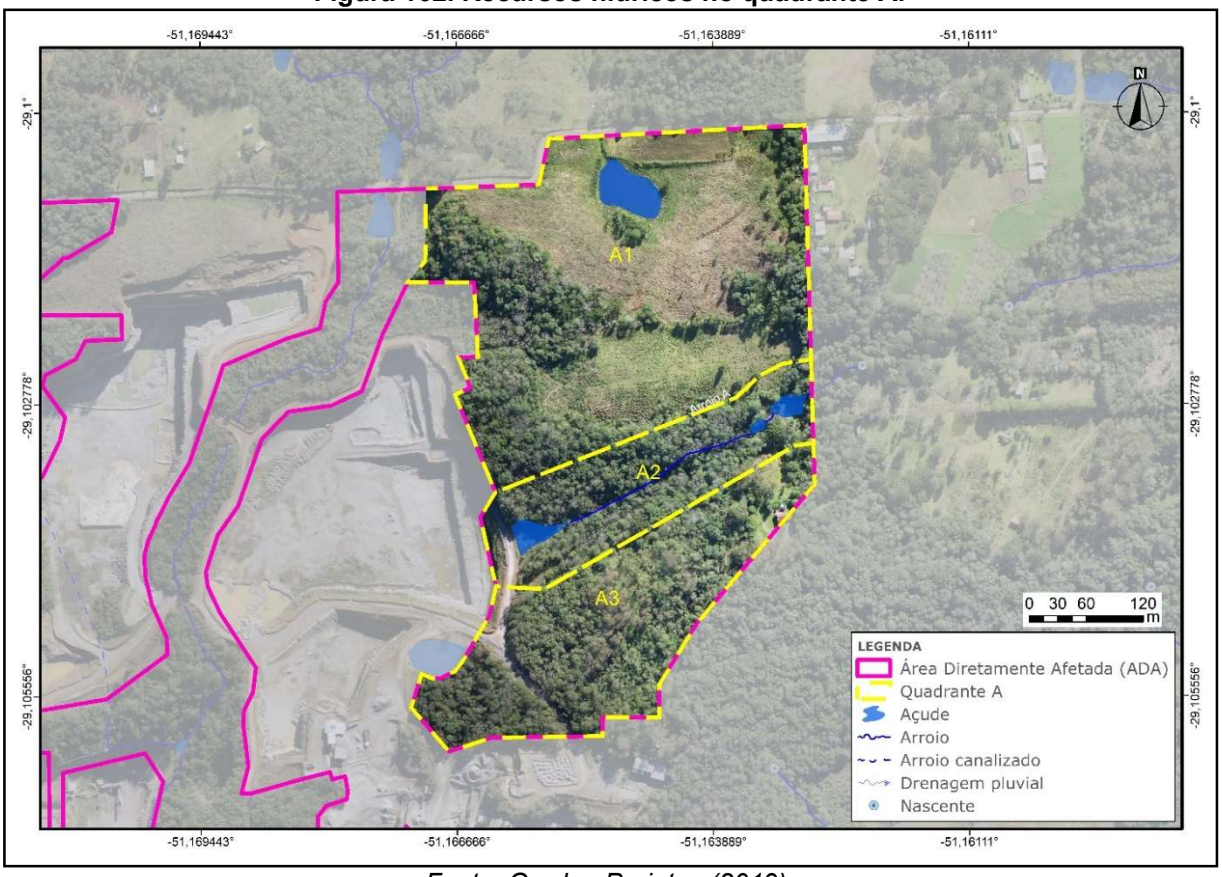
Quadrante A

Este quadrante se subdivide em A1, A2 e A3, sendo que foram mapeados recursos hídricos apenas nos dois primeiros (Figura 102). O quadrante A1 apresenta um açude com cerca de 200 m² de espelho d'água (Figura 103 e

Figura 104). Não foram identificados cursos d'água alimentadores do açude, assim presume-se que este seja abastecido por águas pluviais. Há um extravasamento intermitente do seu excedente hídrico em épocas de chuva que escoa até a drenagem pluvial da estrada próxima.

O quadrante A2 corresponde inteiramente à área de preservação do Arroio A (Figura 107 e Figura 108). Este córrego tem sua nascente a leste da área, estando fora da ADA (Figura 105). Foram identificados dois açudes no seu curso, próximos ao extremo leste do quadrante (Figura 106). O trecho final do arroio também forma um espelho d'água no seu limite com a área de mineração (Figura 109 e Figura 110).

Figura 102. Recursos hídricos no quadrante A.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 103. Açude no quadrante A1(MAR/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 104. Açude no quadrante A1 (MAR/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 105. Entorno da nascente do arroio A (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 106. Açude no trecho montante do arroio A (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 107. Arroio A no seu trecho médio (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 108. Arroio B no seu trecho médio (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 109. Açude a jusante do arroio A (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 110. Açude a jusante do arroio A (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

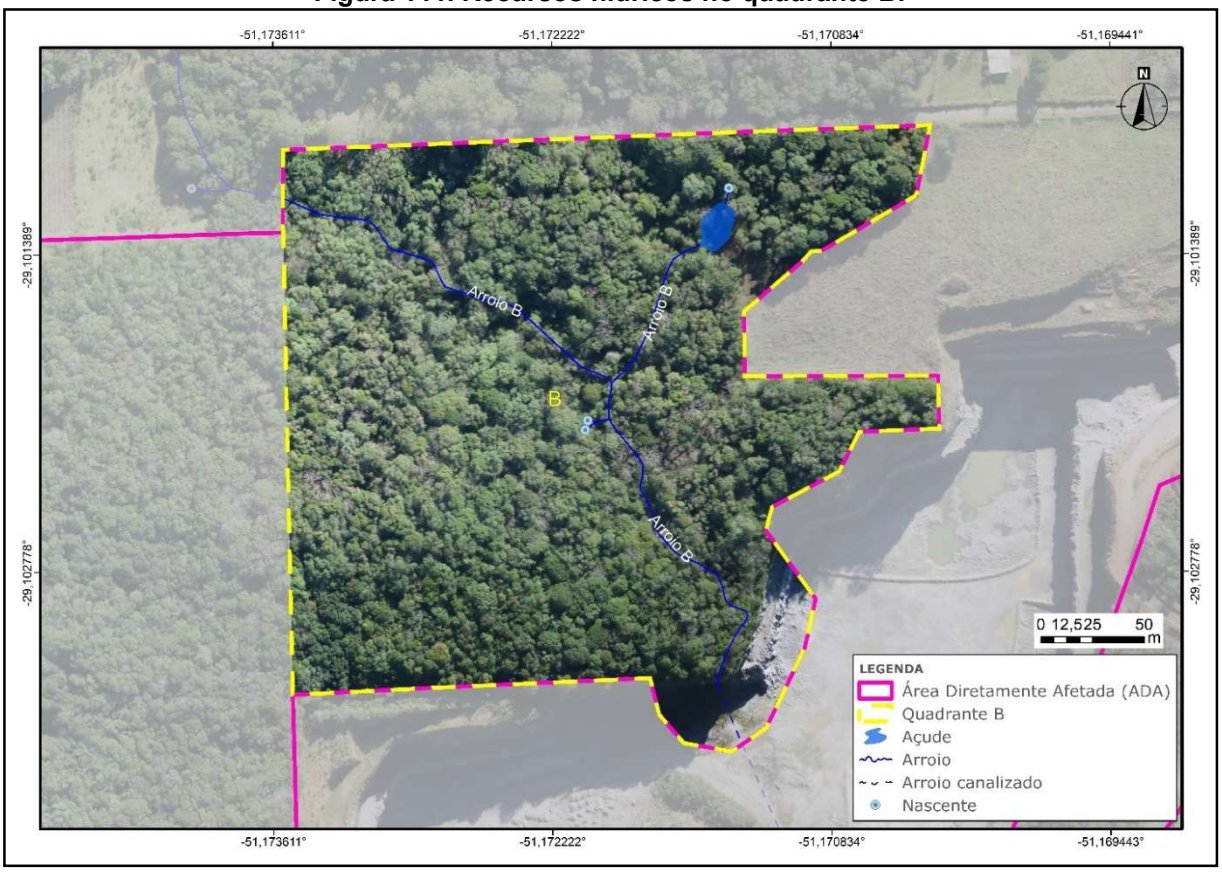
Quadrante B

O quadrante B apresenta um curso d'água principal que segue de NW para SE, e tem origem fora da ADA (Figura 111,

Figura 112 e

Figura 113), no seu trecho foram identificadas 3 nascentes e contribuição de um pequeno afluente na margem esquerda. O curso principal termina junto à área de mineração em uma queda d'água sobre um dos taludes da cava.

Figura 111. Recursos hídricos no quadrante B.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 112. Arroio B a jusante (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 113. Arroio B (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 114. Arroio B nas proximidades das nascentes (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 115. Arroio B em um ponto de travessia (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 116. Trecho final do Arroio B (MAR/2014).



Fonte: Garden Projetos (2014).

Figura 117. Queda d'água formada pelo arroio B ao adentrar a cava de mineração (MAR/2014).



Fonte: Garden Projetos (2014).

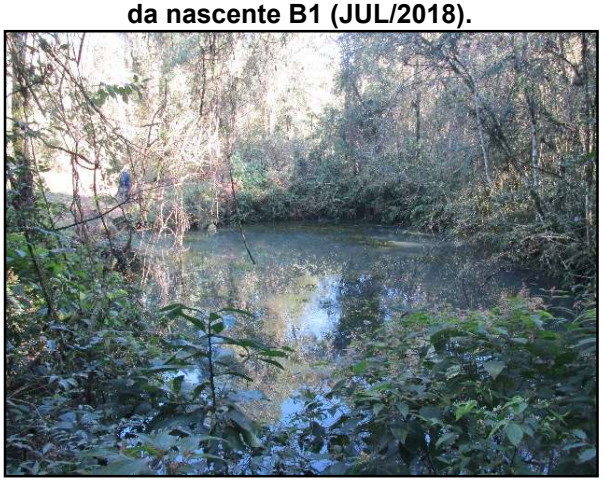
No extremo norte do quadrante B, verificou-se a existência de uma nascente a três metros a montante de um açude (Figura 118), este foi escavado de forma a armazenar água para as atividades de subsistência ali desenvolvidas no passado (Figura 119). O curso gerado no talvegue onde está contida a nascente só se estabelece a 6,0 metros a jusante do açude (Figura 120), a água infiltra na área alagada pelo açude e só volta a ressurgir abaixo deste, estabelecendo a partir deste ponto um pequeno curso d'água que irá se incorporar ao curso maior que corta a área, como afluente da margem esquerda (Figura 121).

Figura 118. Nascente B1 a montante do açude (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 119. Açude escavado 3,0 metros abaixo da nascente B1 (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 120. Curso a jusante do açude (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 121. Junção do afluente gerado a partir do açude com o córrego principal (MAR/2014).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Logo abaixo de onde o corpo d'água originário do açude se junta ao córrego principal da área, afloram outras duas nascentes (Figura 122 e Figura 123), estando a uma distância de 8,0 metros da margem direita do Arroio B principal.

Figura 122. Nascente B2 localizada a 8,0 metros da margem direita do córrego (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 123. Nascente B3 localizada a lado da nascente B2 (JUL/2018).

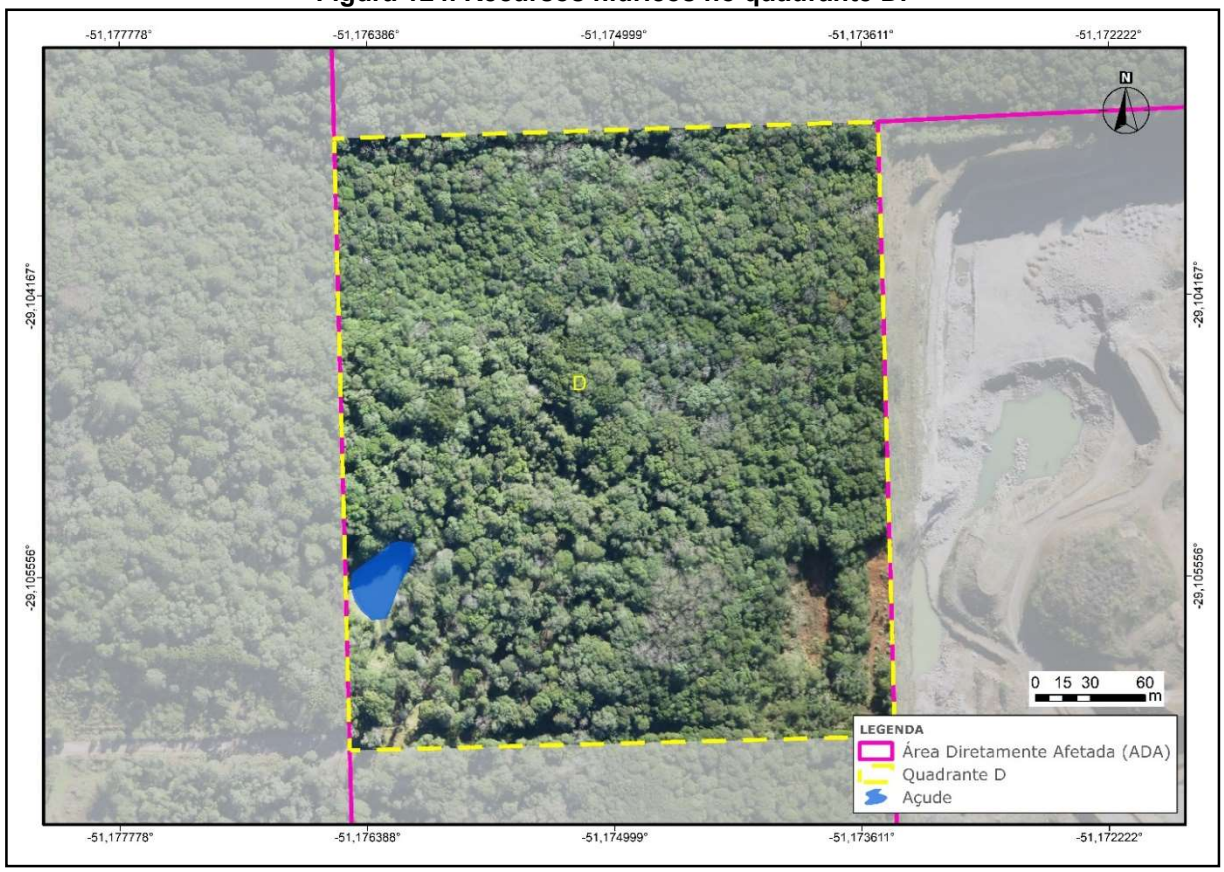


Fonte: Garden Projetos (2018).

Quadrante D

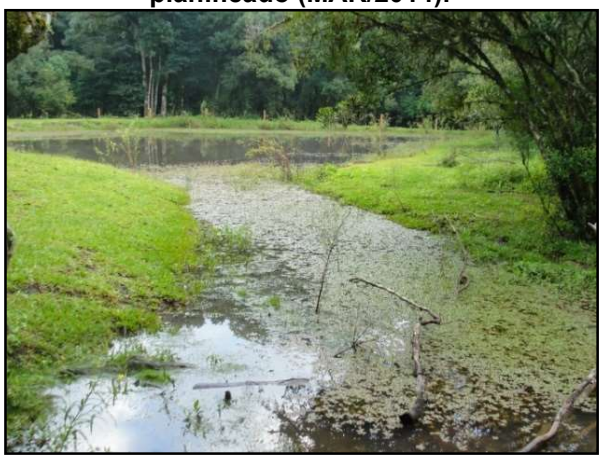
O quadrante D apresenta um açude localizado no seu extremo oeste em uma área deprimida do terreno. A depressão identificada tem forma de anfiteatro e está desconectada da rede de drenagem da região (Figura 125 e Figura 126).

Figura 124. Recursos hídricos no quadrante D.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 125. Açude localizado em topo planificado (MAR/2014).



Fonte: Garden Projetos (2014).

Figura 126. Pequeno alagamento do açude a Oeste (MAR/2014).

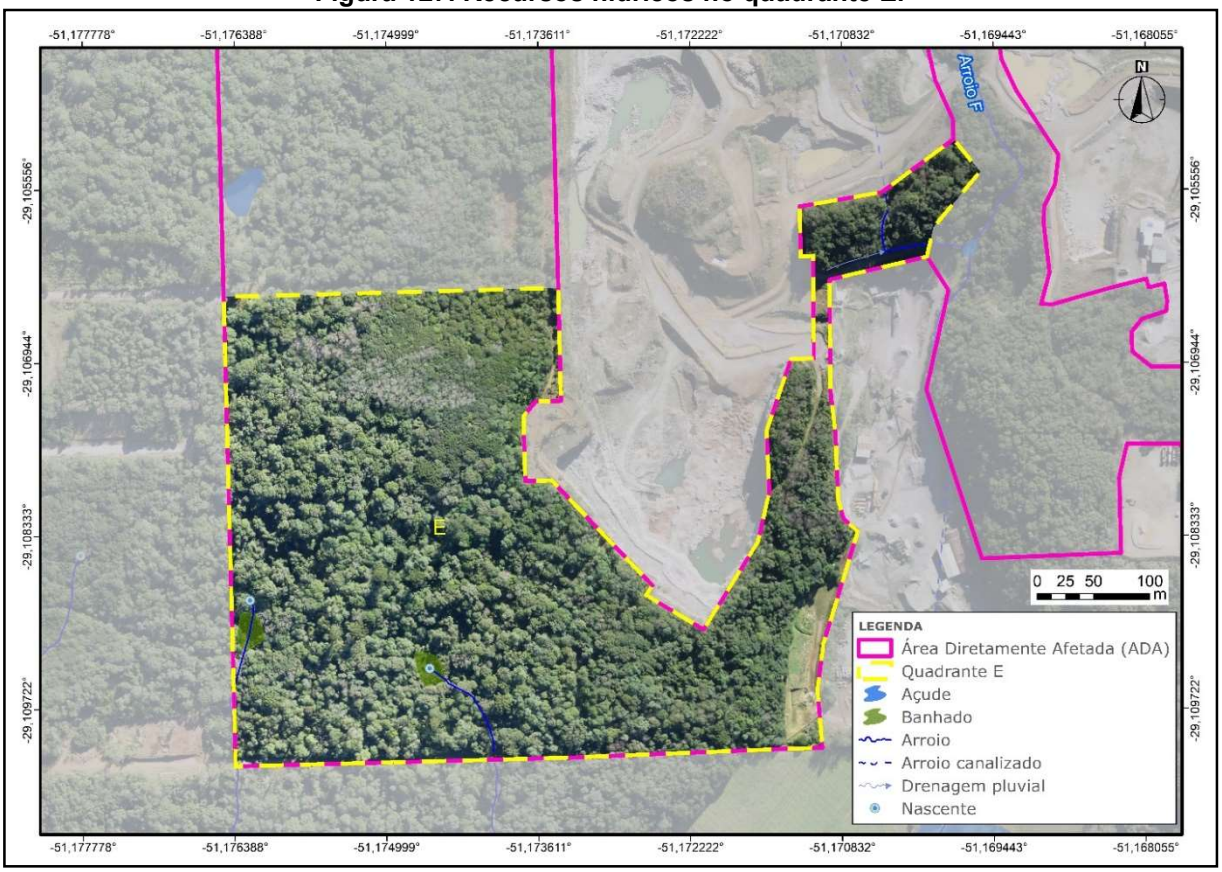


Fonte: Garden Projetos (2014).

Quadrante E

Foram identificadas duas nascentes no quadrante E, ambas dão origem a cursos d'água perenes que seguem para sul, deixando o limite da ADA. As nascentes estão associadas a pequenos banhados localizados imediatamente a jusante dessas (Figura 128 e Figura 129).

Figura 127. Recursos hídricos no quadrante E.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 128. Banhados próximos às nascentes (MAI/2014).



Fonte: Garden Projetos (2014).

Figura 129. Banhados próximos às nascentes (MAR/2014).



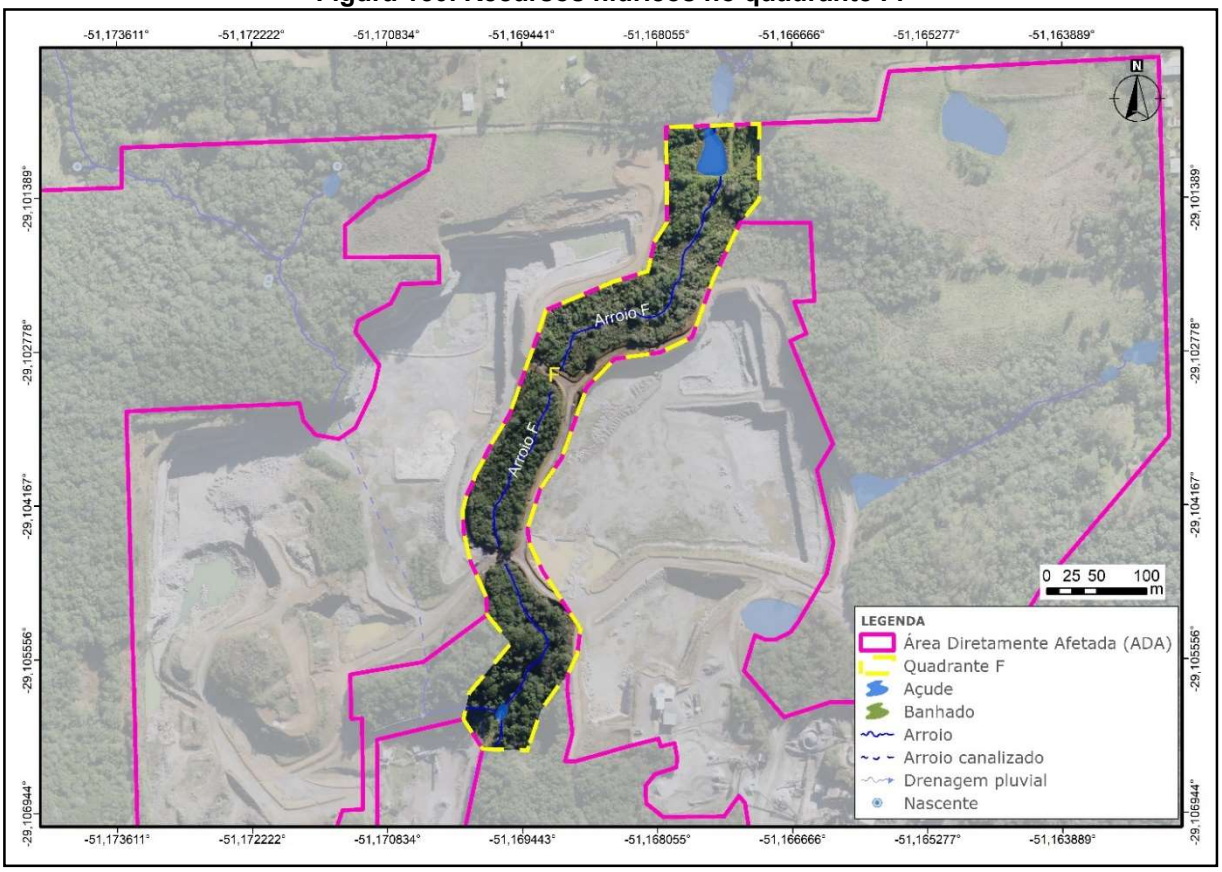
Fonte: Garden Projetos (2014).

Quadrante F

Este quadrante foi limitado sobre a área de preservação do Arroio F que cruza a ADA na sua porção central no sentido N-S. Este arroio possui suas nascentes a 700 metros da divisa Norte, atualmente é alimentado principalmente pelo excedente de uma série de açudes localizados sobre suas nascentes originais (Figura 132). No trecho próximo a nascente o curso recebe uma pequena carga dos efluentes gerados pelas residências instaladas nas proximidades da nascente, essa carga de efluentes é percebida de forma moderada na área em estudo, principalmente pelo odor e coloração d'água.

Este corpo d'água adentra a ADA a NNE, onde foi barrado formando um pequeno açude com área de aproximadamente 800 m² (Figura 131), a partir do barramento o curso segue no sentido SSW, cortando a área onde desenvolve-se a mineração a céu aberto (Figura 131 e Figura 132), transposta a área de lavra, o curso adentra a área da Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul (CODECA). Neste ponto, que corresponde ao extremo sul do quadrante, o arroio F foi novamente barrado e forma um pequeno açude no limite com a planta de britagem operada pela CODECA.

Figura 130. Recursos hídricos no quadrante F.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 131. Açude formada junto à divisa Norte da ADA (MAR/2014).



Fonte: Garden Projetos (2014).

Figura 132. Curso junto à área de mineração (MAR/2014).



Fonte: Garden Projetos (2014).

Figura 133. Açude formada junto ao limite sul do quadrante F (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 134. Arroio F após o barramento sul (JUL/2018).

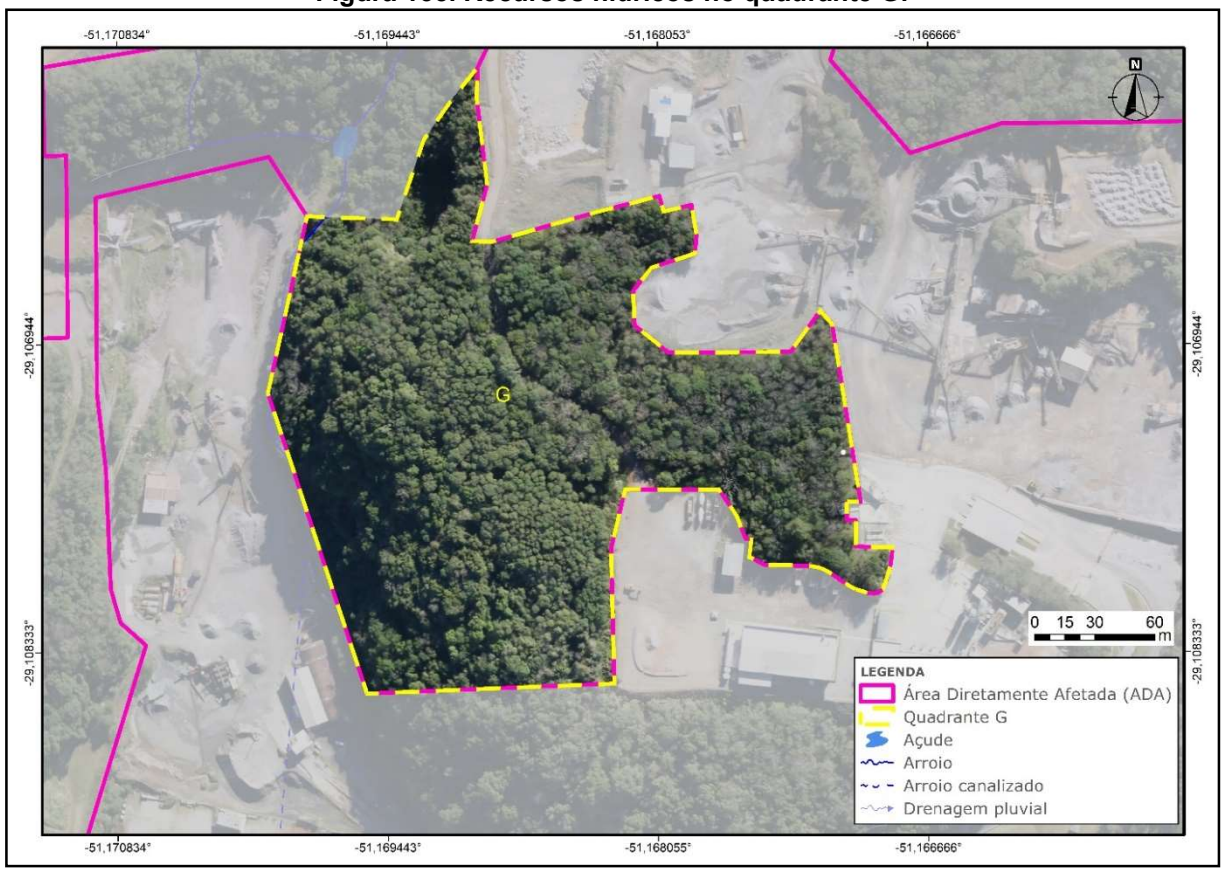


Fonte: Garden Projetos (2018).

Quadrante G

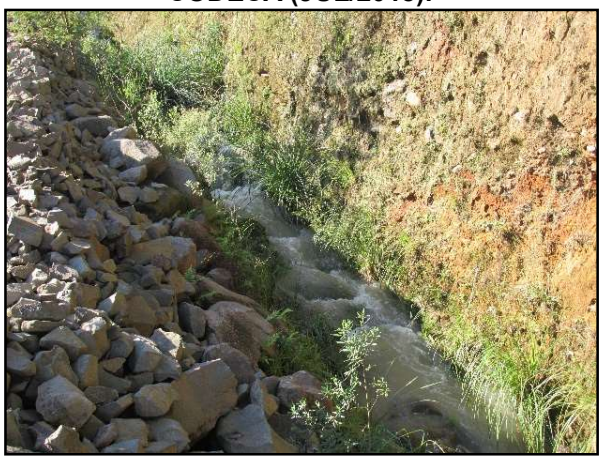
Junto ao limite oeste do quadrante G (Figura 135), segue o curso do Arroio F após o barramento sul. Este trecho se estende junto aos taludes da área de britagem da CODECA (Figura 136) até o ponto que o arroio é canalizado sob as estruturas (Figura 137).

Figura 135. Recursos hídricos no quadrante G.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 136. Trecho do Arroio F junto ao limite oeste do quadrante G, atravessando a área da CODECA (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 137. Ponto onde o Arroio F adentra a canalização (JUL/2018).



Fonte: Garden Projetos (2018).

2.1.6.4.2 Monitoramento das Vazões

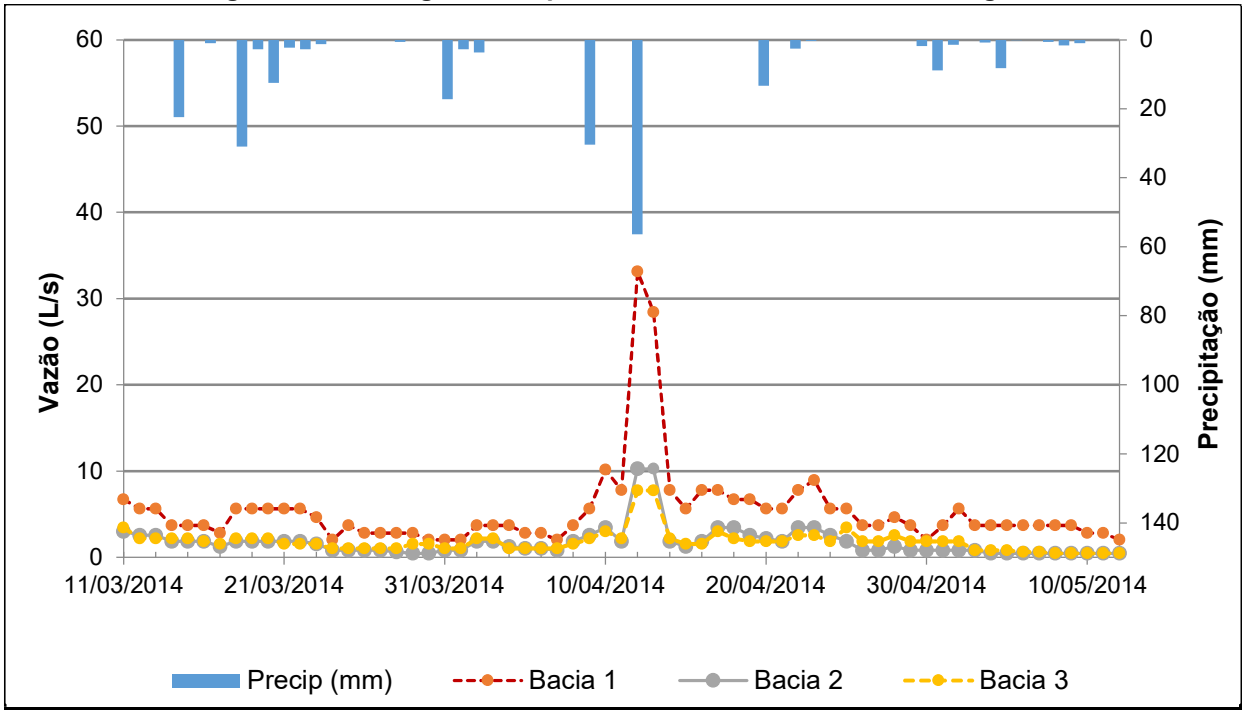
Neste item serão apresentados os resultados referentes à amostragem de vazões, à calibração e simulação precipitação-vazão, e à curva de permanência de vazões para cada um dos três corpos de água analisados.

Amostragem de Vazão

No Quadro 21 pode-se observar as lâminas de água, as vazões obtidas durante o monitoramento, e os dados de precipitação para o período.

O hidrograma das vazões obtidas no monitoramento pode ser observado na Figura 138, juntamente com as precipitações que ocorreram no período.

Figura 138. Hidrograma do período de monitoramento hidrológico.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Pode-se observar que as bacias 2 (área de contribuição de 0,16 km²) e 3 (área de contribuição de 0,15 km²) apresentam comportamento similar, e vazões da mesma ordem de grandeza. Já a bacia 1 (área de contribuição de 0,71 km²), apresenta vazões mais elevadas.

Quadro 21. Resultados do monitoramento hidrológico.

Data	Bacia 1		Bacia 2		Bacia 3		Precipitação (mm)[3]
	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	
09/03/2014	4,5	6,70	9,0	3,45	9,0	3,45	-
10/03/2014	4,5	6,70	9,0	3,45	8,5	2,99	-
11/03/2014	4,5	6,70	8,5	2,99	9,0	3,45	0
12/03/2014	4,0	5,65	8,0	2,58	7,5	2,20	0
13/03/2014	4,0	5,65	8,0	2,58	7,5	2,20	0
14/03/2014	3,0	3,71	7,0	1,85	7,5	2,20	22,4
15/03/2014	3,0	3,71	7,0	1,85	7,5	2,20	0
16/03/2014	3,0	3,71	7,0	1,85	7,0	1,85	1

[3] Dados do IMET – Estação Caxias do Sul.

Data	Bacia 1		Bacia 2		Bacia 3		Precipitação (mm)[3]
	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	
17/03/2014	2,5	2,83	6,0	1,27	6,5	1,54	0
18/03/2014	4,0	5,65	7,0	1,85	7,5	2,20	31
19/03/2014	4,0	5,65	7,0	1,85	7,5	2,20	2,8
20/03/2014	4,0	5,65	7,0	1,85	7,5	2,20	12,5
21/03/2014	4,0	5,65	7,0	1,85	6,5	1,54	2,3
22/03/2014	4,0	5,65	7,0	1,85	6,5	1,54	2,8
23/03/2014	3,5	4,65	6,5	1,54	6,5	1,54	1,3
24/03/2014	2,0	2,04	5,0	0,81	5,5	1,02	0
25/03/2014	3,0	3,71	5,0	0,81	5,5	1,02	0
26/03/2014	2,5	2,83	5,0	0,81	5,5	1,02	0
27/03/2014	2,5	2,83	5,0	0,81	5,5	1,02	0
28/03/2014	2,5	2,83	4,5	0,62	5,5	1,02	0,6
29/03/2014	2,5	2,83	4,0	0,47	6,5	1,54	0
30/03/2014	2,0	2,04	4,0	0,47	6,5	1,54	0
31/03/2014	2,0	2,04	5,0	0,81	5,5	1,02	17,2
01/04/2014	2,0	2,04	5,0	0,81	5,5	1,02	2,8
02/04/2014	3,0	3,71	7,0	1,85	7,5	2,20	3,7
03/04/2014	3,0	3,71	7,0	1,85	7,5	2,20	0
04/04/2014	3,0	3,71	6,0	1,27	5,5	1,02	0
05/04/2014	2,5	2,83	5,5	1,02	5,5	1,02	0
06/04/2014	2,5	2,83	5,5	1,02	5,5	1,02	0
07/04/2014	2,0	2,04	5,0	0,81	5,5	1,02	0
08/04/2014	3,0	3,71	7,0	1,85	6,5	1,54	0
09/04/2014	4,0	5,65	8,0	2,58	7,5	2,20	30,4
10/04/2014	6,0	10,16	9,0	3,45	8,5	2,99	0
11/04/2014	5,0	7,81	7,0	1,85	7,5	2,20	0
12/04/2014	14,0	33,12	14,0	10,27	12,5	7,76	56,4
13/04/2014	12,5	28,43	14,0	10,27	12,5	7,76	0
14/04/2014	5,0	7,81	7,0	1,85	7,5	2,20	0
15/04/2014	4,0	5,65	6,0	1,27	6,5	1,54	0
16/04/2014	5,0	7,81	7,0	1,85	6,5	1,54	0
17/04/2014	5,0	7,81	9,0	3,45	8,5	2,99	0
18/04/2014	4,5	6,70	9,0	3,45	7,5	2,20	0
19/04/2014	4,5	6,70	8,0	2,58	7,0	1,85	0
20/04/2014	4,0	5,65	7,5	2,20	7,0	1,85	13,3

Data	Bacia 1		Bacia 2		Bacia 3		Precipitação (mm)[3]
	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	Lâmina d'água (cm)	Vazão (L/s)	
21/04/2014	4,0	5,65	7,0	1,85	7,0	1,85	0
22/04/2014	5,0	7,81	9,0	3,45	8,0	2,58	2,6
23/04/2014	5,5	8,96	9,0	3,45	8,0	2,58	0,4
24/04/2014	4,0	5,65	8,0	2,58	7,0	1,85	0
25/04/2014	4,0	5,65	7,0	1,85	9,0	3,45	0
26/04/2014	3,0	3,71	5,0	0,81	7,0	1,85	0
27/04/2014	3,0	3,71	5,0	0,81	7,0	1,85	0
28/04/2014	3,5	4,65	6,0	1,27	8,0	2,58	0
29/04/2014	3,0	3,71	5,0	0,81	7,0	1,85	0
30/04/2014	2,0	2,04	5,0	0,81	7,0	1,85	1,8
01/05/2014	3,0	3,71	5,0	0,81	7,0	1,85	8,9
02/05/2014	4,0	5,65	5,0	0,81	7,0	1,85	1,5
03/05/2014	3,0	3,71	5,0	0,81	5,0	0,81	0
04/05/2014	3,0	3,71	4,0	0,47	5,0	0,81	0,8
05/05/2014	3,0	3,71	4,0	0,47	5,0	0,81	8,2
06/05/2014	3,0	3,71	4,0	0,47	4,5	0,62	0,2
07/05/2014	3,0	3,71	4,0	0,47	4,5	0,62	0
08/05/2014	3,0	3,71	4,0	0,47	4,0	0,47	0,6
09/05/2014	3,0	3,71	4,0	0,47	4,0	0,47	1,7
10/05/2014	2,5	2,83	4,0	0,47	4,0	0,47	1
11/05/2014	2,5	2,83	4,0	0,47	4,0	0,47	0
12/05/2014	2,0	2,04	4,0	0,47	4,0	0,47	0

Fonte: Garden Projetos (2019).

Seleção do período de estiagem e calibração

O período de estiagem selecionado foi aquele compreendido entre 15/04/2014 e 26/04/2014. Tal período apresentou um total de 16,3 mm de precipitação, 1,3 mm acima da precipitação máxima sugerida pelo método. No período selecionado foi possível isolar três vazões decrescentes com espaçamento de 48 h para a realização da estimativa inicial do parâmetro Kb. Não foi possível fazer a estimativa de Kb para o a bacia situada a leste em função de terem sido observadas vazões com os mesmos valores, impossibilitando a utilização das Equações 5 e 6.

Dessa forma, a estimativa do parâmetro foi realizada para a as bacias 1 e 2. Para a bacia 3 foi utilizada como estimativa inicial o valor obtido para a bacia 2, em função da

similaridade de comportamento entre as mesmas. As estimativas iniciais utilizadas, para as bacias 1, 2 e 3 foram, respectivamente, 5,46; 4,30 e 4,30.

Através da calibração das três vazões, utilizando a minimização da função objetivo, obteve-se os valores apresentados na Quadro 22, sendo tais valores então utilizados na simulação.

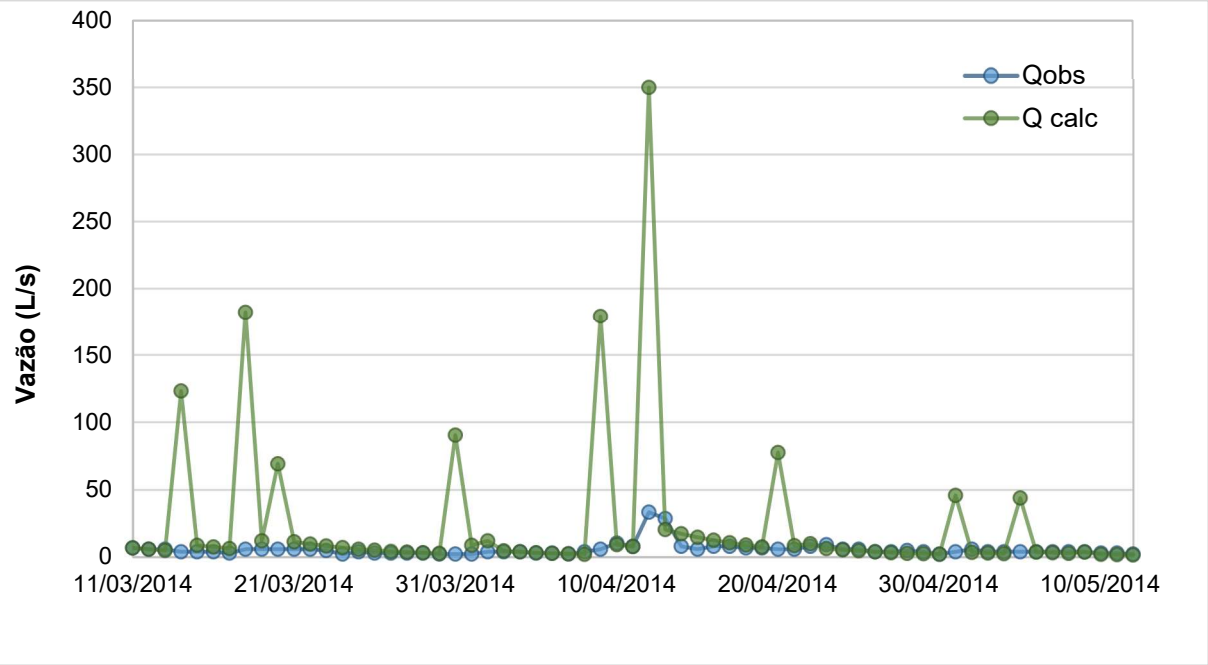
Quadro 22. Parâmetros utilizados na simulação.

Bacia	K_b (dias)	C_i
1	6	0,26
2	5	0,50
3	5	0,44

Fonte: Garden Projetos (2019).

A Figura 139 apresenta os hidrogramas com as vazões observada e calculada através do modelo, para a bacia 1. Pode-se observar na calibração que o modelo foi capaz de ajustar muito bem os períodos de recessão enquanto que os picos foram superestimados pelo modelo. Os ajustes para as bacias 2 e 3 apresentaram mesmo comportamento.

Figura 139. Hidrograma vazão observada vs calculada para a bacia 1.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Simulação Chuva-vazão

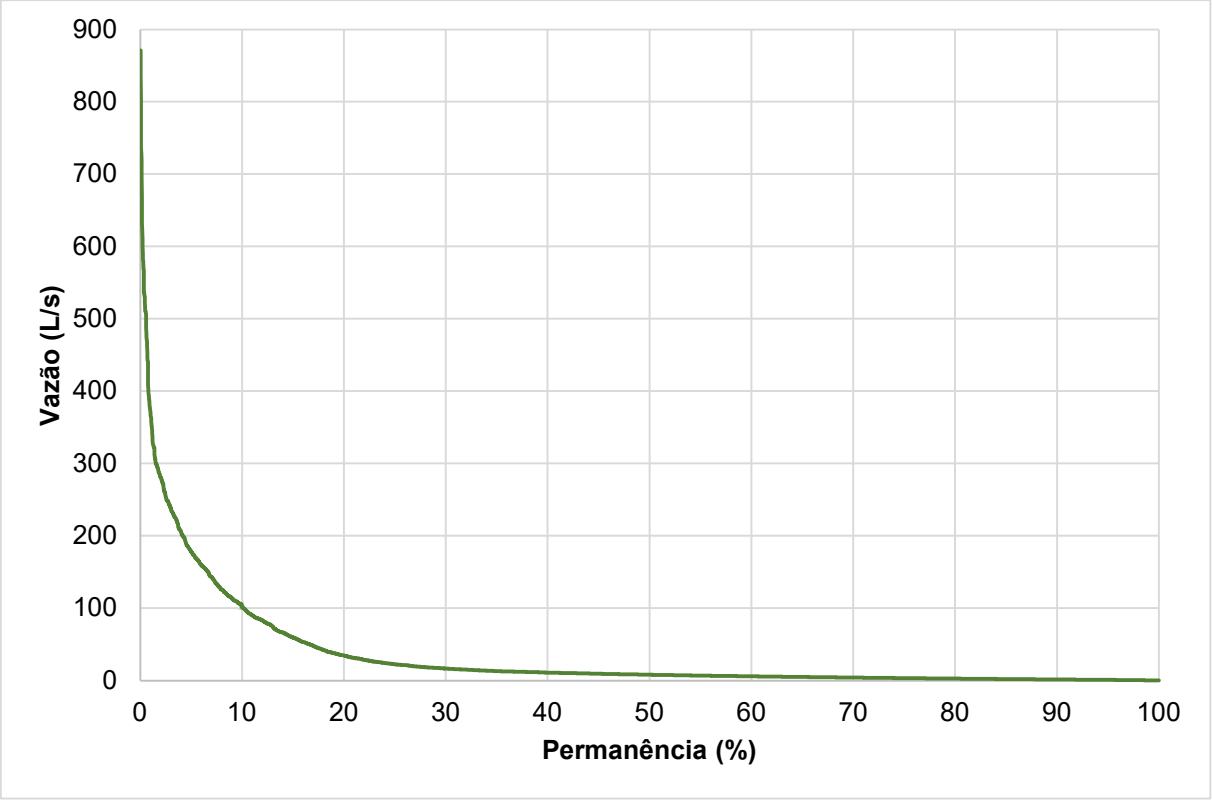
Os hidrogramas simulados podem ser observados em Anexo. As curvas de permanência obtidas são apresentadas nas Figura 140, Figura 141 e Figura 142. Valores de vazão são sumarizados na Quadro 23 para algumas permanências, juntamente com a vazão média de longo período (Q_{mlp}).

Quadro 23. Vazões para alguns dos valores de permanência.

Bacia	Vazões						
	Q_{mlp}	Q_{10}	Q_{30}	Q_{50}	Q_{70}	Q_{90}	Q_{95}
1	34,54	102,12	16,60	8,11	4,19	1,57	1,02
2	7,30	18,58	5,88	2,99	1,48	0,51	0,31
3	8,27	25,72	2,82	1,23	0,58	0,20	0,12

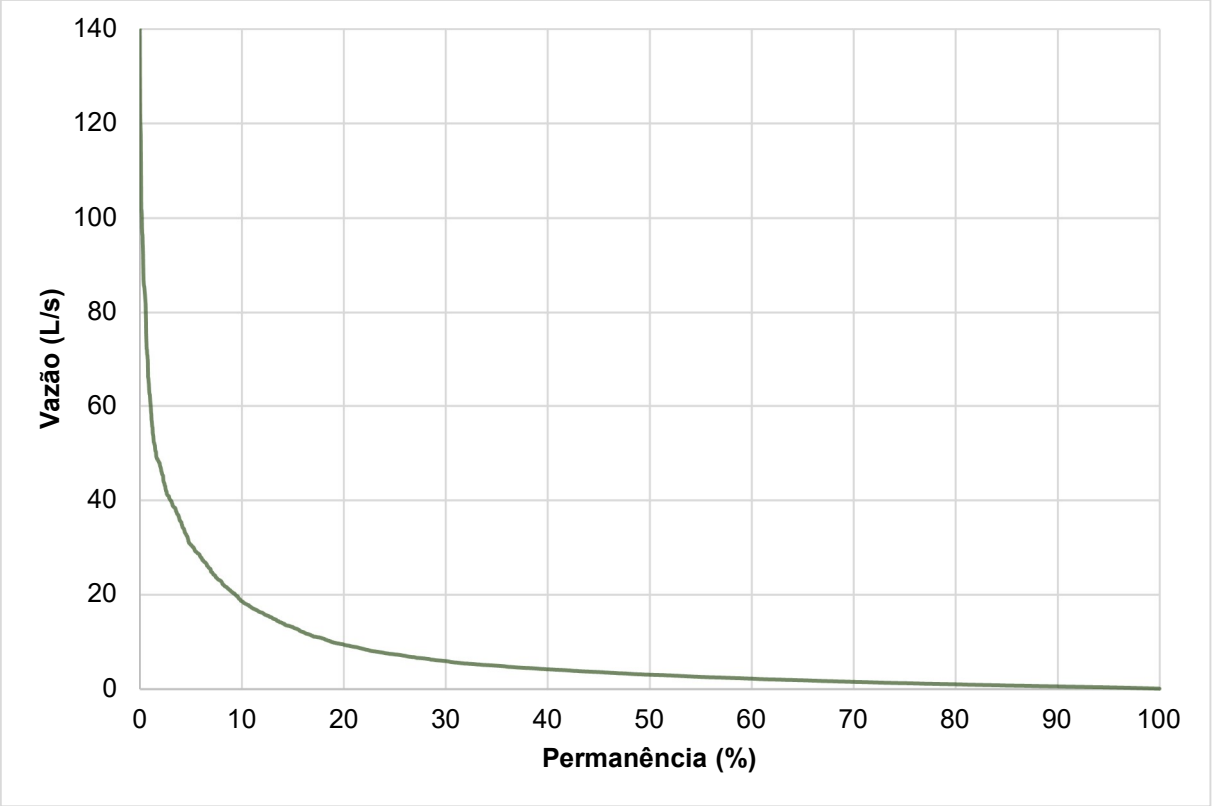
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 140. Curva de permanência para a bacia 1.



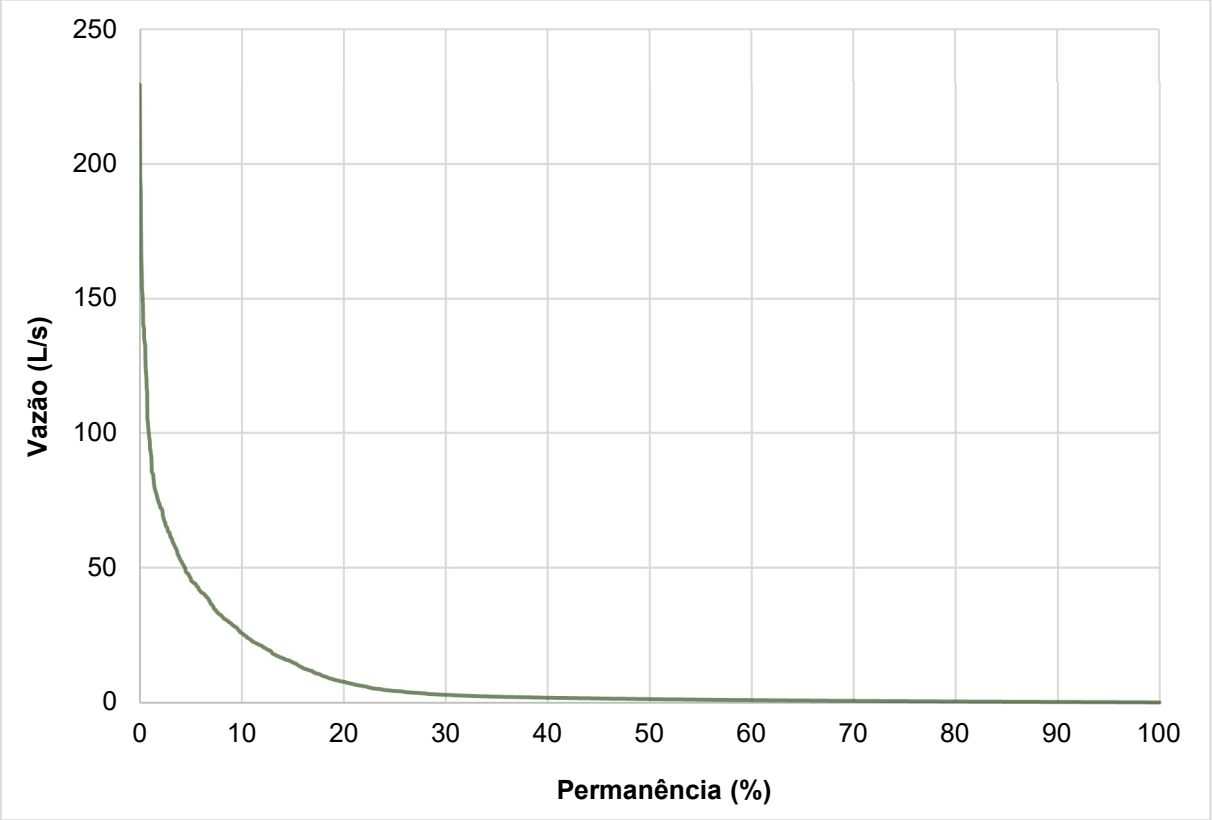
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 141. Curva de permanência para a bacia 2.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 142. Curva de permanência para a bacia 3.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A simulação permitiu estimar as vazões nas bacias analisadas, no entanto há incertezas decorrentes da utilização de modelos hidrológicos. Haan (1989, *apud* SILVEIRA, 1997) aponta que essas decorrem principalmente dos parâmetros de entrada e saída, da estrutura do modelo que representa os processos de forma limitada, e dos parâmetros de ajuste.

Os parâmetros de ajuste foram determinados com base em apenas um evento de estiagem, em função do período limitado de amostragem de vazões, o que contribui para incertezas. Além disso, a calibração é baseada nas vazões de recessão, levando provavelmente a uma pior representação das vazões de maior magnitude.

2.1.6.4.3 Diagnóstico Qualitativo

A Tabela 15 resume os resultados analíticos da campanha realizada em outubro de 2015 para os 11 pontos amostrados. Estes resultados balizaram o enquadramento dos recursos hídricos da AID e permitiram interpretar o cenário atual das condições de qualidade da água, bem como das cargas de poluentes identificadas. Os relatórios analíticos emitidos pelo laboratório credenciado compõem o ANEXO 14.

Tabela 15. Resultados analíticos da campanha de amostragem dos recursos hídricos superficiais.

Parâmetros	Unidade	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7	PONTO 8	PONTO 9	PONTO 10	PONTO 11
Alcalinidade total	mg Ca CO_3/L	13	17	27	33	39	139	49	21	14	14	8
DBO5	mg 02/L	7	ND	1	10	8	33	19	15	2	5	10
DQO	mg 02/L	25	8	8	68	51	111	48	38	8	25	38
Ferro total	mg Fe/L	0,952	3,191	0,936	1,013	0,837	0,673	0,997	2,069	0,199	0,308	0,137
Fósforo total	mg P/L	0,04	ND	ND	0,68	0,83	0,85	0,72	ND	ND	0,19	ND
Magnésio	mg MG/L	1,45	2,35	3,58	3,11	3,19	8,82	3,95	3,09	1,09	1,78	1,18
Nitrogênio amoniacal	mg N-NH3/L	ND	6,6	ND	3,2	10,5	18,2	4,6	ND	ND	ND	ND
Nitrogênio total kjedhal	mg N/L	3	7,4	ND	3,9	10,9	22,3	4,7	ND	ND	ND	ND
Óleos e graxas vegetais e animais	mg OG/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Oxigênio dissolvido	mg 02/L	7,3	7,61	7,75	5,73	6,03	4,25	7,07	7,5	7,61	7,05	7,2
Ph		6,8	6,43	6,58	6,83	6,87	7,36	7,37	7,22	7,09	6,99	6,85
Sólidos sedimentáveis	mL/L/h	ND	ND	ND	0,2	0,1	0,7	ND	ND	ND	ND	ND
Sólidos totais	mg/L	34	94	126	144	144	322	146	58	46	44	14
Surfactantes	mg MBAS/L	0,03	ND	0,07	0,71	1,11	2,51	1,25	ND	0,03	0,18	0,05
Temperatura in loco	°C	18,6	17,3	19,4	20,9	20,6	20,8	20,9	17,3	17	20,6	17,8
Turbidez	NTU	22,4	12,9	21,4	28,8	24,7	28,1	19,3	10,1	3,49	7,39	3,54
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	45	45	490	16000	16000	16000	16000	20	170	5400	ND

Figura 143. Coleta de águas superficiais para análises (OUT/2015).



Fonte: Garden Projetos (2015).

Figura 144. Coleta de águas superficiais para análises (OUT/2015).



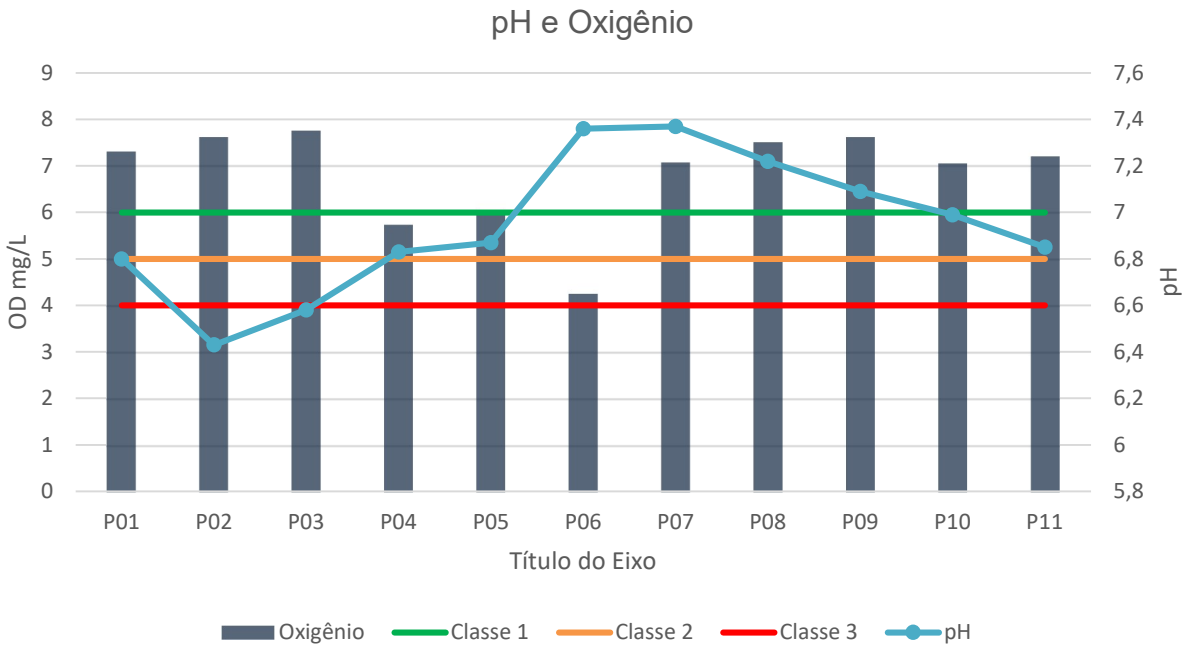
Fonte: Garden Projetos (2015).

2.1.6.4.4 Análise dos parâmetros

Coleta (pH e oxigênio dissolvido)

Os parâmetros medidos na coleta, pH e oxigênio dissolvido, não mostraram grandes variações. A oxigenação das águas se apresentou boa, exceto pelo ponto 6, o sugerindo uma contaminação orgânica mais pronunciada, dada a localização próxima ao bairro residencial. O pH não exibiu uma correlação clara, ainda que os pontos a jusante próximos da pedreira mostrassem um caráter mais ácido e outros, como 6, 7 e 8, exibissem valores acima de 7.

Figura 145. Resultados de oxigênio dissolvido.

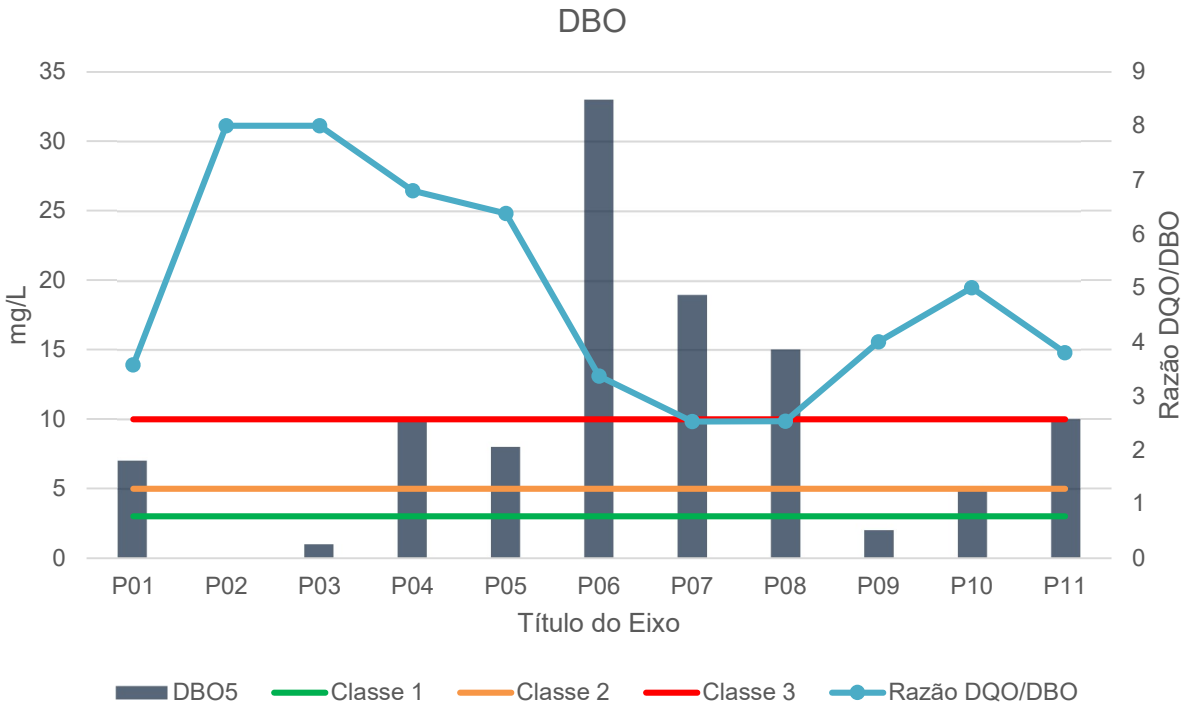


Fonte: Garden Projetos (2019).

DBO e DQO

A DBO mostrou valores elevados apenas nos pontos 6, 7 e 8 (Classe 4), apresentando carga orgânica proveniente de esgotamento sanitário bem como a DQO nos Pontos 4, 5, 6, 7, 8. Fica evidenciada a influência de atividades antrópicas nesta região que impactam o curso hídrico. A razões de DQO/DBO variam indicando uma fração biodegradável mais elevada nos pontos 1, 6, 7, 8 e 11; e predominância da fração inerte especialmente nos pontos 2, 3, 4 e 5.

Figura 146. Resultados de DBO.

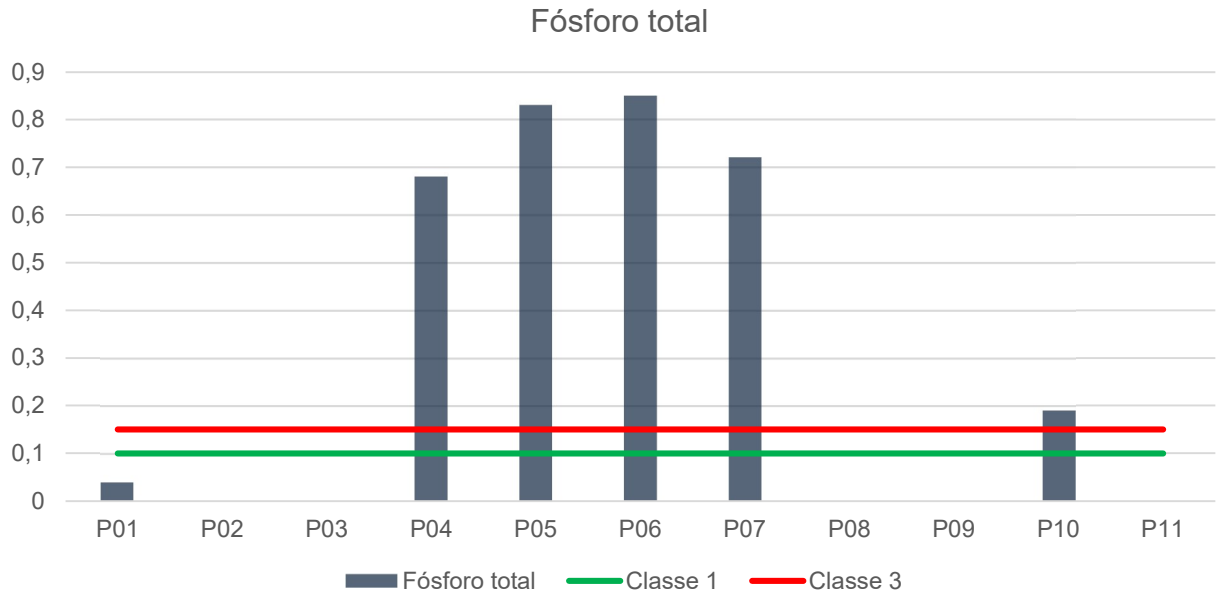


Fonte: Garden Projetos (2019).

Fósforo

Os resultados para o elemento fósforo marcaram fortemente os pontos com maior influência de contaminação por esgoto doméstico, sendo 4, 5,6, 7 e 10 aqueles mais próximos das aglomerações urbanas e também a jusante da barragem Maestra. Os pontos no interior da ADA não detectaram este elemento, uma vez que a atividade exercida não impacta negativamente com aporte de fósforo no ambiente.

Figura 147. Resultados de fósforo total.

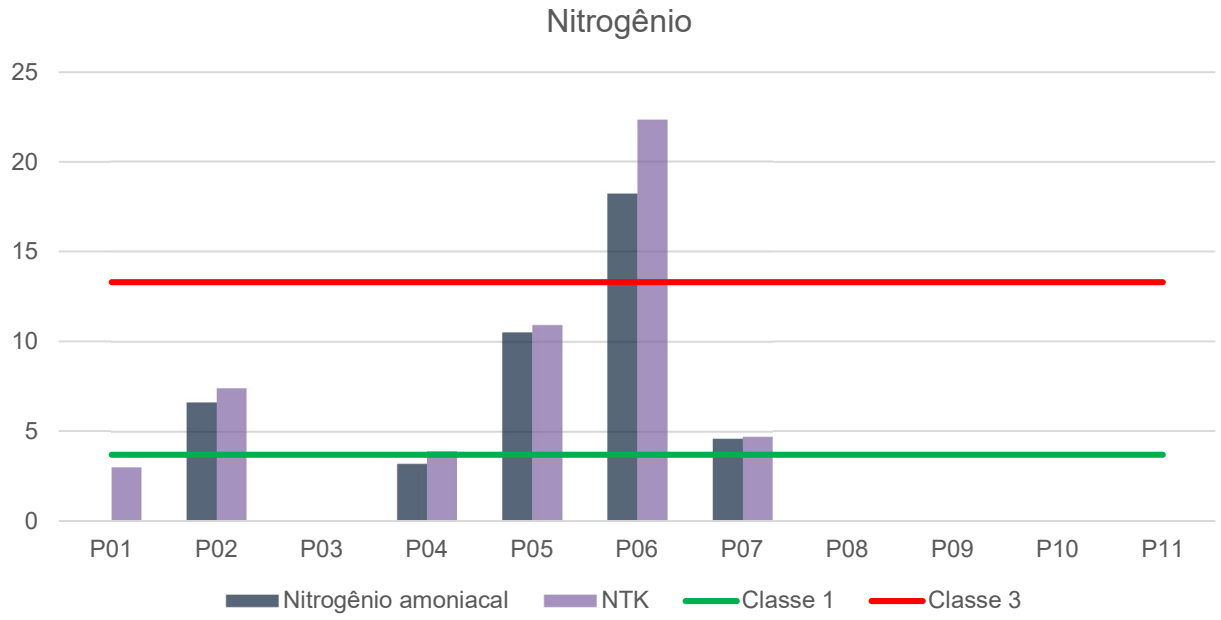


Fonte: Garden Projetos (2019).

Nitrogênio

Os valores obtidos para os parâmetros nitrogenados, tanto total como amoniacal, apresentaram comportamento simétrico. A forma predominante do nitrogênio nos cursos d'água da AID é o amoniacal, indicando poluição recente ou intermediária do curso d'água. Novamente se percebe os valores mais expressivos nos pontos onde já é confirmada a contaminação por efluente doméstico, pontos 5, 6 e 7. Neste parâmetro um dos pontos amostrados da ADA, ponto 2, também exibiu concentrações acima do normal para nitrogênio, apesar de outros parâmetros indicativos de contaminação orgânica não terem acusado positivamente.

Figura 148. Resultados dos compostos nitrogenados.

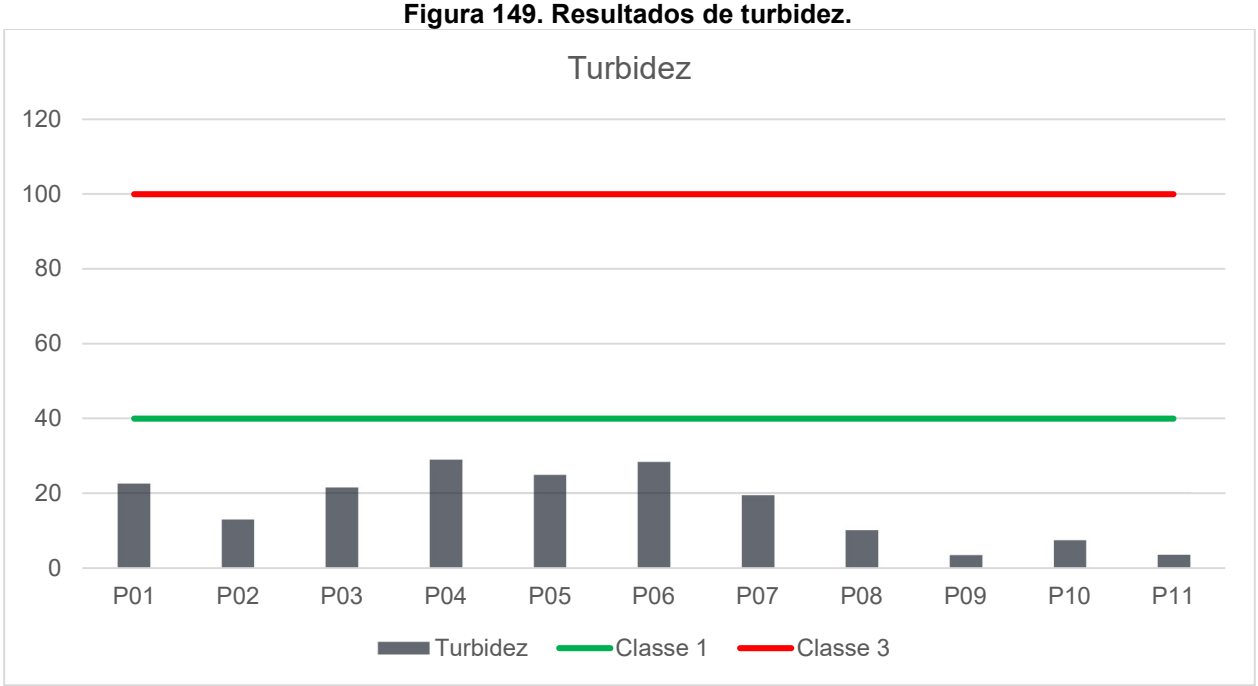


Fonte: Garden Projetos (2019).

Turbidez

Os resultados para turbidez apresentaram valores bastante homogêneos, sem alterações significativas quanto ao padrão da norma para Classe 1. Este parâmetro não se correlaciona diretamente com os contaminantes orgânicos identificados para os pontos próximos de bairros e outras ocupações antrópicas.

Figura 149. Resultados de turbidez.

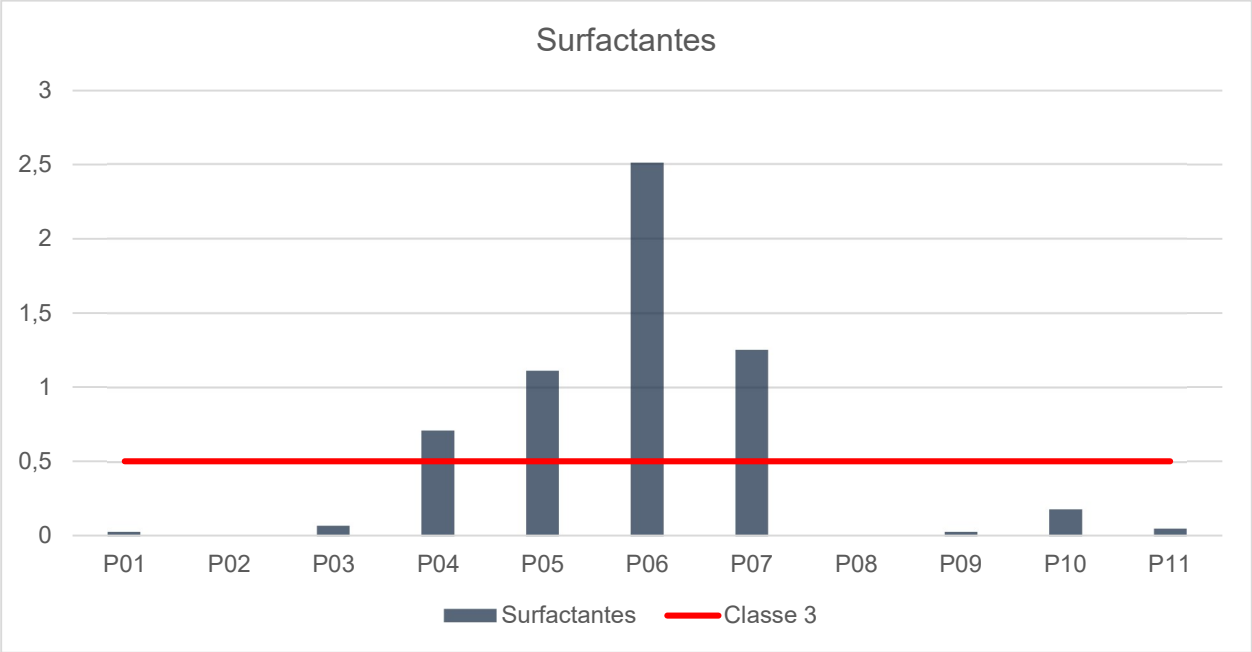


Fonte: Garden Projetos (2019).

Surfactantes

As concentrações obtidas para surfactantes, que no contexto da amostragem se relacionam essencialmente a compostos detergênicos e tensoativos presentes no esgoto doméstico, apresentaram forte correlação com contaminantes orgânicos. Os pontos 5, 6 e 7, já caracterizados pela forte influência antrópica, mostraram os valores mais elevados, acima do padrão de Classe 3 da legislação.

Figura 150. Resultados para surfactantes.

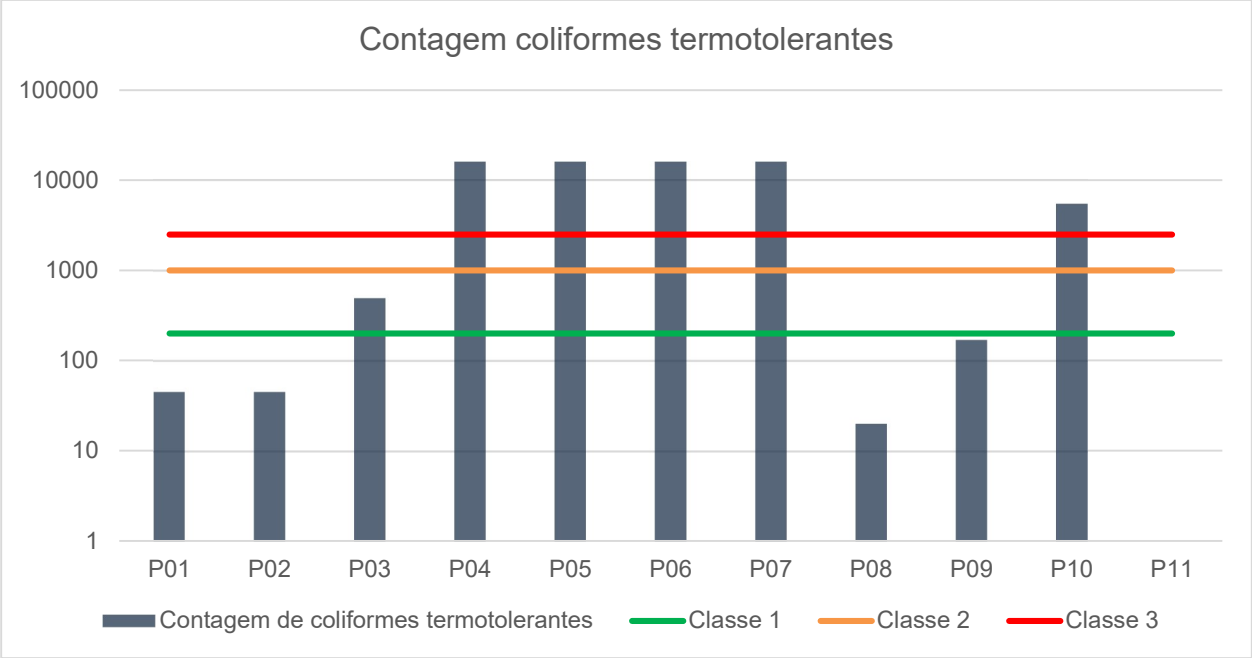


Fonte: Garden Projetos (2019).

Contagem de coliformes termotolerantes

Os valores obtidos para a contagem de coliformes termotolerantes reflete em último estágio o nível de contaminação antrópica dos trechos avaliados. Novamente se confirma a sequência dos pontos 4, 5, 6 e 7 como trecho impactado pela ocupação antrópica, juntamente com o ponto 10 dentro do contexto similar, mas em outro arroio. Os pontos dentro da ADA não apresentaram resultados significativos de uma contaminação expressiva, nem residual de ocupações a montante.

Figura 151. Resultados para coliformes.

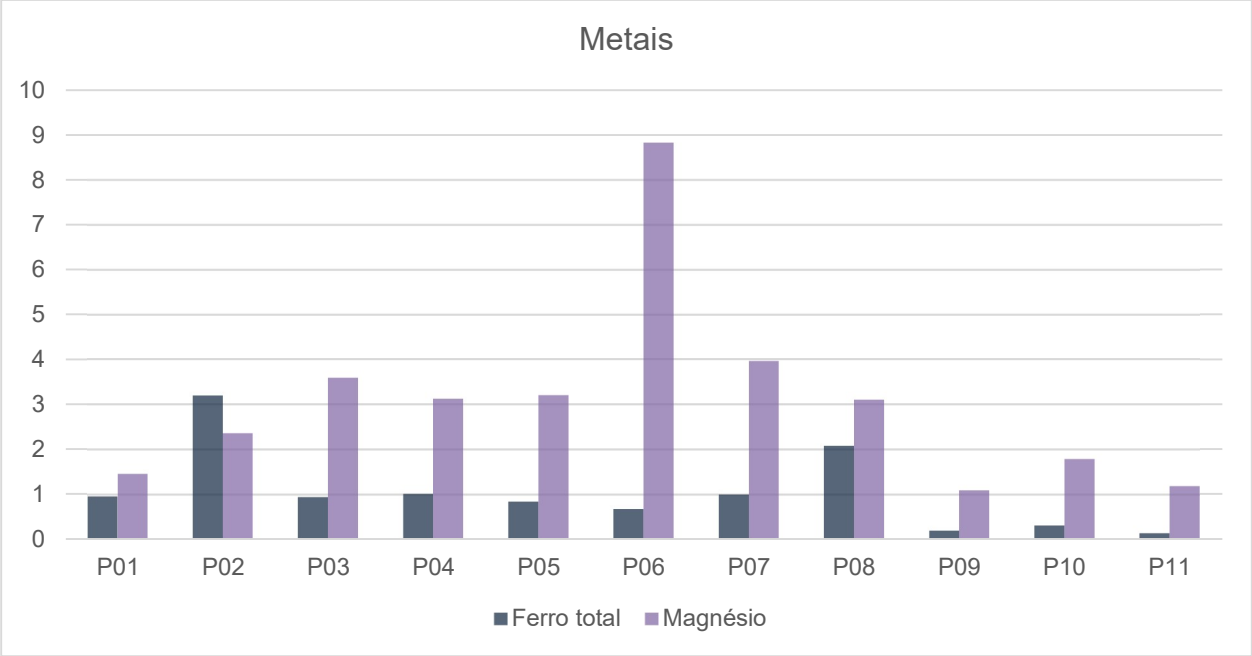


Fonte: Garden Projetos (2019).

Metais

Os parâmetros ferro e magnésio, apesar de não constarem como limitantes do enquadramento, têm importância dado o tipo de solo e as litologias presentes na região. Os resultados de ferro e magnésio dos pontos 1 a 8 demostram uma característica de solo, pois os valores ficaram expressivos acima de 0,3 ppm para ferro e 0,1 ppm para manganês.

Figura 152. Resultados para metais.

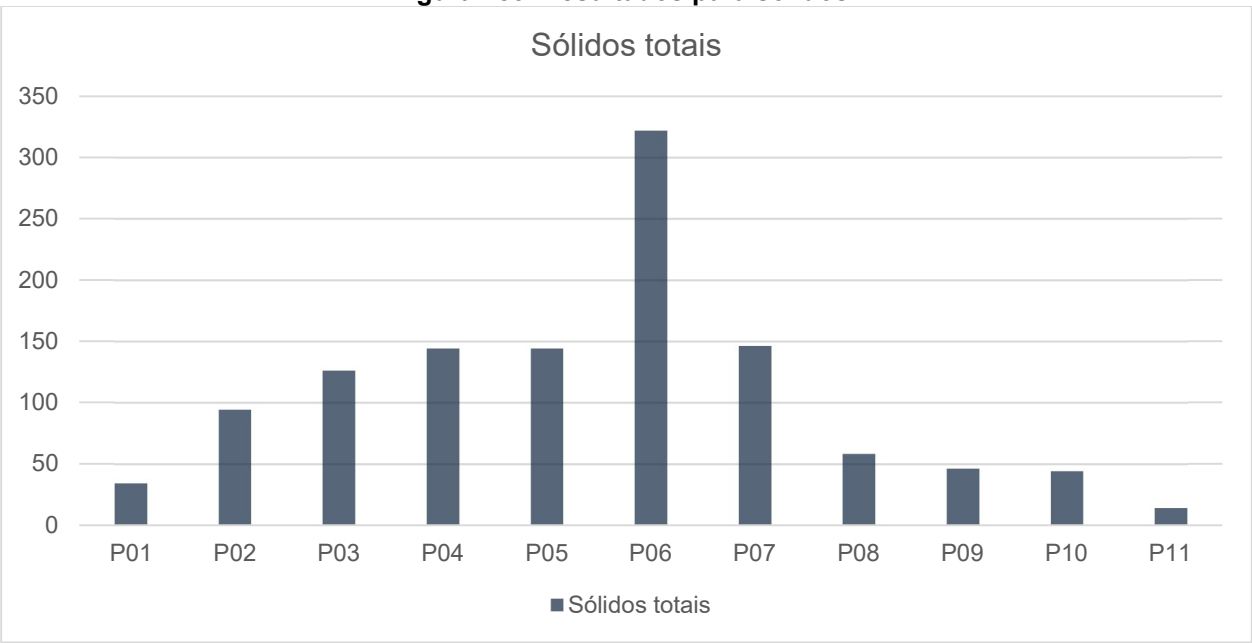


Fonte: Garden Projetos (2019).

Sólidos

A série de sólidos, amostrada em sólidos totais e sedimentáveis, apresentou uma leve correlação com a carga de contaminantes orgânicos (vide resultado do ponto 6) e com a turbidez das amostras. Ademais os valores obtidos para sólidos sedimentáveis ficaram insignificantes e não tiveram significado ambiental no contexto da campanha.

Figura 153. Resultados para sólidos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Outros parâmetros

As análises para óleos e graxas retornam todas abaixo do nível de detecção. Já a alcalinidade não mostrou resultados correlacionáveis com outras variáveis ambientais e não possui significado ambiental relevante no contexto analisado.

2.1.6.4.5 Considerações finais

Os cursos hídricos amostrados ficam em uma área impactada por atividades rurais, urbanas e industriais. Neste contexto, fica clara a influência destas atividades antrópicas na qualidade da água regional. Entretanto, o maior impacto foi verificado nos pontos amostrais localizados na região mais urbanizada, povoada por bairros e indústrias, tendo as atividades rurais menor grau de contribuição na alteração dos parâmetros naturais de qualidade da água.

É possível afirmar, ainda, que a atividade de mineração existente na área de estudo pode estar contribuindo para o aumento do parâmetro de sólidos totais nos recursos hídricos à jusante do empreendimento. Já os resultados de ferro e manganês encontrados, representam as características do solo da região, tendo em vista que as amostras de quase todos os pontos apresentam valores elevados.

2.1.7 Recursos Hídricos Subterrâneos

2.1.7.1 Hidrogeologia Regional (AII)

O Sistema fraturado Serra Geral (Figura 154) é assim denominado devido à presença de diaclases e geocláses ou geofraturas. As diaclases formam-se no momento em que a lava basáltica resfria, formando fendas e fissuras das mais variadas direções e magnitudes. Essas descontinuidades podem assumir padrões regulares e homogêneos, tanto no sentido vertical como horizontal. As diaclases são caminhos dentro do basalto para percolação e acúmulo de água.

Figura 154. Mapa hidrogeológico do município de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019).

As mesmas fraturas podem conduzir águas poluídas para níveis mais profundos da crosta. As geoclases ou geofraturas são outro sistema de fraturas muito mais importantes do que a citada anteriormente por serem de maior dimensão. Esse sistema de fraturas deve-se a grandes perturbações tectônicas que afetaram toda a crosta, mas principalmente pelos movimentos distencionais que ocasionaram na separação da América do Sul com a África.

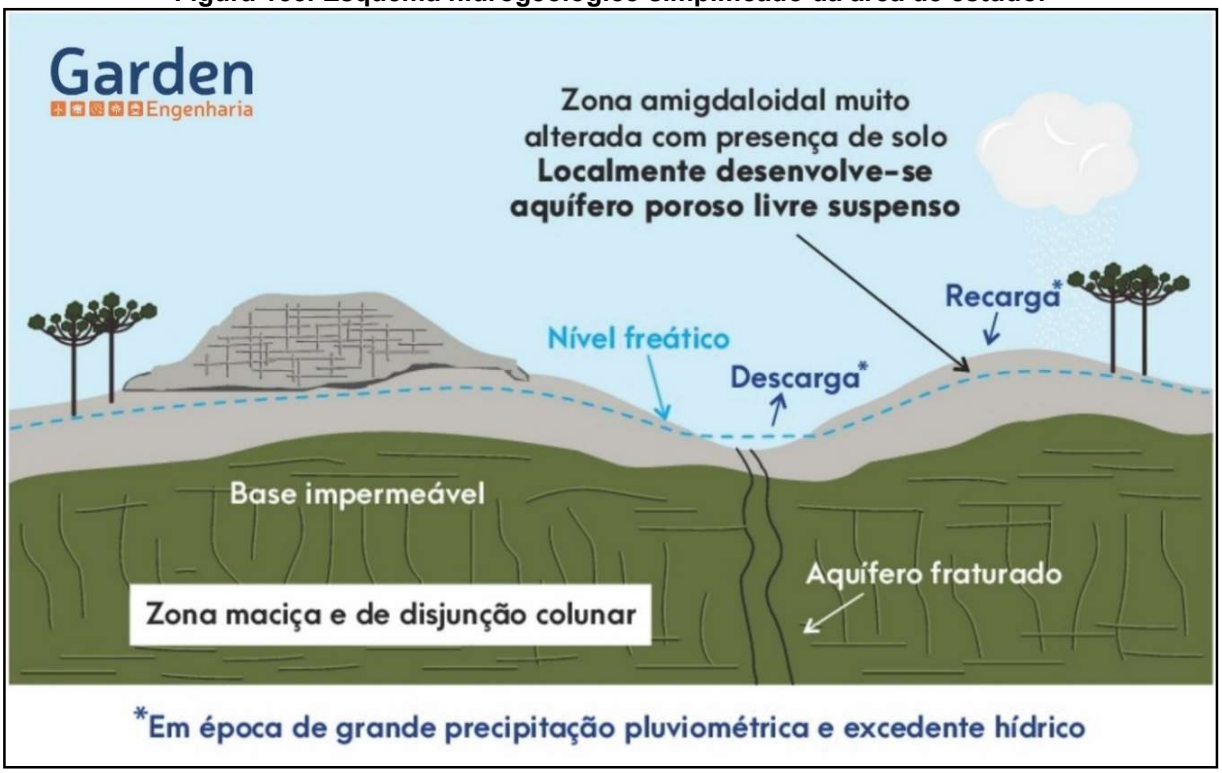
Acomodações de porções crustais que afetaram os basaltos também são responsáveis por esse tipo de faturamento. As geoclasses podem ser facilmente visualizadas através de imagens de satélite TM. Regionalmente área apresentam relevo ondulado a fortemente ondulado, onde as geofraturas são identificadas através de alinhamentos dos cursos hídricos e pequenos vales. Esses vales, rios e arroios são orientados e conduzidos por essas fraturas, que nada mais são que zonas de fraqueza da crosta, facilitando assim o entalhamento dos vales. Elas são grandes descontinuidades da crosta, e por esse motivo, há grande convergência da percolação de água por elas, de forma descente como também ascendente.

A Formação Serra Geral, constituída por rochas vulcânicas, maciças, sem poros (com exceção da zona amigdalóide e a alterada) é de modo geral, impermeável. O armazenamento e a circulação das águas subterrâneas se dão através de fraturas e juntas. A capacidade de armazenamento desse aquífero fraturado em geral é pequena e vai depender das dimensões, da geometria e do espaçamento das fraturas. As zonas vesiculares e amigdaloidais de topo de derrame e zonas de disjunção horizontal, quando alteradas e interceptadas por fraturamentos, interconectam-se podendo armazenar bons volumes de água subterrânea.

Na área estudada o sistema interligado ao manto intempérico, normalmente funciona como um aquífero livre. O outro relacionado às fraturas mais profundas, tem caráter regional. É, geralmente, constituído por fraturas individuais, que formam um sistema pouco denso, onde as paredes da fratura direcionam e controlam a circulação das águas subterrâneas, podendo funcionar em regime livre ou confinado.

Com relação à dinâmica do aquífero, o modelo hidrogeológico conceitual indica que a recarga é realizada principalmente por infiltração direta a partir do excedente hídrico das precipitações pluviométricas, através dos solos residuais em áreas localizadas em zonas de fraturas e topografia pouco acidentada com boa espessura de solo e/ou manto de alteração além da presença de vegetação natural.

Figura 155. Esquema hidrogeológico simplificado da área de estudo.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Com relação à dinâmica do aquífero, o modelo hidrogeológico conceitual indica que a recarga é realizada principalmente por infiltração direta a partir do excedente hídrico ligado às precipitações pluviométricas, através dos solos residuais em áreas localizadas em zonas de fraturas e topografia pouco acidentada com boa espessura de solo e/ou manto de alteração e presença de vegetação natural. Nos locais onde as fraturas interceptam cursos de água que possuem características influentes também ocorre recarga.

No contato entre a zona de disjunção vertical e horizontal, geralmente ocorrem fontes que dão origem aos cursos d'água da região. É muito comum a presença de intensa disjunção horizontal com descarga de água subterrânea. Também é frequente a presença de uma linha de fontes nos intervalos correspondentes ao contato entre os derrames das rochas.

2.1.7.2 Aquífero Fraturado

O aquífero fraturado está localizado nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, sendo seu principal condicionante as estruturas tectônicas (REGINATO; STRIEDER, 2005). Os condicionantes secundários consistem na estruturação primária da rocha, o relevo e o solo (tipo e espessura). A formação e circulação da água subterrânea nesse sistema aquífero está diretamente relacionada com a estruturação tectônica (presença de fraturas, zonas de fraturas) e, em segundo plano, com a estruturação primária da rocha. Assim, esse aquífero é caracterizado por uma forte anisotropia responsável por vazões variáveis e por capacidades específicas, em geral baixas. A forma de captação das águas subterrâneas desse aquífero ocorre por meio de poços tubulares.

Segundo Reginato e Strieder (2005) os poços tubulares associados aos aquíferos fraturados da Formação Serra Geral apresentam vazões variáveis, mas em geral, baixas. Para a região nordeste do estado do Rio Grande do Sul 72,1% dos poços tubulares apresentam vazões abaixo de 10 m³/h, 12,7% possuem vazões entre 10 e 15 m³/h, 5,9% entre 15 e 20 m³/h e 9,3% apresentam vazões acima de 20 m³/h. Além disso, esses autores identificaram as seguintes características regionais: a profundidade média dos poços é de 110 metros, há a ocorrência de uma a duas entradas de água, o nível estático, na maior parte dos casos está localizado entre 0 e 10 metros, as transmissividades médias são da ordem de 0,4931 m²/h (média das mínimas igual a 0,1325 m²/h e média das máximas igual a 1,4578 m²/h), as capacidades específicas (q)

apresentam valores médios de 0,3954 m³/h/m (valores mínimos iguais a 0,106 m³/h/m e os máximos igual a 1,1663 m³/h/m).

Essas características comprovam a existência de um aquífero de forte anisotropia, típico dos aquíferos fraturados.

A recarga do sistema aquífero é realizada de duas formas principais. A primeira é feita através do manto de alteração, que proporciona a infiltração de águas pluviais e alimenta os sistemas de fraturas. A segunda forma de recarga ocorre em regiões de relevo mais dissecado, caracterizado pela presença de vales profundos. Nessas regiões, há o favorecimento da circulação vertical entre as águas do aquífero Guarani e as águas do aquífero fraturado.

A descarga é feita pelos sistemas de fraturas que podem se conectar à superfície, em função de mudanças do relevo, gerando fontes, ou então alimentar as drenagens.

A análise da caracterização hidrogeológica e hidrodinâmica comprova a existência de comportamentos diferenciados do sistema aquífero fraturado dependendo da região analisada. Essa diferenciação está relacionada basicamente com os fatores condicionantes dos aquíferos fraturados. Nesse caso dependendo das características do sistema estrutural (tipo de estrutura e orientação), da litologia (tipo de rocha e estruturas primárias associadas), do relevo (grau de dissecação) e dos solos (tipologia) haverá um comportamento hidrogeológico associado (REGINATO, 2003).

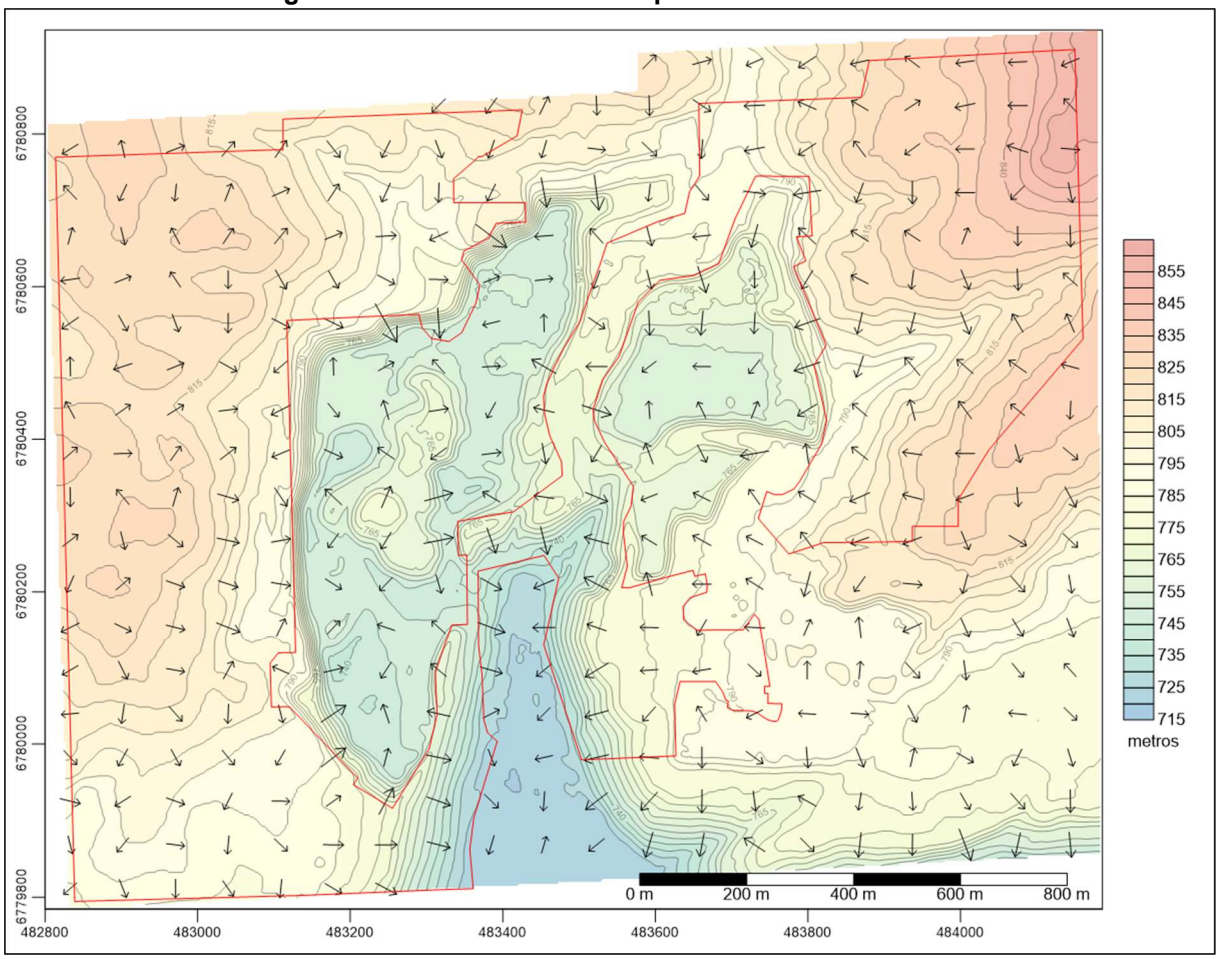
O sentido de fluxo das águas subterrâneas difere quanto à tipologia do aquífero, o que acarreta em diferentes condicionantes do seu escoamento. O aquífero freático tem como controle principal a topografia do terreno, estando limitado a análogos dos divisores de águas das bacias superficiais. Já o aquífero fraturado tem um controle mais complexo de fluxo, dada a anisotropia do meio. As águas nesses aquíferos, especialmente no contexto de rochas vulcânicas como na área de estudo, tendem a se deslocar entre as descontinuidades das litologias. Nesse sentido, existem duas vias principais de armazenamento e fluxo de água subterrânea no aquífero fraturado: os lineamentos de falhas locais e os contatos entre as camadas de derrames distintos.

No contexto da mina Maestra, ambas situações de afloramento estão presentes. O contato entre a camada de minério e o derrame estéril sotoposto em princípio não gera armazenamento de água subterrânea. Este contato aflora no extremo sudoeste da mina, onde não se observa nenhuma surgência de água. Um dos lineamentos mapeados

coincide com o Arroio A, na frente leste, podendo caracterizá-lo como descarga do aquífero fraturado que flui para dentro da cava superficialmente.

A mina atua localmente como um sink point, para onde convergem as linhas de fluxo superficial. Conforme é apresentado na figura abaixo, os vetores das linhas de fluxo convergem para dentro da cava, por esta configurar um baixo topográfico.

Figura 156. Vetores de fluxo superficial dentro da ADA.



Fonte: Garden Engenharia (2020).

A PRANCHA 15 exibe o regime de fluxo inferido com base nos lineamentos mapeados na AID. As setas azuis indicam o sentido preferencial de movimento das águas armazenadas nos lineamentos. Pode-se observar que localmente o fluxo segue um padrão similar ao da drenagem superficial, convergindo para o reservatório da represa Maestra e depois seguindo para oeste. Os poços indicados são os mesmos levantados no item específico, e seu posicionamento com relação ao regime de fluxo permite afirmar que a mineração não os afeta diretamente.

A área da cava, em função da exposição de rocha sã, altera a permeabilidade do solo impactando sobre a recarga do aquífero fraturado. Privilegia-se o escoamento superficial e se elimina a capacidade do solo superficial e regolito em armazenar a precipitação meteórica e recarregar mais eficientemente o aquífero.

No levantamento foram identificados 07 poços tubulares existentes na AID do empreendimento (Figura 157 e Tabela 16).

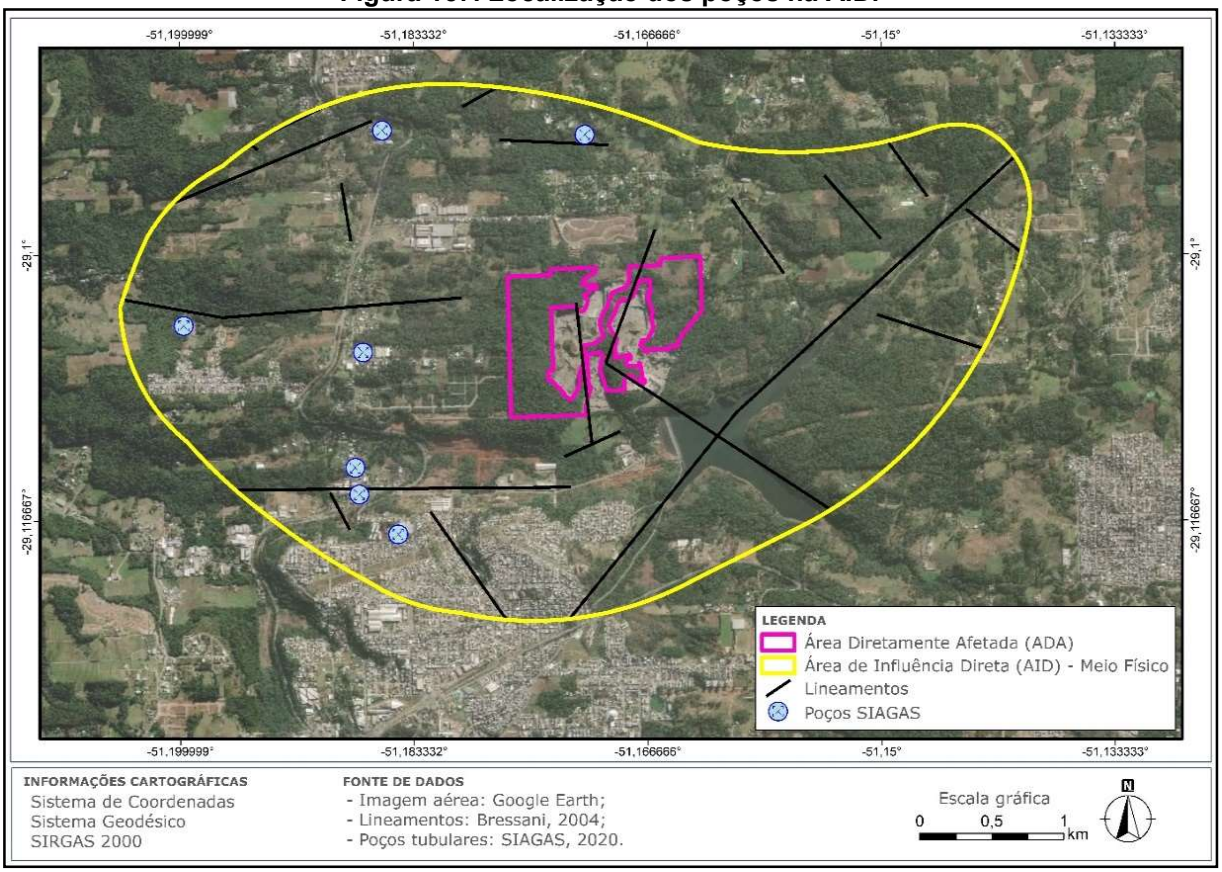
A análise dos dados desses pontos de captação permitiu definir que:

- A profundidade média dos poços é de 168 m, próxima da média regional, sendo que a profundidade mínima é foi de 100 m e a máxima de 250 m;
- O nível estático encontrado é variável entre 14 e 53 m;
- As vazões, na maior parte dos casos, são inferiores a 3 m³/h (70% dos - poços);
- Os dados de capacidade específica e transmissvidade são insuficientes para se traçar um panorama local do aquífero.
- Os dados de capacidade específica e transmissividade são insuficientes para se traçar um panorama local do aquífero, sendo então necessário manter-se o Programa de Monitoramento de Águas Subterrâneas com a recomendação de serem implantados pelo menos 03 piezômetros dentro da ADA.

Tabela 16. Lista de poços encontrados na AID do empreendimento.

Ponto	Localização	Latitude	Longitude	Vazão	Nível Estático
4300021039	Travessão Vitor Emanuel, 2889, Bairro Pedancino	-29,1061110	-51,1869440	2,42	52,9
4300021219	Rua das Cotovias, 900	-29,1175000	-51,1844440	1,07	32
4300022305	Vale perto campo de futebol - Poço 02	-29,0925000	-51,1711110	2,67	45,3
4300023168	Linha Pedanzini	-29,0922220	-51,1855560	18,00	5,64
4300023177	Vila Maestra	-29,1133330	-51,1875000	2,51	14,3
4300023180	Vila Maestra - Rua Principal	-29,1150000	-51,1872220	2,43	13,8
4300023185	Loteamento Brandalise	-29,1044440	-51,1997220	3,60	19,15

Figura 157. Localização dos poços na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.1.7.3 Caracterização Hidroquímica

A qualidade das águas subterrâneas do aquífero fraturado possui variações condicionadas pelas características geológicas e hidrogeológicas da região, o que pode ser evidenciada através da caracterização hidroquímica. Nesse caso, Lisboa (1996) evidenciou a presença de dois campos hidrogeoquímicos principais para esse aquífero: o “Campo das Águas Bicarbonatadas Cálcicas e Calcomagnesianas” e o “Campo das Águas Bicarbonatadas Sódicas”.

Scopel, Teixeira e Binotto (2005) também identificaram essa caracterização hidroquímica para as águas subterrâneas associadas ao aquífero fraturado.

Reginato (2003) efetuou uma caracterização hidroquímica (baseada na análise de 137 amostras), para esse aquífero, na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul tendo encontrado que as águas estão distribuídas em três campos principais:

- Águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas: 80,1%.
- Águas bicarbonatas sódicas: 18,4%.
- Águas sulfatadas cálcicas ou magnesianas: 1,4%.

O campo predominante das águas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas está de acordo com a composição química das litologias que hospedam o aquífero fraturado. Essa relação evidencia que a fonte original dos cátions Ca^{+2}, Na^{+} e Mg^{+2} está associada com a alteração dos silicatos que constituem as rochas vulcânicas da região.

Em geral, as águas do aquífero fraturado apresentam boa qualidade. No entanto, existem problemas de contaminação bacteriológica e química que afetam os padrões de qualidade dessas águas. Nesse caso, as regiões de maior desenvolvimento urbano e industrial apresentam maior vulnerabilidade. Além disso, há outro problema que afeta a qualidade e a potabilidade das águas subterrâneas que está associado a presença de Ferro e Manganês. Segundo Hausman (1995), a presença desses elementos corresponde ao principal problema com relação ao aproveitamento dessas águas. Sua origem está associada aos processos de decomposição das rochas vulcânicas que possuem minerais ferro-magnesianos, os quais, quando quimicamente intemperizados acabam por fornecer os elementos Fe e Mn para os solos e, consequentemente, para as águas que circulam por eles.

2.1.7.4 Vulnerabilidade do Aquífero

A determinação da vulnerabilidade de aquíferos pode ser realizada por diversas metodologias, sendo os mais comuns, os métodos denominados de GOD (FOSTER; VENTURA; HIRATA, 1993) e DRASTIC (ALLER *et al.,* 1987).

Para a aplicação do método DRASTIC é necessário um excelente conhecimento das condições geológicas e hidrogeológicas da região, o que nem sempre é possível de obter. Já o método GOD pode ser empregado em regiões com dados mais escassos, fornecendo excelentes resultados.

O método GOD leva em consideração a multiplicação de três parâmetros (são atribuídos valores entre 0 e 1) para a obtenção dos índices de vulnerabilidade.

Os parâmetros levados em consideração são:

- G (*groundwater*): tipo de aquífero (livre, confinado drenante ou não drenante, sem aquífero);
- O (*overall*): caracterização global do aquífero quanto ao grau de consolidação e natureza litológica;
- D (*depth*): profundidade da água subterrânea.

Os índices de vulnerabilidade são classificados em:

- Entre 0 e 0,1 – muito baixa
- Entre 0,1 e 0,3 – baixa
- Entre 0,3 e 0,5 – moderada
- Entre 0,5 e 0,7 – alta
- Entre 0,7 e 1,0 – extrema

Para a avaliação do grau de vulnerabilidade dos aquíferos existentes na microbacia hidrográfica do Arroio Marrecas, optou-se por utilizar a metodologia GOD e efetuar a avaliação para os aquíferos como um todo.

Para o aquífero fraturado os índices de vulnerabilidade foram determinados da seguinte forma:

- **G**: o aquífero fraturado existente na bacia possui um comportamento de um aquífero confinado a semi-confinado, mas como está associada as estruturas tectônicas e primárias das rochas vulcânicas que podem ter conexão o valor definido foi de 0,6.
- **O**: o substrato litológico é caracterizado por derrames de rochas vulcânicas que apresentam estruturas primárias gerados pelos processos de resfriamento e consolidação das rochas e estruturas tectônicas. Sobre essas rochas há um manto de alteração argilo-síltico- arenoso que possui espessura variável. Dessa forma, o valor selecionado foi de 0,7.
- **D**: a profundidade da água subterrânea, foi identificada com base nos níveis estáticos dos poços, sendo que a mesma é variável. As entradas de água, levando-se em conta os dados regionais, são, em geral acima dos 20 metros. Com base nesses dados optou-se por atribuir o valor de 0,6.

Multiplicando-se os valores atribuídos para G x O x D, obteve-se um índice geral de 0,25 que indica um baixo grau de vulnerabilidade para o aquífero fraturado da região. Esse valor não indica, necessariamente, que esse aquífero dificilmente será contaminado, visto que em condições permanentes e constantes de contaminação o mesmo será afetado com o tempo.

2.1.8 Ruídos e Vibrações

Este item tem por objetivo caracterizar as principais fontes ruidosas e de vibração advindas da operação da Pedreira Caxiense. (Ver ANEXO 16)

A conceituação de som ou ruído parte da física acústica, sendo definido como o resultado da vibração acústica capaz de produzir sensação auditiva. Como fonte poluidora, o som se associa aos conceitos de ruído estridente ou som indesejado, ambos muito subjetivos quando comparados ao conceito físico. A fim de se eliminar essa subjetividade, foi proposta a medição do som em relação à pressão exercida no sistema auditivo humano, quando causar danos à saúde, comportamentais ou físicos, deverá ser enquadrada como poluição. A medida da intensidade do som é feita pela escala absoluta de pressão sonora, em pascais (Pa), ou pela escala logarítmica, conhecida como decibel (dB).

A atividade da mineração está diretamente associada ao uso de explosivos no desmonte de rocha, que, como outras atividades produtivas, provoca impactos ambientais adversos. Dentro das definições deste item, os impactos referem-se à pressão atmosférica (ruídos) e vibrações em subsuperfície.

A sobrepressão atmosférica pode ser definida como toda propagação de uma onda elástica pelo ar, neste caso relacionada às ondas de choque provenientes da detonação de cargas explosivas. A normativa NBR 9653 (ABNT, 2018) caracteriza como a pressão provocada por uma onda de choque aérea com componentes na faixa audível (20 a 20.000 Hz) e não audível, com duração maior que um segundo.

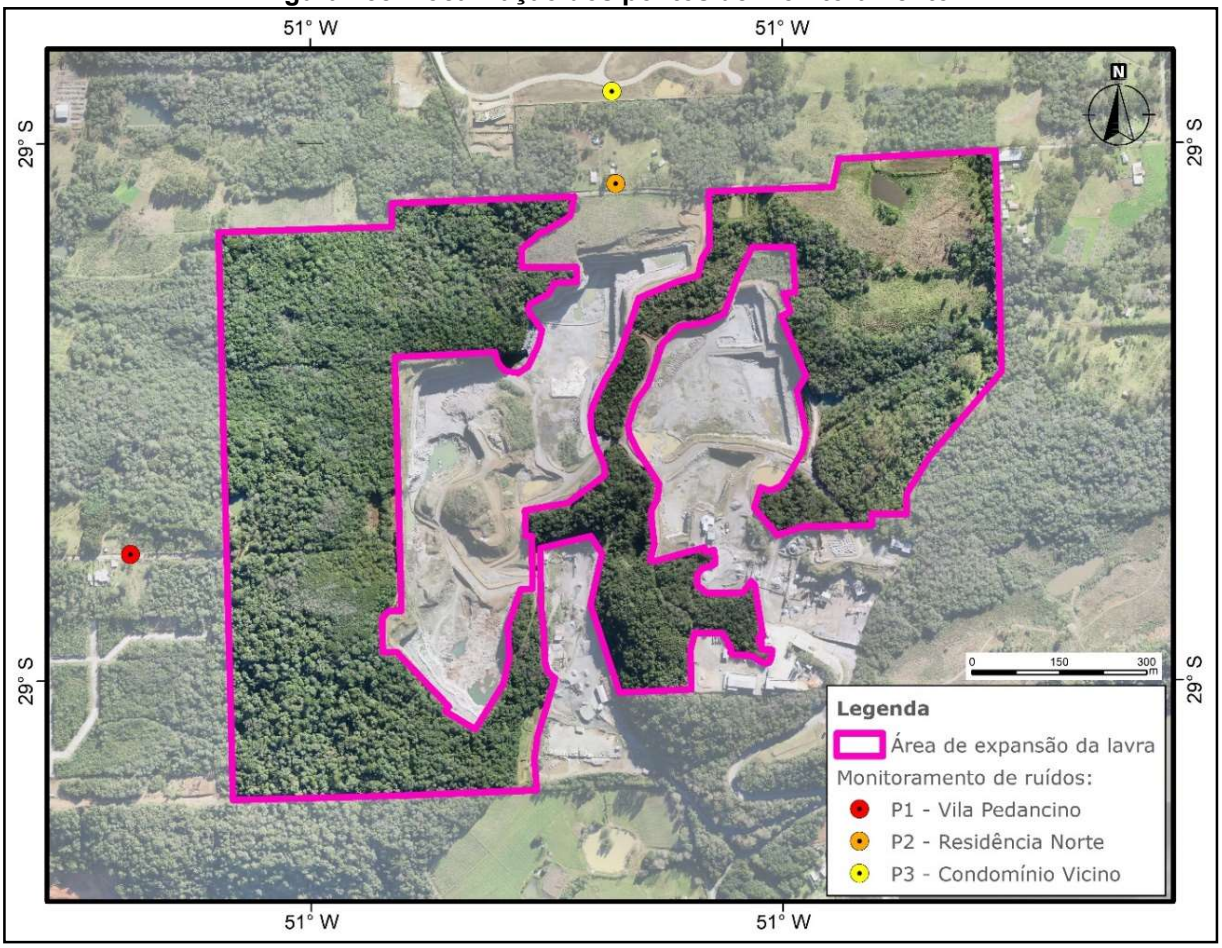
As vibrações que são propagadas através do terreno, relacionam-se com a energia liberada no desmonte, mas não absorvida na fragmentação e lançamento da rocha, provocando perturbações sem deformar o material atravessado pelas ondas de choque.

O monitoramento dos desmontes de rocha já é prática da empresa a fim de que se verifique o cumprimento das condições estabelecidas pela norma técnica brasileira. A norma NBR 9653 (ABNT, 2018) estabelece os limites máximos de vibração e pressão acústica que podem ser gerados por detonações com explosivos em áreas urbanas.

Durante os eventos de desmonte de rocha, instalam-se sismógrafos em pontos de monitoramento, selecionados conforme a proximidade das estruturas às áreas de detonação. Os sismógrafos utilizados são do modelo Mini-Seis II, fabricados pela empresa White Industrial Seismology Inc. Os pontos de monitoramento abarcam uma

residência a norte da pedreira, o Condomínio Residencial Vicino, também a norte, e a Vila Pedancino, a oeste.

Figura 158. Localização dos pontos de monitoramento.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Foram compilados dados de três anos de monitoramento (2015, 2016 e 2017), para os parâmetros de velocidade de partícula de pico (VPP), a frequência de pico (FP) e a pressão acústica (PA, em pascais, Pa, e decibéis, dB). Tais dados advêm dos relatórios semestrais emitidos pela empresa Sísmica Engenharia, responsável pela coordenação dos eventos de detonação e, por consequência, o monitoramento dos mesmos.

O limite de pressão acústica definido pela norma é de no máximo 100 Pa (134 dB). Avaliando os resultados apresentados nas tabelas a seguir, fica clara a conformidade com o limite definido, salvo por duas medições em 13/01/2015 e outra em 01/11/2016, na residência a norte da pedreira, ponto mais próximo à maioria das detonações.

Quadro 24. Compilação dos dados de monitoramento referentes aos eventos de detonação do ano de 2015.

	Vila Pedancino				Residência Norte				Condomínio Vicino			
	VPP	FP	PA		VPP	FP	PA		VPP	FP	PA	
Data	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa
13/01/2015	3,05	42,6	112	8	22,4	34,1	137	136	10,3	64	125	36
	2,67	51,2	106	4	4,19	46,5	106	4	4,95	51,2	106	4
20/01/2015	Não Monitorado											
13/02/2015	3,81	32	120	20								
20/02/2015	Não Monitorado											
04/03/2015	7,87	28,4	106	4	5,59	46,5	116	12				
	Não Monitorado											
18/03/2015	Não Monitorado											
19/03/2015									21,8	18,2	116	12
01/04/2015	6,73	42,6	112	8	6,22	39,3	126	40				
14/04/2015					15,5	34,1	126	40	9,14	64	122	24
04/05/2015	5,59	36,5	106	4	3,18	28,4	122	24				
18/05/2015					21,8	46,05	126	40	10	36,5	118	16
19/05/2015	Não Monitorado											
05/06/2015	4,45	46,5	120	20	5,08	12,8	120	20				
					31,5	30,1	131	68	4,16	19,6	106	4
					5,08	42,6	118	16	1,91	34,1	112	8
02/07/2015					12,1	26,9	116	12	14	26,9	106	4
13/08/2015	6,22	34,1	106	4	4,32	21,3	112	8				
	2,29	56,8	118	16	19,8	51,2	130	60				
06/10/2015					107	39,3	127	44	10,9	39,3	120	20
16/11/2015					20,8	39,3	118	16	11,6	46,5	112	8
02/12/2015	N/D				3,81	42,6	116	12				
	N/D				5,46	46,5	116	12				
	3,05	64	112	8	4,19	42,6	112	8				

Fonte: Sísmica Engenharia e Mineração (2015).

Quadro 25. Compilação dos dados de monitoramento referentes aos eventos de detonação do ano de 2016.

	Vila Pedancino				Residência Norte				Condomínio Vicino			
	VPP	FP	PA		VPP	FP	PA		VPP	FP	PA	
Data	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa
13/01/2016					11,8	42,6	120	20	6,6	73,1	122	24
	2,92	24,3	112	8	4,32	46,5	112	8				
03/02/2016	1,91	34,1	116	12	1,78	25,6	116	12				

	Vila Pedancino				Residência Norte				Condomínio Vicino			
	VPP	FP	PA		VPP	FP	PA		VPP	FP	PA	
Data	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa
					14,6	64	130	64	10,7	42,6	120	20
07/03/2016	2,16	34,1	116	12	2,16	20,4	128	52				
					16,3	73,1	123	28	9,53	64	112	8
07/04/2016	4,57	56,8	120	20	3,94	17,6	125	36				
	2,16	46,5	116	12	19,8	73,1	120	20				
11/05/2016					29	42,6	125	36	10,7	39,3	116	12
02/06/2016					36,6	39,3	126	40	14,1	18,2	112	8
					2,92	18,9	129	56	4,32	24,3	125	36
	3,43	36,5	112	8	4,06	65	127	44				
08/07/2016	2,16	46,5	116	12	26,9	51,2	124	32	9,02	51,2	116	12
	1,02	46,5	116	12	4,83	42,6	123	28	3,94	85,3	120	20
	3,81	36,5	118	16	3,3	14,6	112	8	2,54	28,4	106	4
	N/D				N/D				N/D			
	0,89	51,2	112	8	0,64	64	112	8	0,51	34,1	116	12
10/08/2016	N/D				N/D				N/D			
	1,27	42,6	106	4	27,4	46,5	130	60	19,8	34,1	118	16
21/09/2016	4,57	28,4	112	8	5,33	19,6	122	24	4,83	42,6	116	12
	1,02	34,1	116	12	22,9	64	129	56	15,7	46,5	118	16
01/11/2016	4,32	56,8	118	16	3,56	26,9	122	24	4,06	42,6	118	16
	1,02	73,1	118	16	20,3	56,8	136	120	10,5	28,4	124	32
01/12/2016					23,9	128	132	84	10,8	42,6	125	36

Fonte: Sísmica Engenharia e Mineração (2015).

Quadro 26. Compilação dos dados de monitoramento referentes aos eventos de detonação do ano de 2017.

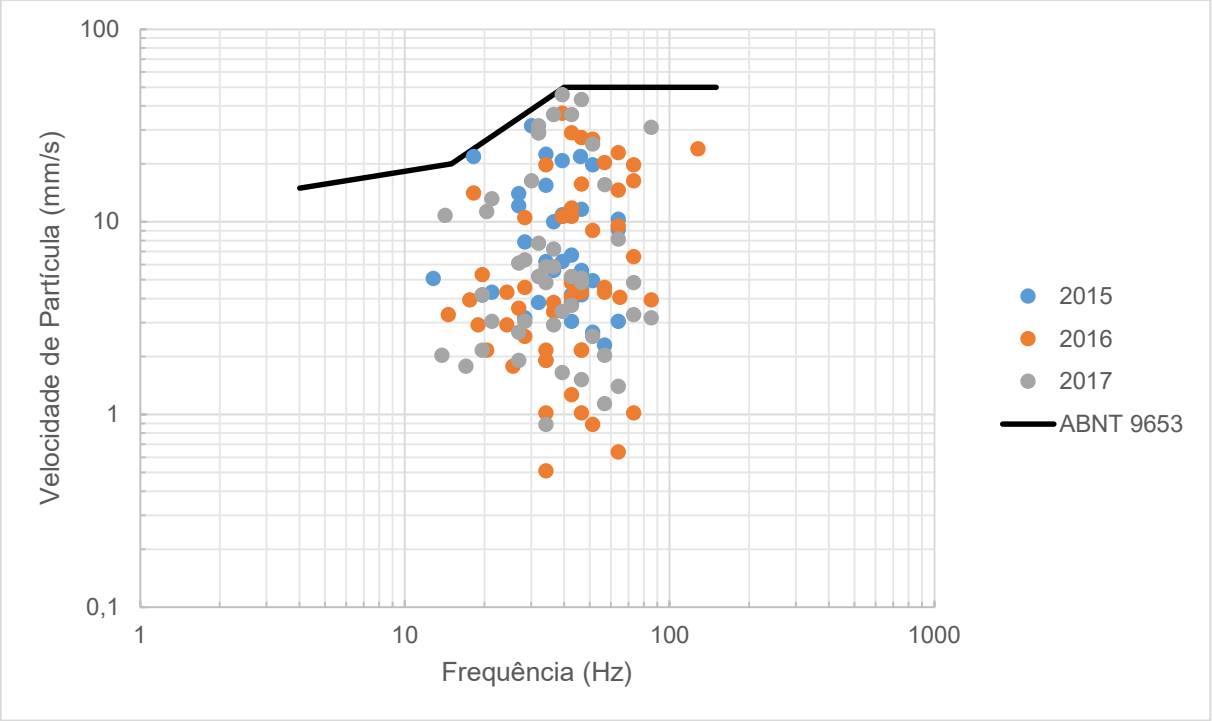
	Vila Pedancino				Residência Norte				Condomínio Vicino			
	VPP	FP	PA		VPP	FP	PA		VPP	FP	PA	
Data	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa
05/01/2017					5,08	46,5	127	44	5,21	42,6	117	14
06/02/2017	6,10	26,9	110	6	8,13	64,0	122	24				
02/03/2017	7,75	32,0	112	8	4,19	19,6	120	20				
04/04/2017	2,03	56,8	113	9	36,10	42,6	123	28	16,30	30,1	110	6
	1,40	64,0	118	16	30,90	85,3	130	64	15,60	56,9	121	22
	4,83	73,1	106	4	3,43	39,3	118	16	3,18	85,3	116	12
05/05/2017	0,89	34,1	116	12	25,40	51,2	134	96	13,20	21,3	126	38
	7,24	36,5	112	8	3,05	28,4	125	36	3,30	73,1	124	30

	Vila Pedancino				Residência Norte				Condomínio Vicino			
	VPP	FP	PA		VPP	FP	PA		VPP	FP	PA	
Data	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa	mm/s	Hz	Db	Pa
07/06/2017	1,65	39,3	123	28	43,20	46,5	130	62				
	5,84	36,5	112	8	5,84	34,1	112	8				
06/07/2017	2,92	36,5	119	18	11,30	20,4	124	30				
	3,05	21,3	112	8	3,68	42,6	112	8				
	4,83	34,1	116	12	6,35	28,4	120	20				
02/08/2017	2,67	26,9	110	6	29,00	32,0	120	20				
	4,83	46,5	10	6	10,80	14,2	114	10				
01/09/2017	5,21	32,0	124	30	31,50	32,0	132	76				
06/10/2017	N/D				36,10	36,5	126	42				
	N/D				2,16	19,6	120	20				
10/11/2017	1,14	56,8	116	12	29,00	32,0	134	100				
	1,91	26,9	112	8	2,54	51,2	118	16				
01/12/2017	1,52	46,5	112	8	45,70	39,3	126	40				
	1,78	17,0	118	16	2,03	13,8	120	20				

Fonte: Sísmica Engenharia e Mineração (2015).

A Figura 159 apresenta a representação gráfica dos limites de velocidade de partícula de pico por faixa de frequência estabelecidos pela normativa técnica. Prevê-se que, para vibrações no solo, a vibração de partícula de pico permitida, definida como sendo a velocidade de vibração de partícula máxima dentre as três componentes (longitudinal – R, vertical – V, e transversal – T), seja de 15 a 20 mm/s, para frequências entre 4 e 15 Hz, 20 a 50 mm/s, para frequências entre 15 e 40 Hz, e 50 mm/s para frequências acima de 40 Hz.

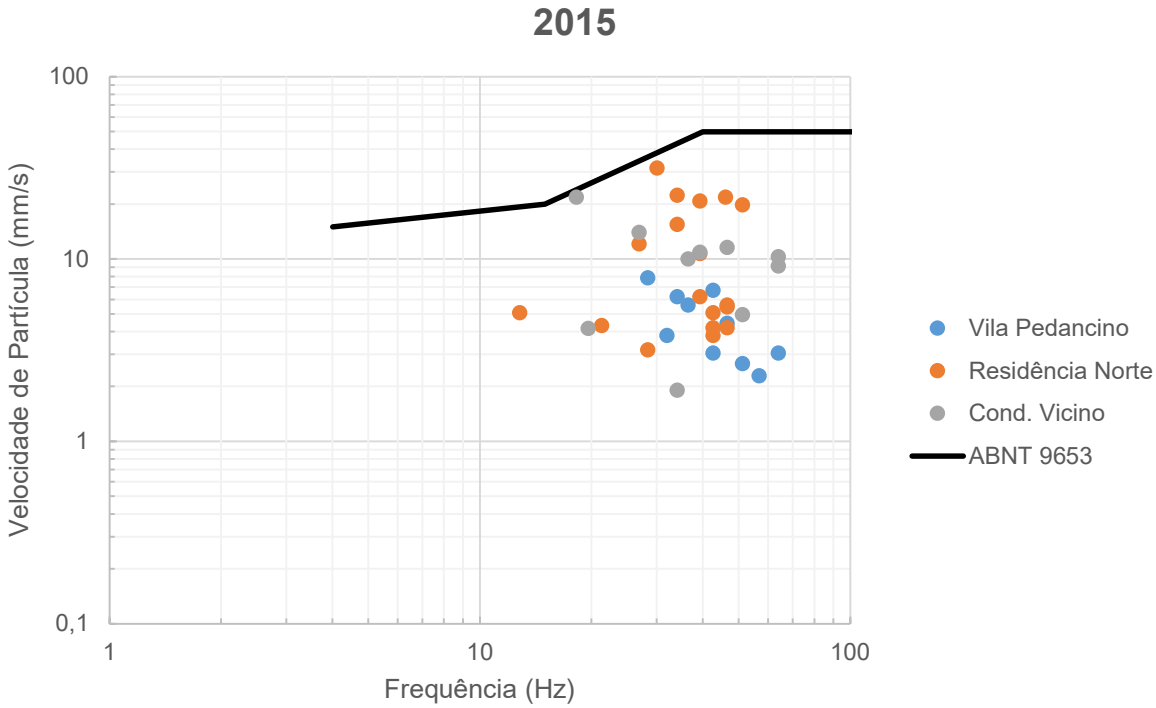
Figura 159. Limites de velocidade de partícula de pico por faixa de frequência.



Fonte: Sísmica Engenharia e Mineração (2015).

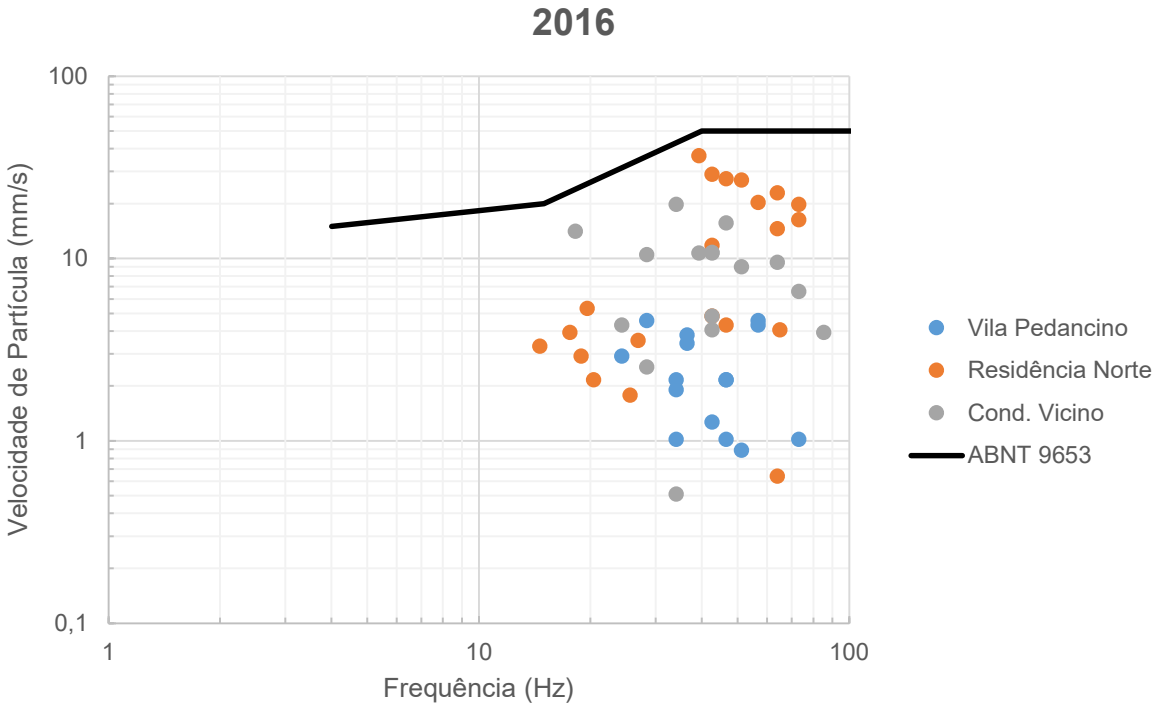
A seguir estão apresentados os resultados parciais dos monitoramentos, agrupados por ano e descriminados por ponto de amostragem.

Figura 160. Resultados parciais para o ano de 2015.



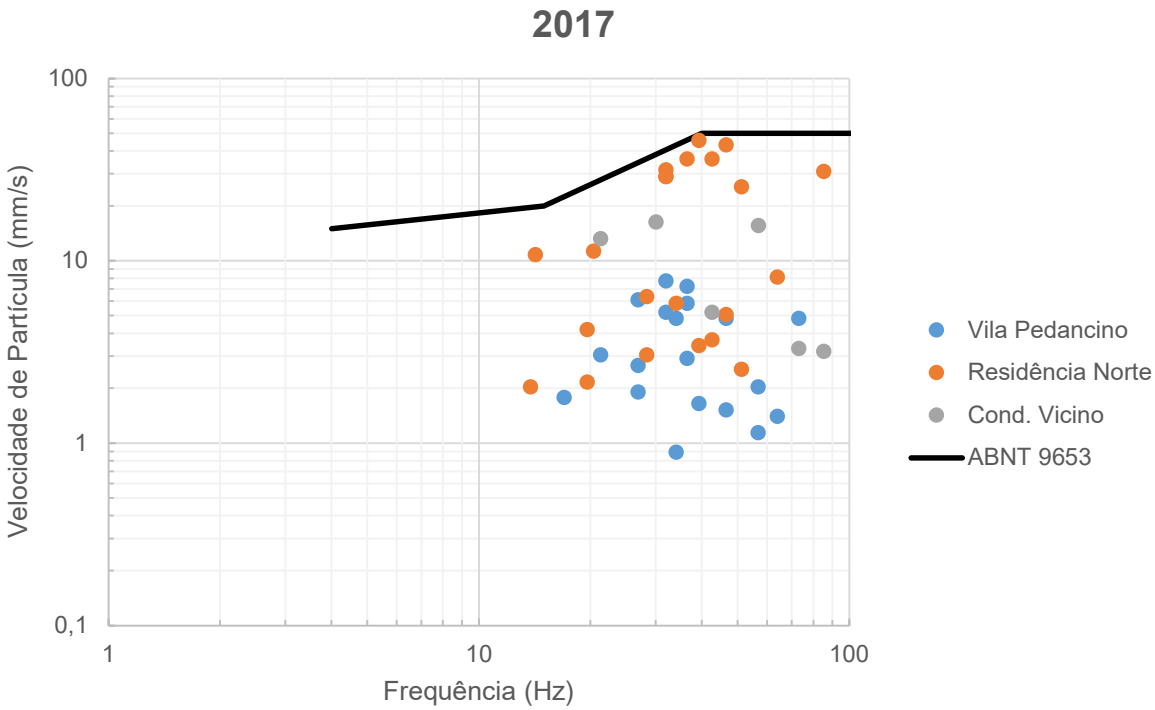
Fonte: Sísmica Engenharia e Mineração (2015).

Figura 161. Resultados parciais para o ano de 2016.



Fonte: Sísmica Engenharia e Mineração (2015).

Figura 162. Resultados parciais para o ano de 2017.



Fonte: Sísmica Engenharia e Mineração (2015).

Pode-se observar que em todos os eventos monitorados, os valores de velocidade de partícula de pico e de frequência de partícula sempre se mantiveram em

acordo com a normativa e, portanto, são considerados seguros, sem apresentar riscos às estruturas localizadas na vizinhança do empreendimento.

Os relatórios de monitoramento na íntegra são apresentados no Anexo 16, contendo pareceres do técnico responsável, relatórios sismográficos, certificados de calibração dos sismógrafos e anotações de responsabilidade técnica.

2.2 Meio Biótico

2.2.1 Caracterização dos ambientes

2.2.1.1 Ambientes terrestres

Os ambientes terrestres estão descritos e apresentados detalhadamente nos itens 2.2.2 e 2.2.3, referentes a flora e fauna, estando de acordo com a ocupação do solo de cada uma destas formas de vida. (Ver PRANCHAS 09A, 09A.1, 09A.2, 09A.3, 09A.4, 09A.5, 09A.6, 09A.7, 09A.8 e 09A.9.

2.2.1.2 Ambientes aquáticos

Todos os recursos hídricos estão demarcados em planta (PRANCHAS 04 e 11) e descritos detalhadamente junto ao diagnóstico do meio físico no que tange às suas características morfológicas.

Os dados quantitativos da vegetação estão apresentados junto ao item 2.2.2 da Flora e quanto ao levantamento de macroinvertebrados e ictiofauna, os mesmos seguem descritos detalhadamente no item 2.2.3 da Fauna.

Os ambientes aquáticos na área e região do empreendimento compreendem ecossistemas de água doce que englobam rios, córregos, áreas úmidas e uma represa artificial para abastecimento de água, situados na bacia hidrográfica do Arroio Maestra. Essa bacia hidrográfica faz parte do trecho médio da Bacia do Rio Taquari/Antas, onde os cursos hídricos caracterizam-se por apresentar declividade menos acentuada, com vales acentuados e algumas corredeiras (FEPAM).

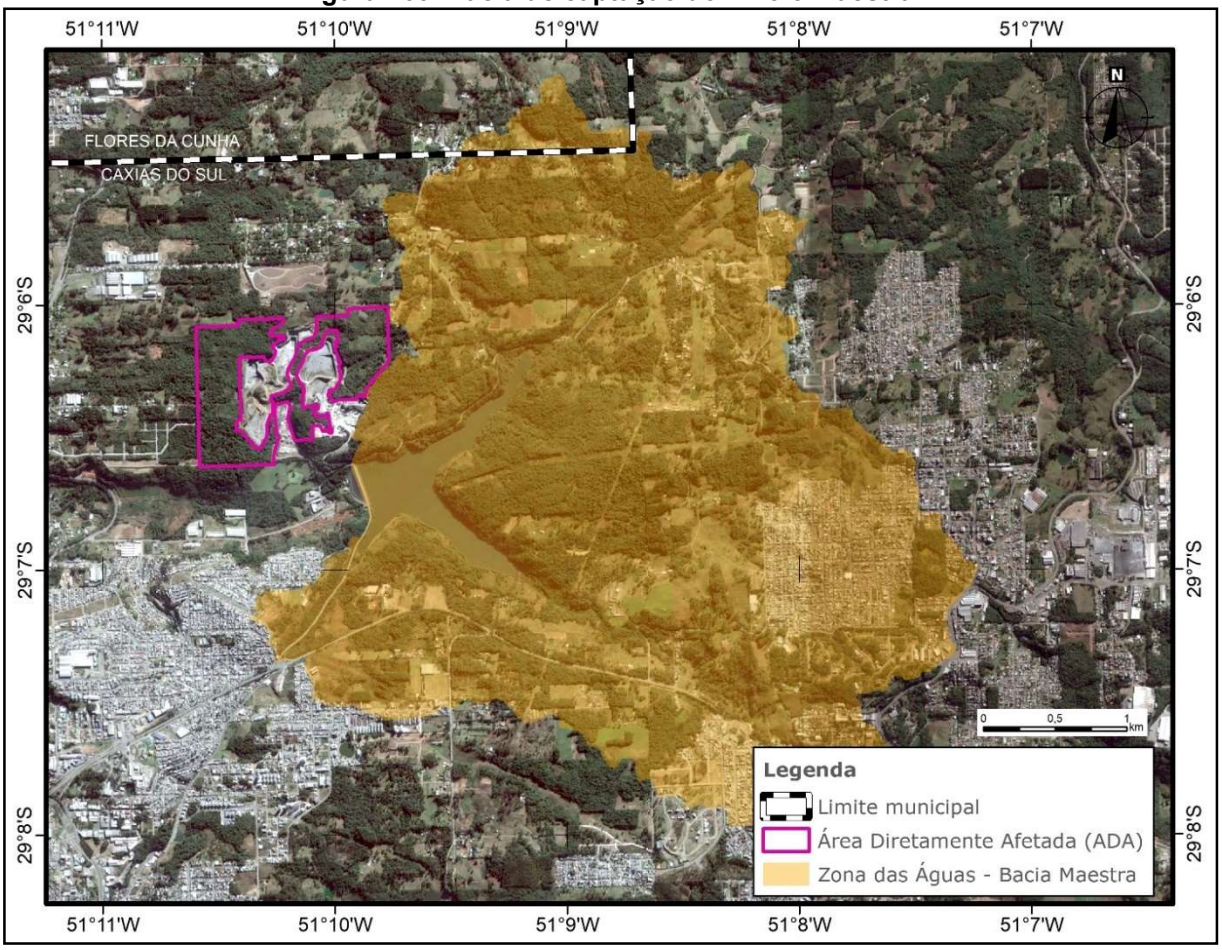
Boa parte dos recursos hídricos que compõe essa região estão situados em ambientes com ocupação florestal e rural, havendo ocupação urbana apenas nas porções sul e extremo leste da AII. (ver PRANCHA 05).

O baixo índice de ocupação urbana nessa área se deve principalmente em função de uma extensa área ocupada pela Bacia de Captação da represa Maestra. Essa bacia tem seu uso do solo regrado pela Lei nº 246 (CAXIAS DO SUL, 2005), que

estabelece quatro classes de restrição de ocupação: Nível Crítico, Elevado, Moderado e Baixo.

É importante salientar que a Área Diretamente Afetada pelo empreendimento não está inserida na Bacia da Maestra, conforme ilustrado na Figura 163.

Figura 163. Bacia de captação do Arroio Maestra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Os recursos hídricos também podem ser observados junto às pranchas de uso do solo da ADA (PRANCHA 09A), que estão separadas por quadrantes e apresentam o tipo de vegetação que compõe o seu entorno, sejam das APP's ou às margens dos açudes artificiais. Nestas mesmas plantas também estão demarcados todos os indivíduos de espécies ameaçadas de extinção e/ou imunes ao corte encontradas na ADA. A partir destas informações já se pode inferir a qualidade das APP's e das margens de todos os recursos hídricos.

O quadrante A1 possui um açude construído que acumula água da chuva, sendo que suas margens possuem vegetação herbácea e alguns indivíduos arbóreos ocorrentes de forma isolada.

O quadrante A2, ocupado por uma APP referente a um curso d'água de pouca vazão proveniente de uma nascente existente na propriedade vizinha a leste, no seu trajeto em direção à área de lavra possui 3 barramentos formando pequenos açudes. Este curso hídrico finda no último barramento, formado por um açude que possui exemplares da planta aquática *Nymphaea odorata*. Praticamente toda a área de APP deste corpo hídrico possui vegetação em estágio médio de regeneração e grande quantidade da espécie exótica *Hovenia dulcis* (uva-japonesa), o que demostra ser um ambiente que havia sofrido corte raso há anos atrás, propiciando o aparecimento da espécie. Apesar disso, as margens do arroio possuem uma grande quantidade de exemplares de *Dicksonia sellowiana*, demonstrando que o ecossistema apresenta temperatura, sombreamento e umidade que permitiram o desenvolvimento destes indivíduos.

O quadrante F possui um arroio vindo do limite norte da ADA, atravessando no centro da área de lavra em direção ao sul. As áreas de lavra não ultrapassam os limites da APP deste curso hídrico, porém, a APP é cortada em 2 locais que servem de aceso ao maquinário da mina, onde está sujeito a receber partículas residuais provenientes das atividades de mineração. O Arroio se comporta como um sistema lótico com características de ritral, com correnteza forte e substrato predominantemente rochoso. Possui 3 barramentos formando sistemas lênticos, sendo que possuem a espécie de planta aquática *Eichhornia crassipes*. Esta APP é a mais degradada, sendo que suas margens possuem vegetação em estágio médio de regeneração entremeada com áreas de solo exposto e com áreas de vegetação herbácea e arbustiva.

Junto ao quadrante B e parte do quadrante C, ocorre uma grande área de APP formada por nascentes e cursos d'água que não sofrem influência direta das atividades de mineração no entorno, uma vez que se localiza em uma área florestada fora da pedreira. Nesse curso hídrico, há baixa vazão de água, que dificulta o desenvolvimento de espécimes. Ali destaca-se a ocorrência de macroinvertebrados com sensibilidade a alterações ambientais e algumas espécies de peixes adaptadas a ambientes com pouco acúmulo d'água. (Ver PRANCHA 10B).

No quadrante D há um açude construído, e apesar de estar localizado entre a vegetação em estágio avançado de regeneração, as margens deste corpo hídrico são ocupadas por cavalos, deixando o ambiente de vegetação sucessora.

Por fim, no quadrante E existem duas APP's formadas por nascentes localizadas dentro do quadrante, formando córregos que seguem para fora dos limites da ADA a

sudoeste. Esta é a APP mais preservada pois tem início em uma área de vegetação preservada, formada por estágio médio e avançado de regeneração. Ocorre no local uma imensa quantidade de indivíduos de xaxins e araucárias de grande porte, além de epifitismo.

Áreas de Preservação Permanente (APP's)

A ADA possui aproximadamente 13,56 hectares ocupados por áreas de preservação permanente referentes a cursos d'água e nascentes localizadas na área do empreendimento e nas proximidades conforme observado na Figura 164 e junto à PRANCHA 09A. As intervenções previstas se darão em todas as áreas de APP. Conforme a tabela abaixo, o quadrante F é o que possui a maior área de APP, com 4,75 hectares, seguido pelo quadrante B com 3,43 hectares e pelo quadrante A2 com 2,62 hectares de APP.

O Quadro 27 também apresenta o tipo uso do solo e de vegetação existente nas APP's, separadas por quadrantes com área em metros quadrados ocupados por cada uso.

Quadro 27. Quadro de áreas das APP's da ADA.

Quadrante	Uso Solo	Área (m²)
A2	Vegetação em estágio médio	2.1137,3
A2	Vegetação herbácea	886,5
A2	Solo exposto	2.122,6
B	Vegetação em estágio médio	31.117,0
B	Solo exposto	3.034,2
C	Vegetação em estágio médio	1.798,8
E	Vegetação em estágio avançado	14.474,4
E	Vegetação em estágio médio	8.331,0
F	Vegetação em estágio médio	28.315,50
F	Vegetação herbácea	11.135,57
F	Solo exposto	6.995,98
G	Vegetação em estágio médio	5.800,3
ÁREA TOTAL		**135.149,15**

Fonte: Garden Projetos (2020).

Quanto à importância das APP's existentes na ADA, poder-se-ia inferir que do ponto de vista biológico, as APP's existentes no quadrante E são as mais preservadas e

de maior importância, com grande área de vegetação em estágio avançado e possuem uma quantidade considerável de indivíduos amostrados da flora ameaçados de extinção, com 2.604 exemplares de *Dicksonia sellowiana* e 40 de *Araucaria angustifolia*, sendo muitos destes indivíduos pinheiros matrizes com valor genético elevado.

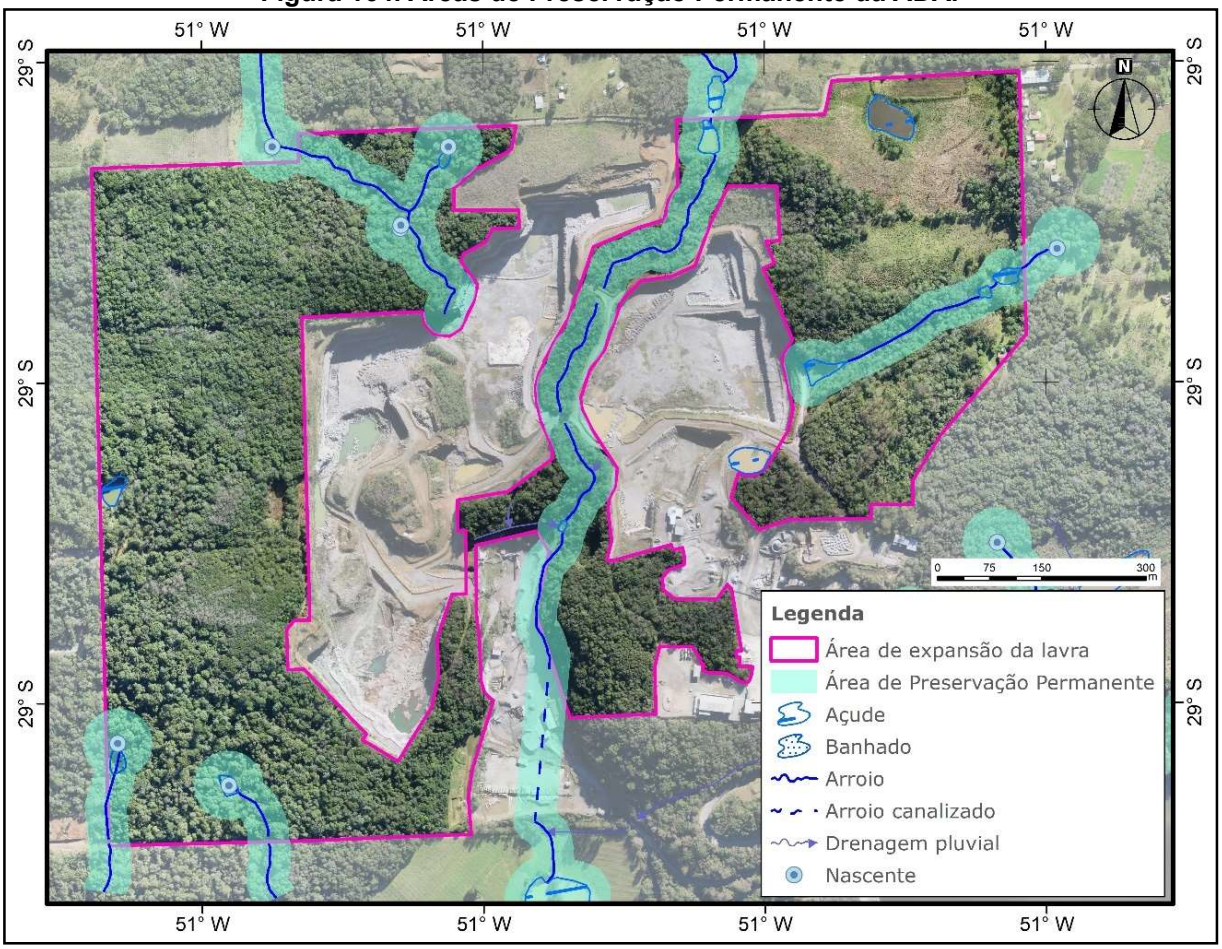
Apesar disso, o fragmento florestal existente só possui continuidade para fora da ADA no limite sul, porém o mesmo finda logo adiante devido à existência de área de vitivinicultura e empresa instalada, interrompendo o seguimento da vegetação até as margens da Represa Maestra. Há uma pressão antrópica muito grande sobre este fragmento vegetal devido à instalação de um loteamento no limite oeste deste quadrante. Com a ocupação do loteamento, a entrada de pessoas para dentro do quadrante E é quase que impossível de ser evitada, mesmo se fossem construídos muros, visto que é comum este tipo de ocorrência na região, onde as áreas verdes são degradadas aos poucos, pela passagem de pessoas, deposição de lixo, retirada de xaxins, além de servirem para usuários de drogas.

As APP's do quadrante B advém de recursos hídricos existentes dentro da ADA e também de fora, vindos das áreas lindeiras a noroeste onde apresenta área florestada, a qual sofre pressão pela urbanização. Dentro da área do quadrante B, a APP encontra-se de certa forma preservada, pois possui vegetação arbórea, porém, grande quantidade de indivíduos de ligustro. Se comparado ao quadrante E descrito anteriormente, este possui poucos indivíduos da flora ameaçados de extinção.

O arroio que passa pelo quadrante F é o mais degradado como já citado no item anterior. Possui poucos indivíduos ameaçados de extinção e áreas desprovidas de vegetação arbórea, além de ser circundado pela área de mina.

Quanto à APP do quadrante A2, esta encontra-se de certa forma degradada pois possui uma grande quantidade de indivíduos de uva-japonesa, apesar de possuir diversos indivíduos de xaxim. É uma área que na década de 50 ainda era utilizada como pastagem. O curso hídrico possui pouca vazão e não tem continuidade para fora deste quadrante. Apesar de estar localizada no limite leste da ADA, esta APP possui pouca ligação com o fragmento florestal existente da propriedade lindeira que segue na direção sudeste até a Represa Maestra.

Figura 164. Áreas de Preservação Permanente da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Corredores ecológicos entre remanescentes de vegetação nativa

De acordo com a Resolução CONAMA n° 09 (BRASIL, 1996), corredor entre remanescentes é uma faixa de vegetação que liga remanescentes de vegetação "primária" em estágio médio ou avançado de regeneração. Tendo como base este conceito, não ocorrem corredores remanescentes dentro da AID do empreendimento.

No entanto, existem fragmentos florestais dentro da AID que servem de abrigo para a fauna e servem de passagem para que estes indivíduos transitem entre estes fragmentos de vegetação e até mesmo ligando-os até a vegetação existente nas margens da Represa Maestra, formando corredores entre remanescentes.

Na PRANCHA 05, é possível verificar os fragmentos florestais existentes da AID. Pode-se constatar que as florestas existentes a oeste da AID, incluindo toda a metade oeste da ADA, atualmente já se encontram isolados devido à existência da mina e às áreas urbanizadas. Isso comprova que o aumento das áreas de lavra da mina não irá interferir em conectividade de corredores de vegetação pois atualmente já não existem. Observam-se corredores de vegetação apenas a leste da AID onde está a Bacia Maestra

e que também não sofrerão interferência com a implantação do empreendimento pois as obras não irão interromper nenhum corredor entre fragmentos.

Tendo em vista a situação atual da mina dentro da área da ADA, os animais dificilmente atravessam do lado leste para oeste e vice-versa, devido à área de lavra que divide as matrizes de vegetação florestal (ver PRANCHA 05). A única passagem que liga a metade leste com a oeste, que poderia ser utilizada pela fauna local, fica no setor sul e se trata de uma área de vegetação herbácea entre os quadrantes B e A1.

2.2.2 Flora

Em estudos florísticos é fundamental relacionar a vegetação atual da área com a existente originalmente, ou seja, antes da interferência antrópica, para entender o histórico de alterações na paisagem. Através destas informações é possível analisar o estado atual da flora local, servindo de apoio na elaboração de futuros programas de recuperação do sítio em estudo.

De acordo com Rambo (1956), existem duas formações vegetais no estado do Rio Grande do Sul, a campestre (Bioma Pampa) e a florestal (Bioma Mata Atlântica), sendo que originalmente 131.896 km² (46,26%) eram campos, 98,327 km² (34,47%) matas, e o restante composto por vegetação litorânea, banhados inundáveis e outras formações. Originalmente a Mata Atlântica abrangia uma área equivalente a 1.315.460 km2 e estendia-se ao longo de 17 Estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí) (SOS Mata Atlântica, 2013). Atualmente, este Bioma ocupa uma área de 13.836.988 hectares, 51% do território estadual, sendo o restante ocupado pelo Bioma Pampa. Atualmente, os remanescentes florestais da Mata Atlântica ocupam 7,9% do estado (SOS Mata Atlântica, 2013). Estima-se que na Mata Atlântica existam cerca de 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil), incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Essa riqueza é maior que a de alguns continentes (17.000 espécies na América do Norte e 12.500 na Europa) e por isso a região da Mata Atlântica é altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial (MMA, 2016).

Segundo Backes e Irgang (2002), a região sul do Brasil possui três principais tipos de formações florestais que predominam na paisagem de leste para oeste: a Mata Atlântica, a Floresta com Araucária e a Mata Subtropical da Bacia do Paraná/Uruguai,

sendo que cada uma delas ocupa territórios de acordo com as condições morfoclimáticas existentes. Para efeitos de política ambiental, toda essa riqueza e diversidade florestal é considerada área de domínio da Mata Atlântica.

a) COBERTURA VEGETAL - AII

A propriedade onde será realizado o empreendimento está localizada na região do Escudo do Planalto Nordeste Riograndense, inserida inteiramente na fisionomia da Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2012). De acordo com a IBGE (2012), a Floresta Ombrófila Mista é caracterizada por uma rica mistura florística composta por gêneros Australásicos (*e.g. Berberis, Drymis, Araucaria*) e Afro-Asiáticos (*Podocarpus*), com sua fisionomia marcada pela dominância da espécie de pinheiro *Araucaria angustifolia*. Sua área de ocorrência coincide com o clima úmido sem período seco, com temperaturas médias anuais em torno de 18°C, mas com três a seis meses em que as temperaturas se mantêm abaixo dos 15°C. Seus ambientes predominam no Planalto Meridional Brasileiro, em terrenos acima de 500-600 metros de altitude, apresentando disjunções em pontos mais elevados das serras do Mar e da Mantiqueira.

A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária ocorre predominantemente no planalto meridional, nas cotas mais elevadas (acima de 500 metros), e além da dominância da Araucaria angustifolia, é caracterizada pela forte presença da bracatinga (*Mimosa scabrella*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Conforme Rambo (1956), esta formação vegetacional é basicamente dividida em dois estratos, o inferior, com a presença de árvores de porte médio à alto, e o superior formado pela araucária. Neste estrato, são frequentemente observadas espécies de hábitos epifíticos como orquidáceas, bromeliáceas, líquens e musgos. O andar inferior é formado por arbustos ou subarbustos muito ramificados, em grande parte pertencentes à família Myrtaceae.

b) COBERTURA VEGETAL - AID

A Área de Influência Direta (AID) abrange uma área de 1.343 hectares (ver PRANCHA 05), com predomínio de pequenas residências (chácaras e fazendas) formando um mosaico de fragmentos florestais nativos e exóticos. A AID tem contato com áreas residenciais nas porções sul, sudeste e leste.

Devido à grande pressão antrópica, a AID encontra-se fragmentada e descaracterizada em relação às suas condições originais. Apesar disso, as margens

nordeste e sudoeste da Barragem Maestra possuem vegetação preservada na AID. A Barragem do Maestra começou a ser construída na década de 60, entrando em funcionamento em 1971, sendo concluída a segunda etapa da sua construção em 1992.

Percorrendo a AID torna-se possível identificar quatro fisionomias bem distintas, a vegetação herbáceo-arbustiva, áreas de silvicultura (principalmente de *Eucalyptus* spp.), pequenas monoculturas próximas a áreas residenciais e a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. A seguir serão descritas as principais características destas formações.

A fitofisionomia de vegetação herbáceo-arbustiva (Figura 165 e Figura 166) é composta em sua maioria por espécies das famílias Apiaceae, Asteraceae e Poaceae, e ocorre geralmente em locais onde houve a remoção da floresta nativa para o plantio de espécies exóticas e a instalação de pequenas residências e monoculturas. Muitas destas espécies são pioneiras e, portanto, são observadas como iniciadoras do processo de sucessão ecológica. Dentre as espécies encontradas podem ser citadas: *Andropogon bicornis* (capim-rabo-de-burro), *Eragrostris airoides* (capim-pendão-roxo), *Andropogon lateralis* (capim-caninha), *Axonopus affinis* (grama-tapete), *Cortaderia selloana* (capim-dos-pampas), *Baccharis dracunculifolia* (vassoura), *Achyrocline satureioides* (losna), *Briza scabra* (treme-treme), *Cyperus eragrostis*, *Pterocaulon alopecuroides, Schonenoplectus californicus, Steinchisma hians, Austroeupatorium inulaefolium, Ipomea* spp., entre outras. Estão presentes de forma esparsa nesta vegetação, alguns indivíduos arbóreos de espécies nativas e exóticas.

Figura 165. Vista da vegetação herbáceo-arbustiva.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 166. Vista da vegetação herbáceo-arbustiva.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A vegetação exótica é composta por talhões de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) (Figura 168) e *Pinus* spp. (pinus) (Figura 167) esparsos e de pequeno porte, assim como alguns indivíduos isolados ao longo das margens das estradas. Algumas residências possuem exemplares destas plantas em seu interior para fins de utilização da madeira para cercas ou construções de moradias e galpões. Além disso, foram encontrados grande quantidade de indivíduos destas duas espécies às margens da Barragem do Maestra.

Além das espécies supracitadas, ocorrem em meio à vegetação nativa, a uva-do-japão (*Hovenia dulcis*) e o ligustro (*Ligustrum lucidum*), as quais são espécies arbóreas de crescimento rápido, polinizadas por insetos e dispersas por aves. Estas espécies apresentam raízes superficiais que se adaptam facilmente a diversos ambientes, sendo que sua dispersão ocorre de maneira rápida, competindo assim com espécies nativas de forma a dificultar sua regeneração. Essas características foram comprovadas em campo no presente trabalho, uma vez que se identificou em diversos pontos a dominância absoluta do ligustro (Figura 169), através da ocorrência de manchas homogêneas, as quais não permitiam a formação de sub-bosque.

Figura 167. Vista geral do plantio de Pinus spp.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 168. Vista do plantio de Eucalyptus spp.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Devido ao crescimento acelerado e expansão imobiliária de Caxias do Sul, grande parte da AID encontra-se fragmentada em pequenos sítios e residências, acarretando na igual fragmentação dos habitats resultantes da remoção e alteração da flora nativa.

No interior destas propriedades residenciais (Figura 170), predominam espécies exóticas, principalmente as frutíferas, tais como as cítricas *Citrus limon* (limoeiro), *C.*

bermanina (bergamoteira), *C. sinensis* (laranjeira), além de *Psidium guajava* (goiabeira), *Morus nigra* (amora), *Averrhoa carambola* (carambola), *Eriobotrya japonica* (nespereira), entre outras espécies frutíferas.

Figura 169. Detalhe de vegetação de ligustro.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 170. Vista de área residencial na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 171. Vista de um sítio na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 172. Vista de uma lavoura.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Junto aos sítios estão áreas de cultivo agrícola (Figura 171 e Figura 172) com plantios de milho, hortaliças, beterraba, alho, morango, uvas, frutíferas, entre outras culturas.

Os fragmentos de Floresta Ombrófila Mista localizados na AID encontram-se nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração, segundo o CONAMA, Resolução n° 33/1994, sendo que o estágio médio é o que ocupa a maior parte dos fragmentos possuindo alguns indivíduos emergentes de altura entre 12 e 14 metros e diâmetro médio a altura (DAP) acima de 10 centímetros. O estágio avançado de regeneração ocupa pequenos fragmentos próximos ao limite oeste da ADA do empreendimento.

Muitos dos fragmentos analisados não possuem conexão com outras formações florestais, com exceção da vegetação ao longo das margens da Barragem Maestra que forma um grande maciço de vegetação nativa e exótica, porém com grande influência de uma linha de transmissão presente na área. Na porção oeste da AID encontra-se um fragmento bem preservado, em estágio médio e avançado de regeneração, porém com grande influência antrópica, uma vez que próximo ao local há um condomínio construído recentemente que dividiu esta vegetação em dois fragmentos. Devido ao interesse econômico na espécie *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro) muitos dos fragmentos de vegetação nativa analisados não apresentam esta espécie, fato que evidência a exploração pretérita da espécie com intuito madeireiro.

De forma geral o dossel é formado por indivíduos de *Machaerium paraguariense* (farinha-seca), *Araucaria angustifolia* (araucária), *Ilex dumosa* (caúna), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Matayba elaegnoides* (camboatá-branco), sendo que alguns indivíduos de araucária apresentam mais de 14 metros de altura.

O estrato arbustivo/arbóreo é composto por espécies pioneiras de crescimento rápido, tais como *Eugenia rostrifolia* (batinga-vermelha), *Machaerium paraguariense* (farinha-seca), *Machaerium stipitatum* (farinha-seca) e *Matayba elaegnoides* (camboatá-branco), *Eugenia involucrata* (cerejeira), *Allophylus edulis* (chal-chal) e *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho).

A regeneração natural é composta por espécies oportunistas, ou seja, colonizam um local após o corte ou abertura de clareira, tais como *Alophyllus edulis* (chal-chal), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Matayba elaegnoides* (camboatá-branco), *M. euosma* (guamirim), *Machaerium paraguariensis* (farinha-seca), espécies do gênero *Piper* spp. e da família Myrtaceae.

Figura 173 Vista da Floresta Ombrófila Mista na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 174. Vista da Floresta Ombrófila Mista na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O levantamento florístico realizado na área de influência direta (AID) resultou em 165 espécies, distribuídos em 50 famílias. As famílias que se destacaram em número de espécies foram Asteraceae e Myrtaceae (20), Poaceae (14), Fabaceae (13), Euphorbiaceae e Lauraceae (8) (PRANCHA 05).

c) ESPÉCIES EPIFÍTICAS - ADA

O epifitismo vascular baseia-se na interação entre duas espécies, em que o epífito se utiliza apenas do substrato fornecido pela espécie hospedeira como base para seu desenvolvimento. Embora confundidos frequentemente com espécies parasitas, os epífitos são independentes do hospedeiro na obtenção e aproveitamento de nutrientes e água (BENZING, 1990). Plantas com hábito epifítico apresentam grande diversidade, sendo que alguns autores citam mais de 29.000 espécies e cerca de 870 gêneros. Estima-se que entre 8 e 10% das plantas vasculares se comportem como epífitas ao menos em uma fase da sua vida (BENZING, 2004).

A dinâmica de comunidades nas florestas tropicais é influenciada pela flora epifítica, de maneira que estas, assim como as herbáceas, rapidamente captam e reintegram energia e matéria ao ecossistema. Embora não ultrapassem 2% da matéria seca das florestas sua biomassa fotossintetizante, e a própria fotossíntese, podem igualar, se não ultrapassar, a dos próprios hospedeiros (NADKARNI, 1984). Além disso, a serapilheira proveniente de epífitas possui maior concentração de nutrientes que a de arbóreas.

Epífitas estabelecem relações ecológicas no local em que estão inseridas, fornecem água e nutrientes a outros indivíduos (bromélias), chegando a formar micro-

habitat para a presença de invertebrados e pequenos vertebrados. Percebendo assim a importância destes indivíduos na restauração ecológica do ecossistema. As principais famílias observadas na Área Diretamente Afetada (ADA) foram: Bromeliaceae, Cactaceae, Orchidaceae e Piperaceae, assim como espécies de samambaias e licófitas. A família Bromeliaceae é um componente importante e representativo na flora epifítica das Florestas com Araucária. Na área de trabalho é possível observar a ocorrência de espécies como *Aechmea recurvata, Bilbergia nutans, Vriesea gigantea, Vriesea platynema e Vriesea reitzii*. Além disso, espécies de cravo-do-mato podem ser observadas, como *Tillandsia aeranthos, Tillandsia gardneri, Tillandsia geminiflora e Tillandsia usneoides* (barba-de-pau), sendo esta última frequentemente encontrada em matas nebulares da Floresta Ombrófila Mista. Dentre as espécies de cactáceas levantadas destaca-se a presença de *Lepismium houlletianum* e entre as espécies de piperaceae destaca-se *Peperomia tetraphylla*. As principais espécies de orquídea encontradas foram: *Acianthera glumacea, Acianthera sonderana, Bulbophyllum regnelli, Cattleya coccinea, Campylocentrum aromaticum e Gomesa bifolia*. Em adição às espécies de angiospermas citadas, é possível observar samambais e licófitas no componente epifítico como *Campyloneuron nitidum*, *Microgramma squamulosa e Microgramma percussa*. De acordo com a Lista de Espécies da Flora Ameaçada do Estado do Rio Grande do Sul, somente a espécie *Begonia fruticcosa* (begônia) se encontra na categoria Vulnerável nesta lista (Tabela 17). Abaixo segue tabela específica com as espécies de epífitas e cactáceas encontradas na ADA. A lista completa das espécies presentes na ADA encontra-se no ANEXO 19.

Tabela 17. Listagem de espécies de epífitas e cactáceas registradas na ADA. Status de conservação conforme Decreto Estadual nº 52.109/2014. VU = vulnerável; FP = fora de perigo

Família	Nome Científico	Nome Popular	Status de conservação Decreto 52.109/2015	Status conservação Portaria MMA 443/2014
Begoniaceae	*Begonia fruticcosa*		VU	FP
Bromeliaceae	*Aechmea recurvata*	Gravatá	FP	FP
Bromeliaceae	*Bilberga nutans*		FP	FP
Bromeliaceae	*Bromelia antiacantha*	Bananinha-do-mato	FP	FP
Bromeliaceae	*Tillandsia aeranthos*	Cravo-do-mato	FP	FP
Bromeliaceae	*Tillandsia gardneri*	Cravo-do-mato	FP	FP
Bromeliaceae	*Tillandsia geminiflora*	Cravo-do-mato	FP	FP
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	Barba-de-pau	FP	FP

Família	Nome Científico	Nome Popular	Status de conservação Decreto 52.109/2015	Status conservação Portaria MMA 443/2014
Bromeliaceae	*Vriesea cf. procera*		FP	FP
Bromeliaceae	*Vriesea cf. reitzii*		FP	FP
Bromeliaceae	*Vriesea gigantea*		FP	FP
Bromeliaceae	*Vriesea platynema*		FP	FP
Cactaceae	*Lepismium houlletianum*		FP	FP
Cactaceae	*Lepismium cruciforme*		FP	FP
Cactaceae	*Lepismium lumbricoides*		FP	FP
Cactaceae	*Rhipsalis floccosa*		FP	FP
Cactaceae	*Rhipsalis teres*		FP	FP
Gesneriaceae	*Sinningia douglasii*	Rainha-do-abismo	FP	FP
Gesneriaceae	*Sinningia macrostachya*	Rainha-do-abismo	FP	FP
Orchidaceae	*Acianthera glumacea*	Orquídea	FP	FP
Orchidaceae	*Acianthera sonderana*	Orquídea	FP	FP
Orchidaceae	*Acianthera hygrophila*		FP	FP
Orchidaceae	*Bulbophyllum regnelli*	Orquídea	FP	FP
Orchidaceae	*Campylocentrum aromaticum*	Orquídea	FP	FP
Orchidaceae	*Capanemia micromera*		FP	FP
Orchidaceae	*Capanemia superflua*		FP	FP
Orchidaceae	*Cattleya coccinea*	Orquídea	FP	FP
Orchidaceae	*Eurystyles actinosophila*		FP	FP
Orchidaceae	*Gomesa bifolia*	Orquídea	FP	FP
Orchidaceae	*Gomesa concolor*		FP	FP
Orchidaceae	*Phymatidium delicatulum*	Orquídea	FP	FP
Piperaceae	*Peperomia tetraphylla*		FP	FP
Piperaceae	*Peperomia delicatula*		FP	FP
Piperaceae	*Peperomia trineura*		FP	FP
Piperaceae	*Peperomia urocarpa*		FP	FP
Polypodiaceae	*Microgramma percussa*		FP	FP
Polypodiaceae	*Microgramma squamulosa*	Cipó-cabeludo	FP	FP
Polypodiaceae	*Campyloneuron nitidum*		FP	FP

d) ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO OU IMUNES AO CORTE – ADA

A Floresta Ombrófila Mista ou mata com araucária é predominante nas porções leste do planalto sul-brasileiro (KLEIN, 1978). Esta vegetação faz parte do Bioma Mata Atlântica, o qual em sua totalidade encontra-se ameaçado, restando apenas 7,9% de sua formação original (SOS Mata Atlântica, 2013). A mata com araucária, típica de regiões

de clima subtropical no Brasil, é considerada um ecossistema raro e ameaçado, no qual a araucária (*Araucaria angustifolia*) é seu principal componente.

No imóvel ocorrem espécies citadas na Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul, como pinheiro-brasileiro, sendo que no trabalho foram amostrados 101 indivíduos, o xaxim (*Dicksonia sellowiana*), com 2.902 indivíduos amostrados, e ainda exemplares de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata*) espécie imune ao corte, a qual foram amostrados 4 indivíduos. Além destas, foram levantados 48 indivíduos de *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), espécie que não consta em nenhuma legislação como imune ao corte ou ameaçada de extinção, porém é considerada de importância ecológica e paisagística pelo município. Os dados coletados destes indivíduos estão sendo apresentados junto ao ANEXO 19. Quanto à localização, nas PRANCHAS 09A de uso do solo, é apresentada a localização de cada exemplar.

O pinheiro-brasileiro ou araucária é uma espécie de gimnosperma arbórea de grande porte, com distribuição no sudeste da América do Sul (KERSHAW & WAGSTAFF, 2001). Esta espécie ocorre ao longo da Floresta Ombrófila Mista em grandes altitudes, sendo um componente fisionômico importante na paisagem dos Estados do Sul do Brasil. Sua importância ecológica pode ser notada através da diversidade de espécies epifíticas que ocorrem em seu caule e copa. A araucária apresenta elevado valor econômico presente e histórico, uma vez que sua madeira foi fonte primária no estabelecimento de novos colonizadores no Sul do Brasil durante o século XX. Além disso, sua semente, o pinhão, apresenta elevado valor nutricional e é amplamente utilizada na economia local. A espécie enquadra-se como vulnerável de acordo com IUCN (2001) e configura na Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul conforme Decreto Estadual nº 52.109/2014. Dessa forma, destaca-se a Portaria Normativa IBAMA DC 020/1976, na qual indica que toda a supressão de araucária, plantada ou não, fica suspensa nos meses de abril, maio e junho, por se tratar da época de queda das sementes.

Dentre as espécies características de Floresta com Araucária que ocorrem na área destaca-se o xaxim (*Dicksonia sellowiana*), uma espécie de ampla distribuição geográfica e altitudinal, desde o México ao Brasil, entre 60 m a 2.200 m de altitude (SEHNEM, 1978; TRYON & TRYON, 1982). Esta samambaia arbórea ocorre geralmente no interior de mata, associada a solos úmidos junto a córregos. Historicamente a espécie é amplamente utilizada para fins ornamentais, onde seus caules são usados para confecção de vasos ou como substrato para espécies de epífitas, sendo que esta

exploração causou uma diminuição de sua área de abrangência e de suas populações (SEHNEM, 1978). Aliado ao crescimento lento que o xaxim apresenta (SEHNEM, 1978; FERNANDES, 1999), sua extração fez com que ela fosse incluída no apêndice II da CITES (Convenção Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção), em Listas Oficiais de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção (Portaria/IBAMA. Nº 4 37-N/92 e COPAM 085/97), e na Lista Oficial de Espécies da Flora Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul (Decreto Estadual nº 52.109/2014) enquadrada na categoria “Vulnerável”. Além disso, é incluída nas ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000).

A corticeira-da-serra (*Erythrina falcata*) é uma espécie arbórea pertencente à família das leguminosas, que se distribui na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Peru. No Brasil ocorre no bioma da Mata Atlântica e Cerrado desde a Bahia ao Rio Grande do Sul, em ecossistemas de Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais e Floresta Ombrófila Mista (LIMA, H. C. DE, MARTINS, M. V. 2016). Apresenta elevado potencial de uso ornamental e é indicada na recuperação de áreas de preservação permanente e degradadas, porém, possui baixa capacidade de regeneração natural e apresenta grande dificuldade na formação de sementes para a produção de mudas (CARVALHO, 2003).

Além das espécies citadas acima destaca-se no local o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*). Esta espécie é característica de florestas estacionais e matas com araucária, e apresenta grande importância ecológica, pois seus frutos servem de alimento para uma gama de animais nativos, desde mamíferos a aves. Ao contrário de espécies frutíferas de período frutificação curto, o Jerivá frutifica durante o outono e inverno, de março a agosto, servindo como alternativa para animais frugívoros neste período (LORENZI, 1992). Ademais, como muitas outras espécies da família Arecaceae, sua copa, folhagem e fuste conferem a ela um elevado valor ornamental, de maneira que é amplamente utilizada em paisagismo urbano no Brasil e no mundo (LORENZI, 2010). Apesar desta espécie não constar em nenhuma legislação como ameaçada de extinção ou imune ao corte, os órgãos públicos ambientais sugerem o transplante de indivíduos de jerivá, devido sua importância ecológica e paisagística. Sendo assim, para os exemplares passiveis de transplantes, ou seja, que estejam em bom estado fitossanitário, indica-se que o procedimento seja realizado no momento do manejo. Por outro lado, para os que não são passíveis de transplante e pela ampliação do

empreendimento ser uma atividade de utilidade pública, há a possibilidade de supressão desde que o empreendedor faça a reposição de 15 exemplares da mesma espécie por individuo suprimido.

e) INVENTÁRIO FLORESTAL POR ESTÁGIO SUCESSIONAL - ADA

Os dados referentes a volumetria e áreas de supressão estão sendo descritos separadamente no item “g”. Levando-se em consideração que haverá intervenção em toda a ADA, o quadro de áreas abaixo se refere ao uso do solo da ADA e também à área de intervenção.

De acordo com mapa de cobertura vegetal da ADA (PRANCHA 09A) e quadro de áreas apresentado abaixo, a área é ocupada em 80% por fragmentos de vegetação nativa da Floresta com Araucária, sendo que os outros 20% são ocupados por uma vegetação herbáceo-arbustiva, entremeada a locais com solo exposto. As tabelas das 109 unidades amostrais realizadas neste estudo estão sendo apresentadas junto ao ANEXO 19.

Quadro 28. Quadro de áreas geral.

Quadrante	Área (m²)	Porcentagem (%)
Vegetação em estágio avançado	99.858,30	13,8
Vegetação em estágio inicial	23.723,70	3,3
Vegetação em estágio médio	469.689,50	64,8
Vegetação herbácea	89.299,71	12,3
Acácia	3.698,48	0,5
Solo exposto	25.542,98	3,5
Lavoura	4.020,39	0,6
Edificação	255,86	0,04
Banhado	1.165,11	0,16
Acúmulo de água intermitente	918,10	0,5
Açude	6.049,20	0,84
ÁREA TOTAL:	**724.221,30**	**100**

Fonte: Garden Projetos (2020).

I. Vegetação herbáceo-arbustiva

Encontrada em pequenas porções espalhadas pela ADA, este tipo de formação vegetal é originário do desenvolvimento dos processos iniciais de sucessão vegetal e desenvolve-se atualmente sobre antigas áreas desprovidas de vegetação nativa. A

formação apresenta grande uniformidade fitofisionômica, devido à baixa diversidade de espécies. O solo é altamente exposto o que torna a vegetação constituída por espécies herbáceas pioneiras e heliófilas.

As principais espécies herbáceas encontradas foram: *Bidens alba* (picão), *Andropogon bicornis* (capim-rabo-de-burro), *Axonopus affinis* (grama-tapete), *Paspalum dilatatum*, *P. notatum* (grama-forquilha), *Poa bonariensis* e *Eragrostis airoides* (capim-pendão-roxo).

De forma esparsa e em regeneração (plântulas) encontra-se alguns indivíduos arbustivos e arbóreo, tais como: *Acca sellowiana* (goiabeira-da-serra), *Allophylus edulis* (chal-chal), *Casearia sylvestris* (chá-de-bugre), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Dodonaea viscosa* (vassourão), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-branco), *Sapium glandulosum* (pau-leiteiro), *Sebastiania commersoniana* (branquilho), *Senecio brasiliensis* (maria-mole), entre outras.

Figura 175. Vista da vegetação herbácea-arbustiva.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 176. Vista da vegetação herbácea-arbustiva.



Fonte: Garden Projetos (2019).

II. Floresta com Araucária

A área diretamente afetada é composta em sua maior parte por remanescentes florestais nativos da Floresta com Araucária, os quais apresentam os três estágios de sucessão de acordo com os parâmetros apontados pela Resolução CONAMA n° 33/1994. Conforme o quadro de áreas é possível verificar que a maior parte da vegetação se enquadra como sendo de estágio médio de regeneração. Abaixo segue descrição detalhada de cada formação e dados do inventário fitossociológico e suficiência amostral realizado por estágio sucessional.

Estágio Inicial

Esta formação é composta por espécies arbustivas e arbóreas, predominando indivíduos jovens ou de pequeno a médio porte. Além disso, são poucos os indivíduos de espécies arbóreas que possuem maior porte, sendo que estes são de espécies exóticas, como o quiri (*Paulownia tomentosa*), uva-do-japão (*Hovenia dulcis*) e principalmente o ligustro (*Ligustrum luciduum*).

A vegetação no local encontra-se fragmentada, e devido a isso o efeito de borda é aparente. Um indicativo disso é a abundância de lianas herbáceas com diâmetros reduzidos, e de acordo com LAURENCE (1997) esse é um dos efeitos da fragmentação que aumenta a incidência de luz, a qual favorece essas espécies. Outro ponto negativo do efeito de borda é a invasão de espécies exóticas como indivíduos *Ligustrum luciduum* (Ligustro) de grande porte estabelecidos no interior desta mancha.

A maioria dos indivíduos apresenta DAP < 8 cm, estando presentes também alguns indivíduos com DAP ≥ 8 cm; a altura média fica na faixa de 5,0 m, devido aos espécimes exóticos que apresentam altura maior. Em ambas as parcelas se percebe o baixo acúmulo de serapilheira, variando entre 1 e 3 cm, sendo um indício que o local era utilizado recentemente, e além disso, em vários pontos encontrou-se afloramentos rochosos e antigas trilhas.

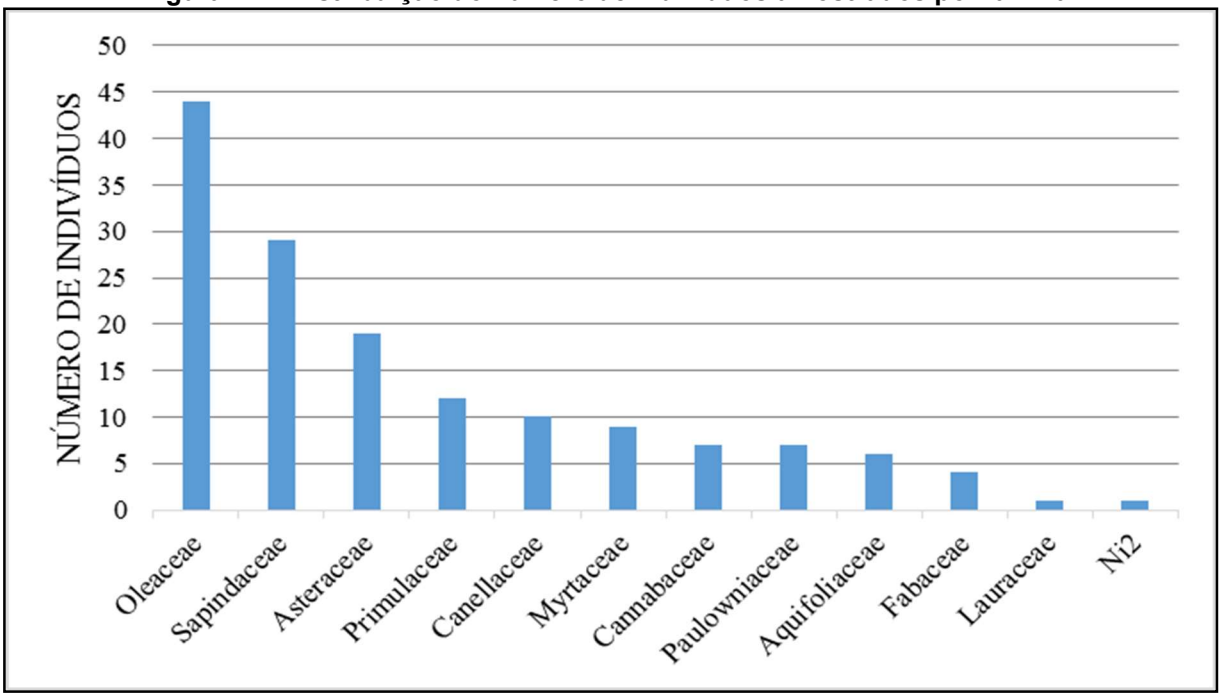
O dossel é formado por indivíduos das espécies exóticas supracitados e das espécies nativas *Myrsine coriacea* (capororoca) e *Matayba elaegnoides* (camboatá-branco), com altura máxima de 8 metros para a espécie exótica, contudo, a abundância de exemplares de maior altura é extremamente baixa. O estrato arbustivo/arbóreo é composto por espécies pioneiras de crescimento rápido, tais como *Matayba elaegnoides* (camboatá-branco), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Myrsine coriacea* (caporoca) e *Eugenia involucrata* (cerejeira). Um dos fatores que limita o estabelecimento e crescimento das demais espécies é a presença de espécies exóticas invasoras.

A regeneração natural é composta por espécies pioneiras, como *Allophylus edulis* (Chal-chal), *Matayba elaegnoides* (camboatá-branco), *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), *Piper aduncum*, além de espécies herbáceas nas bordas das matas e ao longo de trilhas.

Na análise fitossociológica realizada na vegetação em estágio inicial em 6 parcelas amostrais, foram amostrados 149 indivíduos de 19 espécies e 17 gêneros

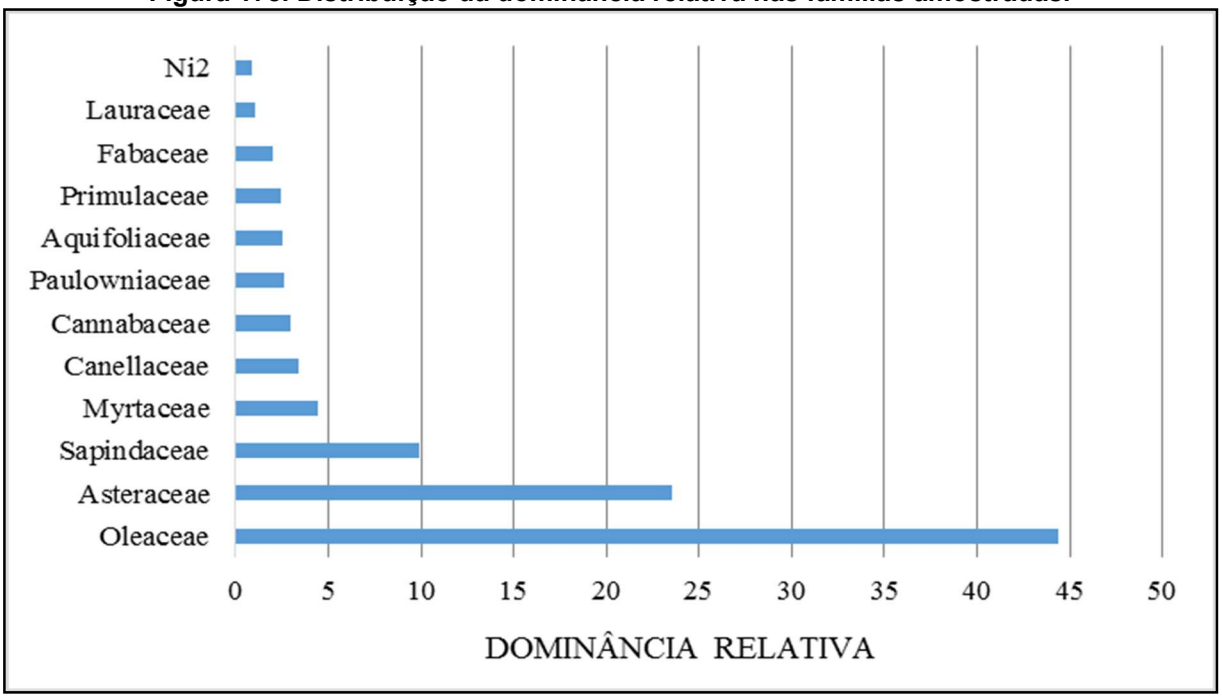
contidos em 12 famílias. As famílias mais representativas foram Oleaceae com o maior número de indivíduos amostrados e que apresentou a maior dominância. Por outro lado, as famílias que apresentaram o maior número de espécies registradas foram Sapindaceae e Myrtaceae. Os gráficos abaixo ilustram estes resultados.

Figura 177. Distribuição do número de indivíduos amostrados por família.



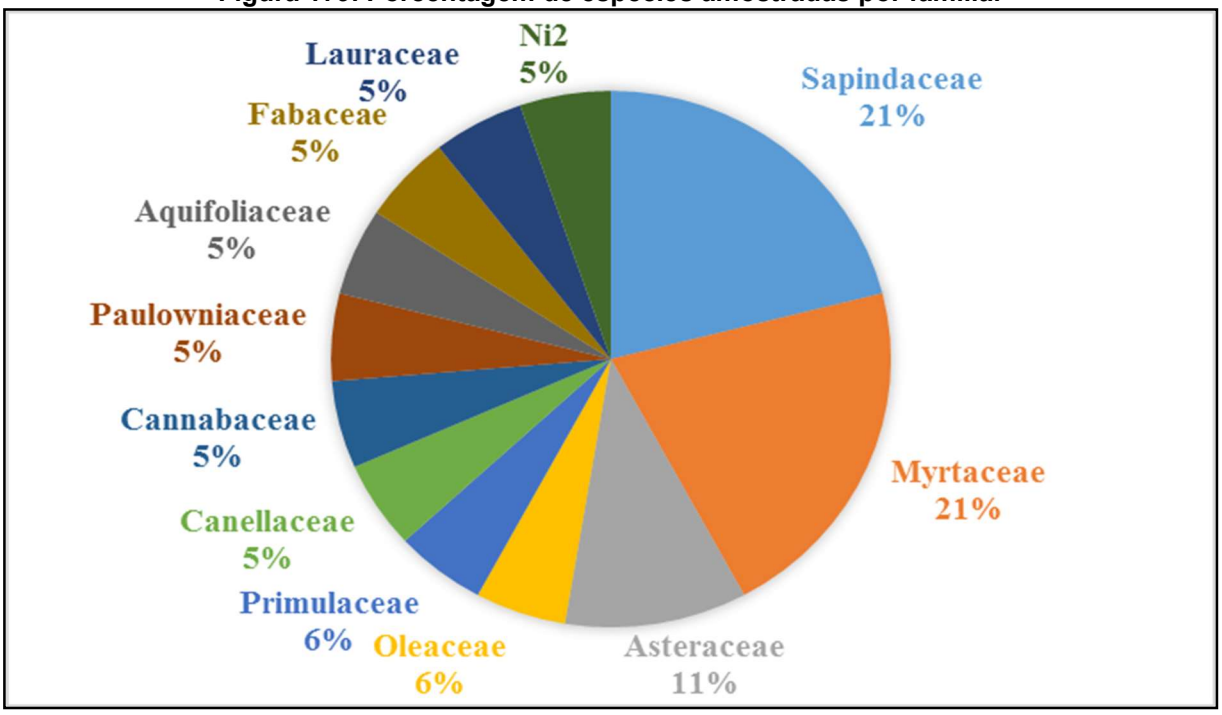
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 178. Distribuição da dominância relativa nas famílias amostradas.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 179. Porcentagem de espécies amostradas por família.

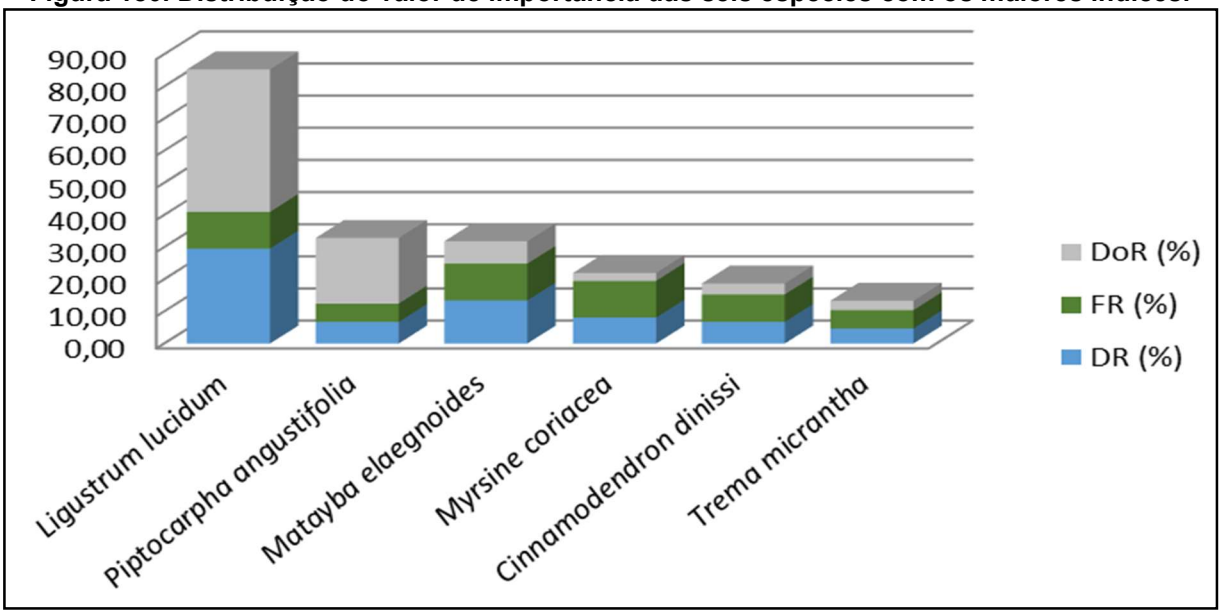


Fonte: Garden Projetos (2019).

Ligustrum lucidum foi a espécie que apresentou a maior densidade relativa (29,5%), seguida de *Matayba elaeagnoides* (13,4%) e *Myrsine coriacea* (8,05%). Estas três espécies representam juntas 51% dos indivíduos amostrados. Quanto à frequência, o maior valor registrado foi para as espécies *Ligustrum lucidum, Matayba elaegnoides e Myrsine coriacea* onde foram registradas em 66,7% das parcelas realizadas. Já espécie mais dominante no ecossistema avaliado foi *Ligustrum lucidum* (DoR = 44,3%), seguido de *Piptocarpha angustifolia* (DoR = 20,41%) e *Matayba elaeagnoides* (DoR = 6,97%), somando juntas uma dominância relativa de 71,7%.

O índice de valor de importância foi maior na espécie *Ligustrum lucidum* com IVI de 85,3. Em segundo e terceiro lugares foram respectivamente: *Piptocarpha angustifolia* (IVI =32,84) e *Matayba elaeagnoides* (IVI=31,83), representadas no gráfico abaixo.

Figura 180. Distribuição do valor de importância das seis espécies com os maiores índices.



Legenda: DR = densidade relativa, FR = frequência relativa, DoR = dominância relativa.

A espécie *Ligustrum lucidum* apresentou o maior índice de valor de importância devido à grande quantidade de exemplares encontrados e da representatividade quanto à dominância registrada. Esta espécie é considerada exótica invasora de acordo com a Portaria da SEMA n° 79 de 31 de outubro de 2013. De acordo com esta legislação, espécie exótica invasora é a que ocorre fora de sua área natural de distribuição e que se adapta e se reproduz invadindo os ambientes de espécies nativas, produzindo alterações em processos ecológicos naturais e/ou na composição e/ou riqueza de espécies. Estas espécies tendem a se tornar dominantes e além dos impactos no meio ambiente, trazem reflexos negativos à economia e à saúde.

De acordo com ZILLER (2000), espécies invasoras são aquelas que, uma vez introduzidas a partir de outros ambientes, se adaptam e passam a reproduzir-se a ponto de ocupar o espaço de espécies nativas. Dessa forma, produzem alterações nos processos ecológicos naturais, tendendo a tornarem-se dominantes após o período de tempo requerido para sua adaptação.

Piptocarpha angustifolia, apesar de ter apresentado apenas 6,71% de densidade relativa, foi a segunda espécie mais dominante, sendo uma espécie de grande porte que obteve o segundo maior índice de valor de importância na fitossociologia. Segundo BACKES E IRGANG (2009) *Piptocarpha angustifolia* é uma espécie pioneira, que surge em áreas que foram devastadas pelo corte de florestas.

O camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), que obteve praticamente o mesmo índice de IVI que *P. angustifolia*, foi registrado em 66,7% das amostragens e obteve a

segunda maior densidade. Esta espécie é uma pioneira disseminada por pássaros (BACKES E IRGANG, 2009). Em quarto lugar de índice de valor de importância, *Myrsine coriacea* é considerada espécie pioneira por ser dominante nas capoeiras e devido a sua alta densidade (KLEIN, 1980). Já *Cinnamodendron dinisii*, em quinto lugar, de acordo com Lorenzi (2009), é uma espécie pioneira, característica da região de campos e da Floresta Ombrófila Mista, onde apresenta ampla e expressiva dispersão.

O Índice de diversidade de Shannon na vegetação estudada foi de 2,41 nat/ind. e o índice de equabilidade foi de 0,82. Em termos de volumetria, nas seis unidades amostrais obteve-se uma soma de 1,46 m³ de toras e 2,09 m^{st} de lenha, em um total de nove (9) indivíduos com DAP ≥ 0,15 m e 97 indivíduos com DAP ≤ 0,15 m. Ao total foram amostrados 44 indivíduos de espécies exóticas.

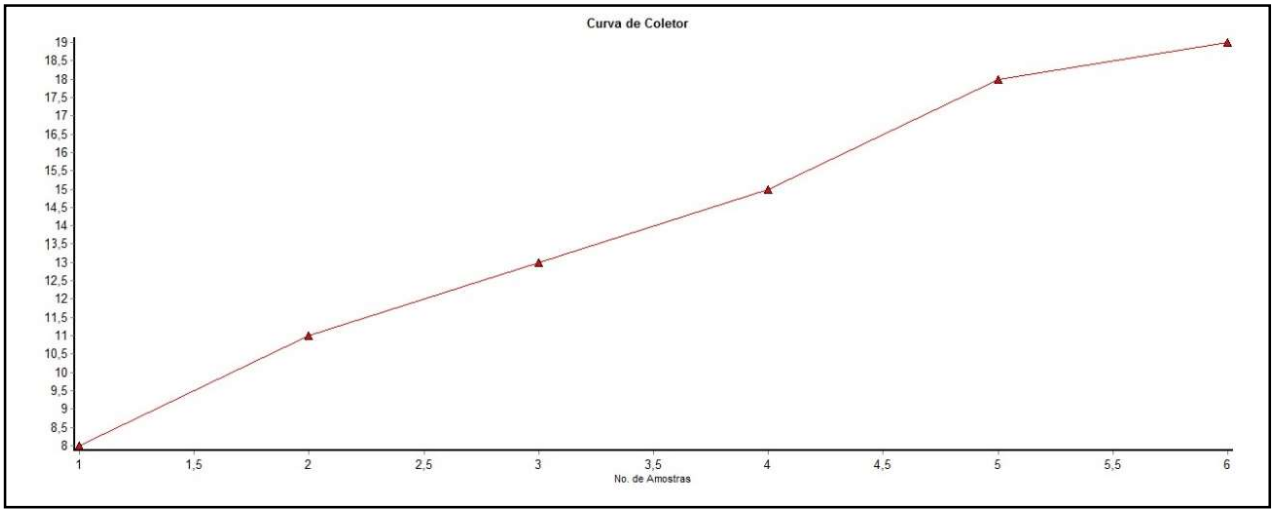
Tabela 18. Espécies amostradas, com os respectivos valores dos parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente de Valor de Importância (IVI).

Espécie	ni	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)	IVI
Ligustrum lucidum	44	733,33	29,53	66,67	11,43	10,09	44,34	85,30
Piptocarpha angustifolia	10	166,67	6,71	33,33	5,71	4,64	20,41	32,84
Matayba elaegnoides	20	333,33	13,42	66,67	11,43	1,59	6,97	31,83
Myrsine coriacea	12	200,00	8,05	66,67	11,43	0,56	2,48	21,96
Cinnamodendron dinissi	10	166,67	6,71	50,00	8,57	0,77	3,40	18,69
Trema micrantha	7	116,67	4,70	33,33	5,71	0,66	2,92	13,33
Paulownia tomentosa	7	116,67	4,70	33,33	5,71	0,59	2,61	13,02
Ilex paraguariensis	6	100,00	4,03	33,33	5,71	0,58	2,54	12,28
Baccharis dracunculifolia	9	150,00	6,04	16,67	2,86	0,71	3,12	12,02
Allophylus edulis	6	100,00	4,03	33,33	5,71	0,49	2,14	11,88
Eugenia involucrata	5	83,33	3,36	16,67	2,86	0,31	1,38	7,59
Machaerium stipitatum	4	66,67	2,68	16,67	2,86	0,45	1,99	7,53
Myrceugenia euosma	2	33,33	1,34	16,67	2,86	0,27	1,18	5,38
Eugenia rostrifolia	1	16,67	0,67	16,67	2,86	0,33	1,46	4,99
Cupania vernalis	2	33,33	1,34	16,67	2,86	0,12	0,54	4,74
Nectandra lanceolata	1	16,67	0,67	16,67	2,86	0,23	1,03	4,56
Ni2	1	16,67	0,67	16,67	2,86	0,20	0,89	4,42
Eugenia ramboi	1	16,67	0,67	16,67	2,86	0,09	0,39	3,92
Dodonaea viscosa	1	16,67	0,67	16,67	2,86	0,05	0,21	3,74

Legenda: ni = número de indivíduos da espécie, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa e IVI = índice de valor de importância.

O gráfico abaixo representa a curva de suficiência amostral da vegetação em estágio inicial, demonstrando que as parcelas amostradas foram suficientes para representar a composição florística, sendo que se observa uma tendência a estabilização da curva e levando-se em consideração a pequena área desta formação no empreendimento.

Figura 181. Curva do número de espécies/unidade amostral para verificação da suficiência amostral.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Além da curva de suficiência, para prever o número ideal de parcelas amostradas foi calculado o erro amostral com máximo de 10% considerando a variável área basal para este estágio sucessional, com nível de probabilidade igual a 5%, usando a seguinte fórmula.

Quadro 29. Cálculo de suficiência amostral.

$$n = \frac{N * S^2 * t^2}{N * (E * \overline{x})^2 + S^2 * t^2}$$	n = número de parcelas a serem levantadas N = número total de parcelas possíveis S² = variância do parâmetro avaliado E = erro admissível (10%, 20%, etc. = 0,1; 0,2; etc.) $\overline{x}$ = média do parâmetro avaliado GL = graus de liberdade p = nível de probabilidade (0,01; 0,05; etc.) t = valor de distribuição de probabilidade (probabilidade; GL) UA = universo amostral (área total, população, etc) A = tamanho da amostra
$$IC_{80\%} = \overline{x} - \frac{t * s}{\sqrt{n-1}} \leq VALOR \leq \overline{x} + \frac{t * s}{\sqrt{n-1}}$$	

De acordo com esta fórmula, tendo em consideração a variável área basal de cada parcela em estágio inicial, a quantidade ideal de parcelas seria igual a 5,9, ou seja, seis parcelas foram suficientes para amostrar esta pequena matriz de vegetação na área.

Estágio Médio

De maneira geral, esta formação representa um estágio sucessional intermediário caracterizado pela maior densidade de indivíduos jovens, pela ausência de troncos desenvolvidos, baixa presença de lianas e epífitas e pouca frequência de espécies clímax. Embora possam ser distinguidos estratos horizontais diferenciados, as espécies do estrato superior são basicamente as mesmas do sub-bosque, e além disso no dossel superior ocorrem exemplares de *Araucaria angustifolia*.

A vegetação em estágio médio de regeneração apresenta de forma mais significativa espécimes de *Araucaria angustifolia* (araucária) no estrato superior e no sub-bosque exemplares jovens de *Dicksonia sellowiana* (xaxim). No estrato regenerante nota-se a presença de espécies oportunistas e pioneiras, tais *como E. hiemalis, E. involucrata* (cerejeria), *Erythroxylum deciduum* (cocão), *Allophylus edulis* (chal-chal), *Lithreae brasiliensis* (aroeira-preta), *Trema micrantha* (grandiúva), além de espécies das famílias Piperaceae e Myrtaceae. O acumulo de serapilheira varia entre 2 a 5 centímetros, sendo o menor valor encontrado próximo as áreas de maior declividade ou sobre influência da criação de animais.

A porção oeste da área é a mais afetada pela ação antrópica, onde localiza-se uma criação de cavalos e histórico de remoção da vegetação nativa, principalmente das espécies com interesse econômico (Lauraceae e Araucariaceae). Devido a alteração das condições pretéritas, ocorreu a invasão de *Chusquea spp*. (chusquea) espécie oportunista e invasora que aproveita da maior disponibilidade de fotoperíodo para colonizar áreas com solo desnudo. Em diversos pontos é nítida a abertura de clareiras oriundas do corte seletivo pretérito, fato que favorece o estabelecimento de espécies exóticas, tais como *H. dulcis* (uva-do-japão) e *L. luciduum* (ligustro), ambas abundantes nas unidades amostrais deste estágio.

Figura 182. Vista da vegetação em estágio médio de regeneração.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 183. Remoção da vegetação nativa para a introdução de animais.



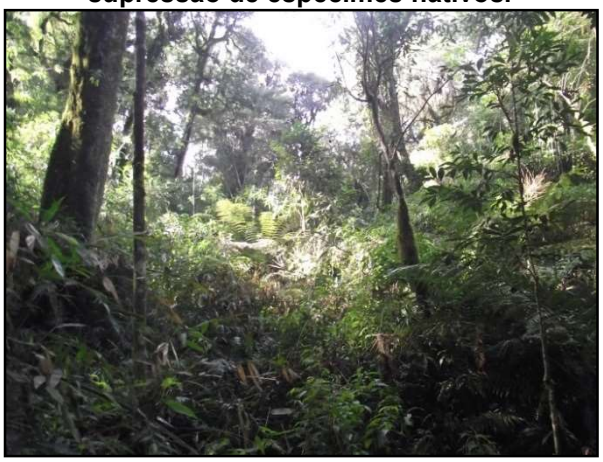
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 184. Presença de *Chusquea* sp. no interior da vegetação em estágio médio de regeneração.



Fonte: Garden Projetos (2019).

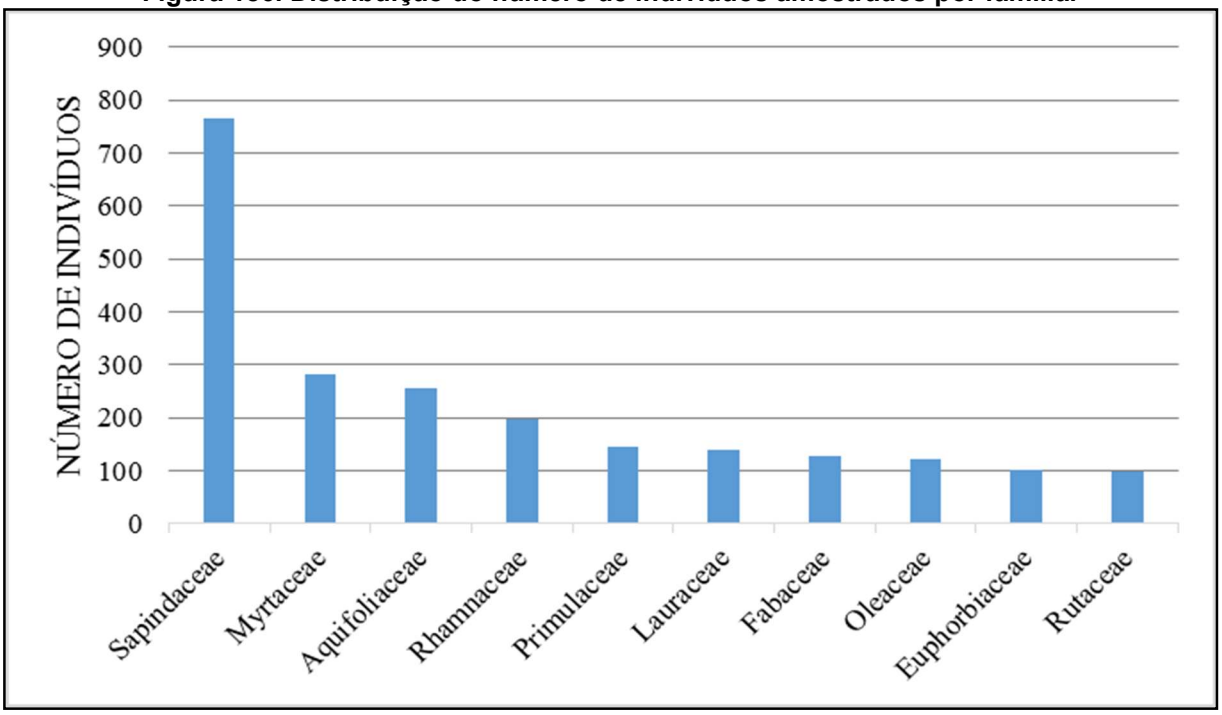
Figura 185. Abertura de clareira devido a supressão de espécimes nativos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

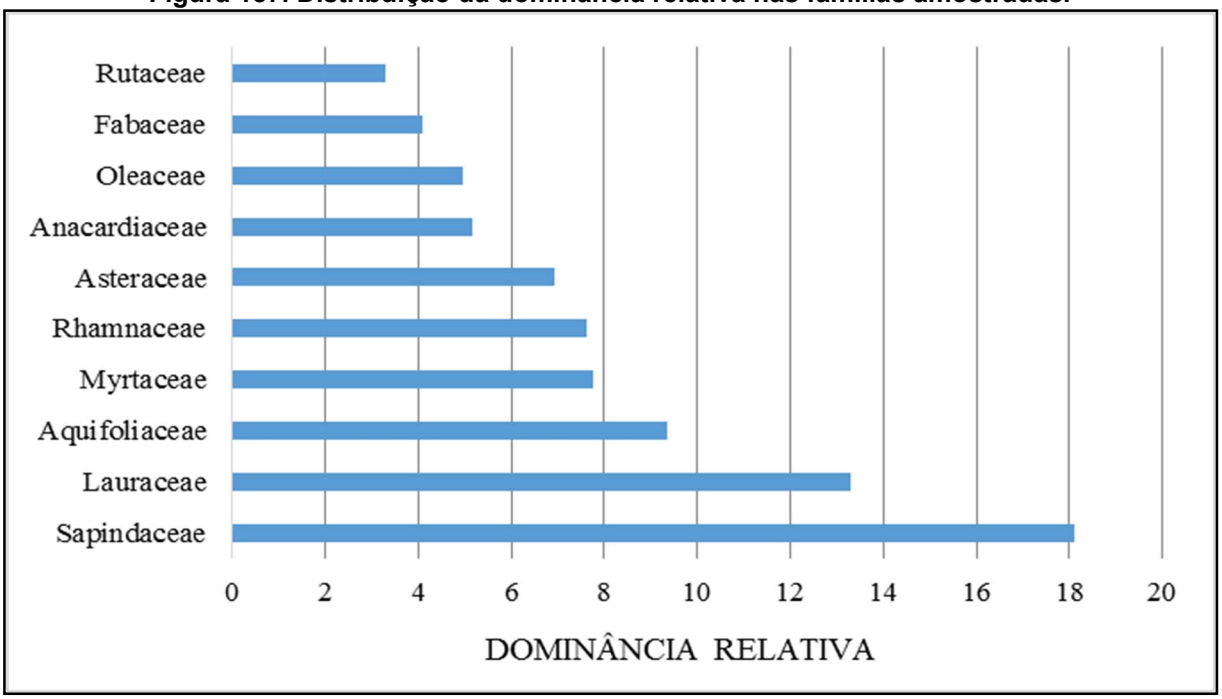
Na análise fitossociológica da vegetação em estágio médio em 82 parcelas amostrais, foram identificados 2.653 indivíduos de 88 espécies pertencentes a 64 gêneros contidos em 36 famílias botânicas. As famílias mais representativas foram Sapindaceae com a maior dominância e maior número de indivíduos e Myrtaceae com o maior número de espécies. Semelhante ao Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, considerando a Floresta Ombrófila Mista, a família Myrtaceae também foi considerada a mais representativa em termos de número de espécies.

Figura 186. Distribuição do número de indivíduos amostrados por família.



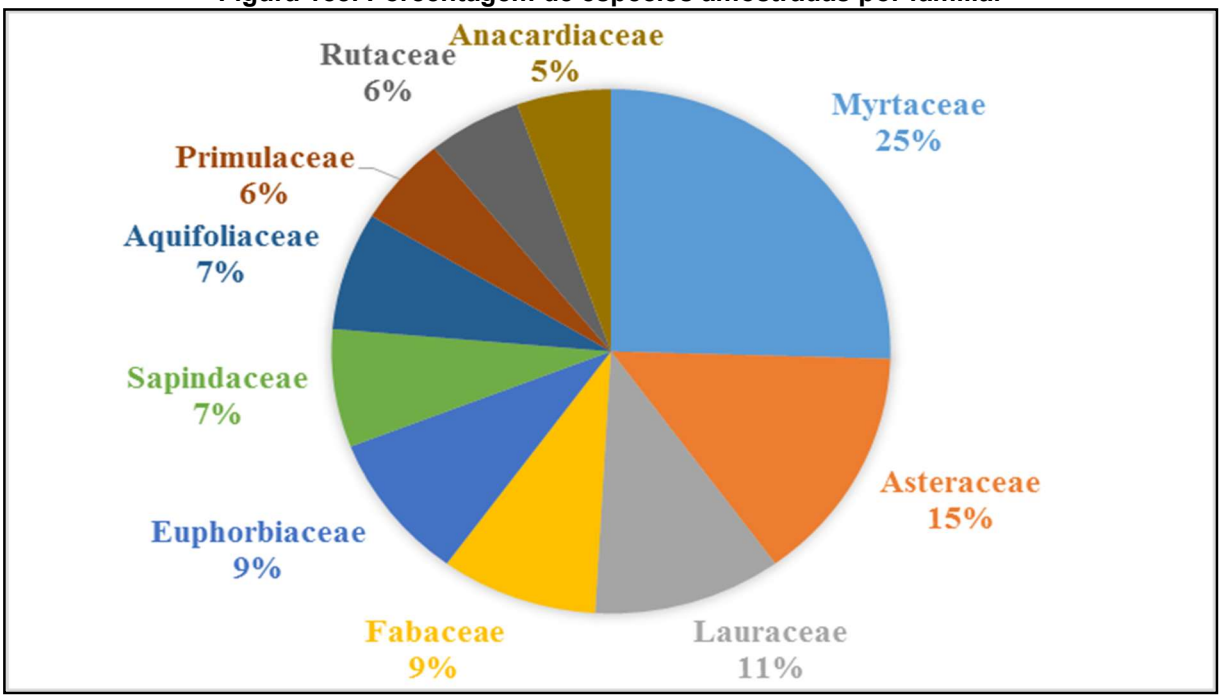
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 187. Distribuição da dominância relativa nas famílias amostradas.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 188. Porcentagem de espécies amostradas por família.

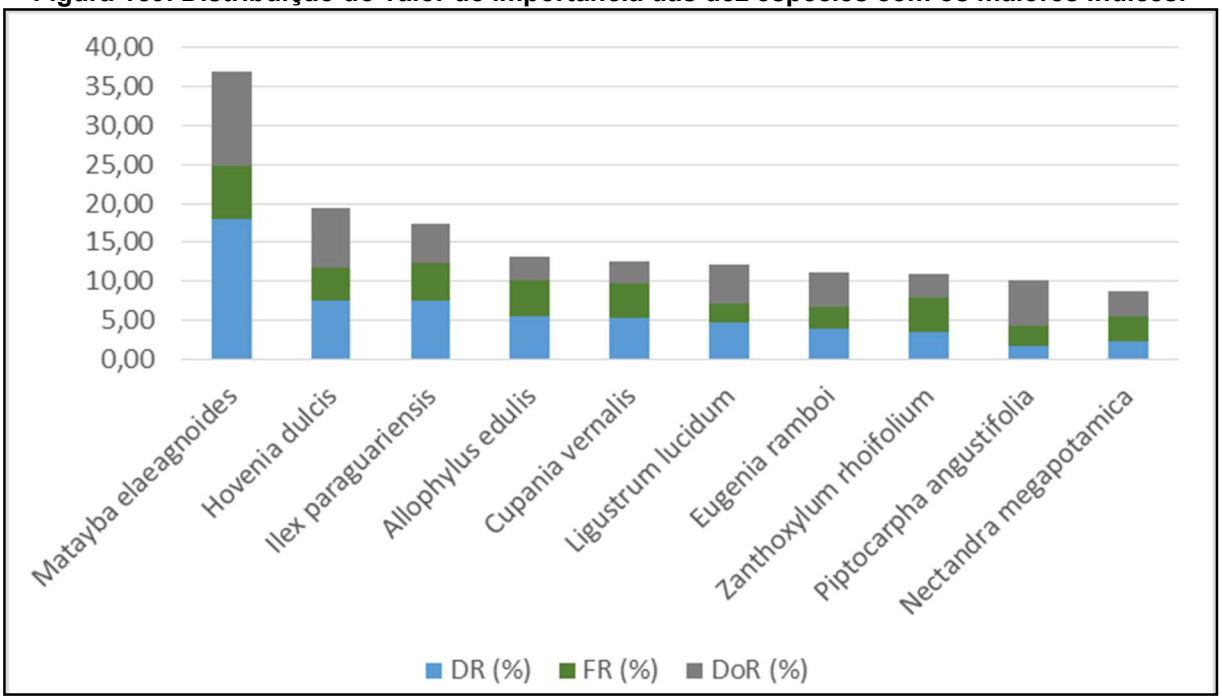


Fonte: Garden Projetos (2019).

As espécies que registraram uma maior quantidade de indivíduos foram *Matayba elaeagnoides, Hovenia dulcis, Ilex paraguariensis e Allophylus edulis*, respectivamente 17,98%, 7,43%, 7,46% e 5,50% de densidade relativa, sendo que juntas, correspondem a 38% de indivíduos amostrados. Já em relação à frequência, *Matayba elaeagnoides* foi a espécie mais frequente nas amostragens, sendo encontrada em 78% das parcelas. Em seguida foram *Ilex paraguariensis* em 56% e *Allophylus edulis* em 52%. A espécie mais dominante foi *Matayba elaeagnoides*, representando 12% de dominância relativa, seguida de *Hovenia dulcis* com 7% e *Piptocarpha angustifolia* 5,9%.

Os resultados apontados acima confirmam os resultados obtidos nos índices de valor de importância, onde a espécie *Matayba elaeagnoides* obteve o maior índice, ficando com 36,88 de IVI. Em segundo lugar foi a espécie *Hovenia dulcis* com 19,41 de IVI, seguida de *Ilex paraguariensis* com 17,30 de IVI e *Allophylus edulis* com 13,17 de IVI.

Figura 189. Distribuição do valor de importância das dez espécies com os maiores índices.



Legenda: DR = densidade relativa, FR = frequência relativa, DoR = dominância relativa.

No estudo realizado por CENCI *et al.* (2013), no Jardim Botânico de Bento Gonçalves, Matayba elaeagnoides também foi a espécie que apresentou o maior índice de valor de importância. Esta espécie é muito frequente nas submatas de pinhais. É encontrada tanto em floresta primária como nos estágios mais adiantados da sucessão secundária. Produz anualmente moderadamente quantidade de sementes viáveis, as quais são disseminadas pela avifauna (LORENZI, 2002).

Hovenia dulcis, que ficou em segunda colocação, é uma espécie que consta na lista das espécies exóticas invasoras do Estado do Rio Grande do Sul, de acordo com a Portaria da SEMA, N° 79 de 2013. Segundo NAUIACK (2015) esta espécie, comumentemente conhecida no Brasil como uva-do-Japão é uma invasora de diferentes fitofisionomias no Sul do Brasil. O autor enfatiza a importância de controle da espécie, pois a mesma ameaça o equilíbrio natural das comunidades biológicas e os recursos genéticos do país.

Ilex paraguariensis que obteve o segundo lugar, é uma espécie associada à Floresta com Araucária, muitas vezes crescendo em densos agrupamentos (BACKES E IRGANG, 2009).

O Índice de diversidade de Shannon na vegetação estudada foi de 3,44 nat/ind. e o índice de equabilidade foi de 0,77. Ao total, no que concerne a volumetria levantada nas 82 unidades amostrais, obteve-se uma soma de 223,69 m³ de toras e 89,05 m^{st} de

lenha, em um total de 513 indivíduos com DAP ≥ 0,15m e 1.805 indivíduos com DAP ≤ 0,15m. Ao total foram amostrados 337 indivíduos de espécies exóticas.

Tabela 19. Espécies amostradas, com os respectivos valores dos parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente de Valor de Importância (IVI).

Espécie	ni	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)	IVI
Matayba elaeagnoides	477	290,85	17,98	78,05	6,82	3,77	12,08	36,88
Hovenia dulcis	197	120,12	7,43	50,00	4,37	2,37	7,61	19,41
Ilex paraguariensis	198	120,73	7,46	56,10	4,90	1,54	4,93	17,30
Allophylus edulis	146	89,02	5,50	52,44	4,58	0,96	3,08	13,17
Cupania vernalis	140	85,37	5,28	50,00	4,37	0,90	2,89	12,54
Ligustrum lucidum	123	75,00	4,64	28,05	2,45	1,55	4,97	12,06
Eugenia ramboi	100	60,98	3,77	34,15	2,99	1,37	4,39	11,14
Zanthoxylum rhoifolium	93	56,71	3,51	50,00	4,37	0,94	3,02	10,90
Piptocarpha angustifolia	42	25,61	1,58	30,49	2,67	1,85	5,92	10,17
Nectandra megapotamica	57	34,76	2,15	37,80	3,30	1,00	3,19	8,64
Myrsine coriacea	69	42,07	2,60	26,83	2,35	0,62	1,99	6,94
Erythroxylum deciduum	61	37,20	2,30	36,59	3,20	0,40	1,29	6,79
Machaerium paraguariense	55	33,54	2,07	36,59	3,20	0,43	1,37	6,64
Myrsine umbellata	64	39,02	2,41	29,27	2,56	0,31	1,00	5,97
Prunus myrtifolia	35	21,34	1,32	28,05	2,45	0,65	2,08	5,85
Ocotea puberula	31	18,90	1,17	17,07	1,49	0,92	2,94	5,61
Nectandra lanceolata	23	14,02	0,87	18,29	1,60	0,93	2,99	5,45
Machaerium stipitatum	44	26,83	1,66	25,61	2,24	0,48	1,56	5,45
Lithraea brasiliensis	39	23,78	1,47	18,29	1,60	0,60	1,92	4,99
Cryptocarya aschersoniana	19	11,59	0,72	15,85	1,39	0,85	2,74	4,84
Styrax leprosus	29	17,68	1,09	21,95	1,92	0,47	1,50	4,51
Ilex dumosa	17	10,37	0,64	14,63	1,28	0,77	2,48	4,40
Casearia decandra	45	27,44	1,70	19,51	1,71	0,29	0,94	4,35
Sapium glandulosum	29	17,68	1,09	23,17	2,03	0,15	0,49	3,61
Schinus terebinthifolius	7	4,27	0,26	1,22	0,11	1,00	3,22	3,59
Eugenia rostrifolia	24	14,63	0,90	15,85	1,39	0,39	1,25	3,54
Sebastiania commersoniana	40	24,39	1,51	12,20	1,07	0,27	0,85	3,42
Eugenia hiemalis	33	20,12	1,24	20,73	1,81	0,08	0,26	3,31
Ilex microdonta	28	17,07	1,06	13,41	1,17	0,31	0,98	3,21
Myrceugenia euosma	30	18,29	1,13	17,07	1,49	0,07	0,23	2,85
Campomanesia xanthocarpa	19	11,59	0,72	15,85	1,39	0,20	0,65	2,75
Ilex brevicuspis	14	8,54	0,53	13,41	1,17	0,29	0,94	2,64
Sloanea monosperma	10	6,10	0,38	8,54	0,75	0,47	1,51	2,63

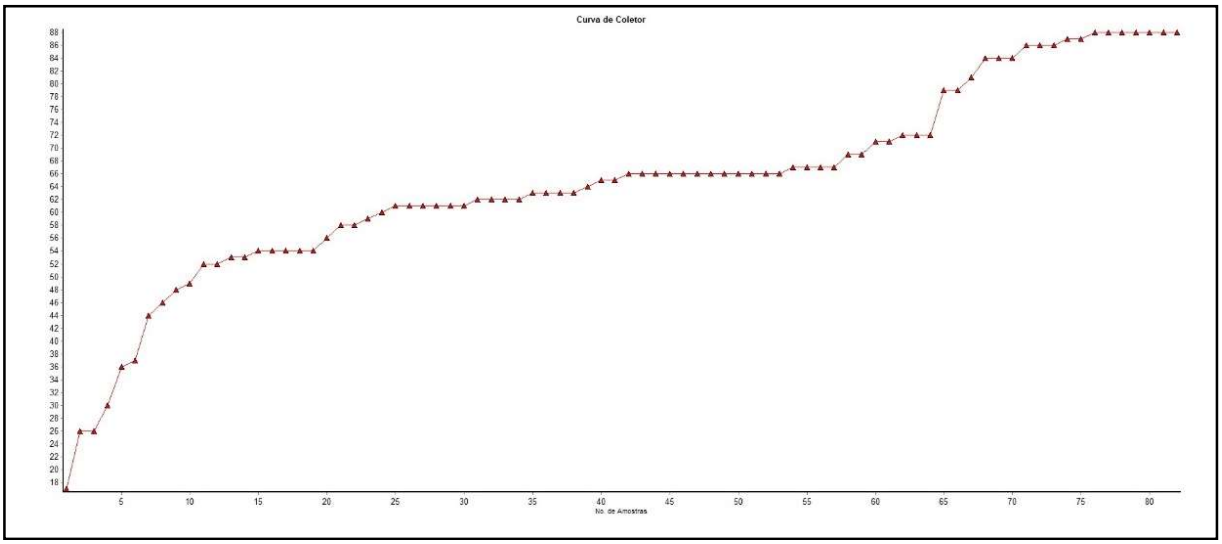
Espécie	ni	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)	IVI
Sebastiania brasiliensis	14	8,54	0,53	10,98	0,96	0,33	1,05	2,54
Ocotea pulchella	9	5,49	0,34	8,54	0,75	0,45	1,43	2,52
Eugenia involucrata	25	15,24	0,94	13,41	1,17	0,10	0,33	2,45
Calyptranthes concinna	19	11,59	0,72	13,41	1,17	0,10	0,32	2,20
Eugenia uniflora	17	10,37	0,64	14,63	1,28	0,07	0,24	2,16
Mimosa scabrella	12	7,32	0,45	8,54	0,75	0,28	0,90	2,10
Alchornea triplinervia	13	7,93	0,49	9,76	0,85	0,17	0,53	1,87
Casearia sylvestris	15	9,15	0,57	10,98	0,96	0,10	0,31	1,83
Vitex megapotamica	22	13,41	0,83	3,66	0,32	0,17	0,55	1,70
Drimys brasiliensis	4	2,44	0,15	4,88	0,43	0,34	1,10	1,68
Trichilia claussenii	13	7,93	0,49	9,76	0,85	0,07	0,21	1,56
Myrsine guianensis	11	6,71	0,41	8,54	0,75	0,08	0,24	1,41
Handroanthus albus	7	4,27	0,26	7,32	0,64	0,15	0,48	1,38
Trema micrantha	14	8,54	0,53	7,32	0,64	0,03	0,10	1,27
Cedrela fissilis	4	2,44	0,15	4,88	0,43	0,21	0,67	1,25
Gochnatia polymorpha	16	9,76	0,60	3,66	0,32	0,10	0,32	1,24
Ni2	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,28	0,88	1,03
Mimosa bimucronata	7	4,27	0,26	6,10	0,53	0,04	0,12	0,92
Acacia mearnsii	9	5,49	0,34	4,88	0,43	0,05	0,15	0,92
Pinus sp.	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,22	0,70	0,84
Vernonia discolor	7	4,27	0,26	3,66	0,32	0,07	0,22	0,80
Actinostemon concolor	5	3,05	0,19	6,10	0,53	0,02	0,06	0,78
Syagrus romanzoffiana	4	2,44	0,15	3,66	0,32	0,06	0,18	0,65
Annona rugulosa	4	2,44	0,15	3,66	0,32	0,06	0,18	0,65
Zanthoxylum fagara	3	1,83	0,11	3,66	0,32	0,06	0,20	0,63
Vernonanthura discolor	4	2,44	0,15	1,22	0,11	0,10	0,32	0,57
Dasyphyllum spinescens	4	2,44	0,15	3,66	0,32	0,01	0,05	0,52
Laplacea acutifolia	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,05	0,18	0,46
Myrcia palustris	4	2,44	0,15	2,44	0,21	0,01	0,03	0,39
Helietta apiculata	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,02	0,08	0,37
Myrciaria tenella	3	1,83	0,11	2,44	0,21	0,01	0,02	0,34
Chrysophyllum gonocarpum	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,01	0,03	0,32
Trichilia elegans	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,01	0,03	0,32
Baccharis dracunculifolia	4	2,44	0,15	1,22	0,11	0,02	0,06	0,32
Dasyphyllum tomentosum	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,01	0,02	0,31
Eugenia florida	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,01	0,02	0,31
Myrcianthes pungens	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,00	0,02	0,30
Eucalyptus spp.	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,00	0,02	0,30

Espécie	ni	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)	IVI
Araucaria angustifolia	2	1,22	0,08	2,44	0,21	0,00	0,01	0,30
Quillaja brasiliensis	2	1,22	0,08	1,22	0,11	0,03	0,10	0,28
Dodonaea viscosa	3	1,83	0,11	1,22	0,11	0,02	0,05	0,27
Cordia trichotoma	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,02	0,07	0,21
Miconia sp	2	1,22	0,08	1,22	0,11	0,00	0,02	0,20
Baccharis trinervis	2	1,22	0,08	1,22	0,11	0,00	0,02	0,20
Xylosma ciliatifolia	2	1,22	0,08	1,22	0,11	0,00	0,01	0,19
Nerium oleander	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,01	0,03	0,17
Dicksonia sellowiana	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,01	0,02	0,17
Ni1	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,01	0,02	0,17
Myrcianthes gigantea	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,01	0,02	0,16
Eriobotrya japonica	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,00	0,01	0,16
Aegiphila intergrifolia	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,00	0,01	0,16
Mangifera indica	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,00	0,01	0,15
Cinnamomum glaziovii	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,00	0,01	0,15
Annona sylvatica	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,00	0,00	0,15
Solanum mauritianum	1	0,61	0,04	1,22	0,11	0,00	0,00	0,15

Legenda: ni = número de indivíduos da espécie, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa e IVI = índice de valor de importância.

Ao analisar a figura abaixo, observa-se que as parcelas amostradas foram suficientes para representar a composição florística da área estudada. Na parcela 75 da área amostral, inicia-se uma estabilização do número de espécies o que caracteriza a área mínima de amostragem, indicando que a maioria das espécies foram amostradas.

Figura 190. Curva do número de espécies/unidade amostral para verificação da suficiência amostral.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Assim como no estágio inicial, para prever o número ideal de parcelas amostradas foi calculado o erro amostral com máximo de 10% considerando a variável área basal para a matriz de estágio médio amostrada, com nível de probabilidade igual a 5%, conforme fórmula no Quadro 29.

De acordo com esta fórmula, tendo em consideração a variável área basal de cada parcela em estágio médio, a quantidade ideal de parcelas seria igual a 35, sendo assim, 82 parcelas foram mais que suficientes para amostrar esta matriz de vegetação na área.

Estágio Avançado

Nesta formação, embora em alguns pontos faltem as espécies de maior porte e madeira mais nobre, a complexidade, estruturas e diversidade específica da formação, permitem inferir que não houve corte raso da floresta nessas áreas a muitos anos. Ocorrem, inclusive, alguns elementos típicos das matas preservadas, como Dicksonia sellowiana (xaxim) de até 4 metros de altura, exemplares de Araucaria angustifolia grande porte associados a elementos típicos de Floresta Ombrófila Mista (FOM) tais como as Lauraceae e Myrtaceae.

A formação em estágio avançado, apresenta um dossel superior fechado e com copas largas, que se sobressaem claramente do sub-bosque, com diversas epífitas e lianas de difícil acesso para identificação, podendo destacar o gênero *Vriesea* como dominante. No dossel destaca-se a presença de *A. angustifolia* (araucária), *Sloanea*

monosperma (carrapicho), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Ocotea puberula* (canela-guaicá) *e O. pulchella* (canela-lageana).

O chão da mata apresenta uma densa cobertura de serapilheira, variando entre 3 a 7 centímetros de espessura. A presença de lianas e epífitas é mais significativa do que nos outros estágios sucessionais, principalmente por apresentar lianas lenhosas, com destaque para a escada-de-macaco (*Phanera mycrostachya*).

Figura 191. Vista do interior da vegetação em estágio avançado de regeneração.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 192. Vista de indivíduo de grande porte de *A. angustifolia*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 193. Vista de um espécime de *D. sellowiana* (xaxim) de grande porte.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 194. Vista do interior da vegetação em estágio avançado de regeneração.

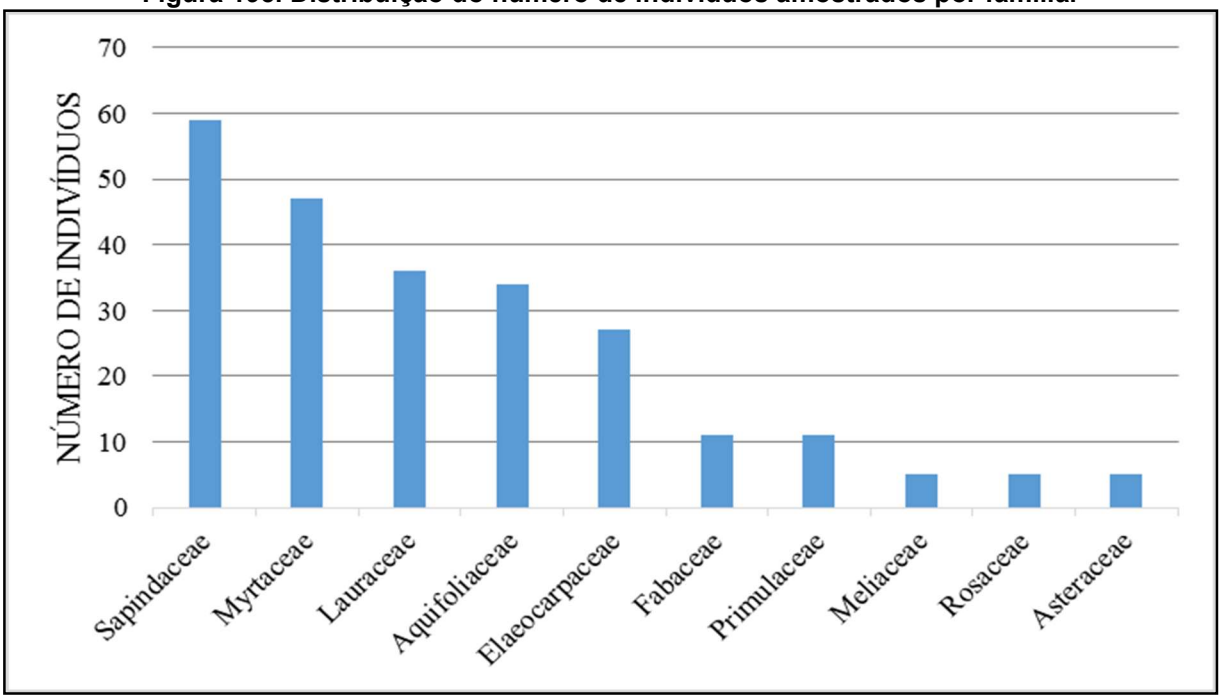


Fonte: Garden Projetos (2019).

No estudo fitossociológico da vegetação em estágio avançado, nas 21 parcelas amostrais realizadas neste estágio sucessional, foram amostrados 254 indivíduos de 19 famílias contidas em 28 gêneros pertencentes a 39 espécies. As famílias mais representativas foram Sapindaceae com o maior número de indivíduos, Elaeocarpaceae

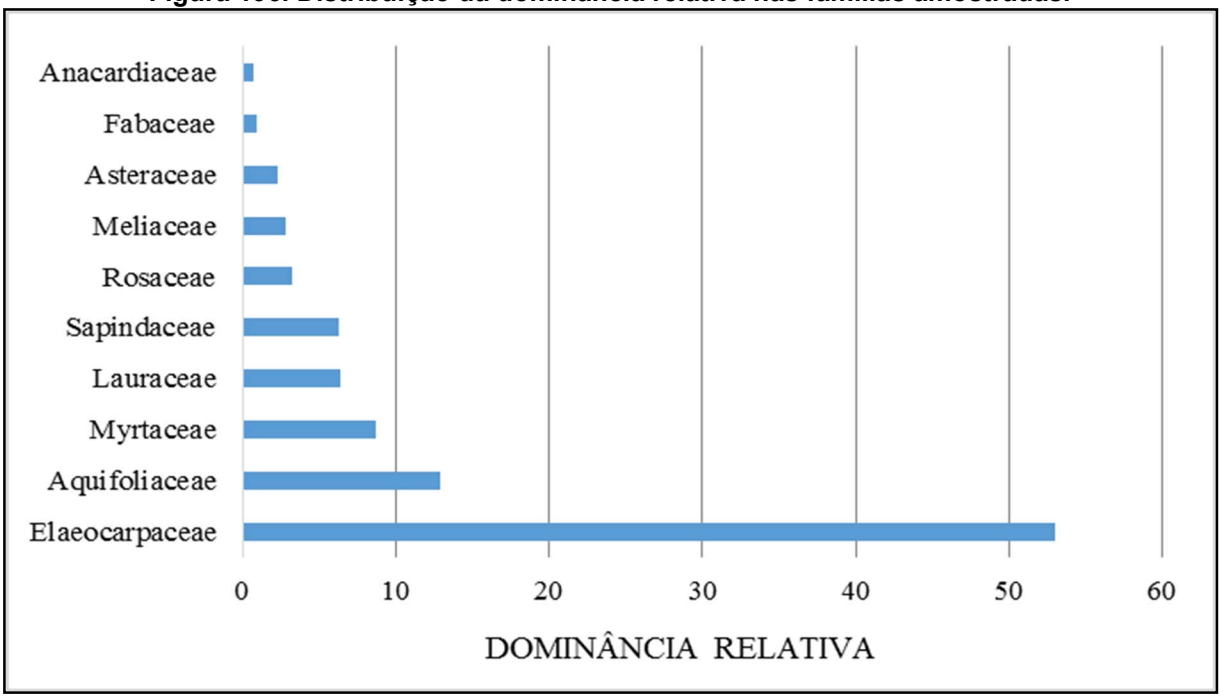
como a mais dominante e Myrtaceae sendo a família que apresentou o maior número de espécies amostradas. Os gráficos abaixo ilustram estes resultados.

Figura 195. Distribuição do número de indivíduos amostrados por família.



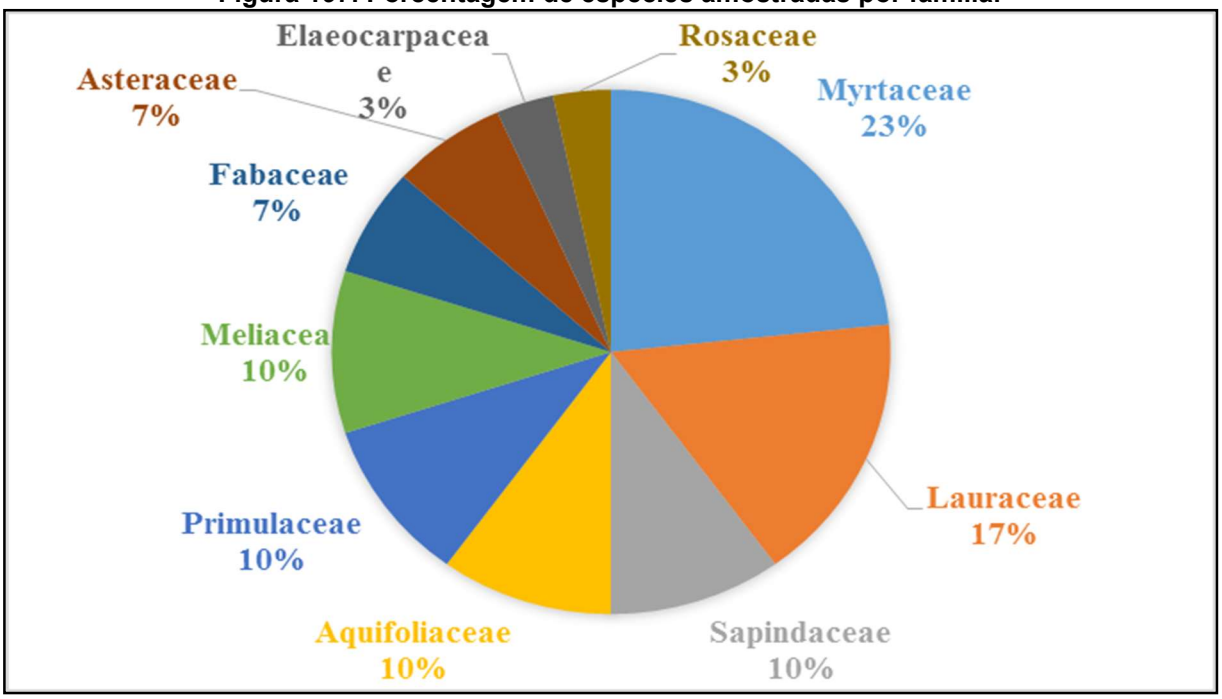
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 196. Distribuição da dominância relativa nas famílias amostradas.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 197. Porcentagem de espécies amostradas por família.

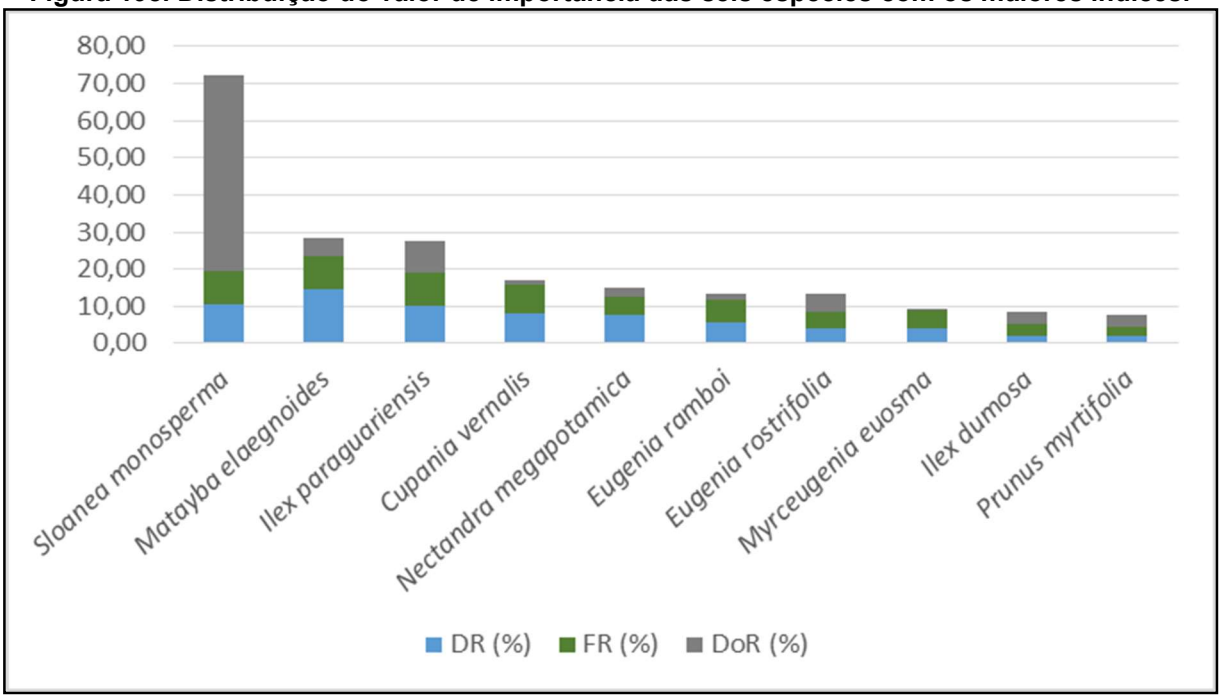


Fonte: Garden Projetos (2019).

Quanto à densidade, *Matayba elaeagnoides* apresentou o maior número de indivíduos, representando 14,6% de densidade relativa, seguida de *Sloanea monosperma* com 10,6%, *Ilex paraguariensis* com 10,2% e *Cupania vernalis* com 8,3%. As três espécies juntas somam 43,7%. Em relação à frequência, *Sloanea monosperma*, *Matayba elaeagnoides* e *Ilex paraguariensis* foram as espécies mais frequentes, sendo registradas em 66,7% das parcelas amostradas. *Cupania vernalis* e *Eugenia ramboi* também estiveram presentes em quase metade das amostragens. *Sloanea monosperma* foi a espécie mais frequente, obtendo sozinha uma dominância relativa de 53%, correspondendo a 31,4 m² por hectare, sendo que a segunda espécie mais dominante nesta formação foi *Ilex paraguariensis* com DoR de 8,6%, 5,09 m² por hectare.

Com os resultados obtidos acima, comprova-se que *Sloanea monosperma* apresentou o maior índice de valor de importância, representado no valor de 72,35 de IVI. A segunda espécie com maior índice foi *Matayba elaeagnoides* com 28,41 de IVI, seguida de *Ilex paraguariensis* com 27,56 de IVI, *Cupania vernalis* com 16,98 e *Nectandra megapotamica* com 14,96 de IVI.

Figura 198. Distribuição do valor de importância das seis espécies com os maiores índices.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Sloanea monosperma, que apresentou o maior IVI, se sobressai em florestas com araucária, sendo geralmente a árvore com os maiores valores de altura total e diâmetro de fuste (BACKES E IRGANG, 2009). *Matayba elaeagnoides*, esteve com os maiores índices de valor de importância, nos três estágios sucessionais avaliados neste estudo. Como citado anteriormente, ela pode ocorrer tanto como espécie Pioneira, habitando locais devastados, como em matas primárias e secundárias.

Ilex paraguariensis obteve os maiores índices de valor de importância nos estágios médio e avançado deste estudo, sendo registrada também no estágio inicial de regeneração. Segundo Lorenzi (2008), *Ilex paraguariensis* é uma planta esciófita, preferindo ambientes sombreados. Já *Cupania vernalis*, assim como a espécie citada acima, também pode ocorrer no interior de matas primárias como em todos os estágios das formações secundárias (LORENZI, 2008). Já, *Nectandra megapotâmica* segundo BACKES E IRGANG (2009), é considerada uma espécie com grande vitalidade, sendo encontrada desde a floresta clímax, até como pioneira em vegetação secundária.

O Índice de diversidade de Shannon na vegetação estudada foi de 3,09 nat/ind. e o índice de equabilidade foi de 0,84. Ao total, no que concerne a volumetria levantada nas 21 unidades amostrais, obteve-se uma soma de 280,10 m³ de toras e 7,47 m^{st} de lenha, em um total de 153 indivíduos com DAP ≥ 0,15 m e 127 indivíduos com DAP ≤ 0,15 m. Ao total foram amostrados dois (2) indivíduos de espécies exóticas.

Tabela 20. Espécies amostradas, com os respectivos valores dos parâmetros fitossociológicos, listadas em ordem decrescente de Valor de Importância (IVI).

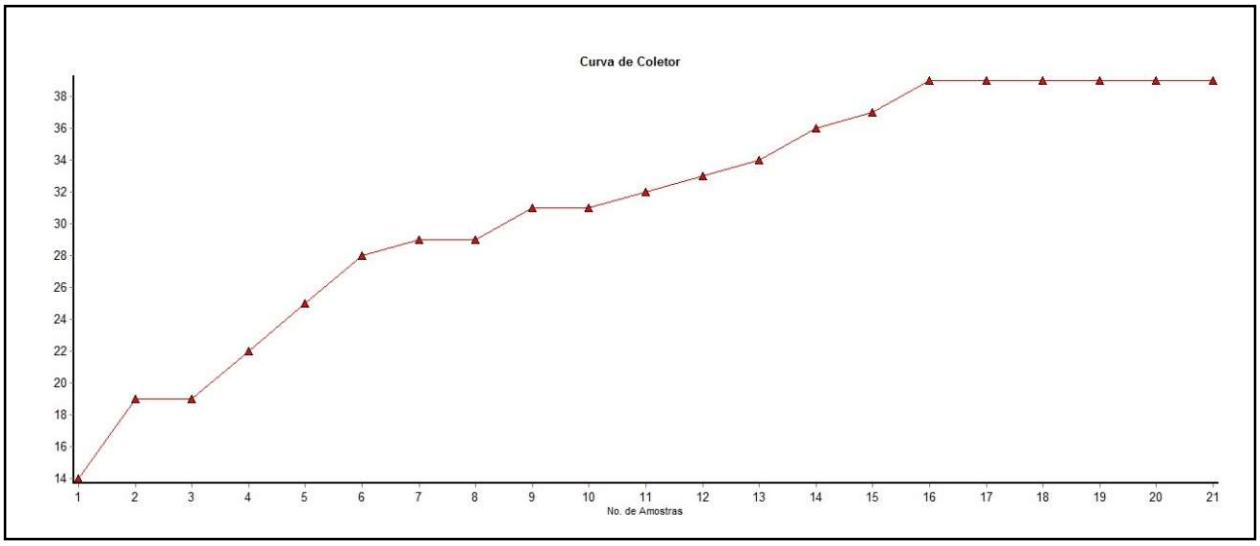
Espécie	ni	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)	IVI
Sloanea monosperma	27	64,29	10,63	66,67	8,75	31,42	52,97	72,35
Matayba elaegnoides	37	88,10	14,57	66,67	8,75	3,02	5,09	28,41
Ilex paraguariensis	26	61,90	10,24	66,67	8,75	5,09	8,57	27,56
Cupania vernalis	21	50,00	8,27	57,14	7,50	0,72	1,21	16,98
Nectandra megapotamica	19	45,24	7,48	38,10	5,00	1,47	2,48	14,96
Eugenia ramboi	14	33,33	5,51	47,62	6,25	1,04	1,75	13,51
Eugenia rostrifolia	10	23,81	3,94	33,33	4,38	2,91	4,91	13,22
Myrceugenia euosma	10	23,81	3,94	38,10	5,00	0,16	0,27	9,20
Ilex dumosa	5	11,90	1,97	23,81	3,13	2,09	3,53	8,62
Prunus myrtifolia	5	11,90	1,97	19,05	2,50	1,94	3,26	7,73
Machaerium stipitatum	6	14,29	2,36	23,81	3,13	0,41	0,70	6,18
Campomanesia xanthocarpa	5	11,90	1,97	23,81	3,13	0,63	1,07	6,16
Cryptocarya aschersoniana	6	14,29	2,36	19,05	2,50	0,68	1,14	6,01
Ocotea puberula	5	11,90	1,97	19,05	2,50	0,67	1,14	5,60
Myrsine coriacea	7	16,67	2,76	19,05	2,50	0,12	0,19	5,45
Cedrela fissilis	2	4,76	0,79	9,52	1,25	1,65	2,78	4,82
Vernonanthura discolor	4	9,52	1,57	9,52	1,25	1,02	1,72	4,54
Machaerium paraguariensis	5	11,90	1,97	14,29	1,88	0,17	0,28	4,12
Ilex brevicuspis	3	7,14	1,18	14,29	1,88	0,45	0,75	3,81
Calyptranthes concinna	3	7,14	1,18	14,29	1,88	0,31	0,53	3,58
Nectandra lanceolata	3	7,14	1,18	9,52	1,25	0,56	0,95	3,38
Ocotea pulchella	3	7,14	1,18	9,52	1,25	0,43	0,72	3,15
Lithraea brasiliensis	2	4,76	0,79	9,52	1,25	0,43	0,73	2,76
Laplacea acutifolia	2	4,76	0,79	9,52	1,25	0,33	0,56	2,60
Eugenia hiemalis	3	7,14	1,18	9,52	1,25	0,04	0,06	2,49
Zanthoxylum rhoifolium	2	4,76	0,79	9,52	1,25	0,12	0,20	2,24
Myrsine guianensis	2	4,76	0,79	9,52	1,25	0,11	0,19	2,22
Hovenia dulcis	2	4,76	0,79	9,52	1,25	0,05	0,09	2,12
Eugenia uniflora	2	4,76	0,79	9,52	1,25	0,05	0,08	2,12
Trichilia claussenii	2	4,76	0,79	9,52	1,25	0,01	0,02	2,05
Myrsine umbellata	2	4,76	0,79	4,76	0,63	0,17	0,29	1,71
Piptocarpha angustifolia	1	2,38	0,39	4,76	0,63	0,36	0,61	1,63
Pouteria salicifolia	2	4,76	0,79	4,76	0,63	0,07	0,11	1,53
Styrax leprosus	1	2,38	0,39	4,76	0,63	0,23	0,39	1,41
Alchornea triplinervia	1	2,38	0,39	4,76	0,63	0,18	0,30	1,32
Citronella paniculata	1	2,38	0,39	4,76	0,63	0,16	0,26	1,28

Espécie	ni	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)	IVI
Erythroxylum deciduum	1	2,38	0,39	4,76	0,63	0,04	0,07	1,09
Allophylus edulis	1	2,38	0,39	4,76	0,63	0,02	0,03	1,05
Trichilia elegans	1	2,38	0,39	4,76	0,63	0,01	0,01	1,03

Legenda: ni = número de indivíduos da espécie, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa e IVI = índice de valor de importância.

Analisando-se a curva do coletor, constata-se que o número de parcelas realizadas foi suficiente para analisar a composição florística do estágio avançado de regeneração, sendo que a partir da 16° parcela, não houve o ingresso de novas espécies.

Figura 199. Curva do número de espécies/unidade amostral para verificação da suficiência amostral.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Assim como nos outros estágios sucessionais, para prever o número ideal de parcelas amostradas no estágio avançado foi calculado o erro amostral com máximo de 10% considerando a variável área basal, com nível de probabilidade igual a 5%, de acordo com a fórmula no Quadro 30.

Tendo em vista a variável área basal de cada parcela em estágio avançado, a quantidade ideal de parcelas seria igual a 19,5, sendo assim, 21 parcelas foram mais que suficientes para amostrar esta matriz de vegetação na área.

III. Índices de Shannon e de Equabilidade dos Três Estágios Sucessionais

Segundo Porto (2008), as primeiras plantas que colonizam um ambiente após a retirada de vegetação, são aquelas que tem maior capacidade dispersora. A colonização e instalação de novas espécies depende de determinadas condições do habitat, e dependendo destas condições, somente um pequeno número espécies tem capacidade de se desenvolver. O índice de Shannon, que mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, é um indicador que auxilia na comparação dos graus de diversidade entre diferentes fitofisionomias. Dessa forma, quanto maior o Índice de Shannon, maior a diversidade florística local. No presente estudo, o Índice de Shannon foi de 2,41 nat/ind. para a vegetação em estágio inicial de regeneração, 3,44 nat/ind. para a vegetação em estágio médio e 3,09 nat/ind. para a vegetação em estágio avançado de regeneração. Sendo assim, a vegetação em estágio médio de regeneração possui maior diversidade de espécies se comparado com os outros dois estágios sucessionais, principalmente se comparado a vegetação em estágio inicial, a qual é a que apresenta o menor grau de diversidade.

Na vegetação em estágio inicial da área de estudo, entre as espécies pioneiras comuns na colonização de novos ambientes, ocorre o ligustro (*Ligustrum lucidum*), o qual obteve valor de dominância de 44% do ambiente. Esta espécie exótica e invasora, tem grande capacidade de dispersão e colonização de ambientes, e diferentemente da maioria das espécies nativas, coloniza facilmente áreas degradadas. Além disso, forma populações adensadas, o que diminui o espaço para a instalação de novas espécies, em sua maioria nativas, dificultando a competição destas espécies com o ligustro. Esses fatos observados na área estudada referentes a presença frequente e características ecológicas do ligustro, corroboram o baixo índice de diversidade da vegetação em estágio inicial da área de estudo.

Quanto à vegetação em estágio médio de regeneração, esta obteve o valor mais alto de diversidade no índice de Shannon, onde foram amostradas 88 espécies. Neste estágio de sucessão intermediário ainda há a presença de espécies pioneiras, porém, a grande maioria das espécies são de ambientes sombreados. Neste estágio também já pode ser observado a presença de espécies clímax, além disso, há a presença de indivíduos emergentes, iniciando um extrato superior. Sendo um estágio intermediário, apresentando espécies de outros estágios, é comum a vegetação em estágio médio apresentar uma maior diversidade de espécies comparando-se com os outros estágios.

O estágio avançado obteve valor intermediário no índice de shannon, com diversidade menor que a do estágio médio, fato este explicado por ser uma floresta mais madura, onde já possui os estratos ecológicos bem definidos, onde as espécies pioneiras deixam de existir, dando espaço às espécies clímax, as quais passam a ocupar o espaço, com menor quantidade de indivíduos, porém, são indivíduos de maior porte. Além disso, o estágio avançado de regeneração possui um sub-bosque mais escasso na quantidade de espécies devido ao grande sombreamento, sendo ocupado principalmente por pteridófitas.

No presente estudo, a equabilidade, a qual refere-se ao quão similar as espécies estão representadas na comunidade, foi de 0,82 no estágio inicial de regeneração, 0,76 no estágio médio e 0,84 no estágio avançado. Comparando-se os três resultados obtidos, conclui-se que a vegetação em estágio avançado e inicial da área de estudo possuem uma representatividade de espécies aproximada. Já a vegetação em estágio médio possui uma distribuição de indivíduos por espécie mais desproporcional que a dos outros dois estágios.

f) METODOLOGIA

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos nos períodos de janeiro a junho de 2014; junho a novembro de 2015; janeiro a junho de 2016, novembro a dezembro de 2017, novembro de 2018 a janeiro de 2019. Nos itens que seguem abaixo, é apresentada a metodologia de coleta e análise de dados, separada por AII, AID e ADA.

I - Área de Influência Indireta - AII

Para a descrição das características regionais e das formações vegetais existentes na área de influência indireta, foram realizados levantamentos em fontes bibliográficas de trabalhos já realizados nas proximidades da área de estudo e na região, além da pesquisa de dados disponibilizados pelas instituições e fundações governamentais.

II - Área de Influência Direta – AID

Assim como para a coleta de dados secundários para a AII, na AID também foram feitas consultas bibliográficas em trabalhos científicos e literatura específica da região. Com auxílio de imagens aéreas e visitas a campo, foi confeccionado mapa de uso do solo da AID.

Quanto à caracterização das fitofisionomias existentes dentro dos limites da AID, foram realizadas visitas aos fragmentos florestais onde foram avaliadas as características ecológicas e grau de degradação destes.

Para a confecção da lista florística da AID, foi realizado caminhamento em pontos escolhidos previamente em escritório, com auxílio de imagens aéreas e de satélite. Para a escolha dos pontos para o levantamento, levou-se em consideração os locais mais representativos e possíveis de serem acessados, em bordas de estradas e vias públicas, preferencialmente em locais públicos, sem a necessidade de adentrar em áreas particulares. O caminhamento realizado nos pontos escolhidos não teve uma padronização de tempo ou distância, porém, optou-se por percorrer a maior distância possível nesses trajetos, a fim de listar uma maior quantidade de espécies da AID.

Durante os caminhamentos realizados, foram anotados os nomes de todas as espécies arbóreas encontradas, gerando uma listagem florística para a AID. A partir de imagens de satélite, foi confeccionada uma planta de uso do solo (PRANCHA 05), onde estão delimitados os fragmentos de vegetação existentes.

III - Área Diretamente Afetada – ADA

Metodologia de coleta de dados

Primeiramente, através de caminhamento (FILGUEIRAS *et al.,* 1994) realizado nas primeiras saídas a campo, foi percorrida toda a área de estudo realizando-se um levantamento qualitativo onde foi confeccionada uma listagem das espécies visualizadas e identificação das mesmas. Após esta primeira análise e com auxílio de mapa topográfico, imagens aéreas e de satélite da área de estudo, foi feito um plano de trabalho onde se determinou o número de unidades amostrais a serem realizadas e localização das mesmas.

Percorreu-se a área, realizando-se levantamentos com identificação visual das principais comunidades fito-fisionômicas e documentação fotográfica das mesmas, a fim de se obter uma análise preliminar da área de estudo servindo de suporte para o planejamento dos trabalhos a campo e tomada de decisão, além da metodologia a ser utilizada em todos os passos do estudo.

Para o conhecimento da comunidade vegetal, foi efetuado o levantamento florístico através do método de parcelas, sendo esta a metodologia mais utilizada em estudos quali-quantitativos da vegetação. Foi realizada através da amostragem seletiva (IBGE, 2012), em que a localização das parcelas é estabelecida arbitrariamente,

baseando-se na acessibilidade ou em locais representativos da população sob estudo por meio de distribuição não-contígua entre as parcelas. Segundo Cullen, 2006, parcelas distribuídas, não-contíguas, apesar de serem mais trabalhosas, são capazes de produzir amostragem mais representativa, de maior riqueza e diversidade.

A localização das unidades amostrais foi decidida preliminarmente com base na primeira saída a campo e análise de imagens de satélite. As parcelas foram locadas de forma a abranger uniformemente a área de estudos e os diferentes ambientes que a compõem. Foram realizadas um total de 109 unidades amostrais, sendo 103 retangulares de tamanho 10 m x 20 m (200 m²) em vegetação em estágio médio e avançado e apenas 6 de 10 m x 10 m em estágio inicial devido ao fato deste estágio possuir uma pequena área. De acordo com Cullen, 2006, parcelas retangulares são consideradas mais representativas.

Felfili *et al.,* (2011), cita que para estimar a riqueza de espécies em determinado ambiente heterogêneo, respeitados os limites de tamanho mínimo representativo da unidade amostral, é preferível usar grande número de unidades amostrais pequenas distribuídas sob o universo amostral do que um pequeno número de unidades amostrais grandes concentradas em uma localidade.

As unidades amostrais foram delimitadas com fita métrica e demarcadas as suas coordenadas geográficas. Foram coletados os dados de todos os indivíduos lenhosos dentro da parcela que possuam DAP igual ou superior a 5,0 cm, e que tivessem pelo menos a metade da base do tronco dentro da mesma. Esta medição se aproxima à recomendada como critério de inclusão para medição do diâmetro para amostragens do componente arbóreo arbustivo no Brasil, onde sugere como 15 cm o perímetro a ser coletado para florestas na Mata Atlântica (FELFILI, 2011).

As árvores mortas, ainda em pé, também foram registradas, mas não foram incluídas nos cálculos dos parâmetros fitossociológicos. Para as árvores com mais de um tronco, os mesmos foram medidos separadamente para a obtenção da área basal do indivíduo. Quando um exemplar se ramifica acima ou no nível do solo, ele foi considerado um único indivíduo. Quando um exemplar se ramifica abaixo do nível do solo e cada eixo emerge separado, cada eixo foi considerado um indivíduo. Foram registradas as seguintes informações dos indivíduos: nome da espécie, nome vulgar, família, circunferência a altura do peito (CAP) a 1,30 m do solo e altura (altura total), que foi medida da base da árvore até o seu ápice (gema apical).

As arbóreas exóticas também foram amostradas nas parcelas. De acordo com Felfili (2011), espécies exóticas consideradas naturalizadas ou invasoras passam a se integrar à flora regional e, portanto, devem ser incluídas nas listas florísticas dos estudos a fim de estas informações contribuírem com os estudos sobre bioinvasão.

A identificação das espécies foi realizada sempre que possível, em campo, com base em caracteres morfológicos com o auxílio de bibliografia especializada e conhecimentos próprios. Espécies duvidosas foram coletadas para posterior identificação com auxílio de bibliografia e/ou consultas a especialistas. A nomenclatura está atualizada de acordo com a Lista das Espécies da Flora do Brasil do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Os estágios sucessionais da vegetação foram avaliados de acordo com os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA n° 33 (BRASIL, 1994).

Quanto à avaliação dos graus de conservação, foram avaliados os critérios de tamanho dos fragmentos, formato de borda, conectividade, indícios de presença antrópica ou de animais domésticos e presença de sub-bosque.

Para a Vegetação herbáceo-arbustiva foi utilizado percorrido todo este ambiente, onde foi confeccionado uma listagem de todas as espécies encontradas neste local.

Análise estatística

Após a realização das unidades amostrais, foi feita a análise através de suficiência amostral definida pela curva espécie-unidade, amplamente utilizada na análise de florestas nativas dos mais variados tipos florestais (NARVAES, 2004), para verificar a necessidade da realização de mais amostragens. Na curva do coletor, o número total de espécies é calculado para cada nova unidade amostral levantada. Nesta metodologia, atinge-se a suficiência quando a linha tende à estabilidade, e a adição de novas espécies não altera significativamente o número de espécies observadas.

A utilização de recursos numéricos é uma maneira de apresentar de forma mais objetiva os resultados das pesquisas da vegetação, evitando aspectos de tendenciosidade do pesquisador. O tratamento numérico ajuda no aspecto de credibilidade e baseia-se em relações de similaridade entre as amostragens e as espécies nas unidades amostrais (PORTO, 2008).

Através dos dados coletados nas amostragens, estes foram tratados no programa FITOPAC 2.1, onde foram analisados os parâmetros fitossociológicos de Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR), Área

Basal (AB), Índice de Valor de Importância (IVI), Índice de Diversidade de Shannon e Equabilidade.

Para prever o número ideal de parcelas amostradas foi calculado o erro amostral com máximo de 10% considerando a variável área basal para cada formação florestal, com nível de probabilidade igual a 5%, usando a seguinte fórmula:

Quadro 30. Fórmula de dimensionamento de parcelas.

$$n = \frac{N * S^2 * t^2}{N * (E * \bar{x})^2 + S^2 * t^2}$$	n = número de parcelas a serem levantadas N = número total de parcelas possíveis S² = variância do parâmetro avaliado E = erro admissível (10%, 20%, etc. = 0,1; 0,2; etc.) $\bar{x}$ = média do parâmetro avaliado GL = graus de liberdade p = nível de probabilidade (0,01; 0,05; etc.) t = valor de distribuição de probabilidade (probabilidade; GL) UA = universo amostral (área total, população, etc) A = tamanho da amostra
$$IC_{80\%} = \bar{x} - \frac{t * s}{\sqrt{n-1}} \leq VALOR \leq \bar{x} + \frac{t * s}{\sqrt{n-1}}$$	

Espécies imunes ou ameaçadas de extinção

Para a identificação de espécies imunes, ameaçadas ou em risco de extinção utilizou-se a Lei Estadual n° 9.519/1992, que institui o código florestal do estado do Rio Grande do Sul; o Decreto Estadual n° 52.109/2014, que apresenta a lista da Flora ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul; a Resolução CONAMA nº 278/2001, que dispõe contra corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica, Decreto Estadual n° 38.355/1998, que estabelece as normas básicas para o manejo dos recursos florestais nativos do Estado do Rio Grande do Sul, Instrução Normativa MMA n° 06/2008, que lista as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e Lei n° 12.651/2012, que institui o Código Florestal Nacional.

Todos os indivíduos de espécies consideradas imunes ou ameaçadas de extinção de acordo com a legislação vigente encontrados na área do empreendimento foram demarcados em planta e coletadas as coordenadas geográficas. Para os indivíduos arbóreos, foram coletados também dados de CAP e altura.

Para o levantamento qualitativo da flora epifítica foi realizado o método do caminhamento de Filgueiras (1994). Ademais, para a identificação das espécies foi utilizada literatura especializada, como a Flora Catarinense.

Dados dendrométricos

Para os cálculos de metragem cúbica e estéreo geradas, que possibilita a quantificação de produto florestal, o fator forma (ff) utilizado para os cálculos de volumes foi de 0,7 para as araucárias e 0,6 para as outras espécies. As fórmulas utilizadas para os cálculos seguem de acordo com FINGER (1992) e são apresentadas abaixo:

Figura 200. Fórmula utilizada para cálculo de volumetrias.

Volume total: *100% (metragem cúbica = m^3)*
Volume toras: *75 % do volume total (metragem cúbica = m^3)*
Volume resíduos: *volume total x **1,5** (metragem estéril = m^{st})*
*25% do volume total x **1,5***

Vol. Total	**$Vt = (DAP)^2 \times 0,7854 \times h \times ff$**
Resíduos	**$V = Vt \times 1,5$ e $V = Vt \times 0,25 \times 1,5$**

Onde: ff = ***0,6(para folhosas)***
ff = ***0,7(para Araucárias, se houverem)***
DAP: *Diâmetro a altura do Peito (1,30m)*

Legislação Aplicada

As legislações ambientais analisadas para a análise da vegetação foram: Decreto Federal nº 6.660/2008; Lei nº 11.428/2006; Portaria Normativa IBAMA DC n° 20/1976; Resolução CONAMA Nº 278/2001; Resolução CONAMA Nº 33/1994; Decreto Estadual nº 36.636/1996; Decreto Estadual n° 38.355/1998; Decreto Estadual nº 52.109/2014; Lei Estadual n° 9.519/1992.

Mapeamento

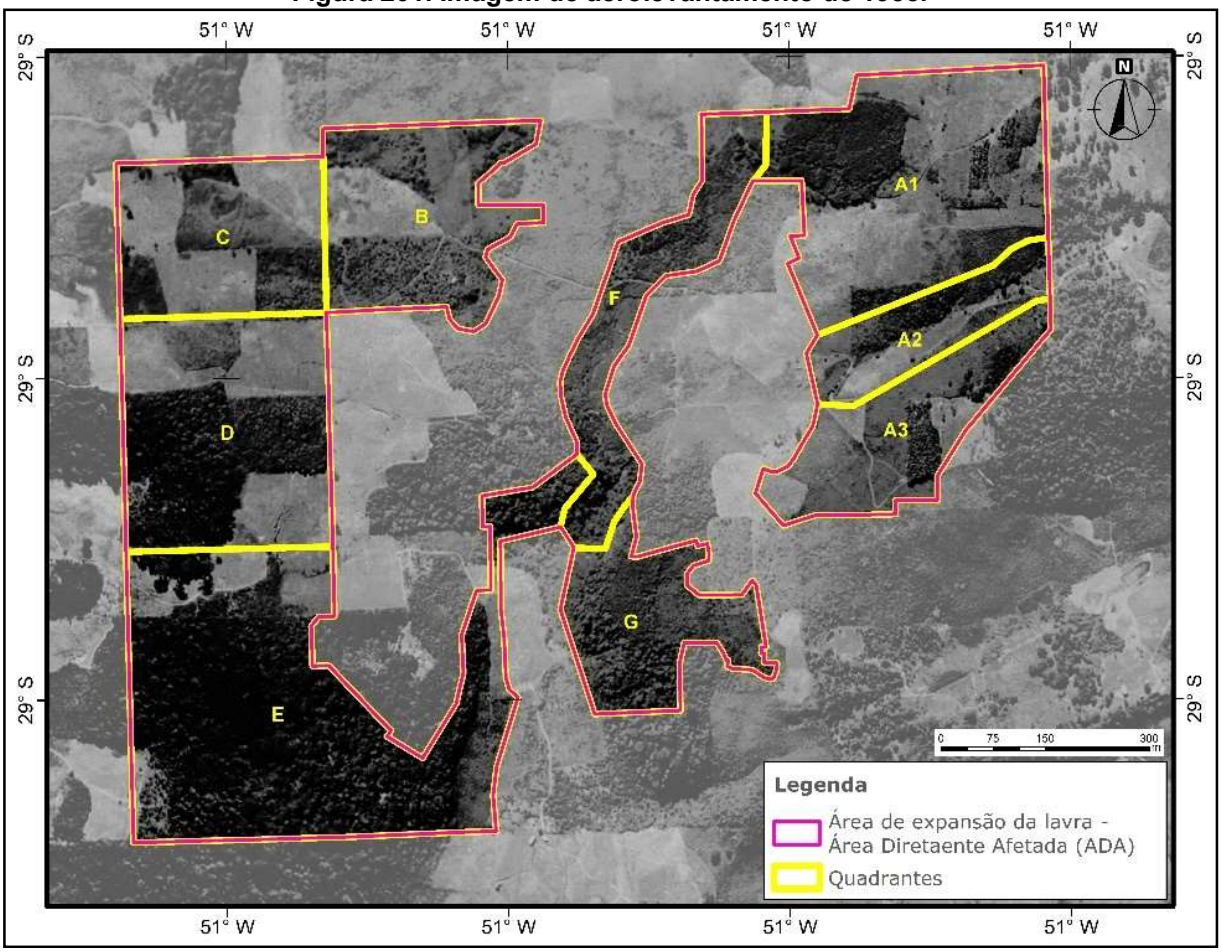
Espécies imunes ao corte ameaçadas de extinção são apresentadas separadamente em tabelas específicas, com coordenadas geográficas decimais e datum SIRGAS2000 e apontadas em mapa, assim como as poligonais das formações vegetais e das áreas de supressão.

g) IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS A SEREM IMPACTADOS

Seguindo a proposta que está sendo apresentada neste trabalho, a descrição dos fragmentos a serem impactados é apresentada por quadrantes, os quais estão

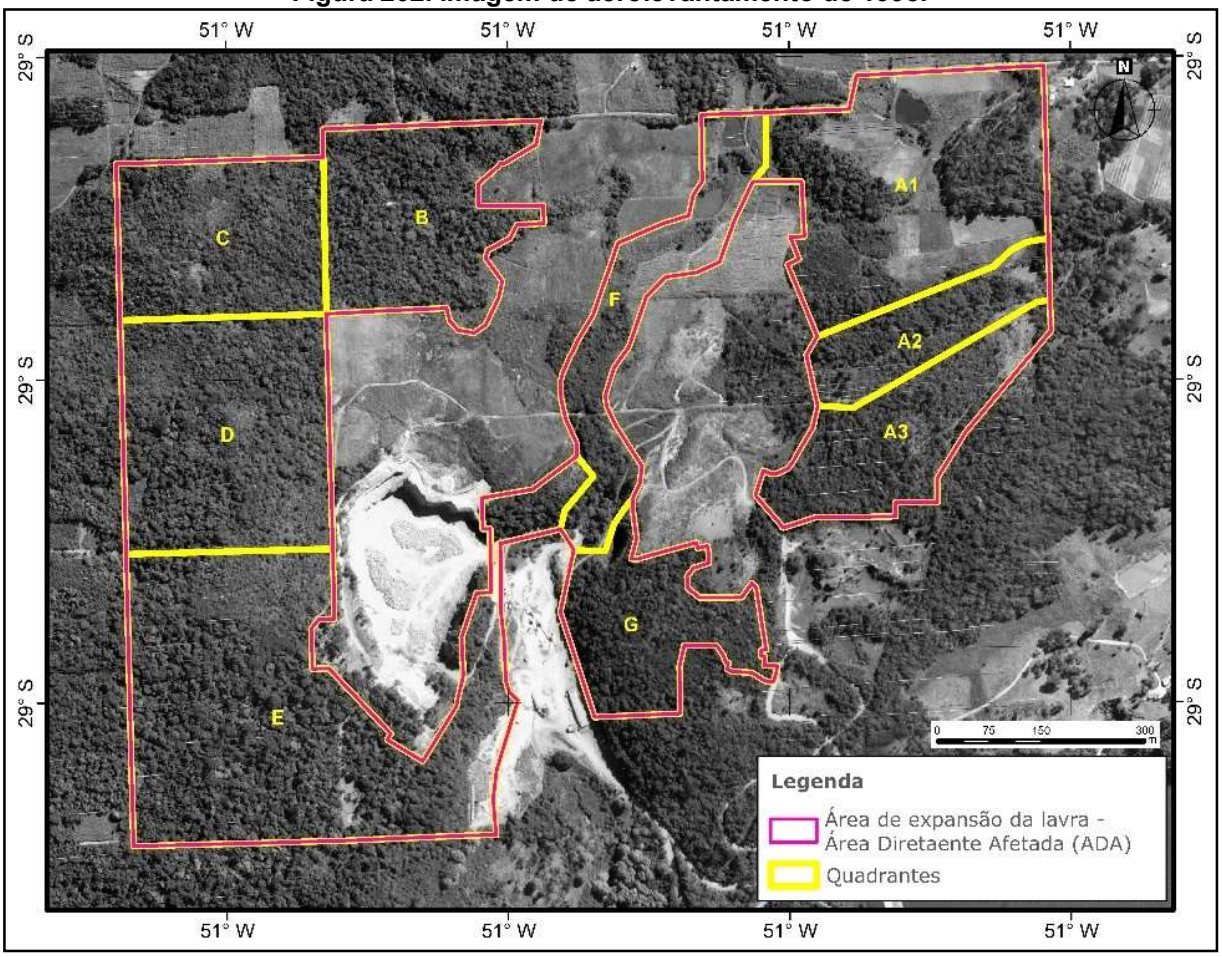
delimitados nas PRANCHA 09A. Além da localização e a verificação do grau de impacto, foi realizada uma análise histórica a partir de imagens da década de 50 e 90 as quais seguem apresentadas abaixo. Tendo em vista que haverá intervenção em toda a área diretamente afetada – ADA, os quadros de áreas apresentados a seguir se referem à área total dos quadrantes, os quais sofrerão intervenção em sua totalidade.

Figura 201. Imagem de aerolevantamento de 1955.



Fonte: Garden Projetos (2019) - adaptado da base online GeoCaxias.

Figura 202. Imagem de aerolevantamento de 1998.



Fonte: Garden Projetos (2019) - adaptado da base online GeoCaxias.

Quadrante A1

O quadrante A1 possui uma área total de 11,28 hectares e está localizado na porção nordeste da ADA (PRANCHA 9A1; PRANCHA 9B1). O limite norte deste quadrante faz divisa com uma estrada de chão, o limite noroeste faz divisa com o quadrante F, o limite oeste faz divisa com a mina, o limite leste faz divisa com área residencial. E por fim a sul, faz divisa com o quadrante A2.

A maior parte deste quadrante é ocupado por vegetação herbácea (56,7%). A área de estudo apresenta elementos que demonstram recente ocupação do solo para agricultura, como plantações de milhos, e solo preparado para o plantio de outras lavouras. Além disso, a área era possivelmente utilizada para a prática da pecuária, uma vez que o campo nativo se encontra degradado, com baixa diversidade e presença de algumas espécies exóticas e invasoras.

De acordo com imagem histórica do local, durante a década de 50 praticamente toda esta área estava desprovida de vegetação, uma vez que praticamente toda área é

composta por pastagens, somente uma pequena porção no norte do quadrante é que possuía vegetação de porte arbóreo.

Na sequência cronológica, pode ser identificado que as práticas de pastagens e a agricultura tiveram um certo abandono, propiciando um crescimento na vegetação, chegando ao que pode ser visto nos dias atuais.

Ao total haverá intervenção neste quadrante de 36.265,5 m² de vegetação em estágio médio. De acordo com os dados obtidos no levantamento fitossociológico, esta supressão irá gerar 986,23 m³ de tora e 393,60 m^{st} de lenha.

Quanto às espécies ameaçadas de extinção, ocorrem neste quadrante apenas 4 indivíduos de *Dicksonia sellowiana*, 1 indivíduo de *Araucaria angustifolia* e 1 indivíduo de *Erythrina falcata*. Todos estes indivíduos encontram-se em área de intervenção (PRANCHA 9B1), e, portanto, deverão ser transplantados.

Não ocorrem áreas de preservação permanente, apenas um pequeno açude escavado para utilização na lavoura.

Quadro 31. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante A1.

Uso do solo	Preservar em APP	Preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio médio	0,0	5831,6	0,0	36265,5	42097,1
Vegetação herbácea	0,0	4701,7	0,0	59337,7	64039,4
Açude	0,0	0,0	0,0	2678,4	2678,4
Lavoura	0,0	1973,1	0,0	2047,3	4020,4
Total	0,0	12506,4	0,0	100328,9	112835,3

Quadrante A2

O quadrante A2 está localizado na porção leste da ADA e possui um total de 3,5 hectares (PRANCHA 9A2; PRANCHA 9B2). Como pode ser observado em planta, quase todo este fragmento é ocupado por uma área de preservação permanente referente a um arroio vindo da propriedade lindeira. Este quadrante faz divisa com os quadrantes A1 e A3, com a atual área da mina e a leste com uma chácara.

Conforme quadro de áreas apresentado abaixo, este fragmento possui 3,0 hectares de vegetação em estágio médio de regeneração. Apesar de ser ocupado em 84% de sua área com formação vegetal arbórea, este fragmento de vegetação encontra-se bastante impactado pois apresenta grande quantidade de indivíduos arbóreos exóticos de *Hovenia dulcis* (uva-japonesa) em seu interior.

Neste quadrante haverá intervenção em 27.452,10 m² de vegetação em estágio médio de regeneração, o que irá gerar uma volumetria de 746,56 m³ de toras e 297,95 m^{st} de lenha.

Quanto às espécies ameaçadas de extinção e imunes ao corte, ocorre neste quadrante 2 indivíduos *Erythrina falcata*, 8 de *Araucaria angustifolia* e 96 exemplares de *Dicksonia sellowiana* localizados próximo ao curso d'água. Destes indivíduos, ocorrem em área de intervenção os 2 indivíduos de *Erythrina falcata*, os 8 de *Araucaria angustifolia* e 94 exemplares de *Dicksonia sellowiana* (PRANCHA 9B2).

Quadro 32. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante A2.

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio médio	1773,8	139,9	19363,5	8088,6	29365,8
Vegetação herbácea	8,9	20,9	877,6	191,1	1098,5
Solo exposto	0,0	0,0	2122,6	419,5	2542,1
Açude	0,0	384,9	0,0	1545,7	1930,6
Total	1782,7	545,8	22363,7	10244,9	34937,1

Quadrante A3

O quadrante A3 possui 5,4 hectares e está localizado a sul do quadrante A2, fazendo divisa com a mina nos limites oeste e sul e com um fragmento de vegetação no limite leste que segue até a Barragem Maestra dentro dos limites da propriedade da empresa (PRANCHA 9A3; PRANCHA 9B3).

Não há áreas de preservação permanente neste quadrante. Na porção leste há uma pequena chácara onde a casa está dentro do quadrante. Este quadrante também possui grande quantidade de indivíduos da espécie exótica *Hovenia dulcis* formando inclusive pequenos agrupamentos da espécie entre a vegetação em estágio médio de regeneração.

Na imagem da década de 50 pode-se constatar que a mesma possui muito pouca vegetação arbórea. Já no final da década de 90 observa-se que as áreas de pastagem deram lugar à regeneração natural, e ocupação de espécies exóticas.

Neste quadrante haverá intervenção de 46.914,78 m² de vegetação em estágio médio, o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 1.275,85 m³ de toras e 509,20 m^{st} de lenha.

Quanto às espécies ameaçadas de extinção e imunes ao corte, neste quadrante foram identificados apenas 2 indivíduos de *Araucaria angustifolia*, sendo que ambos estão presentes em área de intervenção (PRANCHA 9B3).

Quadro 33. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante A3.

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio médio	0,0	1791,7	0,0	46914,8	48706,5
Vegetação herbácea	0,0	1093,1	0,0	964,0	2057,1
Solo exposto	0,0	0,0	0,0	3322,7	3322,7
Edificação	0,0	255,9	0,0	0,0	255,9
Total	0,0	3140,7	0,0	51201,5	54342,1

Quadrante B

O quadrante B possui uma área de 7,1 hectares e está localizado na porção norte da ADA (PRANCHA 9A4; PRANCHA 9B4). O limite norte deste quadrante faz divisa com uma estrada de chão e no limite noroeste com um fragmento florestal que tem continuidade no sentido norte. O limite sul deste quadrante termina junto à atual área de lavra da mina. O limite oeste faz divisa com o quadrante C e o limite leste com uma área de vegetação herbácea. Conforme o quadro de áreas abaixo, este quadrante é ocupado em 95% por formação vegetal, sendo este enquadrado como estágio médio de regeneração.

Neste quadrante há uma grande área de preservação permanente devido a nascentes e curso d'água que passa no local. Neste quadrante praticamente toda esta APP possui vegetação em estágio médio.

No que concerne a intervenção em vegetação nativa, está prevista a supressão de 62.283,78 m² de vegetação em estágio médio neste quadrante, o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 1.693,79 m² de toras e 675,99 m^{st} de lenha.

Quanto às espécies ameaçadas de extinção ou imunes, neste quadrante ocorrem 86 indivíduos de *Dicksonia sellowiana* e ainda 16 indivíduos de *Syagrus romanzoffiana*. Destes indivíduos, dentro de área de intervenção ocorrem 16 jerivás e 84 araucárias (PRANCHA 9B4). Assim como no quadrante descrito acima, o Quadrante B também possui uma grande quantidade de indivíduos exóticos, porém neste caso são da espécie *Ligustrum lucidum*, a qual se alastrou pela área.

Na década de 50 este quadrante também era desprovido de vegetação arbórea, sendo uma área utilizada para plantio e criação de gado.

Quadro 34. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "B".

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio médio	2601,13	2657,29	28515,91	33767,10	67541,4
Solo exposto	0	0	3034,20	165,91	3200,1
Açude	0	0	0	290,92	290,9
Total	2601,1	2657,3	31550,1	34223,9	71032,5

Quadrante C

Este quadrante que possui uma área de 6,6 hectares, está localizado na porção noroeste da ADA. É ocupado por um fragmento florestal enquadrado neste estudo como sendo de vegetação em estágio médio de regeneração (PRANCHA 9A5; PRANCHA 9B5). Este fragmento florestal tem continuidade a oeste na propriedade lindeira e em direção aos quadrantes B e D junto aos limites leste e sul. Já no limite norte, não há continuidade da vegetação, fazendo divisa com uma área de cultivo.

Em relação às áreas de preservação permanente, este quadrante está próximo de uma nascente que gera uma APP na porção nordeste do quadrante, ocupando uma pequena área.

Neste quadrante pode ser visualizado uma maior mudança na vegetação ao longo dos anos conforme registro das fotos aéreas, onde nos registros é visualizado vegetação em estágio inicial (capoeira), e somente com o abandono das práticas de agricultura e pastagens que começam a aumentar a presença de vegetação no decorrer dos anos chegando ao que encontramos hoje que já é uma vegetação de grande porte.

Assim como os quadrantes já descritos acima, estre também possuía pouca vegetação arbórea na década de 50.

Ao total está sendo prevista a supressão de 59.155,13 m² de vegetação em estágio médio neste quadrante, sendo que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 1.608,73 m³ de toras e 642,04 m^{st} de lenhas.

Quanto às espécies ameaçadas de extinção e imunes ao corte, ocorre neste quadrante 31 indivíduos de *Araucaria angustifolia*, 15 indivíduos de *Dicksonia sellowiana* e 10 indivíduos de *Syagrus romanzoffiana*. Destes, 20 araucárias, 9 jerivás e 8 xaxins estão em área de intervenção (PRANCHA 9B5).

Quadro 35. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "C".

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio médio	1248,66	6235,83	550,13	58605,00	66639,6
Total	1248,66	6235,83	550,13	58605,00	66639,6

Quadrante D

Este quadrante de 9,9 hectares localiza-se na porção oeste da ADA, e apresenta grande parte da cobertura vegetal ocupada por vegetação florestal em estágio médio (58,8%) e vegetação florestal em estágio avançado de regeneração (32,2%), sendo que apenas 1,1% é ocupado por vegetação em estágio inicial, conforme tabela abaixo (PRANCHA 9A6; PRANCHA 9B6).

A vegetação em estágio médio deste quadrante é contínua com a do quadrante C e a vegetação em estágio avançado é contínua com a do quadrante E situado logo abaixo.

Neste quadrante não ocorrem áreas de preservação permanente, porém na porção oeste foi possível observar a presença de um acúmulo de água intermitente com 918,0 m². A vegetação em estágio avançado de regeneração deste quadrante, localizada ao redor do açude possui pouco ou nenhum sub-bosque devido à criação de cavalos, o que tornou o ambiente degradado. Ainda assim, há uma grande quantidade de epífitas nas árvores mais grandes que ficaram preservadas.

Nas imagens históricas pode-se observar que aproximadamente metade da área deste quadrante era desprovido de vegetação em meados de 50. Já no final da década de 90, toda a área estava ocupada por vegetação sucessora.

As intervenções previstas para este quadrante são as seguintes: intervenção de 28.974,24 m² de vegetação estágio avançado, gerando 3.864,61 m³ de tora e 103,06 m^{st} de lenha; intervenção de 57.351,37 m² de vegetação em estágio médio de regeneração, gerando 1.559,67 m³ de toras e 622,47 de lenha; e intervenção em 1.074,73 m² de vegetação em estágio inicial, gerando 1,46 m³ de tora e 2,09 m^{st} de lenha.

Neste quadrante foram identificados 13 indivíduos de *Araucaria angustifolia*, 27 de *Dicksonia sellowiana* e 6 indivíduos de *Syagrus romanzoffiana*. Destes, 12 indivíduos de araucária, 6 de jerivá e 16 de xaxim estão dentro de área de intervenção (PRANCHA 9B6).

Quadro 36. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "D".

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio avançado	0	3177,60	0	28974,24	32151,8
Vegetação em estágio médio	0	1350,38	0	57351,37	58701,8
Vegetação em estágio inicial	0	0	0	1074,73	1074,7
Vegetação herbácea	0	0	0	4343,42	4343,4
Solo exposto	0	0	0	2613,25	2613,2
Acúmulo de água intermitente	0	269,44	0	648,63	918,1
Total	0,0	4797,4	0,0	95005,6	99803,1

Quadrante E

Este quadrante ocorre no limite sudoeste da ADA, ocupando uma área total de 18,1 hectares, sendo o quadrante de maior área do estudo (PRANCHA 9A7; PRANCHA 9B7). Neste quadrante está inserida a maior área de vegetação florestal em estágio avançado, ocupando 37,3% do quadrante, e uma área de 6,77 hectares. Além dessa formação ocorre vegetação em estágio médio, ocupando 45,1 % da área e vegetação em estágio inicial em 12,5% da área, conforme indica o quadro abaixo.

Além de conter a maior área de estágio avançado, nesta área estão presentes duas áreas de preservação permanente, representadas por nascentes, as quais dão origem a dois corpos d'água que formam as APPs.

Na análise das imagens históricas, na década de 50 este quadrante estava praticamente todo preservado, permitindo que hoje existam indivíduos de grande porte. É o quadrante com maior número de araucárias e xaxins.

As intervenções previstas para este quadrante são as seguintes: intervenção de 16.814,40 m² de vegetação estágio avançado, gerando 2.242,72 m³ de tora e 59,81 m^{st} de lenha; intervenção de 65.593,82 m² de vegetação em estágio médio de regeneração, gerando 1.783,56 m³ de toras e 711,8 m^{st} de lenha; e intervenção em 22.648,96 m² de vegetação em estágio inicial, gerando 55,11 m³ de tora e 78,89 m^{st} de lenha.

Neste quadrante foram identificados 40 indivíduos de *Araucaria angustifolia*, 2.604 exemplares de *Dicksonia sellowiana* e 14 de *Syagrus romanzoffiana*. Destes

indivíduos, 29 de araucária, 14 de jerivá e 384 de xaxim estão dentro de área de intervenção (PRANCHA 9B7).

Quadro 37. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "E".

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio avançado	14474,39	36417,67	0	16814,40	67706,5
Vegetação em estágio médio	4381,69	11942,19	3949,30	61644,53	81917,7
Vegetação em estágio inicial	0	0	0	22648,96	22649,0
Vegetação herbácea	0	492,32	0	4511,45	5003,8
Solo exposto	0	0	930,28	2248,07	3178,4
Banhado	0	1165,11	0	0	1165,1
Total	18856,1	50017,3	4879,6	107867,4	181620,3

Quadrante F

O quadrante F está localizado na porção central da área diretamente afetada, apresentando uma área total de 5,2 hectares (PRANCHA 9A8; PRANCHA 9B8). A maior parte da área do quadrante é ocupada por vegetação florestal em estágio médio de regeneração, que representa 56,1% do total, seguida por vegetação herbácea (24,4%).

Este quadrante faz limite com os quadrantes G e E a sul, com uma estrada de chão a norte e com as áreas de lavra da mina a leste e oeste.

É importante citar que neste quadrante ocorre a maior área de preservação permanente presente na ADA, sendo também a mais degradada das APP's como pode ser observada na planta de vegetação, pois possui vegetação em estágio médio mais localizada junto ao córrego e nas extremidades ocupadas com vegetação herbácea ou solo exposto. Além disso, esta APP é cortada em dois locais onde existem acessos para os trabalhos da mina.

Nas imagens históricas observa-se que a APP do curso d'água já estava bastante degradada, sendo ocupada por vegetação herbácea na maior parte com árvores esparsas.

Ao total está sendo prevista a supressão de 29.354,21 m² de vegetação em estágio médio neste quadrante, sendo que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 798,29 m³ de toras e 318,60 m^{st} de lenhas.

No quadrante F foram identificados 1 *Erythrina falcata*, 6 indivíduos de *Araucaria angustifolia*, 70 exemplares de *Dicksonia sellowiana* e ainda 2 *Syagrus romanzoffiana*. No total, todos estes indivíduos encontram-se em área de intervenção (PRANCHA 9B8).

Quadro 38. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "F".

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio médio	0	0	28315,50	1038,71	29354,2
Vegetação herbácea	1038,38	218,52	10097,19	1403,42	12757,5
Solo exposto	0	0	6995,98	2066,49	9062,5
Açude	0	144,25	0	1004,98	1149,2
Total	1038,38	362,8	45408,7	5513,6	52323,4

Quadrante G

O quadrante G possui uma área de 5,0 hectares e está localizado na porção sul da ADA, fazendo divisa com o quadrante F a sul, com a mina nos limites leste e oeste e com um fragmento florestal a sul, o qual segue em direção à Barragem Maestra, porém esta vegetação é cortada por estradas municipais em diversos pontos (PRANCHA 9A9; PRANCHA 9B9).

Uma estrada interna da mina passa no meio deste quadrante dando acesso direto da área de manobra e oficinas para as frentes de lavra.

Ocorre uma pequena área de preservação permanente no limite leste deste quadrante referente ao arroio que vem percorrendo todo o quadrante F. No interior da vegetação em estágio médio existe um maciço de acácias que ocupa uma área de 3.698,48 m². Este quadrante já possuía vegetação arbórea se regenerando desde a década de 50 persistindo até atualmente. Durante o levantamento quali-quantitativo realizado na vegetação neste quadrante, não foram identificados indivíduos de espécies ameaçadas de extinção ou imunes ao corte, como as encontradas nos outros quadrantes. Ao total neste quadrante está sendo prevista a supressão de 45.365,45 m² de vegetação em estágio médio, sendo que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 1.233,72 m³ de toras e 492,38 m^{st} de lenhas.

Quadro 39. Quadro de áreas de intervenção em m² do quadrante "G".

Uso do solo	A preservar em APP	A preservar fora de APP	Intervenção em APP	Intervenção fora de APP	Área total
Vegetação em estágio médio	0	0	5800,34	39565,11	45365,4
Solo exposto	0	0	0	1623,92	1623,9
Acácia	0	0	0	3698,48	3698,5
Total	0,0	0,0	5800,3	44887,5	50687,9

RESUMO DE INTERVENÇÕES

De forma geral, as intervenções em vegetação florestal nativa somando as intervenções em todos os quadrantes na área de estudo, serão as seguintes:

- Supressão de vegetação florestal em estágio avançado em área igual a 45.788,64 m², o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 6.107,33 m³ de toras e 162,87 m^{st} de lenhas;

- Supressão de vegetação florestal em estágio médio em área igual a 429.735,32 m², o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 11.722,86 m³ de toras e 4.666,82 m^{st} de lenhas;

- Supressão de vegetação florestal em estágio inicial em área igual a 23.723,69 m², o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 57,72 m³ de toras e 82,63 m^{st} de lenhas.

h) CARTOGRAFIA DO MEIO BIÓTICO

Com base na metodologia utilizada, foram confeccionados mapas com delimitação de corredores de vegetação (PRANCHA 05). O quadro de áreas abaixo, apresenta o quantitativo das áreas de intervenção em APP que serão intervindas dentro do empreendimento, as quais se darão em todas as APP's (ver PRANCHA 09A). A referida tabela de áreas já foi apresentada no item referente às APP's.

Quadro 40. Quadro de áreas das APP's da ADA.

Quadrante	Uso Solo	Área (m²)
A2	Vegetação em estágio médio	2.1137,3
A2	Vegetação herbácea	886,5
A2	Solo exposto	2.122,6
B	Vegetação em estágio médio	31.117,0
B	Solo exposto	3.034,2
C	Vegetação em estágio médio	1.798,8
E	Vegetação em estágio avançado	14.474,4
E	Vegetação em estágio médio	8.331,0
F	Vegetação em estágio médio	28.315,50
F	Vegetação herbácea	11.135,57
F	Solo exposto	6.995,98
G	Vegetação em estágio médio	5.800,3
ÁREA TOTAL		135.149,15

Fonte: Garden Projetos (2019).

i) QUADRO DE ÁREAS DE USO DO SOLO AII E AID

A partir de classificação de imagem de satélite foram delimitados usos e ocupação do solo para a AID e AII, onde seguem apresentadas junto à PRANCHA 05. Abaixo segue quadro de áreas.

Quadro 41. Quadro de áreas de uso do solo da AII.

Uso do solo	Área (m²)
Área urbanizada	13.610.191,55
Solo exposto	761.723,80
Vegetação arbustiva/herbácea	8.205.513,80
Vegetação arbórea	20.223.572,29
Agricultura	1.804.167,92
Total	**44.605.169,36**

Quadro 42. Quadro de área de uso do solo da AID.

Uso do solo	Área (m²)
Área urbanizada	728.805,13
Represa	483.731,47
Solo exposto	710.650,58
Vegetação arbustiva/herbácea	2.318.741,30
Vegetação arbórea	9.196.217,79
Total	**13.438.146,27**

j) PLANO DE MANEJO

As intervenções previstas estão sendo apresentadas no item “g”, onde as mesmas são apresentadas por quadrantes, separados por estágio sucessional, onde também estão sendo apresentados os exemplares nativos objeto de corte ou transplantes nominados no Decreto Estadual n° 52.109/2014.

Quanto às espécies ameaçadas de extinção e ou imunes ao corte, as espécies *Erythrina falcata*, *Dicksonia sellowiana*, *Syagrus romanzoffiana* e epífitas que estejam em bom estado fitossanitário são passíveis de transplante. Apenas os indivíduos de *Araucaria angustifolia* serão cortados e sua compensação realizada com o plantio de 15 mudas da mesma espécie por exemplar suprimido.

Quanto à área de compensação, estamos trabalhando com três planos de ação, conforme apresentado no ANEXO 20: a) aquisição de áreas a serem desapropriadas na Estação Ecológica Estadual Aratinga para fins de compensação ambiental; b) aquisição de áreas junto as Bacias de Captação do SAMAE em Caxias do Sul, preferencialmente junto a Bacia da Maestra e, c) ampliação das áreas verdes no entorno da pedreira coma compra de novas áreas pelo empreendedor.

I - Procedimentos Operacionais para o Manejo

Primeiramente os trabalhos deverão ser iniciados com orientações aos operários para a realização do corte da vegetação e dos transplantes e relocação de epífitas. Os operários devem ser orientados também quanto á deposição de resíduos e de lixo e ainda, os procedimentos a serem feitos caso sejam encontrados animais no local. Ainda neste momento, relembrar os procedimentos e equipamentos a serem utilizados quanto à segurança dos operários.

Deverá ser feita delimitação com fita zebrada do limite da intervenção, a fim de evitar que a supressão avance para áreas a serem conservadas dentro do cortinamento vegetal.

A sequência do corte, deverá respeitar o sentido que será apontado pelo plano de manejo da fauna. As lenhas e toras provenientes do corte deverão ser estaleiradas dentro da obra e cubadas para homologação para fins de emissão de DOF até a venda, sendo que a altura máxima da lenha a ser empilhada deverá ter no máximo 2m de altura para facilitar o carregamento dos caminhões para o transporte.

Deverão ser tomados os devidos cuidados com as operações de corte, manutenção e operação (uso) das motosserras, além de distanciamento mínimo no

tombamento das árvores. As árvores próximas às áreas a serem preservadas, caso estejam inclinadas de forma que não se consiga direcionar o tombamento, deverão permanecer em pé e serem abatidas com auxílio de trator.

II - Monitoramento

O monitoramento durante a execução dos trabalhos tem por objetivo assegurar o cumprimento do plano de manejo, bem como indicar diretrizes para que o profissional habilitado responsável possa decidir qual o melhor procedimento a ser tomado em caso de imprevistos.

Já o monitoramento pós corte consiste em verificar a ocorrência dos trabalhos previstos, além de apresentar relatório com a quantificação de cubagem da madeira para efetuar o DOF para transporte do produto florestal nativo.

Quanto ao monitoramento dos transplantes, os quais serão gerados relatórios semestrais durante um período de 2 (dois) anos, estes objetivam avaliar as condições fitossanitárias das plantas, bem como realizar tratos culturais que sejam necessários para garantir a sobrevivência dos exemplares transplantados.

III - Plano de Transplante

Deverão ser transplantados todos os xaxins, jerivás e corticeiras encontrados na ADA. O transplante deve ser acompanhado pelos responsáveis técnicos. A equipe deve estar ciente dos cuidados e da necessidade de transplante sendo importante um breve treinamento antes do início do manejo.

IV - Metodologia de transplante

Poda aérea e radicular para remoção dos exemplares, posteriormente. A remoção dos exemplares deve ser feita com cuidados específicos, de forma a garantir a sobrevivência pós-transplante, a escavação ao redor das raízes deve respeitar aproximadamente o diâmetro da copada, de forma a danificar o menos possível o sistema radicular da planta.

Entretanto, havendo a poda radicular durante a remoção, deve também ocorrer a poda aérea, que consiste num desbaste das folhas, em volume proporcional ao corte das raízes. Assim, minimiza-se o dispêndio de energia da planta em função de sua parte aérea, fazendo com que ela se adapte mais facilmente ao novo local.

Amarração na retirada e transporte

Para evitar danos às folhas durante o transporte, deve-se contê-las com amarrações, juntando-as no sentido de seu crescimento. Para acondicionar os exemplares ao veículo de transporte, se necessário, serão utilizadas amarras de tecido, de forma que não danifiquem os troncos.

Coveamento

O local de destino dos exemplares transplantados deve ser preparado concomitantemente à retirada dos mesmos do local de origem, de forma que a exposição do sistema radicular ocorra durante menor tempo possível.

A cova deverá ter um diâmetro apropriado ao torrão. Caso haja necessidade, serão adotadas medidas fitossanitárias como pré-adubação com composto orgânico misturado à terra.

Tutoramento e amarração

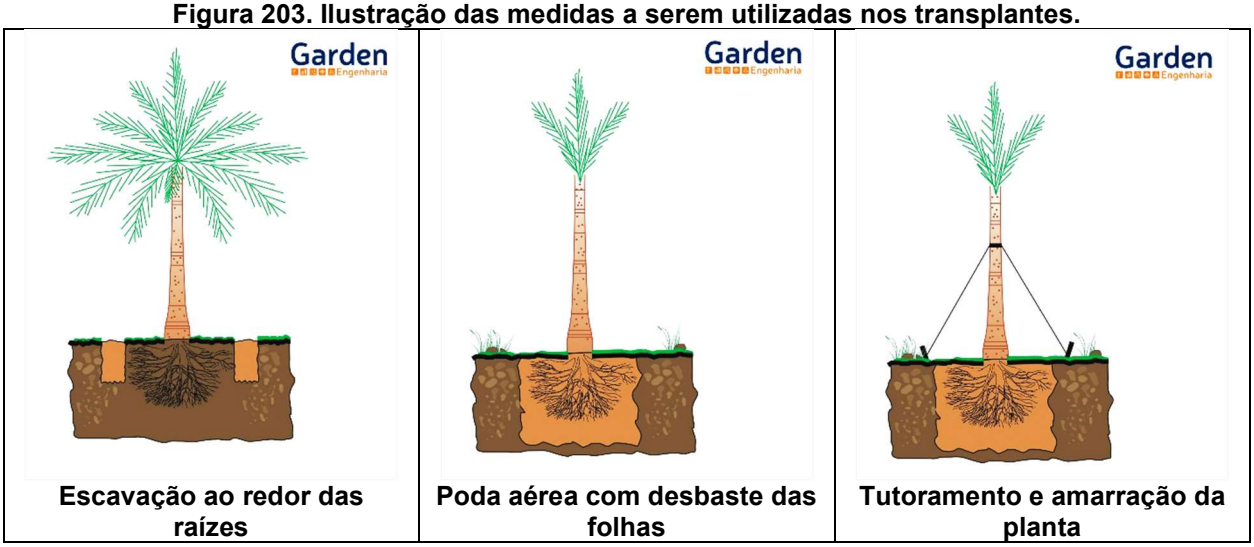
Esta medida é importante para os exemplares com altura relativamente grande, em função de que, como a raiz estará em fase de adaptação, não suportará o peso do exemplar ou a força de intempéries, podendo ocasionar a queda e até a perda do exemplar. Deve ser feita de forma a não danificar o tronco dos exemplares, se necessário com até 3 (três) estacas, tendo em vista a estabilidade efetiva da planta.

Adubação e Irrigação

Caso haja necessidade, os exemplares devem receber adubação e irrigação com periodicidade regular, até sua plena readaptação ao local de destino. Devem ser observados fatores ambientais que influenciem na adaptação do exemplar ao novo local, tais como, umidade no solo, cobertura vegetal periférica e clima sazonal do período de transplante.

Como já dito anteriormente, no preparo da cova que irá receber o exemplar ocorrerá, se necessário, a incorporação de composto orgânico ao substrato já presente, melhorando as condições nutricionais do solo, juntamente com a umidificação antes do plantio. A irrigação, por sua vez, ocorrerá após o plantio, caso haja longos períodos de estiagem.

Figura 203. Ilustração das medidas a serem utilizadas nos transplantes.



Escavação ao redor das raízes	Poda aérea com desbaste das folhas	Tutoramento e amarração da planta

Fonte: Garden Projetos (2019).

V - Resgate e Realocação de Epífitas

Quanto ao transplante das epífitas, este fundamenta-se na sua importância ambiental, já que desempenham função fundamental na manutenção da diversidade biológica e no equilíbrio interativo nos ecossistemas, proporcionando recursos alimentares e microambientes especializados a inúmeros polinizadores. Também aporta a presença de fauna associada, já que as aves também podem utilizar vários recursos de epífitas, tais como frutos, flores, sementes, água, invertebrados, material e local para nidificação.

Procedimento

A escolha do local específico de destino deverá ter como premissa a localização atual do exemplar a ser transplantado, uma vez que seu desenvolvimento está condicionado às variações de fatores ambientais como quantidade de luz, umidade, vento e temperatura, que oscilam conforme a sua localização (altura e distância da borda de mato). A coleta deve ocorrer de forma a não danificar o sistema radicular.

A realocação definitiva destes exemplares deve ser feita no mesmo dia que a sua retirada. O resgate deve iniciar pelo menos um dia antes do corte da vegetação. As epífitas devem ser condicionadas em sacos ou bandejas umedecidas, em local sombreado, até o transporte ao local de destino.

Os forófitos que receberão os exemplares de epífitas devem ser sinalizados com fita zebrada a fim de melhor visualização para o monitoramento. Ao término do monitoramento estas fitas devem ser retiradas.

A fixação da planta ao novo local deve ocorrer através de amarração com sisal, de forma a não danificar a planta. De acordo com Duarte (2013), a principal causa da morte de epífitas transplantadas é a queda, por isso, o material de amarração deve ser de boa qualidade a fim dos exemplares transplantados emitirem novas raízes e fixarem-se no substrato. O barbante utilizado deve ser o de sisal, pois é um material biodegradável e resiste por pelo menos 1 ano.

Deve-se dar preferência para realocação das epífitas em forófitos mais velhos, pois estes apresentam microambientes mais variados.

Figura 204. Ilustração das medidas a serem utilizadas no resgate e salvamento de epífitas.

		
Observar características ambientais do local das mudas	**Acondicionamento temporário das plantas em bandejas**	**Amarração dos indivíduos com barbante biodegradável**

Fonte: Garden Projetos (2019).

k - IMPACTOS SOBRE A FLORA

A Resolução CONAMA n°01/1986 foi elaborada considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, venham a afetar a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Tendo em vista o objetivo de ocupação da área diretamente afetada, bem como as áreas de Influências Direta e Indireta, abaixo seguem os possíveis impactos que poderão ocorrer sobre a flora durante e após as obras.

Redução da biodiversidade local

A supressão e alteração de hábitats poderão causar redução da riqueza (número de espécies) e/ou abundância (número de indivíduos) da biodiversidade local. Consequentemente poderá alterar a composição das espécies pela perda e alteração de hábitat em função do afugentamento, migração e/ou dispersão, mortalidade ou maior interação entre espécies, como a competição por recursos. Será um impacto com magnitude e probabilidade alta, de caráter irreversível.

Descaracterização de habitats

As atividades previstas do empreendimento, como supressão da vegetação, intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP), entre outras, irá impactar diretamente os habitats e micro-hábitats locais, especialmente da fauna. Este impacto será direto, com efeito permanente e irreversível, uma vez que a recuperação destas áreas para seu estado natural é improvável. O impacto irá ser observado no início mesmo das atividades de intervenção, apresentando magnitude alta e probabilidade também alta de ocorrer.

Mudanças na dinâmica populacional da fauna e flora

A supressão da vegetação irá gerar descontinuidade das matrizes florestais presentes na área do empreendimento, o que irá ocasionar uma mudança da dinâmica populacional tanto da fauna quanto da flora. Os corredores ecológicos serão comprometidos com a supressão vegetal e o fluxo das populações da fauna irá diminuir, deixando muitas espécies restritas a pequenos fragmentos isolados. Este impacto é de alta magnitude, ocorrência provável e permanente, uma vez que as características originais das matrizes de vegetação dificilmente serão recuperadas. Além disso, apresenta um impacto previsto para médio prazo por estar ligado ao início das atividades de supressão da vegetação.

Supressão de Vegetação

Este impacto ocorrerá devido à necessidade de supressão da vegetação para o avanço do empreendimento. A remoção da cobertura vegetal na área do empreendimento deverá ser considerada como um impacto negativo irreversível, de relevância média, tendo em vista sua magnitude e probabilidade alta, pois será um impacto direto que poderá desencadear outros impactos no meio físico e socioeconômico.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção e de interesse ecológico e paisagístico, como *Erythrina falcata*, *Dicksonia sellowiana* e *Syagrus romanzoffiana*, estas são passíveis de transplante. O maior impacto será sobre os indivíduos de *Araucaria angustifolia* que serão suprimidos. Sugere-se que para a minimização do impacto sobre esta espécie, sejam coletadas as sementes de árvores matrizes e reintrodução destes em local na mesma bacia hidrográfica.

Supressão de APP's (Áreas de Preservação Permanente)

A intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) poderá ocasionar redução de habitat e micro-habitat, perda da biodiversidade, afugentamento da fauna, entre outros impactos durante a instalação do empreendimento. Apresenta duração permanente, de longo prazo, irreversível, com magnitude média e probabilidade alta.

Diminuição da área de ocorrência de espécies nativas

A descaracterização da área de implantação do empreendimento fará com que haja redução do habitat para fauna, diminuindo a ocorrência de espécies nativas na área. Além disso, a supressão da vegetação irá aumentar a desconectividade entre as matrizes de vegetação locais, as quais formam corredores para espécies da fauna.

De acordo com análise prévia dos impactos identificados, este impacto apresenta relevância média, abrangência local e longa duração, ocorrendo enquanto houver atividade do empreendimento. Além disso, este impacto iniciará no instante da implantação e operação do empreendimento, apresenta natureza reversível, uma vez que após o término das atividades, a área degradada poderá passar por um processo de recuperação ambiental.

Aumento do conhecimento da riqueza e biodiversidade local devido à realização de levantamento do meio biótico. O estudo do meio biótico constitui um impacto positivo, uma vez que os estudos detalhados da flora e fauna levarão ao aumento do

conhecimento da diversidade existente. Esses estudos produzirão informações de relevante importância científica e ambiental cujos dados poderão ser consultados por estudantes e técnicos em futuros trabalhos. Através do estudo da flora e da fauna local, poderá ser identificada e registrada a presença de espécies protegidas por lei, endêmicas, ameaçadas de extinção e de ambientes mais frágeis e suscetíveis aos impactos negativos.

2.2.3 Fauna

a) LEVANTAMENTO DOS DADOS PRIMÁRIOS

A instalação e operação dos empreendimentos que utilizam recursos ambientais e possam ser causadores efetivos ou potenciais de poluição ou degradação ambiental estão sujeitas aos procedimentos de licenciamento ambiental. Ao licenciar um empreendimento efetivo ou potencialmente causador de danos ao meio ambiente estará promovendo a manutenção dos recursos naturais para que as gerações futuras possam usufruir destes recursos tal como as gerações anteriores, assegurando a conservação da biodiversidade, e consequentemente, a qualidade de vida da população. Além disso, cria-se oportunidade de obter projetos socialmente justos, economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis.

A política ambiental destaca a biodiversidade como um fator importante nos projetos ambientais pressupondo que, animais, plantas, microrganismos e suas complexas interações respondam ao manejo humano da paisagem e aos impactos de diferentes maneiras e com velocidade distinta conforme a espécie. Conjectura-se que mudanças no manejo da paisagem influenciam a biota, e que certos sinais temporários ou constantes permanecem dentro das comunidades biológicas (PAOLETTI, 1999).

Os usos dos espaços naturais, promovido por influência antrópica, podem gerar perda e fragmentação do habitat, o que causa diversas alterações nas comunidades de plantas e animais. Esses impactos causam a redução, perda ou substituição de espécies, isolamento de populações, mudanças nos processos ecológicos e exposição abrupta de organismos antes isolados a habitat abertos. A intensidade desses efeitos pode variar de acordo com as características ecológicas dos organismos e com as condições da paisagem influenciadas pela vulnerabilidade das espécies aos efeitos da fragmentação (METZGER, 1999). Destaca-se que ao isolar o remanescente florestal em meio a uma matriz urbana, os efeitos da fragmentação são maiores e as espécies da fauna respondem as intervenções com maior rapidez.

Estudos indicam que inúmeras espécies de animais enfrentam problemas de sobrevivência, devido principalmente à destruição dos ambientes naturais e à caça predatória e que os declínios populacionais da herpetofauna atingem escalas globais podendo ser apontados como principais fatores à destruição de habitats (modificação de áreas úmidas, derrubadas de florestas, canalizações de córregos), seguido por doenças, mudanças climáticas globais, invasão de espécies exóticas e contaminação química (FONTANA *et al.,* 2003; SEMLITSCH, 2003).

Desta forma, dentre os vertebrados, os anfíbios são considerados bons indicadores de qualidade ambiental, devido sua alta permeabilidade da pele e ao seu ciclo vital que envolve uma fase aquática larval e uma fase adulta terrestre, ou seja, estando susceptíveis a alterações tanto ao ambiente terrestre quanto ao aquático (DUELMAN E TRUEB, 1986).

Também, a ocorrência de répteis em uma área é de grande importância, pois muitas espécies de serpentes e lagartos apresentam modificações adaptativas, tornando-se especializados em determinados ambientes (POUGH *et al.,* 1998). Quanto mais especializado uma espécie é em determinado habitat, menor será sua amplitude de nicho utilizado (LEMA, 2002). Portanto, algumas espécies da herpetofauna estão mais adaptadas a ambientes pouco impactados, enquanto que espécies generalistas e/ou oportunistas se beneficiam com a alteração dos habitats originais. Estes grupos podem então ser utilizados como indicadores de qualidade ambiental.

Sobre os mamíferos, BOL'SHAKOV *et al.,* (2001), ressalta que o aumento no nível de poluição e na transformação antropogênica do ambiente envolvendo diminuição geral na abundância e biomassa dos animais mudando as características de suas dinâmicas populacionais. A riqueza de espécies muda, a diversidade diminui e surgindo espécies exóticas aos ecossistemas naturais. Contudo, a mastofauna do Rio Grande do Sul (RS) é relativamente rica e diversa graças a sua posição fisiográfica que lhe confere influência de diferentes biomas. A Floresta Ombrófila Mista (ou Floresta com Araucária) abriga a grande parte desta diversidade de mamíferos que atualmente sofre significativas perdas como resultados de profundas e extensivas intervenções nos habitats naturais. As principais ameaças a esta diversidade são a destruição, fragmentação e degradação dos habitats, superexploração das espécies para uso humano, introdução de espécies exóticas e aumento na incidência de doenças (FONTANA *et al.,* 2003).

A qualidade ambiental envolve também as expansões urbanas e agrícolas as quais ocasionam diversas alterações aos ambientes terrestres, incluindo a fragmentação

do ambiente florestal (STOTZ *et al.,* 1996). Modificações de áreas antrópica vêm crescendo em um ritmo acelerado nos últimos anos e um dos principais problemas são a fragmentação e destruição de florestas causando um drástico declínio na biodiversidade em todo o mundo (FRAKEL E SOULÉ 1981; SIGRIST, 2006).

Áreas urbanas expandem-se em tamanho e número em todo o mundo, em resposta a esta expansão, a vegetação nativa é reduzida ou fragmentada formando um mosaico onde a estrutura e composição da vegetação remanescente é progressivamente alterada (MELLES *et al.,* 2003; BEISSINGER E OSBORNE, 1982). Para conservação da biodiversidade em áreas com vegetação primária altamente degradada e fragmentada, PIMENTEL *et al.,* (1992) sugere plantações em sistemas agroflorestais, incluindo o reflorestamento de espécies endêmicas e exóticas.

Este Levantamento apresenta uma lista de espécies de animais vertebrados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) e Organismos aquáticos (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônico) encontradas na Área Diretamente Afetada – ADA e na Área de Influência Direta (AID), pelo futuro empreendimento, no período da primavera, verão, outono e inverno, entre os anos de 2015, 2016 e 2019. Além disso, apresenta uma lista de ocorrências de vertebrados na Área de Influência Indireta – AII, e, também, uma lista complementar das possíveis ocorrências para a região (espécies que não foram encontradas a partir dos métodos e esforços empregados, mas que podem ocorrer no local), identificando o status de ameaça das espécies.

O documento tem a pretensão de fornecer elementos técnicos que venham a subsidiar a tomada de decisões pelos órgãos competentes quanto à forma de ocupação da área, bem como o planejamento de uso futuro para a ampliação da mina.

UNIDADES AMOSTRAIS

ADA

Como unidades amostrais da Área Diretamente Afetada pelo empreendimento foram utilizadas divisões em quadrantes, definidas previamente levando em consideração as características locais.

Quadrante A

É a porção a nordeste do empreendimento, com declividade moderada no sentido nordeste-oeste. Foi delimitada devido à microbacia de contribuição, observando os recursos hídricos envolvidos. Compreende campo antrópico, vegetação herbácea e

fragmentos florestais constituídos por vegetação em estágio médio de regeneração, com presença de inúmeros exemplares da espécie exótica *Hovenia dulcis* (uva-do-japão) e árvores nativas esparsas ocorrendo na porção leste. No passado, parte da área era utilizada para as práticas de pastagens e agricultura que acabaram por ser abandonadas, propiciando um crescimento na vegetação até o estágio atual. A norte deste quadrante há um açude artificial e na porção central um curso d'água natural com nascentes que correm no sentido oeste terminado junto a um barramento na margem da cava.

De acordo com o Artigo 2º da Resolução CONAMA nº 423, de 12 de abril de 2010, é denominado Campo Antrópico, a vegetação de campo formada em áreas originais de floresta, devido à intervenção humana e ações para uma maior produtividade de espécies forrageiras, principalmente com a introdução de espécies nativas ou exóticas, não considerada remanescente de Campo de Altitude. Dessa forma, pode-se dizer que a área denominada campo antrópico existente no quadrante A1, trata-se de uma área de vegetação rasteira sem uso aparente e que não possui mais a sua vegetação original. No local não ocorre a presença de residências, edificações ou qualquer outro elemento antrópico.

Quadrante B

Configurado em uma microbacia, o quadrante que apresenta leve declividade no sentido norte-sul, constituído em sua maioria por vegetação em estágio médio, com representantes das espécies de *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), *Dicksonia sellowiana* (xaxim) e *Araucaria angustifolia* (pinheiro). No interior desse fragmento florestal há um curso d'água que adentra o quadrante na porção noroeste, e corre no sentido noroeste-sudeste terminando dentro da cava da mina em uma queda d'água.

Quadrantes C

Compreende divisor de águas onde o relevo apresenta dois sentidos de escoamento, cujo limite coincide com as divisas das propriedades. É ocupado por fragmento florestal de vegetação em estágio médio de regeneração o qual possui continuidade na propriedade lindeira a oeste. Estes locais também se registrou a presença de *Araucaria angustifolia* (araucária), *Dicksonia sellowiana* (xaxins), *Syagrus romanzoffiana* (jerivás) e epífitas. No passado estes locais eram utilizados como área de cultivo, cuja prática foi abandonada propiciando a regeneração da vegetação.

Quadrantes D

Local de pouca declividade, composto por duas microbacias que respeita os limites das propriedades. Ao contrário do quadrante C, além da matriz florestal estar em estágio médio de regeneração, no setor sudoeste a vegetação florestal se encontra em estágio avançado de regeneração. Neste quadrante foram encontrados relativamente poucos indivíduos de espécies ameaçadas e imunes ao corte como *Araucaria angustifolia* (araucária), *Dicksonia sellowiana* (xaxins) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivás). Além disso, é importante destacar que neste quadrante existe um açude artificial no setor oeste, o qual é utilizado pela fauna local para dessedentação e habitat.

Quadrante E

Dos quadrantes em estudo, este é o que apresenta vegetação mais expressiva em termos de preservação e regeneração ecológica, com inúmeras epífitas e indivíduos de *Dicksonia sellowiana* (xaxins), além de espécimes de *Araucaria angustifolia* (araucária) de grande porte e *Syagrus romanzoffiana* (jerivás). A matriz florestal é mesclada entre estágios de regeneração avançado e médio. A vegetação possui fisionomia arbórea predominando sobre os demais extratos com espécies emergentes e copas horizontalmente amplas. O subosque é ocupado por poucas arvoretas e um grande número de indivíduos de *Chusquea* sp. (bambú) e pteridófitas do gênero Blechnum. Destaca-se neste quadrante a presença de duas nascentes que geram cursos d'água perenes que seguem para sul.

Quadrante F

Quadrante caracterizado por possuir microbacia distinta, declive acentuado e um curso d'água que passa na porção central da pedreira seguindo no sentido Norte/Sul. Ambiente formado por fragmento florestal isolado por estradas a norte e sul. A vegetação florestal se encontra em dois distintos estágios sucessionais, o estágio médio e o inicial, sendo frequente a presença de xaxins (*Dicksonia sellowiana*) ao longo do córrego, e uma gama diversa de epífitas. Este local está fortemente impactado pela operação da pedreira, visto que recebe grande parte das águas drenadas internamente.

Quadrante G

A vegetação florestal encontra-se em estágio médio de regeneração em toda sua totalidade. Não foram observados indivíduos de espécies da flora ameaçada de

extinção ou imune ao corte ao longo deste quadrante. O curso d'água advindo do Quadrante F segue seu trajeto pela margem oeste desse quadrante em trecho retificado.

AID

Como unidades amostrais da Área de Influência Direta foram utilizadas divisões em quadriculas, definidas previamente levando em consideração as características locais.

Quadricula 1

Área localizada na porção noroeste da AID, cujo uso do solo é constituído por uma matriz florestar conectada a ADA, campo antrópico e plantio de espécies exóticas como pinus e eucalipto.

Quadricula 2

Área situada em propriedade rural, na porção nordeste da AID, cujo uso do solo é constituído por matriz florestar, campo antrópico, áreas agriculturáveis e plantio de espécies exóticas como pinus e eucalipto.

Quadricula 3

Área localizada na divisa leste da ADA, cujo uso do solo é constituído por uma matriz florestar conectada a ADA e campo antrópico.

Quadricula 4

Área situada às margens da represa Maestra constituída por matriz florestar, campo antrópico e áreas agrossilvipastoris.

Quadricula 5

Área localizada em propriedade rural, na porção leste da AID, cujo uso do solo é constituído por fragmentos florestais intercalados por áreas agrossilvipastoris.

Quadricula 6

Área situada na porção sudeste da AII que compreende duas propriedades utilizadas para a criação de cavalos. Entre essas propriedades ocorre um fragmento florestal associado a um contribuinte da represa Maestra.

Diagnóstico da Fauna na ADA

O estudo da fauna de vertebrados (ictiofauna, herpetofauna, avifauna e mastofauna) contou com a realização de 04 (campanhas) de amostragem, abrangendo quatro estações do ano. A amostragem desses grupos foi realizada em novembro de 2015 referente a estação primavera, janeiro, junho, agosto e setembro de 2016 referente as estações verão, outono e inverno, respectivamente. Cada campanha teve 5 dias de duração.

As metodologias e os esforços amostrais foram elencados visando avaliar todos os ambientes disponíveis nas unidades amostrais que compreendem os quadrantes A, B, C, D, E, F e G. Ressalta-se que a amostragem não considerou as divisões estabelecidas para o quadrante A (A1, A2 e A3).

AMOSTRAGEM DE VERTEBRADOS

Ictiofauna

A amostragem da Ictiofauna na ADA do empreendimento foi realizada em quatro campanhas para amostragem nas seguintes datas:

- Primavera – 03/11/2015 a 10/11/2015
- Verão – 06/02/2016 a 14/02/2016
- Outono – 21/05/2016 a 29/05/2016
- Inverno – 28/08/2016 a 05/09/2016

Foram utilizados quatro métodos para a coleta de peixes, descritas em MALABARBA E REIS (1987) e SOUZA E AURICCHIO (2002) cujos pontos seguem demarcados na PRANCHA 10A. Por ocorrer em período concomitante ao levantamento da mastofauna as metodologias não foram sempre executadas em dias sequenciais, havendo na estação verão aplicação de algumas metodologias, rede, tarrafa e puçá entre os dias 06/02/2016 à 12/02/2016 e covo nos dias 10/02/2016 e 14/02/2016.

Ressalta-se ainda que não foi possível executar todas as metodologias nos seis pontos amostrados devido as especificidades de cada ponto, como largura, profundidade e substrato do recurso hídrico.

Rede de espera:

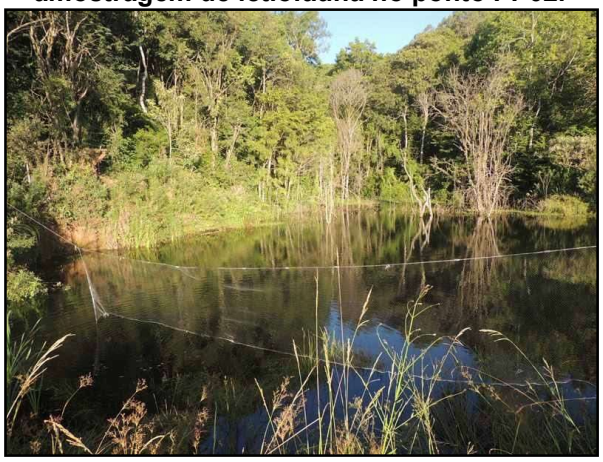
Foi utilizado para captura redes de espera simples e de malha 3, medindo 2 m de comprimento x 1,5 m de altura x 1, 20 m e 30 mm de malha (Figura 205). Foram colocadas duas redes em cada açude à tarde e retiradas na manhã seguinte, permanecendo por uma noite por ponto em cada uma das quatro campanhas de amostragem da fauna (Tabela 21).

Essa metodologia foi aplicada apenas nos pontos PP01, PP02 e PP03 que se localizam em ambiente de açude, nos demais pontos não foi possível utilizar a rede de espera, devido à pouca extensão e profundidade dos cursos hídrico que adentram na ADA, pois mesmo em locais onde havia formação de poças, a rede não ficava submersa por completo.

Tarrafa:

É uma rede de pesca circular, de malha fina, com pesos na periferia e uma corda fina no centro, pelo qual é puxada. A tarrafa media 2,1 m de altura e 10 mm de malha, 10 vezes em cada ponto para explorar os mais variados ambientes (Figura 206). Foram realizadas, em três quadrantes, três amostragens por ponto sendo uma por dia (PP01, PP02 e PP03), no período de 06 dias que contemplaram cada uma das quatro campanhas de amostragem (Tabela 21).

Figura 205. Rede de espera utilizada para amostragem de ictiofauna no ponto PP02.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 206. Aplicação da metodologia de Tarrafa em açude do quadrante F (PP03).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Pucá:

Consiste em uma armação metálica retangular medindo 0,8 m de comprimento x 0,4 m de largura x 0,5 m de profundidade x 2 mm de malha, com um cabo de ferro com

1,2 m de comprimento. Foram utilizados por um tempo de 10 minutos em cada ponto para explorar os mais variados ambientes (Figura 207). Foram realizadas, em três quadrantes, nos seis pontos amostrais da ADA, no período de 06 dias que contemplaram cada uma das quatro campanhas de amostragem (Tabela 21).

Covo:

Aparelho cilíndrico confeccionado de plástico com estrutura em aço galvanizado, com duas aberturas em forma de funil, nas quais os peixes, atraídos por iscas (corpo do cilindro), entram e não conseguem sair (Figura 208). Foram utilizados numa quantidade de quatro unidades, sendo que isso foi realizado em dois dias que contemplaram cada uma das quatro campanhas de amostragem (Tabela 21). Os peixes foram identificados seguindo REIS *et al.,* (2003), contados e fotografados e, posteriormente, foram devolvidos para o ambiente natural no respectivo ponto de amostragem.

Essa metodologia foi aplicada apenas nos pontos PP01, PP02, PP03 que se localizam em ambiente de açude e em poça no ponto PP04, nos demais pontos não foi possível utilizar o covo, devido à pouca profundidade dos cursos hídrico que adentram na ADA, pois mesmo em locais onde havia formação de poças, o covo não ficava submerso por completo.

Figura 207. Busca ativa com puçá na ADA do empreendimento, junto ao ponto PP05.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 208. Modelo de covo utilizado para amostragem de peixes.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Tabela 21. Coordenadas geográficas das metodologias aplicadas para ictiofauna na ADA durante as quatro companhas de amostragem.

Pontos de coleta	Quadrante	Metodologia	Coordenadas geográficas	
			Latitude	Longitude
PP01	A	Puçá, Rede de espera, tarrafa, covo	-29,100857	-51,164688

Pontos de coleta	Quadrante	Metodologia	Coordenadas geográficas	
			Latitude	Longitude
PP02	A	Puçá, Rede de espera, tarrafa, covo	-29,104042	-51,165947
PP03	F	Puçá, Rede de espera, tarrafa, covo	-29,101097	-51,167504
PP04	F	Puçá, covo	-29,104822	-51,169607
PP05	F	Puçá	-29,106086	-51,169691
PP06	B	Puçá	-29,102608	-51,17173

O esforço amostral para cada metodologia segue descrito junto a Tabela 22.

Tabela 22. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da ictiofauna durante as quatro campanhas de levantamento prévio da fauna.

Método	Local	Equipamentos	Esforço amostral por campanha	Tempo (dias)	Horário
Rede de espera	ADA	2	12 horas/ponto/dia	3	16h - 8h
Covo	ADA	4	24 horas/ponto/dia	2	8h - 10h (revisão)
Puçá	ADA	1	10 min/ponto/dia	3	8h - 17h
Tarrafa	ADA	2	10 lances/ponto/dia	3	8h - 17h

Herpetofauna

A amostragem da Herpetofauna na ADA do empreendimento foi realizada em quatro campanhas de amostragem nas seguintes datas:

- Primavera – 03/11/2015 a 10/11/2015
- Verão – 06/02/2016 a 17/02/2016
- Outono – 21/05/2016 a 29/05/2016
- Inverno – 28/08/2016 a 05/09/2016

Para levantamento da herpetofauna foram utilizados 3 (três) metodologias descritas a seguir, cujos pontos seguem demarcados na PRANCHA 10A.

Busca ativa limitada por tempo:

A procura ativa foi realizada por meio de caminhamento em todos os microambientes possíveis de serem encontrados esses animais: serrapilheira, debaixo de troncos caídos, debaixo de rochas, em abrigos artificiais, entre raízes, todos os

estratos da vegetação, ambientes aquáticos, etc (Tabela 24). Os materiais utilizados nessa busca foram: gancho herpetológico, luvas de raspa, botas de borracha e perneiras. As áreas de amostragem foram percorridas aleatoriamente por duas pessoas, 3 horas/dia. Foram realizadas buscas diurnas e noturnas em horários diferentes, com ênfase no horário crepuscular para anfíbios e viperídeos.

Busca ativa em sitio reprodutivo:

Consistiu na procura por anfíbios anuros em atividade de vocalização nos ambientes de reprodução existentes na área do empreendimento (leito do rio), totalizando 22 pontos de escuta durante as quatro campanhas. O esforço amostral aplicado em cada sítio reprodutivo foi de 30 min, no período noturno. Uma vez que, para a maioria das espécies de anuros não é possível uma contagem precisa do número de indivíduos vocalizando, porque muitos machos vocalizam ao mesmo tempo, ou porque vocalizam muito próximos um do outro, serão empregadas as seguintes categorias de vocalização, de acordo com a proposta de ranking de categorias de vocalização (RUEDA *et. al.,* 2006), 1 – Para um indivíduo macho; 2 – Para um coro de 2 – 5 machos; 3 - Para um coro de 6 – 10 machos e 4 – Para um coro de mais de 10 machos.

Armadilhas de queda com cerca guia (“*pitfall*”):

As armadilhas de intercepção e queda consistem de recipientes enterrados no solo (*pitfalls*) e interligados por cercas-guias (CEEHIN E MARTINS, 2000). Na área do empreendimento essas estações foram montadas nos quadrantes A, B, C, D, E e G (Tabela 23), em forma de “Y”, sendo um balde central (100 L) e os outros três (60 L) em cada uma das extremidades do “Y”, distantes aproximadamente 5 metros um do outro, combinados com dritfences (cerca guia) de tela com 3 mm² e 50 cm de altura (Figura 209; Figura 210), de acordo com as normas de construção e utilização sugeridas por CECHIN E MARTINS (2000).

O esforço de captura foi de 4 baldes durante cinco dias por quadrante. Após a instalação das armadilhas, foi feito o monitoramento diário para evitar que algum animal viesse a óbito.

A prioridade do estudo consistiu na preservação e no bem-estar dos animais capturados, portanto, todos os exemplares retirados das armadilhas de interceptação e queda e foram soltos em áreas apropriadas.

Figura 209. Armadilha de queda instalada na área do empreendimento.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 210. Imagem detalhando balde e cerca-guia para interceptação e queda.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Tabela 23. Coordenadas geográficas das metodologias utilizadas durante as quatro campanhas. P. E (ponto de escuta).

Pontos de coleta	Quadrante	Metodologia	Coordenadas geográficas	
			Latitude	Longitude
PH01	A	Pitfall	-29,101814	-51,164782
PH02	C	Pitfall	-29,101611	-51,175521
PH03	D	Pitfall	-29,106234	-51,173997
PH04	E	Pitfall	-29,109832	-51,176234
PH05	F	Pitfall	-29,101044	-51,167093
PH06	G	Pitfall	-29,107260	-51,168973
PH07	D	Busca ativa em sitio reprodutivo	-29,105517	-51,176197
PH08	B	Busca ativa em sitio reprodutivo	-29,101227	-51,171290
PH09	A	Busca ativa em sitio reprodutivo	-29,104175	-51,165840
PH10	F	Busca ativa em sitio reprodutivo	-29,100891	-51,167349
PH11	A	Busca ativa em sitio reprodutivo	-29,100565	-51,164779

Tabela 24. Coordenadas geográficas dos trajetos usados para levantamento da mastofauna durante os quatro períodos de monitoramento.

Pontos de coleta	Metodologia	Coordenadas geográficas			
		Latitude inicial	Longitude inicial	Latitude final	Longitude final
T01	Transecto de busca ativa	-29,101312	-51,173598	-29,101838	-51,176566
T02	Transecto de busca ativa	-29,103332	-51,175167	-29,100792	-51,170628
T03	Transecto de busca ativa	-29,102373	-51,171651	-29,106290	-51,173595

Pontos de coleta	Metodologia	Coordenadas geográficas			
		Latitude inicial	Longitude inicial	Latitude final	Longitude final
T04	Transecto de busca ativa	-29,103507	-51,17657	-29,109596	-51,176225
T05	Transecto de busca ativa	-29,106479	-51,174252	-29,110058	-51,176066
T06	Transecto de busca ativa	-29,105481	-51,165247	-29,103859	-51,163700
T07	Transecto de busca ativa	-29,106899	-51,171032	-29,109804	-51,171036
T08	Transecto de busca ativa	-29,100122	-51,163637	-29,102994	-51,165219
T09	Transecto de busca ativa	-29,103799	-51,165911	-29,100679	-51,165290
T10	Transecto de busca ativa	-29,107398	-51,167465	-29,107650	-51,168497
T11	Transecto de busca ativa	-29,100770	-51,167183	-29,105640	-51,170315
T12	Transecto veicular	-29,100638	-51,165823	-29,100887	-51,173560
T13	Transecto veicular	-29,106148	-51,165326	-29,106197	-51,171208

O esforço amostral realizado em cada metodologia segue descrito na Tabela 25.

Tabela 25. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da herpetofauna durante as quatro campanhas de levantamento prévio da fauna.

Método	Local	Equipamentos	Esforço amostral por campanha	Tempo (dias)	Horário
Busca ativa limitada por tempo	ADA	---	3 horas/dia	6	14h - 17h 19h - 23h
Busca ativa em sitio auditivo	ADA	---	2 horas/dia	3	20h - 23h
Pitfall	ADA	6	24 horas/dia/quadrante	5	8h -11h (revisão)

Avifauna

A amostragem da Avifauna na ADA do empreendimento foi realizada em quatro campanhas de amostragem nas seguintes datas:

- Primavera – 20/10/2015 a 23/10/2015
- Verão – 26/01/2016 a 29/01/2016
- Outono – 24/03/2016 a 27/03/2016
- Inverno – 15/08/2016 a 18/08/2016

O Diagnóstico da avifauna na área do empreendimento contou com a realização de duas metodologias de amostragem a campo sendo uma qualitativa (levantamento exaustivo) e outra quantitativa (pontos de escuta) demarcados na PRANCHA 10A. O

resultado dessas duas metodologias gerou uma lista das espécies registradas na área do empreendimento que seguiu nomenclatura e ordenação sistemática de PIACENTINI *et al.,* (2015). Para definição das categorias de ameaça de extinção foram consultadas as listas de espécies ameaçadas de extinção em nível regional (DECRETO nº 51.797/2014), em nível nacional (PORTARIA nº 444/2014) e em nível global (IUCN 2016).

As espécies de aves foram ainda ajustadas em três níveis de sensibilidade à perturbação do habitat (baixa, média ou alta) seguindo PARKER III *et al*. (1996), quando possível. As espécies foram classificadas ainda de acordo com sua capacidade de explorar o habitat em floresta-generalista (capazes de sobreviver em áreas de borda e diferentes formações florestais) e floresta-dependente (dependentes do interior da floresta) tendo como base SICK (1997), ZURITA *et al*. (2006), VOLPATO *et al.* (2010) e VALLS *et al*. (2016).

As espécies endêmicas da Mata Atlântica seguiram as proposições de STOTZ et al. (1996), BORNSCHEIN & REINERT (2000) e CARRANO (2013), já as espécies migratórias foram identificadas com base em BENCKE (2001).

Levantamento exaustivo (qualitativo):

Foi desenvolvido com base no levantamento qualitativo proposto por VIELIIARD et al. (2010), afim de reconhecer a riqueza da comunidade de aves na área de estudos, caracterizando o local e com base na sua biodiversidade. Esse levantamento ocorreu em oito dias, abrangendo as quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno) onde as incursões a campo foram sempre favorecidas pelas boas condições climáticas nos dias amostrais. Para cada uma das oito visitas ao local, foram destinadas cinco horas de observação a campo. As observações ocorreram em horários que as aves apresentam atividades mais intensas, entre 7h-10h e 15h-18h. O estudo foi realizado por meio de caminhamentos por trilhas existentes e todos os ambientes que compunham a ADA (Tabela 35).

O registro das espécies foi confirmado por contatos visuais e auditivos com o auxílio de binóculos, máquina fotográfica e quando necessário gravador para realização de playback dos contatos auditivos. Para assegurar a correta identificação das espécies foram utilizados os guias de campo SIGRIST (2009), RIBEIRO *et al.* (2009), VAN PERLO (2009) e NAROSKY E YZURIETA (2012) e as bases de dados com vocalizações de aves NAROSKY E YZURIETA (2012), LÓPEZ-LANÚS (2008) e XENO-CANTO (www.xeno-

canto.org). O resultado foi uma lista de espécies utilizada como base para a elaboração de uma curva de acumulação de espécies, considerando o número de espécies amostradas por dia.

Ponto de escuta (quantitativo):

O método de ponto de escuta é um dos mais utilizados para avaliar riqueza e abundância de aves (BLONDEL *et al.,* 1981; BIBBY *et al.,* 1992). O método foi desenvolvido em áreas de floresta e vegetação herbácea, no qual os pontos tiveram uma distância mínima de 200 metros entre si para minimizar o risco de cantores de uma espécie com vocalização de longo alcance sejam detectados em mais de um ponto (VIELLIARD *et al.,* 2010). Para cada ponto (Tabela 26), foram registradas todas as espécies através da visualização e/ou da escuta de cantos e chamados, bem como o número de indivíduos por espécie, num raio de 25 metros, durante 15 minutos (Tabela 35). As amostragens foram realizadas no início da manhã e final da tarde.

Tabela 26. Coordenadas geográficas das metodologias aplicadas para avifauna na ADA durante as quatro companhas de amostragem.

Pontos de coleta	Quadrantes	Metodologia	Coordenadas geográficas	
			Latitude	Longitude
PA01	A	Ponto de escuta	-29,100876	-51,163938
PA02	A	Ponto de escuta	-29,102922	-51,166171
PA03	A	Ponto de escuta	-29,105044	-51,165434
PA04	B	Ponto de escuta	-29,102355	-51,172038
PA05	C	Ponto de escuta	-29,102054	-51,174484
PA06	D	Ponto de escuta	-29,103914	-51,17422
PA07	D	Ponto de escuta	-29,105256	-51,17599
PA08	E	Ponto de escuta	-29,107632	-51,174329
PA09	E	Ponto de escuta	-29,109751	-51,175895
PA10	F	Ponto de escuta	-29,101161	-51,16735
PA11	F	Ponto de escuta	-29,103676	-51,169379
PA12	F	Ponto de escuta	-29,105942	-51,169526
PA13	G	Ponto de escuta	-29,107477	-51,168635

Figura 211. Amostragem por ponto de escuta para monitoramento da avifauna.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O esforço amostral realizado em cada metodologia segue descrito na Tabela 35.

Tabela 27. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da avifauna durante as quatro campanhas de Levantamento prévio da fauna.

Método	Local	Equipamentos	Esforço amostral por campanha	Tempo (dias)	Horário
Levantamento exaustivo (qualitativo)	ADA	---	6 horas/dia	1	6h - 9h 16h - 18h
Ponto de Escuta	ADA	---	4 a 5 pontos/dia	3	6h - 9h 16h - 18h

Mastofauna

A amostragem da Mastofauna na ADA do empreendimento foi realizada em quatro campanhas de amostragem nas seguintes datas:

- Primavera – 03/11/2015 a 10/11/2015
- Verão – 06/02/2016 a 17/02/2016
- Outono – 21/05/2016 a 29/05/2016
- Inverno – 28/08/2016 a 05/09/2016

Para diagnóstico da mastofauna na área do empreendimento foram desenvolvidas cinco metodologias com realização de amostragens diárias em cada fisionomia ao longo de seis dias, cujos pontos e trajetos amostrais estão demarcados na PRANCHA 10A.

O resultado gerou uma lista das espécies registradas na área do empreendimento que seguiu nomenclatura e ordenação sistemática de PAGLIA *et al*. (2012). Para definição das categorias de ameaça de extinção foram consultadas as listas de espécies ameaçadas de extinção em nível regional (DECRETO nº 51.797/2014), em nível nacional (PORTARIA nº 444/2014) e em nível global (IUCN, 2016).

Armadilhas do tipo *Tomahawk*:

Essa metodologia contempla animais de pequeno e médio porte. Foram utilizadas armadilhas de dois tamanhos diferentes, 7 cm x 9 cm x 23 cm e 10 cm x 12 cm x 37 cm. As armadilhas foram dispostas ao longo de trilhas, sendo 10 unidades em cada um dos quadrantes, separadas entre si em pelo menos 10 metros, foram revisadas diariamente pela manhã. Todos os indivíduos capturados foram identificados e fotografados. Foram utilizadas iscas a base de pasta de amendoim, fubá, banana.

Armadilhas fotográficas:

Foram dispostas aleatoriamente em trilhas e rastros no interior da mata ciliar (TOMAS E MIRANDA, 2003), com atrativo de iscas. As câmeras foram amarradas a troncos de árvores a uma altura média de 30 cm e distância mínima de 350 metros entre elas e configuradas para funcionar continuamente 24 horas por dia, capturando imagens por um período de 05 dias em cada ponto por campanha amostral (Tabela 30).

O esforço com as mesmas foi de cinco armadilhas, sendo que ambas se mantiveram ligadas ininterruptamente.

Rede de neblina:

Para o inventariamento das espécies de morcegos, foram utilizadas redes de neblina em locais selecionados com base nas características do ambiente, considerando-se os diferentes nichos ocupados pelas famílias de quirópteros do estado. O esforço amostral foi calculado na forma de rede-horas, sendo que uma rede de 12 m x 2,5 m aberta por uma hora é igual a uma rede-hora, totalizando 36 redes-hora, por campanha, preferencialmente no período crepuscular (Tabela 30).

Busca ativa:

Devido à dificuldade de encontrar mamíferos durante as procuras ativas, um método muito utilizado é a busca por vestígios, como pegadas, pelos, tocas, sons e fezes (VOSS & EMMONS, 1996). Essa metodologia foi utilizada durante os deslocamentos entre as áreas amostrais e durante a busca ativa para anfíbios e répteis em diferentes transectos na ADA (Tabela 30).

Transectos veiculares:

Realizamos buscas diurnas e noturnas por meio de transectos (CULLEN JR E RUDRAN, 2004) na ADA, os quais foram percorridos de carro sob uma velocidade média de 5 km/h, em todas as buscas foram observados registros indiretos como presença de tocas, rastros, pegadas (BECKER E DALPONTE, 1999), fezes e carcaças, registros de atropelamentos nas estradas do entorno (Tabela 29).

Figura 212. Armadilha fotográfica instalada para captura da mastofauna.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 213. Rede de neblina para captura de mamíferos alados.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Armadilhas de queda *"pitfall traps with drift fences"* – AQ:

As armadilhas de intercepção e queda consistem de recipientes enterrados no solo (pitfalls) e interligados por cercas-guias (CEEHINE MARTINS, 2000). Na área do empreendimento essas estações foram montadas nos quadrantes A, B, C, D, E e G, em forma de "Y", sendo um balde central (100 L) e os outros três (60 L) em cada uma das extremidades do "Y", distantes aproximadamente 5 metros um do outro, combinados com dritfences (cerca guia) de tela com 3 mm² e 50 cm de altura, de acordo com as normas de construção e utilização sugeridas por Cechin & Martins (2000).

O esforço de captura foi de 04 baldes durante cinco dias por quadrante (Tabela 30). Após a instalação das armadilhas, foi feito o monitoramento diário para evitar que algum animal viesse a óbito.

A prioridade do estudo consistiu na preservação e no bem-estar dos animais capturados, portanto, todos os exemplares retirados das armadilhas de interceptação e queda e foram soltos em áreas apropriadas.

Tabela 28. Coordenadas geográficas das metodologias usadas para mastofauna durante os quatro períodos de monitoramento.

Pontos de coleta	Quadrantes	Metodologia	Coordenadas geográficas	
			Latitude	Longitude
PM01	A	Armadilha fotográfica, Tomahawk, rede de neblina	-29,103184	-51,166048
PM02	A	Tomahawk	-29,103861	-51,165659
PM03	A	Tomahawk,	-29,105648	-51,166299
PM04	B	Armadilha fotográfica, Tomahawk	-29,101606	-51,172335
PM05	B	rede de neblina	-29,102211	-51,171925
PM06	B	Tomahawk	-29,102769	-51,172871
PM07	C	Armadilha fotográfica, Tomahawk, rede de neblina	-29,102235	-51,174248
PM08	C	Tomahawk	-29,102856	-51,175410
PM09	C	Tomahawk	-29,103308	-51,175010
PM10	D	Tomahawk	-29,104210	-51,175361
PM11	D	Tomahawk, rede de neblina	-29,105259	-51,174273
PM12	D	Armadilha fotográfica, Tomahawk	-29,105818	-51,174706
PM13	E	Tomahawk	-29,107171	-51,174924
PM14	E	Armadilha fotográfica, Tomahawk	-29,108822	-51,175636
PM15	E	Tomahawk, rede de neblina	-29,109141	-51,173427
PM16	F	Armadilha fotográfica, Tomahawk, rede de neblina	-29,101720	-51,167505
PM17	F	Tomahawk, rede de neblina	-29,105418	-51,169567
PM18	F	Armadilha fotográfica, Tomahawk, rede de neblina	-29,106492	-51,169507
PM19	G	Tomahawk, rede de neblina	-29,107188	-51,168448

Tabela 29. Coordenadas geográficas dos trajetos usados para levantamento da mastofauna durante os quatro períodos de monitoramento.

Pontos de coleta	Metodologia	Coordenadas geográficas			
		Latitude inicial	Longitude inicial	Latitude final	Longitude final
T01	Transecto de busca ativa	-29,101312	-51,173598	-29,101838	-51,176566
T02	Transecto de busca ativa	-29,103332	-51,175167	-29,100792	-51,170628
T03	Transecto de busca ativa	-29,102373	-51,171651	-29,10629	-51,173595
T04	Transecto de busca ativa	-29,103507	-51,17657	-29,109596	-51,176225
T05	Transecto de busca ativa	-29,106479	-51,174252	-29,110058	-51,176066
T06	Transecto de busca ativa	-29,105481	-51,165247	-29,103859	-51,1637
T07	Transecto de busca ativa	-29,106899	-51,171032	-29,109804	-51,171036
T08	Transecto de busca ativa	-29,100122	-51,163637	-29,102994	-51,165219
T09	Transecto de busca ativa	-29,103799	-51,165911	-29,100679	-51,16529
T10	Transecto de busca ativa	-29,107398	-51,167465	-29,10765	-51,168497
T11	Transecto de busca ativa	-29,10077	-51,167183	-29,10564	-51,170315
T12	Transecto veicular	-29,100638	-51,165823	-29,100887	-51,17356
T13	Transecto veicular	-29,106148	-51,165326	-29,106197	-51,171208

O esforço amostral realizado em cada metodologia segue descrito na Tabela 30.

Tabela 30. Esforço amostral, quantidade e disposição de armadilhas para o grupo da mastofauna durante as quatro campanhas de Levantamento prévio da fauna.

Método	Local	Equipa.	Esforço amostral por campanha	Tempo (dias)	Horário
Armadilha Fotográfica	ADA	6	48 horas/ponto	5	8h - 11h (revisão)
Armadilhas Tomahawk	ADA	30	48 horas/ponto	6	8h - 11h (revisão) 15h - 18h (revisão)
Rede de Neblina	ADA	2	4 horas/quadrante/dia	6	19h - 21h
Busca Ativa	ADA	---	2 horas/dia	3	14h - 16h 19h - 21h
Transecto veicular	ADA	---	2 horas/dia	2	22h - 23h
Pitfall	ADA	6	24h/quadrante/dia	5	8h - 11h

Análise do Hábitat

As espécies de vertebrados encontradas na ADA e AID foram classificadas em Aquáticas, Terrestres, Arborícolas, Voadoras e Crípticas, de acordo com o uso geral do hábitat por cada umas delas, podendo ser classificada em mais de um dos hábitats. As

classificações foram determinadas pelo conhecimento das espécies e a partir de dados bibliográficos.

Análise Estatística

A partir da riqueza de espécies em cada quadrante amostrado, foram feitas curvas de suficiência amostral para cada grupo de fauna estudado (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos), no programa Past 3.14.

Utilizando a composição e abundância de espécies, fez-se os cálculos de índice de Diversidade de Shannon, Dominância e Equitabilidade para os grupos de vertebrados amostrados (peixes, anfíbios, répteis, mamíferos e aves) em cada quadrante (QA, QB, QC, QD, QE, QF e QG).

Foi testado à similaridade da composição de espécies entre os diferentes Quadrantes através de uma PERMANOVA, com 9999 permutações e distância de Bray Curtis, no programa Past 3.14. Para o teste cada estação amostrada foi utilizada como réplica, testando a similaridade dos pontos independente do período.

AMOSTRAGEM DE ORGANISMOS AQUÁTICOS NA ADA

As coletas de Fitoplâncton, Zooplâncton e Macroinvertebrados bentônicos foram realizadas em julho e setembro de 2015, referentes às estações inverno e primavera, janeiro e junho de 2016, referente às estações verão e outono, em dois cursos de água da Bacia do Arroio Maestra. Os pontos PO01 e PO02 fazem parte do mesmo curso d'água, localizado dentro da ADA no quadrante B. Os pontos PO03, PO04, PO05 e PO06 localizam-se em outro curso de água dentro da ADA no quadrante F (Tabela 31; PRANCHA 10B).

Tabela 31. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de Organismos aquáticos (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos).

Pontos de coleta	Quadrante	Metodologia	Coordenadas	
			Latitude	Longitude
PO01	B	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,101534	-51,172736
PO02	B	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,102549	-51,171714
PO03	F	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,102331	-51,167915
PO04	F	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,104055	-51,169625
PO05	F	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,105840	-51,169484
PO06	F	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,101350	-51,167451

Ressalta-se que a coleta de julho de 2016 foi realizada amostragem apenas no ponto PO06, o qual apresentou um volume de água suficiente para a amostragem. Nos demais pontos, em função do baixo volume, com uma lâmina d'água de menos de 5 cm, não foi possível realizar a coleta. Seguem imagens dos locais de coleta, que na maior parte do tempo ao longo do ano, apresentaram baixo volume de água, impossibilitando a realização das amostragens. Este fato fez com que as coletas e as programações dos campos se ajustassem aos períodos de maior precipitações.

Figura 214. Ponto de coleta P1, localizado no quadrante B.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 215. Ponto de coleta P2, localizado no quadrante B.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 216. Ponto de coleta P3, localizado no quadrante F.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 217. Ponto de coleta P4, localizado no quadrante F.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Amostragem de Fitoplâncton

Em cada ponto de coleta, a amostragem foi realizada através do arraste de rede de plâncton (25 µm) no sentido contrário ao fluxo da água durante quinze minutos. O material resultante foi fixado em formol 4%.

A análise semi-quantitativa do fitoplâncton foi realizada com base em subamostras de 1 mL, retiradas da amostra total (150 ml), contadas em câmara de Sedgewick-Rafter, com três repetições para cada amostra, conforme método descrito pela CETESB (NT.L5.303). A identificação dos gêneros encontrados foi realizada segundo BICUDO E MENEZES (2006) e FRANCESCHINI *et al.* (2010).

Os resultados são expressos em abundância relativa de cada gênero, calculada conforme a seguinte equação:

$$\%Spi = (Ni \times 100) / N$$

Onde:

Spi = gênero i

Ni = número de organismos do gênero i

N = número total de organismos na subamostra

A riqueza taxonômica (S) foi estimada por contagem do número de gêneros presente nas amostras. A diversidade das comunidades nos pontos amostrados foi estimada pelo Índice de Diversidade de Shannon (H'), conforme a equação abaixo:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Onde:

H'= índice de diversidade de Shannon

S = número de táxons

pi = proporção de indivíduos pertencentes ao táxon i

Δ = 0 - ∞

Os valores do índice de diversidade de Shannon variam, teoricamente, de zero (quando ocorre apenas um táxon) até o infinito e quanto maior o valor, maior a heterogeneidade da composição da comunidade. A sua interpretação correta como

critério de avaliação biológica depende da comparação dos seus valores entre ecossistemas que apresentem condições espaciais semelhantes.

Amostragem de Zooplâncton

Em cada ponto de coleta, a amostragem foi feita através do arraste de rede de plâncton (68 µm) no sentido contrário ao fluxo da água no corpo hídrico durante quinze minutos. O material coletado foi fixado em formol 4%.

Em laboratório, as amostras foram filtradas em recipiente com malha de 40 µm para concentração do zooplâncton. As análises semi-quantitativas do zooplâncton foram feitas por meio de subamostragens de 1 mL, contadas em câmara de Sedgewick-Rafter, com três repetições para cada amostra, conforme método descrito pela CETESB (NT.L5.304).

A estimativa do número total de indivíduos de cada táxon nas amostras foi realizada por meio da seguinte equação:

$$AR\ (\%) = (n \times 100) / N$$

Onde:

AR = abundância relativa (%)

N = nº de organismos de um determinado táxon

N = nº total de organismos

A identificação dos táxons foi realizada segundo PENNAK (1978), LOPRETTO e TELL (1995) e SOUZA (2008).

A riqueza taxonômica (S) foi estimada por contagem do número de táxons presente nas amostras. A diversidade das comunidades nos pontos amostrados foi estimada pelo Índice de Diversidade de Shannon (H'), conforme a equação abaixo:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Onde:

H'= índice de diversidade de Shannon

S = número de táxons

pi = proporção de indivíduos pertencentes ao táxon i

Δ = 0 - ∞

Os valores do índice de diversidade de Shannon variam, teoricamente, de zero (quando ocorre apenas um táxon) até o infinito e quanto maior o valor, maior a heterogeneidade da composição da comunidade. A sua interpretação correta como critério de avaliação biológica depende da comparação dos seus valores entre ecossistemas que apresentem condições espaciais semelhantes.

Amostragem de Macroinvertebrados bentônicos

As amostragens foram realizadas empregando o método *kick-sampling*, utilizando puçá (malha 0,5 mm). Em cada local de amostragem foram efetuadas coletas buscando avaliar os diferentes micro-habitats (corredeiras, remansos, margens, centro e abaixo da vegetação). O material obtido foi fixado em solução de etanol 70%. Posteriormente, foi realizada a lavagem do material coletado sobre peneira (malha 0,5 mm). Após a lavagem, o material coletado foi flotado em solução supersaturada de glicose com concentração de 250 g/L. O material sobrenadante foi filtrado com auxílio de peneira (malha 0,5 mm) e transferido para frascos contendo álcool 70%, previamente etiquetados, para posterior triagem. O material decantado foi armazenado nas mesmas condições. Após este procedimento, os animais coletados foram triados e identificados em placas de Petri, utilizando microscópio estereoscópio com aumento de 50 vezes.

A identificação dos táxons foi realizada segundo PENNAK (1978), LOPRETTO E TELL (1995), PÉREZ (1996), BUCKUP E BOND–BUCKUP (1999), FERNÁNDEZ E DOMÍNGUEZ (2001), BOUCHARD (2004), SALLES *et al*. (2004), PES *et al*. (2005), BENETTI et al. (2006), CALOR (2007), LECCI E FROHELICH (2007), MARIANO (2007), SOUZA et al. (2007), AZEVEDO E HAMADA (2008), PINHO (2008), MUGNAI et al. (2010) e SEGURA et al. (2011).

A riqueza taxonômica (S) foi estimada por contagem do número de táxons presente nas amostras. A diversidade das comunidades nos pontos amostrados foi estimada pelo Índice de Diversidade de Shannon (H'), conforme a equação abaixo:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Onde:

H'= índice de diversidade de Shannon

S = número de táxons

pi = proporção de indivíduos pertencentes ao táxon i

$\Delta = 0 - \infty$

Os valores do índice de diversidade de Shannon variam, teoricamente, de zero (quando ocorre apenas um táxon) até o infinito e quanto maior o valor, maior a heterogeneidade da composição da comunidade. A sua interpretação correta como critério de avaliação biológica depende da comparação dos seus valores entre ecossistemas que apresentem condições espaciais semelhantes.

DIAGNÓSTICO DA FAUNA NA AID

Amostragem de vertebrados

A área de influência direta (AID) do estudo da fauna equivale a 1343,81 hectares. Destes, foram selecionadas seis unidades amostrais (Quadriculas) com área de 2.500 m² cada, definidas por serem lindeiras ao empreendimento, por apresentarem um grau de preservação, levando em consideração os diferentes fatores dos ambientes físicos e bióticos, abrangendo todos os possíveis habitats dos grupos taxonômicos estudados, além da facilidade de acesso (PRANCHA 10C).

Após a determinação inicial das quadrículas com base nos requisitos gerais, realizaram-se saídas pilotos para conversa com moradores, além de verificação e confirmação das áreas que foram delimitadas, com uso de GPS de navegação.

A amostragem da fauna na AID do empreendimento foi realizada em quatro campanhas de amostragem nas seguintes datas:

- Primavera – 03/11/2015 a 10/11/2015 (mastofauna e herpetofauna); 23/11/2015 a 25/11/2015 e 09/12/2015 a 11/12/2015 (avifauna);
- Verão – 06/02/2016 a 17/02/2016 (mastofauna e herpetofauna); 02/02/2016 a 03/02/2016, 24/02/2016 a 26/02/2016 e 29/02/2016 (avifauna);
- Outono – 21/05/2016 a 29/05/2016 (mastofauna e herpetofauna); 16/05/2016 a 19/05/2016, 24/06/2016 e 27/06/2016 (avifauna);
- Inverno – 28/08/2016 a 05/09/2016 (mastofauna e herpetofauna), 24/08/2016 a 26/08/2016 e 14/09/2016 a 16/09 (avifauna).

O levantamento de dados primários da fauna na AID se deu nessas unidades amostrais (quadrículas), onde foram desenvolvidos apenas métodos qualitativos e que não envolvessem coleta e captura de indivíduos, tendo em vista a dificuldade de

aceitação dos moradores locais. Dessa forma o levantamento contemplou o inventariamento de vertebrados terrestres (anfíbios, aves, répteis e mamíferos), não sendo realizada amostragem de peixes. Para todos os grupos foram utilizados transectos, busca ativa e levantamento exaustivo ao longo de toda a unidade amostral, bem como registros ocasionais obtidos no deslocamento entre as unidades amostrais (Tabela 32).

Tabela 32. Coordenadas geográficas das unidades amostrais (quadriculas) da AID.

Grupo	Método	Local	Equipamentos	Esforço amostral por campanha	Tempo (dias)	Horário
Herpetofauna	Busca ativa	AID	---	2 horas/ quadricula/ dia	3	17h - 19h
Avifauna	Levantamento exaustivo (qualitativo)	AID	---	4 horas/ quadricula/ dia	6	7h - 11h
Mastofauna	Busca Ativa	AID	---	2 horas/ quadricula/ dia	3	13h -15h

Amostragem Complementar de Organismos Aquáticos na ADA e AID

Tendo em vista solicitação de complementação dos estudos realizados na primeira versão do Estudo de Impacto Ambiental apresentado ao órgão ambiental foi realizada nova amostragem na área de estudos.

Assim o presente estudo, objetiva descrever os aspectos ecológicos (riqueza, abundância e diversidade) e listar os táxons que compõem a comunidade fitoplanctônica, zooplanctônica e a macrofauna bentônica no arroio Maestra (Município de Caxias do Sul/RS).

As amostragens foram realizadas conforme Autorização para Manejo de Fauna Silvestre (AUTMFS Nº 00106/2019) de 06/12/2019 a 06/12/2020, sendo adotadas as mesmas metodologias do estudo anterior para esse estudo complementar. Os dados apresentados (ANEXO 18) correspondem a coleta realizada em 18/12/2019 (verão), 17/03/2020 (verão), 16/06/2020 (outono) e 25/08/2020 (inverno). O ponto PO07 pertencem ao curso d'água inserido no Quadrante A, dentro da ADA. Os pontos PO08, PO09, PO010 (Montante), PO011 (Jusante) e PO012 estão localizados na Área de Influência Direta. As coordenadas geográficas (Tabela 33; PRANCHA 10B) e imagens (Figura 218 a Figura 223) dos locais de coleta seguem abaixo.

Os resultados referentes as campanhas de verão/2020, outono/2020 e inverno/2020 foram apresentados através de relatórios trimestrais complementares juntados ao processo de acordo com as campanhas. Estes mesmos relatórios seguem compilados junto ao EIA e apensos junto ao ANEXO 18 em sua integralidade.

Tabela 33. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de fitoplâncton, zooplâncton e macrofauna bentônica na ADA e AID do empreendimento.

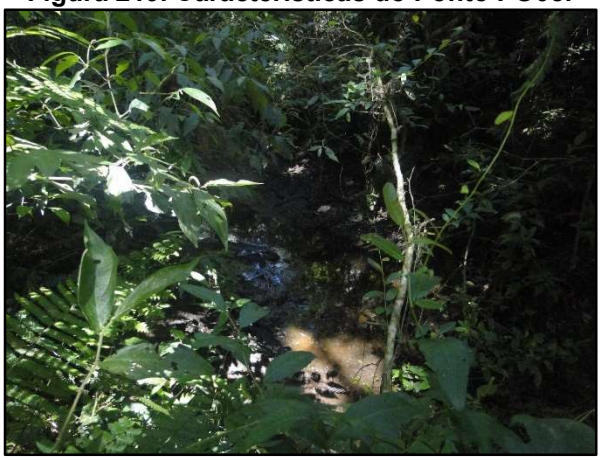
Pontos de coleta	Local	Área de influência	Metodologia	Coordenadas	
				latitude	longitude
PO07	Arroio A	ADA	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,103515	51,164554
PO08	Arroio A (Montante)	AID	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,102639	-51,162734
PO09	Arroio B (Montante)	AID	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	29,100249	-51,167231
PO10	Arroio A (Montante)	AID	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,101109	-51,173762
PO11	Arroio F (Jusante)	AID	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,11009	-51,169835
PO12	Arroio E	AID	Rede de arrasto (25 µm e 68 µm), puçá	-29,110224	-51,176356

Figura 218. Características do Ponto PO07.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 219. Características do Ponto PO08.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 220. Características do Ponto PO09.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 221. Características do Ponto PO10.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 222. Características do Ponto PO11.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 223. Características do Ponto PO12.



Fonte: Garden Projetos (2019).

DIAGNÓSTICO DA FAUNA NA AII

O Estado do Rio Grande do Sul possui uma riqueza extremamente significativa de espécies devido à variedade de habitas, situação geográfica e a transição entre áreas de floresta e de campos. Porém, devido a extensão do território estadual, essa riqueza de espécies tende a variar de região para região.

Devido ao porte do empreendimento, bem como a grande extensão de área que ele afetará, direta ou indiretamente, foram feitas também listas de ocorrência potencial para a fauna de vertebrados (peixes, anfíbios, aves, répteis e mamíferos) das espécies que ocorrem na Área de Influência Indireta – AII e região do empreendimento. Para a elaboração deste diagnóstico bibliográfico foram utilizados artigos e o acervo da Coleção Científica do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCT-PUCRS). Sendo utilizado para peixes Becker *et al.,* (2013), Malabarba (1989 e 2013), Malabarba *et al.,* (2010); para anfíbios Braun & Braun (1980), Kwet *et al.,* (2010) e Lema & Martins (2011); para répteis Lema, 2002 e Deiques *et al*., 2007; para avifauna Belton (1994) Ribeiro *et*

al., (2009), Silva (2006 e 2007); para mastofauna Bonvicino *et al.,* (2008), Gonsalves *et al.,* (2014), Pacheco & Marques. (2006) e Weber *et al.,* (2013)

b) CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS

As unidades amostrais são caracterizadas junto a descrição da metodologia adotada no item a) e sua similaridade discutida com base nos resultados obtidos pelo levantamento da fauna no item c)

c) RELAÇÃO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS

RELAÇÃO DE ESPÉCIES DA ADA

Ictiofauna

Durante o período de amostragem da ictiofauna, na ADA do empreendimento, que contemplou as estações primavera, verão, outono e inverno, foram registrados 1016 indivíduos, sendo 14 espécies, 7 famílias e 4 ordens (Tabela 34). Nenhuma das espécies encontradas está classificada como ameaçada de extinção pelas listas oficiais regional, nacional ou internacional (DECRETO nº 51.797/2014; PORTARIA MMA nº 445/2014; IUCN, 2017).

Tabela 34. Ictiofauna encontrada nas quatro estações de monitoramento na ADA.

Ordem **Família** ***Espécie***	**Nome popular**	**QA**	**QB**	**QF**	**Registro**	**Habitat**
CHARACIFORMES						
Characidae						
Astyanax eigenmanniorum	lambari	235	2	1	CV, PÇ, RD	AQU
Astyanax laticeps	lambari			45	CV, PÇ	AQU
Astyanax sp.1	lambari	15	11	17	PÇ, RD	AQU
Astyanax sp.2	lambari			17	PÇ	AQU
Diapoma spculiferum	lambari	15		14	RD, TR	AQU
Hyphessobrycon luetckenii	lambari	14	6	43	CV	AQU
Mimagoniates inequalis	lambari	86		58	CV, PÇ	AQU
Oligosarcus jenynsii	tambicu-branca			1	RD	AQU
CYPRINIFORMES						
Cyprinidae						
Cyprinus carpio [EX]	carpa	19			TR	AQU
Poeciliidae						
Phalloceros caudimaculatus	barrigudinho	400			CV, PÇ, TR	AQU

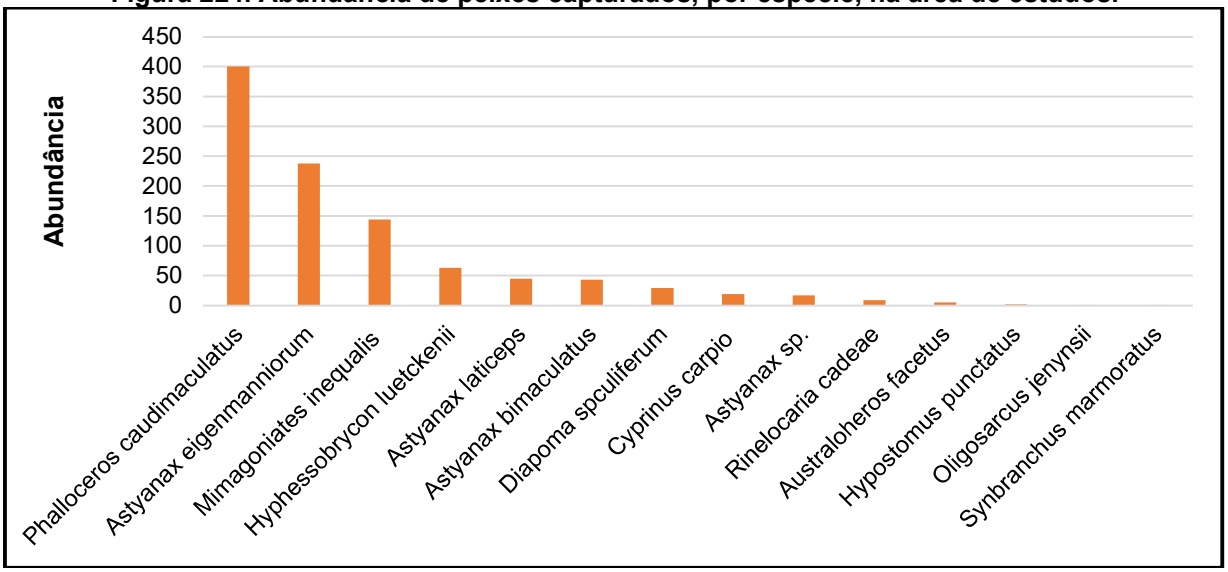
Ordem Família *Espécie*	Nome popular	QA	QB	QF	Registro	Habitat
SILURIFORMES						
Loricariidae						
Hypostomus cf. *commersoni*	cascudo-pintado		2		PÇ	AQU
Rinelocaria cadeae	viola	5	1	3	PÇ	AQU
LABRIFORMES						
Cichlidae						
Australoheros facetus	acará-peva	1		4	PÇ, TR	AQU
SYNBRANCHIFORMES						
Synbranchidae						
Synbranchus marmoratus	muçum			1	CV	AQU

Legenda: Q (Quadrante); Registro (CV= covo, PÇ= puçá, RD= rede de espera, TA= tarrafa); Habitat (ARB= arborícola, TER= terrícola, AQU= aquática, CRI= críptica); [EX]= espécie exótica.

Dentre as espécies de peixes registradas destacam-se *Phalloceros caudimaculatus* (Figura 228), capturada apenas no quadrante A, apresentando uma de abundância de 400 indivíduos e *Astyanax eigenmanniorum* capturada nos três quadrantes amostrados com abundância total de 238 indivíduos (Figura 224).

Ambas são espécies omnívoras de pequeno porte, estando *P. caudimaculatus* mais associada a campos alagados, banhados rios, e *A. eigenmanniorum* a lagoas e preferencialmente em hábitats próximos às desembocaduras de afluentes (BENNEMANN *et al*., 2005; MALABARBA *et al*., 2013).

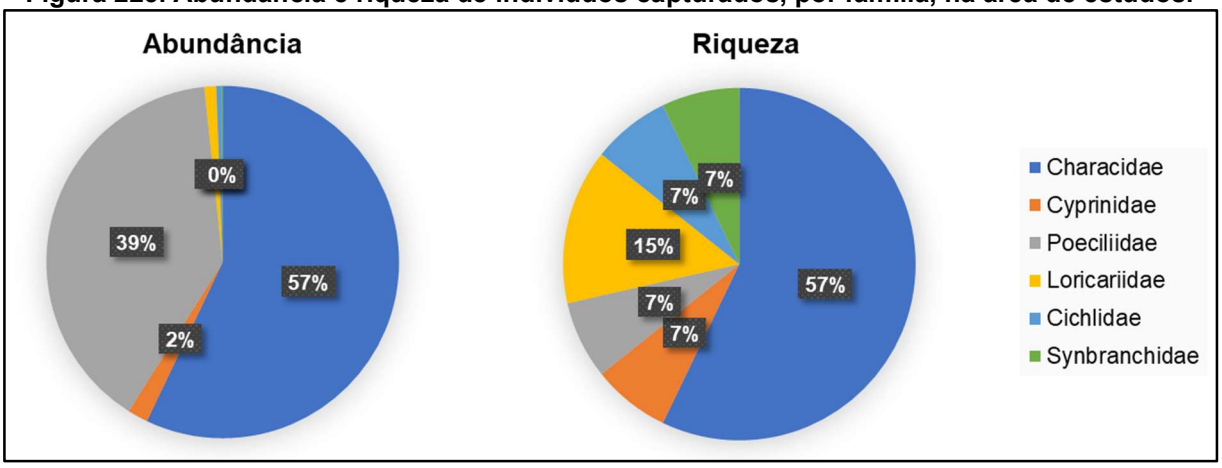
Figura 224. Abundância de peixes capturados, por espécie, na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2020).

A família Characidae foi a mais representativa, apresentando abundância de 57% (N = 580) e riqueza de 57% (N = 8) das espécies (Figura 225), visto que é uma família muito numerosa na região neotropical (OYAKAWA *et al.,* 2006).

Figura 225. Abundância e riqueza de indivíduos capturados, por família, na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Dentre as espécies de maior porte (que apresentam valor comercial) destacam-se *Oligosarcus jenynsii* (tambicu-branca) e a espécie exótica *Cyprinus carpio* (carpa). Essas espécies compõem uma ictiocenose comum capturada em pesca, e tem sido cada vez mais utilizada na alimentação, apresentando importância econômica (BIASSI *et al.,* 2017). As demais espécies são de pequeno porte, sem importância comercial para a alimentação humana.

Figura 226. *Astyanax* sp.1



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 227. *Hyphessoprycon luetkenii*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 228. *Phalloceros caudimaculatus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 229. *Australoheros facetus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 230. *Hypostomus* cf. *commersoni*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 231. *Rineloricaria cadeae*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Herpetofauna

Durante o período de amostragem da herpetofauna, na ADA do empreendimento, que contemplou as estações primavera, verão, outono e inverno, foram registrados 401 indivíduos, sendo 29 espécies (20 anfíbios e 9 répteis), 13 famílias e 5 ordens (Tabela 35). Tanto os répteis como os anfíbios não contam em nenhuma lista de espécie ameaçada (DECRETO nº 51.797/2014; PORTARIA MMA nº 445/2014; IUCN, 2017), no entanto, a espécie *Proceratophrys bigibbosa* é considerada quase ameaçada (NT) em nível global (IUCN, 2017).

As estações do ano que apresentaram maior riqueza e abundância de espécies foram primavera e verão. No outono e inverno os índices de ambas foram menores, já que esses animais evitam expor-se em condições climáticas mais extremas, visto que são animais ectotérmicos.

Tabela 35. Herpetofauna amostrada durante as quatro campanhas de amostragem na área diretamente afetada.

Ordem Família *Espécie*	Nome popular	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	Registro	Habitat
ANFÍBIOS										
ANURA										
Brachycephalidae										
Ischnocnema henselii	-					2			BA	TER
Bufonidae										
Rhinella henseli	sapo-comum	3				2			PT, BA	TER/AQU
Rhinella icterica	sapo-comum	10	4	5	13	5	14	3	PT, BA	TER/AQU
Hylidae										
Dendropsophus microps	perereca-das-árvores			1	1	4			BA	ARB/AQU
Dendropsophus minutus	pererequinha-do-brejo	5				7	5		BA	ARB/AQU
Boana faber	sapo-martelo	11			6		1		BA, OC	ARB/AQU
Boana pulchella	perereca-do-banhado	4							BA	ARB/AQU
Scinax fuscovarius	perereca				1	2			BA	ARB/AQU
Scinax cf. *granulatus*	perereca		1						BA	ARB/AQU
Scinax perereca	perereca						1		BA	ARB/AQU
Scinax squalirostris	perereca-nariguda				1				BA	ARB/AQU
Leptodactylidae										
Physalaemus cuvieri	rã-cachorro						4		BA	TER/AQU
Physalaemus gracilis	rã-chorona			8			11		PT, BA	TER/AQU
Physalaemus lisei	rã-espuma	2	1	6	4		4	12	PT, BA	TER/AQU
Pseudopaludicola falcipes	rã-das-pedras					5			BA	TER/AQU
Leptodactylus gracilis	rã-listrada			3					PT, BA	TER/AQU
Microhylidae										
Elachistocleis bicolor	sapo-guarda-de-duas-cores	1							BA	TER/AQU
Odontophynidae										
Proceratophrys bigibbosa	sapo-de-chifre	2	5	1		1			BA	TER/AQU
Ranidae										
Lithobates catesbeianus [EX]	rã-touro	137	9	5	3		12		PT, BA	AQU
GYMNOPHIONA										
Siphonopidae										
Siphonops paulensis	cobra-cega		1						BA	TER
RÉPTEIS										
TESTUDINATA										
Emydidae										
Trachemys dorbigni	tigre-d'água	2							BA	AQU
SQUAMATA										
Gekkonidae										
Hemidactylus mabouia [EX]	lagartixa-doméstica-tropical	3	1		2				BA	TER
Leiosauridae										

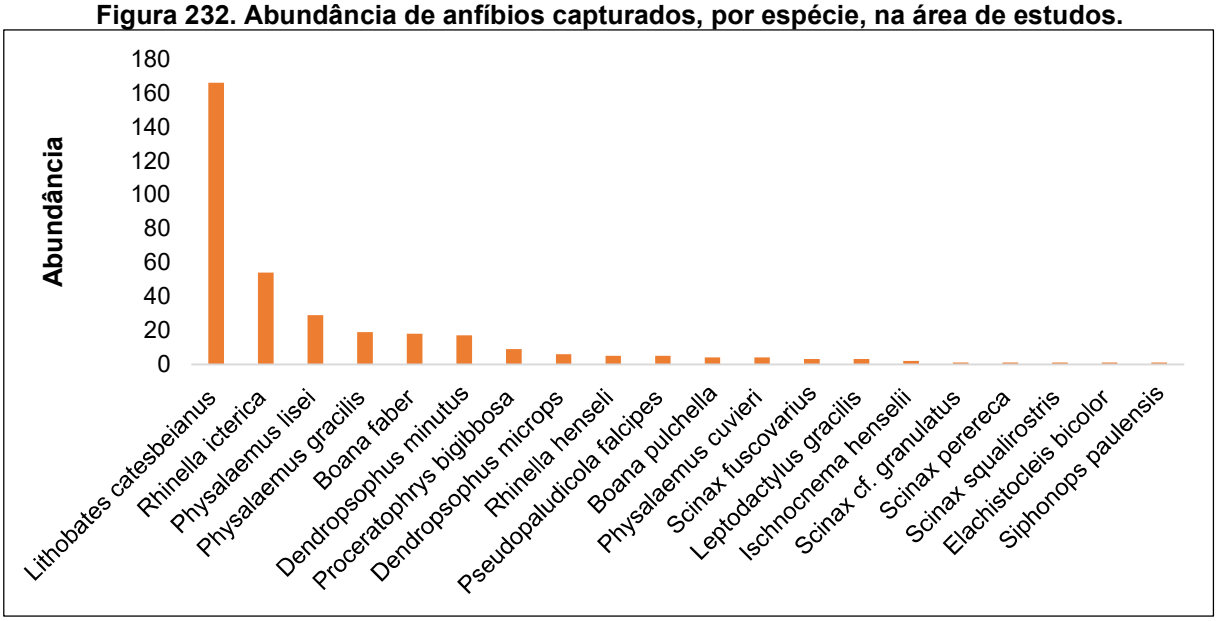
Ordem Família *Espécie*	Nome popular	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	Registro	Habitat
Anisolepis grilli	lagarto-das-uvas	3				2	1		BA, OC	ARB
Teiidae										
Salvator merianae	teiú	6	4	5	5	2	4		BA, AF, OC	TER
SERPENTES										
Dipsadidae										
Phalotris lemniscatus	cabeça-preta			1					BA	TER
Philodryas olfersii	cobra-verde	3							PT	TER
Erythrolamprus miliaris	cobra-lisa	2					1		BA	TER
Viperidae										
Bothrops alternatus	cruzeira, urutu				2				BA	TER
Bothrops jararaca	jararaca				1	1	1		BA	TER

Legenda: Q (Quadrante); Registro (BA= busca ativa, PT= pitfall trap, OC= ocasional, AF= armadilha fotográfica); Habitat (ARB= arborícola, TER= terrícola, AQU= aquática, CRI= críptica); [EX]= espécie exótica.

Com relação a abundância e distribuição sazonal de espécies, no grupo dos anfíbios a espécie exótica *Lithobates catesbeianus* e a espécie nativa *Rhinela icterica,* além de mais abundantes, 166 e 54 indivíduos respectivamente (Figura 232), foram encontradas em todas as campanhas realizadas, estando a espécie *L. catesbeianus* ausente apenas no quadrante G.

A espécie *L. catesbeianus* é uma espécie exótica invasora cuja presença causa alterações na estabilidade dos ecossistemas devido a uma série de fatores como: predação, competição, hibridização, e disseminação de doenças (CUNHA E DELARIVA, 2009). Por sua vez, *R. icterica* (Figura 236) é uma espécie abundante nas partes altas da serra e algumas áreas baixas do Estado, encontrando-se diversos espécimes à noite que habita tanto áreas naturais como ambientes antropizados (KWET *et al.,* 2010; LEMA E MARTINS, 2011; MANEYRO E CARREIRA, 2012).

Figura 232. Abundância de anfíbios capturados, por espécie, na área de estudos.

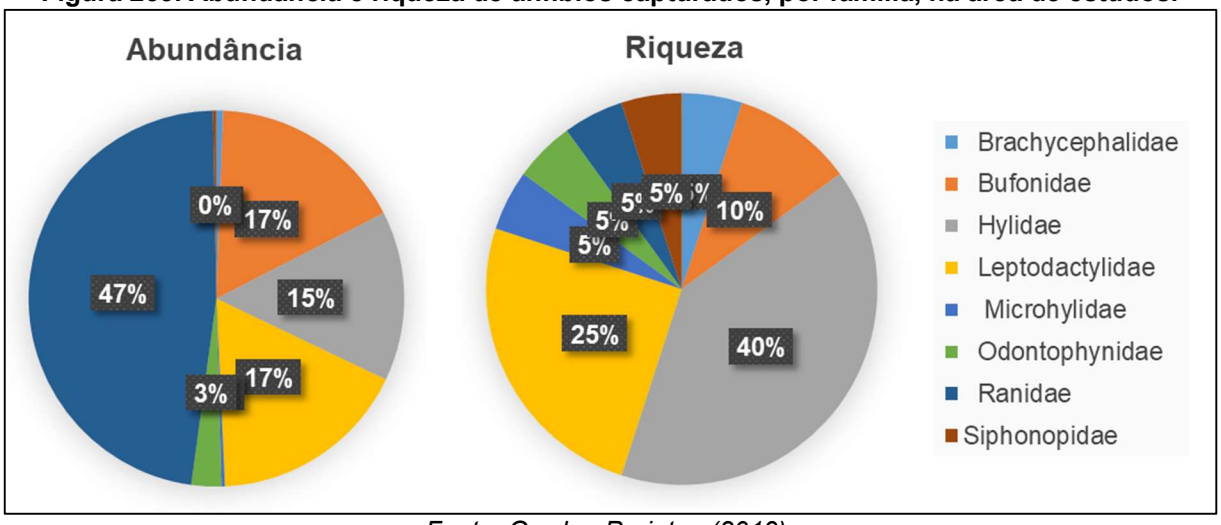


Fonte: Garden Projetos (2019).

A família Ranidae, representada pela espécie exótica *L. catesbeianus* foi a mais abundante na ADA, com 47% (N= 166). Já a família Hylidae foi a mais rica com 40% (N= 8), seguida da família Leptodactylidae que apresentou riqueza de 25% (N= 5) das espécies (Figura 233).

A família Hylidae compreende espécies adaptadas à vida arborícola (LEMA E MARTINS, 2011). Conforme DEIQUES *et al.,* (2007) o Rio Grande do Sul está dentro do maior centro de diversidade dessa família, podendo isso justificar a grande riqueza da mesma na área de estudos.

Figura 233. Abundância e riqueza de anfíbios capturados, por família, na área de estudos.



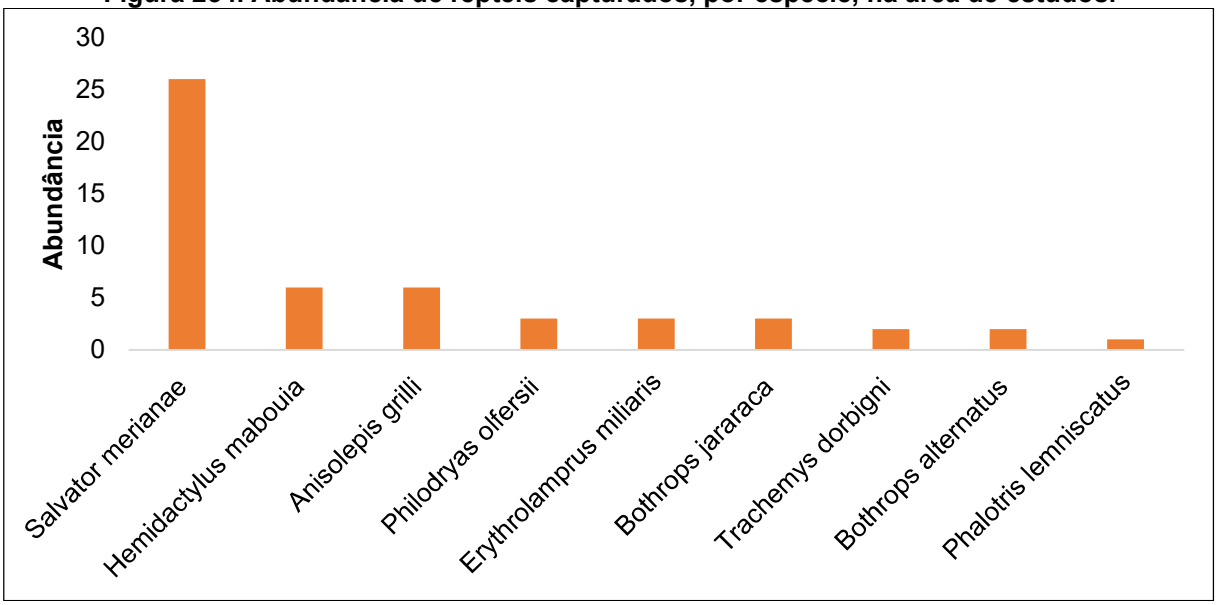
Fonte: Garden Projetos (2019).

Dentre as 20 espécies registradas, predominam aquelas que toleram alterações no ambiente natural como *R. icterica, Dendropsophus minutus, Boana faber, Boana pulchela, Scinax fuscovarius, Scinax granulatus, Scinax squalirostris. Physalaemus cuvieri, Physalaemus gracilis, Psudopaulodicula falcipes, Leptodactylus gracilis* e *Elachistocleis bicolor* (SILVANO *et al.,* 2010a; SILVANO *et al.,* 2010b; LAVILLA *et al.,* 2010; KWET *et al.,* 2004; AQUINO *et al.,* 2010a; SCOTT *et al.,* 2010; AQUINO *et al.,* 2010b; MIJARES *et al.,* 2010; LAVILLA *et al.,* 2004a; HEYER *et al.,* 2004 e LAVILA *et al.,* 2004b).

No entanto o local abriga ainda espécies como *Ischnocnema henselii Proceratophrys bigibbosa*, geralmente encontrada em locais mais conservados. Estando a ocorrência de *I. henselii* relacionada a ambientes florestais úmidos e *P. bigibbosa* associada a ambientas de riachos e rios pedregosos de águas limpas no interior de matas (KWET *et al*., 2010).

Dentre as espécies de répteis registradas, *Salvator merianae* (Figura 245) foi a mais abundante, sendo registrada em seis dos sete quadrantes da ADA, com uma de abundância de 26 indivíduos (Figura 234). Essa espécie, registrada apenas em duas campanhas, apresenta atividade sazonal bem demarcada, sendo visto apenas durante os meses de primavera e verão no Rio Grande do Sul, pois permanece inativa de abril a setembro (BORGES-MARTINS *et al.,* 2007).

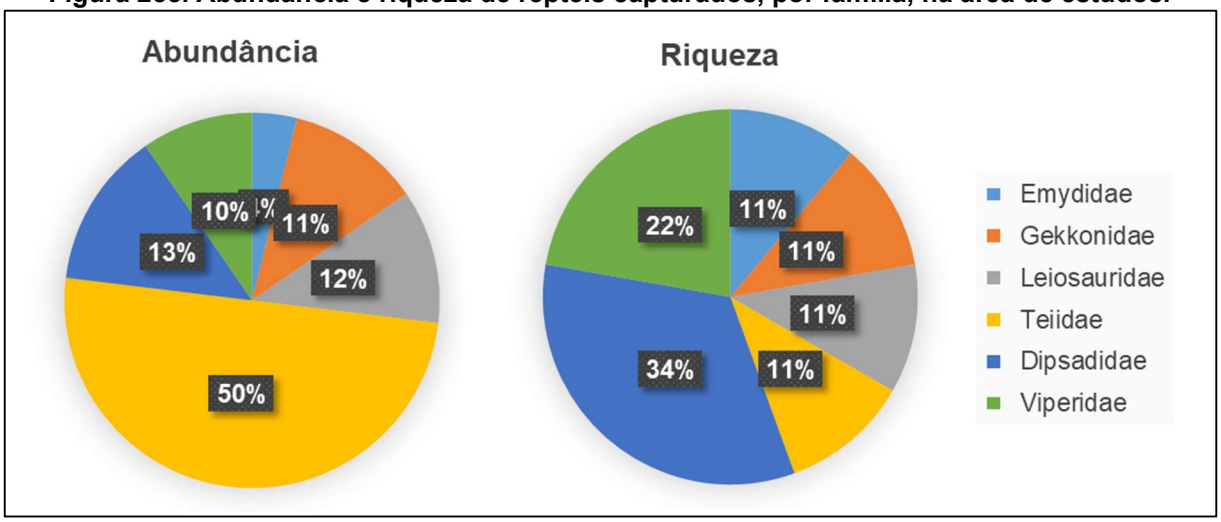
Figura 234. Abundância de répteis capturados, por espécie, na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A família Teidae foi a que apresentou maior abundância (50%) com 26 registros da espécie *S. merianae*, enquanto que a família Dipsadidae foi a que apresentou uma riqueza de 34% (N= 3) das espécies.

Figura 235. Abundância e riqueza de répteis capturados, por família, na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Em relação às serpentes, duas são peçonhentas e de interesse médico, as espécies *Bothrops alternatus* e *Bothrops jararaca*. Ambas são serpentes relativamente comum em naturais e ambientes antropizados, estando a primeira mais associada a ambientes abertos e a segunda a ambientes florestais. Em relação às demais, todas são espécies não-peçonhentas e bastante comuns na região.

Figura 236. *Rhinella icterica*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 237. *Boana faber*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 238. *Boana pulchella*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 239. *Physalaemus lisei*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 240. *Leptodactylus gracilis*.



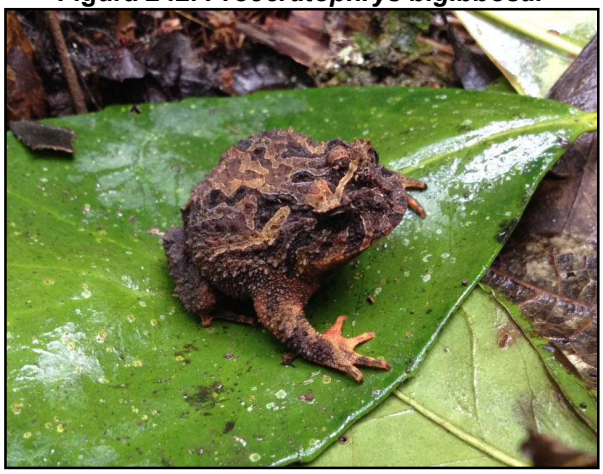
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 241. *Elachistocleis bicolor*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 242. *Proceratophrys bigibbosa*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 243. *Trachemys dorbigni*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 244. *Anisolepis grilli*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 245. *Salvator merianae*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 246. *Phalotris iheringi*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 247. *Phylodrias olfersii*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Avifauna

Com relação a avifauna, foram listadas 115 espécies, representando 19 ordens e 40 famílias na área de estudo (Tabela 36), das quais 464 indivíduos de 64 espécies foram registrados por meio da amostragem quantitativa de pontos de escuta. Dentre essas espécies destacam-se 22 consideradas endêmicas da Mata Atlântica endêmicas (PARKER *et al.,* 1996 e BORNSCHEIN E REINERT, 2000) e 15 migratórias (BENCKE, 2001).

Não foram encontradas espécies de aves ameaçadas de extinção de acordo com as listas nacional e regional (Portaria nº 444/2014 e Decreto nº 51.797/2014), no entanto, as espécies *Picumnus nebulosus* (Figura 257), *Piculus aurulentus*, *Leptostenura setaria* e *Cyanocorax caeruleus* são consideradas quase ameaçada (NT) em nível global (IUCN, 2016).

Tabela 36. Espécies de avifauna registradas durante as quatro campanhas de amostragem na área diretamente afetada.

Ordem Família *Espécie*	Nome popular	Diagnóstico								Registro	Habitat
		Qual	Quantitativo								
			QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG		
TINAMIFORMES											
Tinamidae											
Crypturellus obsoletus	inambuguaçu	X	2							AU	TER
GALLIFORMES											
Cracidae											
Penelope obscura	jacuguaçu	X								VI,AU	ARB
SULIFORMES											
Phalacrocoracidae											
Nannopterum brasilianus	biguá	X								SV	AQU
PELECANIFORMES											
Ardeidae											
Bubulcus ibis	garça-vaqueira	X								SV	TER
Syrigma sibilatrix	maria-faceira	X								VI	TER
Threskiornithidae											
Plegadis chihi	caraúna	X								VI	TER
Theristicus caudatus	curicaca	X								SV/VI,AU	TER
CATHARTIFORMES											
Cathartidae											
Coragyps atratus	urubu	X								VI,AU	TER,VOA
ACCIPITRIFORMES											
Accipitridae											
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	X						2		VI,AU	ARB
GRUIFORMES											
Rallidae											
Aramides saracura [E]	saracura-do-mato	X								VI,AU	TER
Gallinula galeata	frango-d'água	X								VI	AQU,TER
CHARADRIIFORMES											
Charadriidae											
Vanellus chilensis	quero-quero	X	5					1		VI,AU	TER
COLUMBIFORMES											
Columbridae											
Columbina talpacoti	rolinha	X	2							VI,AU	ARB
Patagioenas picazuro	asa-branca	X								VI	ARB
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	X	4				1	7		VI,AU	TER,ARB
CUCULIFORMES											
Cuculidae											
Piaya cayana	alma-de-gato	X								VI	ARB

Ordem Família *Espécie*	Nome popular	Diagnóstico								Registro	Habitat
		Qual	Quantitativo								
			QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG		
Guira guira	anu-branco	X								VI,AU	TER
STRIGIFORMES											
Stringidae											
Asio stygius	mocho-diabo	X								VI	ARB
CAPRIMULGIFORMES											
Caprimulgidae											
Hydropsalis longirostris	bacurau-da-telha	vi								VI	TER
APODIFORMES											
Apodidae											
Chaetura meridionalis M	andorinhão-do-temporal	X								VI,AU	VOA
Trochillinae											
Stephanoxis loddigesii E	beija-flor-de-topete-azul	X								VI	ARB
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	X								VI	ARB
Leucochloris albicollis E	beija-flor-do-papo-branco	X	1					7		VI,AU	ARB
Calliphlox amethystina	estrelinha-ametista	X								VI,AU	ARB
TROGONIFORMES											
Trogonidae											
Trogon surrucura E	surucuá-variado	X				1	2	1		VI,AU	ARB
CORACIIFORMES											
Alcedinidae											
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande	X								VI	ARB
Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	X								VI	ARB
PICIFORMES											
Ramphastidae											
Ramphastos dicolorus E	tucano-do-bico-verde	X			1					VI,AU	ARB
Picidae											
Picumnus nebulosus	picapauzinho-carijó	X								VI	ARB
Veniliornis spilogaster E	picapauzinho-verde-carijó	X	2				1			VI,AU	ARB
Piculus aurulentus E	pica-pau-dourado	X					3			VI,AU	ARB
Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	X	6							VI,AU	TER
Celeus flavescens	pica-pau-de-cabeça-amarela		1			1		1		VI,AU	ARB
FALCONIFORMES											
Falconidae											
Caracara plancus	carcará	X								VI,SV	TER
Milvago chimachima	carrapateiro	X								VI,AU	TER,ARB
Milvago chimango	chimango	X								VI,AU	TER,ARB
PSITTACIFORMES											
Psittacidae											

Ordem Família *Espécie*	Nome popular	Diagnóstico								Registro	Habitat
		Qual	Quantitativo								
			QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG		
Pyrrhura frontalis	tiriba	X								SV	ARB
PASSERIFORMES											
Thamnophilidae											
Thamnophilus ruficapillus	choca-de-chapéu-vermelho	X						1		AU	ARB
Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata	X	2	2		2	1			VI,AU	ARB
Mackenziaena leachii E	borralha-assobiadora		1								ARB
Conopophagidae											
Conopophaga lineata E	chupa-dente	X				1	1	1	1	VI,AU	ARB
Dendrocolaptidae											
Xiphorhynchus fuscus E	arapaçu-rajado	X				2	1			VI,AU	ARB
Sittasomus griseicapillus	arapaçú-verde	X	4	3	3	4	3			VI,AU	ARB
Lepidocolaptes falcinellus	arapaçu-escamoso-do-sul	X	1		1	2	1			VI,AU	ARB
Dendrocolaptes platyrostris	arapaçu-grande	X		1		1	3			VI,AU	ARB
Furnaridae											
Furnarius rufus	joão-de-barro	X								VI,AU	TER
Lochmias nematura	joão-porca	X		1						VI,AU	TER
Heliobletus contaminatus E	trepadorzinho	X								VI,AU	ARB
Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete	X		1						VI,AU	ARB
Leptasthenura setaria E	grimpeiro	X					1			VI,AU	ARB
Synallaxis ruficapilla E	pichororé	X				1		1		VI,AU	ARB
Synallaxis cinerascens	pi-puí	X								VI,AU	ARB
Synallaxis spixi	joão-teneném	X	2					6		VI,AU	ARB
Cranioleuca obsoleta E	arredio-oliváceo	X				2		2		VI,AU	ARB
Pipridae											
Chiroxiphia caudata E	tangará	X				6	7	1		VI,AU	ARB
Schiffornis virescens	flautim	X								AU	ARB
Tityridae											
Pachyramphus polychopterus M,	caneleiro-preto	X			1	3	1			AU	ARB
Platyrinchidae											
Platyrinchus mystaceus	patinho	X		1			1			VI,AU	ARB
Phylloscartes ventralis	borboletinha-do-mato	X				1				VI,AU	ARB
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	X	1	2	1	2				VI,AU	ARB
Poecilotriccus plumbeiceps	tororó	X						2		VI,AU	ARB
Tyrannidae											
Hirundinea ferruginea M	gibão-de-couro	X								VI	ARB
Camptostoma obsoletum	risadinha	X					3			VI,AU	ARB
Elaenia parvirostris M	tuque-pium	X	1					3		VI,AU	ARB
Elaenia mesoleuca M	tuque	X	2		1	2	1	2		VI,AU	ARB
Phyllomyias fasciatus M	piolhinho	X								VI,AU	ARB
Serpophaga subcristata	alegrinho	X	3							VI,AU	ARB

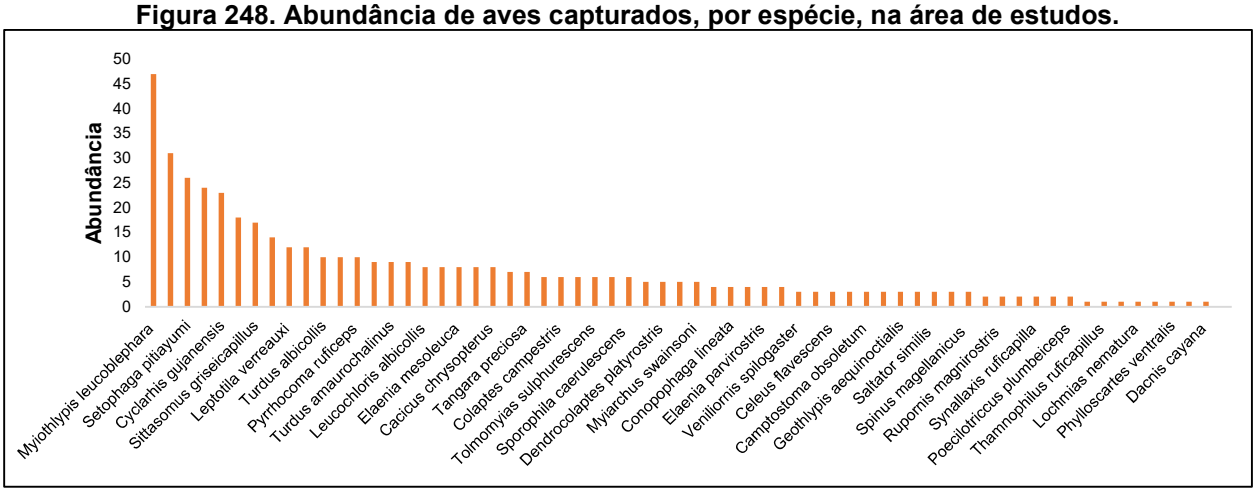
Ordem Família *Espécie*	Nome popular	Diagnóstico								Registro	Habitat
		Qual	Quantitativo								
			QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG		
Myiarchus swainsoni [M]	irré	X					1	4		VI,AU	ARB
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	X	2			2	2	2		VI,AU	TER,ARB
Myiodynastes maculatus [M]	bem-te-vi-rajado	X								VI,AU	ARB
Tyrannus melancholicus [M]	suiriri	X	1					5		VI,AU	ARB
Tyrannus savana [M]	tesourinha	X								VI	ARB
Empidonomus varius [M]	peitica	X								VI,AU	ARB
Lathrotriccus euleri [M]	enferrujado	X								AU	ARB
Knipolegus cyanirostris	maria-preta-de-bico-azulado	X								VI	TER,ARB
Satrapa icterophrys	suiriri-pequeno	X								VI	TER
Vireonidae											
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	X	6		3	2	3	5	4	VI,AU	ARB
Hylophilus poicilotis	verdinho-coroado	X								VI	ARB
Vireo chivi [M]	juruviara-boreal	X	4	2			2	4		VI,AU	ARB
Corvidae											
Cyanocorax caeruleus [E]	gralha-azul	X								VI,AU	ARB
Hirundinidae											
Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa	X								VI	VOA
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	X								VI	VOA
Progne chalybea [M]	andorinha-grande	X								VI	VOA
Tachycineta leucorrhoa	andorinha-de-sobre-branco	X								VI	VOA
Troglodytidae											
Troglodytes musculus	corruíra	X	4					5		VI,AU	TER,ARB
Turdidae											
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	X	3	1	2	2	3	5	2	VI,AU	TER,ARB
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	X	2			1	3	3		VI,AU	TER,ARB
Turdus subalaris [M, E]	sabiá-ferreiro	X								VI,AU	ARB
Turdus albicollis	sabiá-coleira	X	3		1	1	4	1		VI,AU	ARB
Mimidae											
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	X								VI,AU	ARB
Passerellidae											
Zonotrichia capensis	tico-tico	X	17			1	1	4	1	VI,AU	TER,ARB
Parulidae											
Setophaga pitiayumi	mariquita	X	3	2	1	3	4	11	2	VI,AU	ARB
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	X						3		VI,AU	ARB
Basileuterus culicivorus	pula-pula	X	9	7	2	5	2	2	4	VI,AU	ARB
Myiothlypis leucoblephara [E]	pula-pula-assobiador	X	7	8	6	8	7	5	6	VI,AU	ARB

Ordem Família *Espécie*	Nome popular	Diagnóstico								Registro	Habitat
		Qual	Quantitativo								
			QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG		
Icteridae											
Cacicus chrysopterus	japuíra	X	1	1			1	5		VI,AU	ARB
Molothrus bonariensis	chupim	X								VI	TER
Thraupidae											
Pipraeidea melanonota	saíra-viúva	X	1							VI,AU	ARB
Tangara sayaca	sanhaço-cinzento	X								VI	ARB
Tangara preciosa	saíra-preciosa	X		2	1	1	3			VI,AU	ARB
Sicalis flaveola	canário-da-terra	X	9							VI,AU	TER
Volatinia jacarina	tiziu	X	2					1		VI,AU	TER,ARB
Tachyphonus coronatus [E]	tiê-preto	X	2				1		1	VI,AU	ARB
Tersina viridis [M]	saí-andorinha	X								VI	ARB
Dacnis cayana	saí-azul	X	1							VI	ARB
Coereba flaveola	cambacica	X								VI,AU	ARB
Sporophila caerulescens	coleirinho	X	5					1		VI,AU	ARB
Saltator similis	trinca-ferro-verdadeiro	X						3		VI,AU	ARB
Poospiza nigrorufa	quem-te-vestiu	X								VI,AU	ARB
Poospiza thoracica [E]	peito-pinhão	X						3		VI	ARB
Microspingus cabanisi [E]	quete-do-sul	X	4				3	1	2	VI,AU	ARB
Pyrrhocoma ruficeps [E]	cabecinha-castanha	X				1		8	1	VI,AU	ARB
Cardinalidae											
Cyanoloxia glaucocaerulea	azulinho	X								VI	ARB
Fringillidae											
Spinus magellanicus	pintassilgo	X	3							VI,AU	ARB
Chlorophonia cyanea	gaturamo-bandeira	X								VI	ARB

Legenda: QUAL= Diagnóstico Qualitativo; Registro (AU= auditivo, VI= visual, SV= sobrevoante); Habitat (ARB= arborícola, TER= terrícola, AQU= aquática, VOA= voadora); [M]= migratória; [E]= endêmica.

Considerando a amostragem quantitativa dos sete quadrantes da ADA, *Myiothlypis leucoblephara* foi a espécie mais abundante (Figura 248), apresentando um IPA= 3,61, seguida das espécies *Basileuterus culicivorus*, IPA= 2,38 e *Setophaga pitiayumi* (Figura 266), IPA= 2. Essas três espécies fazem parte da família Parulidae que apresentou maior taxa de abundância nos quadrantes da ADA com 23% (N=107) dos indivíduos registrados.

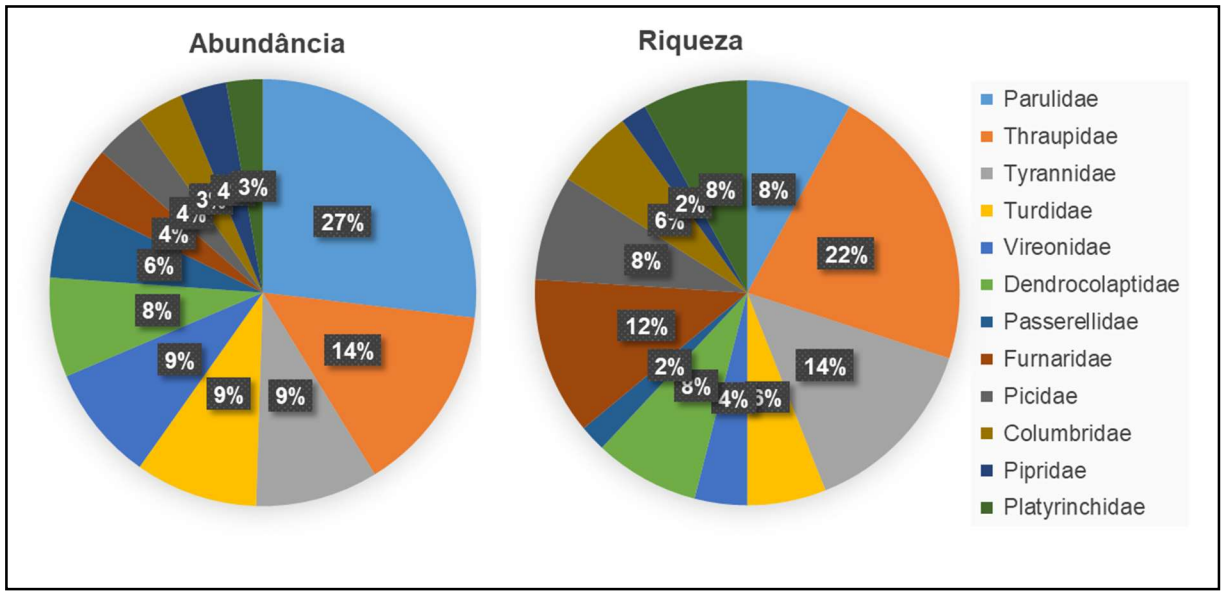
Figura 248. Abundância de aves capturados, por espécie, na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Das 24 famílias registradas na análise quantitativa da avifauna, Thraupidae foi a mais rica correspondendo a 17% (N= 11) das espécies levantadas (Figura 249), seguida da família Tyrannidae com 11% (N= 7). Estas duas famílias estão entre aquelas de maior representatividade na região neotropical, ocorrendo em grande variedade de ambientes e com muitas espécies que apresentam características comportamentais que favorecem a participação em bandos mistos (SICK, 1997).

Figura 249. Abundância e riqueza das dez famílias de aves mais representativas diagnosticadas na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Considerando todas as 115 espécies registradas, a avifauna na área do empreendimento está organizada em alta (n=3), média (n=41) e baixa (n=71) sensibilidade a perturbações ambientais conforme Parker III *et al*. (1996). Dentre essas

espécies, 69,56% (n=80) foram classificadas com base na literatura (SICK, 1997; ZURITA *et al.,* 2006; VOLPATO *et al.,* 2010; VALLS *et al.,* 2016) como floresta-generalistas, tendo em vista sua capacidade de utilizar diferentes habitats. Esse resultado demonstra que na área do empreendimento predominam espécies capazes de resistir às alterações ambientais, tais como a perda, o isolamento e a degradação da floresta. Um reflexo da urbanização crescente que pode alterar a composição da avifauna, sobretudo de especialistas de habitat e daquelas que necessitam de grandes áreas de habitat intacto (CHACE E WALSH, 2006; MCKINNEY, 2006).

Contudo a presença de espécies com alta sensibilidade (*Xiphorhynchus fuscus, Lepidocolaptes falcinellus* e *Heliobletus contaminatus)* espécies classificadas como quase ameaçadas (*P. nebulosus*, *P. aurulentus*, *L. setaria* e *C. caeruleus*) bem como de espécies dependentes de áreas florestais pode ser considerado um indicativo de que as áreas de mata do empreendimento, ainda podem prover recursos necessários a algumas espécies com hábitos mais exigentes.

Figura 250. *Rupornis magnirostris.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 251. *Gallinula galeata.*



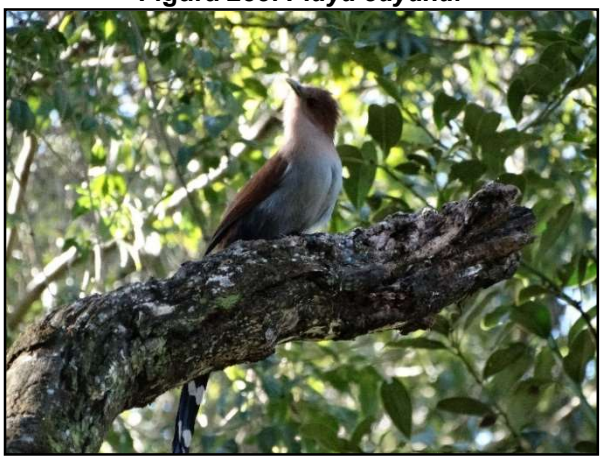
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 252. *Patagoenas picazuro.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 253. *Piaya cayana*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 254.*Asio stygius*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 255. *Hydropsalis longirostris*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 256. *Trogon surrucura*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 257. *Picumnus nebulosus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 258. *Veniliornis spilogaster*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 259. *Milvago chimachima*.



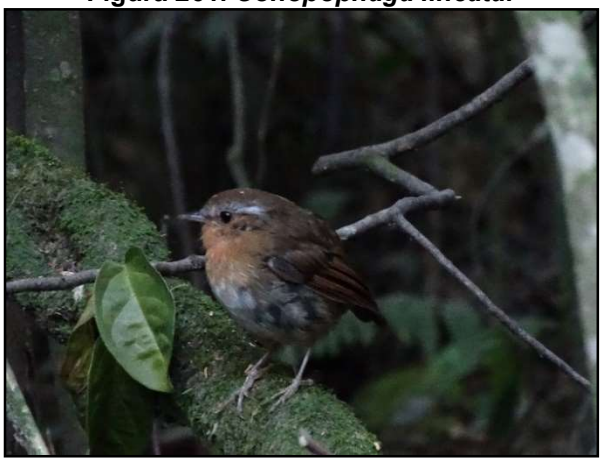
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 260. *Thamnophilus caerulescens.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 261. *Conopophaga lineata*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 262. *Dendrocolapte platyrostris*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 263. *Chiroxiphia caudata*.



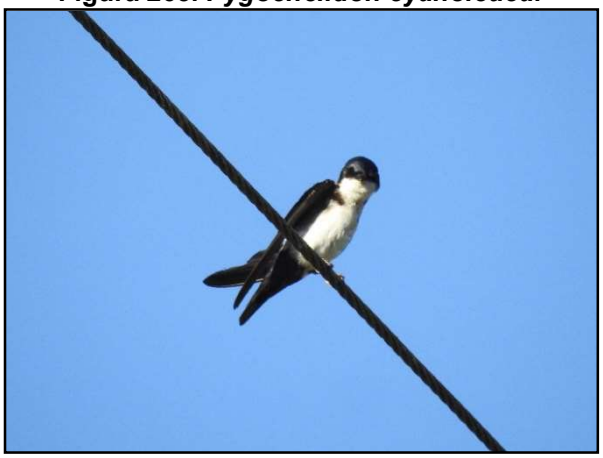
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 264. *Serpophaga subcristata.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 265. *Pygochelidon cyanoleuca*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 266. *Setophaga pitiayumi.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 267. *Poospiza thoracica*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Mastofauna

Durante o período de amostragem da mastofauna, na ADA do empreendimento, foram registrados 555 indivíduos, sendo 28 espécies, 18 famílias e 8 ordens (Tabela 37).

Em meio as espécies registradas, 05 são classificadas como vulneráveis a extinção em uma ou mais das listas de espécies da fauna ameaçada, avaliadas (Decreto n° 51797/2014; Portaria nº 444/2014; IUCN, 2016) e uma é avaliada como quase ameaçada pela IUCN (*Dasypus hybridus*). As espécies *Tamandua tetradactyla*, *Leopardus pardalis* e *Dasyprocta azarae* constam como vulneráveis apenas na lista regional, já *Alouatta guariba clamitans* é considerada vulnerável tanto pela lista regional como nacional e por sua vez *Leopardus guttulus* é citada nas três listas avaliadas.

Ressalta-se ainda que existem três espécies do gênero *Mazama* que ocorrem na região do empreendimento (*M. americana, M. gouazoubira e M. nana*), sendo duas

delas consideradas vulneráveis, *M. mazama* a nível estadual e *M. nana* a nível estadual e nacional.

Tabela 37. Espécies de mamíferos encontrados durante as quatro campanhas de amostragem na área diretamente afetada.

Ordem Família Espécie	Nome popular	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	Registro	Habitat
DIDELPHIMORPHIA										
Didelphidae										
Didelphis albiventris	gambá-de-orelha-branca	0	0	0	7	5	5	0	BA,AF,LT	ARB,TER
Monodelphis dimidiata	cuíca	1	1	0	0	0	1	0	PT,LT	TER
PILOSA										
Myrmecophagidae										
Tamandua tetradactyla	tamandua-mirim	0	0	0	0	0	1	0	BA	ARB,TER
CINGULATA										
Dasypodidae										
Dasypus hybridus	tatu-mulita	5	0	0	13	3	6	0	BA	TER
Dasypus novemcinctus	tatu-galinha	10	8	8	18	15	9	0	BA,OC	TER
ARTIODACTYLA										
Cervidae										
Mazama sp.	veado	0	0	1	1	0	0	0	BA	TER
PRIMATES										
Atelidae										
Alouatta guariba clamitans	bugio-ruivo	0	0	0	0	1	0	0	BA	ARB
CARNIVORA										
Canidae										
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato	2	0	0	12	5	7	0	AF,BA	TER
Felidae										
Leopardus pardalis	jaguatirica	0	1	1	0	0	0	0	BA	TER
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	0	0	0	2	1	1	0	BA,OC	ARB,TER
Procyonidae										
Procyon cancrivorus	mão-pelada	1	1	0	0	2	1	0	BA	ARB,TER
CHIROPTERA										
Molossidae										
Molossus molossus	morcego-cauda-grossa	9	16	4	13	10	16	0	RN	VOA
Vespertilionidae										
Myotis ruber	morcego-vermelho	0	0	0	0	0	6	0	RN	VOA
LAGOMORPHA										
Leporidae										
Lepus europaeus [EX]	lebre	0	1	2	0	3	1	0	BA	TER
RODENTIA										
Caviidae										
Cavia aperea	preá	7	0	3	4	0	0	0	BA,AF,OC	TER

Ordem Família Espécie	Nome popular	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	Registro	Habitat
Cricetidae										
Akodon azarae	rato-do-chão	1	0	0	15	0	7	0	PT	TER
Akodon cf. *azarae*	rato-do-chão	0	0	0	1	2	1	1	PT	TER
Akodon cursor	rato-da-grama	6	0	0	15	7	9	0	PT	TER
Akodon sp.	rato-do-chão	3	1	7	0	0	8	0	PT	TER
Oryzomys flavescens	rato-do-arroz	3	0	0	0	1	0	1	PT,LT	AQU,TER
Oxymyterus judex	rato-do-brejo	0	0	0	0	0	5	0	PT,LT	ARB,TER
Sooretamys angouya	rato-do-mato	0	0	0	0	0	1	0	PT	TER
Holochilus brasiliensis	rato-d'água	0	0	0	0	0	0	1	PT	TER
Muridae										
Mus musculus [EX]	camundongo	29	6	25	23	30	34	32	BA,PT,LT	TER
Dasyproctidae										
Dasyprocta azarae	cutia	1	1	0	5	4	5	0	BA,OC	TER
Echimyidae										
Myocastor coypus	ratão-do-banhado	1	0	0	0	1	1	0	BA	AQU,TER
Erethizontidae										
Coendus villosus	ouriço-caixeiro	0	0	0	0	1	0	0	BA	ARB
Sciuridae										
Guerlinguetus ingrami	serelepe	7	0	2	0	0	0	0	BA	ARB

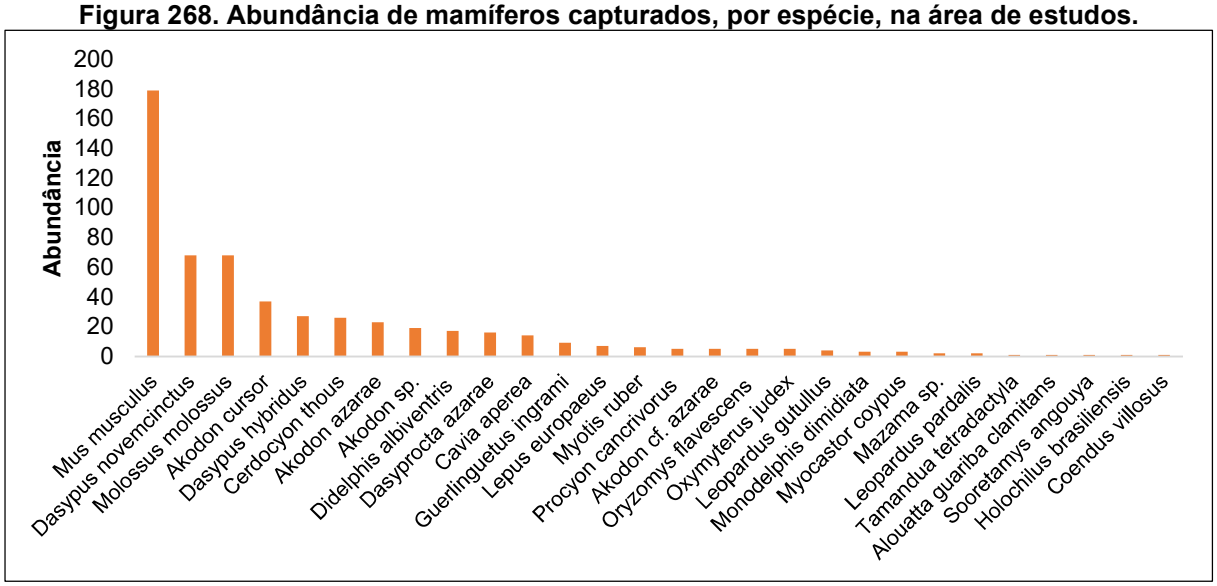
Legenda: Q (Quadrante); Registro (BA= busca ativa, PT= *pitfall trap*, OC= ocasional, AF= armadilha fotográfica, RN= rede de neblina, LT= *live trap*); Habitat (ARB= arborícola, TER= terrícola, AQU= aquática, CRI= críptica, VOA= voadora); [EX]= espécie exótica.

A espécie exótica *Mus musculus* foi a que apresentou maior abundância (N= 179) dentre as espécies de mamíferos registradas na ADA, capturada nos sete quadrantes amostrados, seguida das espécies nativas *Dasypus novemcinctus* e *Molossus molossus,* ambas com registro de 68 indivíduos (Figura 268).

O roedor exótico *M. musculus* (Figura 281) é a espécie que atinge maior nível de dispersão, sendo encontrado praticamente em todas as regiões geográficas e climáticas do planeta. São animais que possuem o hábito de explorar ativa e minuciosamente o ambiente em que vivem (neófilos), podendo trazendo sérios problemas de contaminação de alimentos em despensas e depósitos em geral (BRASIL, 2002).

A espécie *D. novemcintus* (Figura 272) tem ampla distribuição, ocorrendo predominante em áreas florestadas, sendo tolerante a habitats alterados (ANACLETO, 2013). Já *M. molossus* (Figura 278) é muito comum no sul do Brasil, podendo ser encontrada tanto em em ocos de árvores como em forros e frestas de edificações humanas (FREITAS E QUINTELA, 2014).

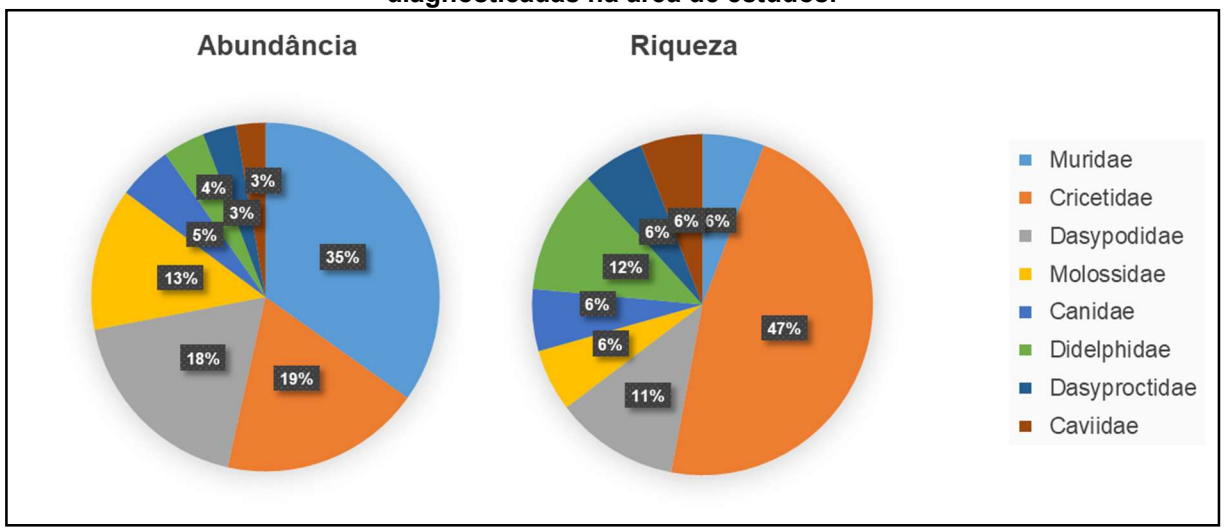
Figura 268. Abundância de mamíferos capturados, por espécie, na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

As famílias Muridae (35%, N= 1), Cricetidae (19%, N= 8) e Dasypodidae (18%, N= 2) foram a mais representativas em termos de abundância de indivíduos e riqueza de espécies (Figura 269).

Figura 269. Abundância e riqueza das oito famílias de mamíferos mais representativas diagnosticadas na área de estudos.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Considerando as quatro espécies ameaçadas registradas na ADA três (*A. g. clamitans, L. guttulus* e *L. pardalis*) foram registradas indiretamente por vestígios como fezes e pegadas e duas por meio de registro direto (*Tamandua tetradactyla* e *Dasyprocta azarae*).

A espécie arborícola *T. tetradactyla* (Figura 271) que utiliza tanto florestas como áreas de campo, foi encontrada no Quadrante A, próximo ao açude artificial situado na porção norte do Quadrante F, com ferimentos de briga com cachorro-doméstico. Dentre as principais ameaças a essa espécie destacam-se atropelamentos ao longo de estradas, destruição de habitats, ataques de cães domésticos e caça (CORRÊA *et al.,* 2014).

O primata *A. g. clamitans* registrado apenas no Quadrante D, durante a primavera, apesar de apresentar uma ampla distribuição geográfica e ocorrer em diversos hábitats florestais (BICCA-MARQUES *et al.,* 2015), sendo altamente suscetível à febre amarela, a fragmentação e conversão de seus habitats naturais.

Os felinos *L. pardalis* (registrado em QB e QC) e *L. guttulus* (registrado em QD, QF e QG) são muito associados a ambientes florestais, estando restritos a áreas com esse tipo de formação vegetal. Ambas são ameaçadas principalmente destruição, aletação e fragmentação de habitat, estando *L. guttulus* (Figura 275) também ameaçada pela incidência de atropelamentos (KASPER *et al.,* 2014).

Registrada em cinco dos sete quadrantes a espécie *D. azarae* (Figura 282), apesar de relativamente comum nas áreas onde ainda há mata, conforme FERNANDES *et al.,* (2014), sofrem preção da caça que aliada a redução cada vez maior das florestas, as levou a fazer parte da lista das espécies da fauna ameaçada de extinção do Rio Grande do Sul como vulnerável.

Figura 270. *Monodelphis dimidiata.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 271. *Tamandua tetradactyla*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 272. *Dasypus novemcintos*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 273. Vestígio de *Mazama* sp.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 274. *Cerdocyon thous*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 275. *Leopardus guttulus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 276. Vestígio de *Procyon cancrivorous*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 277. *Lepus europaeus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 278. *Molossus molossus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 279. *Myotis ruber*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 280. *Akodon cursor*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 281. *Mus musculus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 282. *Dasyprocta azarae*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 283. *Coendus villosus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

DISCUSSÃO GERAL DA FAUNA DE VERTEBRADOS

A diversidade foi maior no quadrante E (3,694), seguido do F (3,621), D (3,424), B (3,129), C (2,957), A (2,583) e por fim G (2,007). A análise da permanova encontrou

diferença apenas entre o quadrante G para A (p = 0,0295) e para F (p = 0,028). A e F são quadrantes que apresentam recursos hídricos e por isso apresentam uma maior riqueza de espécies. O quadrante A, possivelmente por ser mais heterogêneo, ou seja, por apresentar maior quantidade de hábitats para a fauna. Em contrapartida, o quadrante G, por ser o menos diverso (2,007), menos rico (16), com maior dominância (23%), menos heterogêneo e que sofre maior pressão da atual mineração (Tabela 38).

A partir disso, nota-se que caso ocorra a ampliação da lavra e a intervenção no local, os quadrantes A, B e F, requerem diferentes procedimentos de resgate de fauna durante uma futura intervenção, que contemplem também a fauna íctica, visto que esses quadrantes apresentam maior quantidade de recursos hídricos. Já os demais quadrantes, principalmente C, D e E, são ambientes de floresta mais conservada e mais homogêneos, com menor presença de recursos hídricos, e podem ser acompanhados a partir de procedimentos distintos, mais focado em fauna terrestre, com maior possibilidade de afugentamento.

Tabela 38. Abundância de espécies nos quadrantes amostrados.

Composição de Espécies	Quadrantes						
	A	B	C	D	E	F	G
PEIXES							
Astyanax eigenmanniorum	235	2	0	0	0	1	0
Astyanax laticeps	0	0	0	0	0	45	0
Astyanax sp.1	15	11	0	0	0	17	0
Astyanax sp.2	0	0	0	0	0	17	0
Diapoma speculiferum	15	0	0	0	0	14	0
Hyphessobrycon luetkenii	14	6	0	0	0	43	0
Mimagoniates inequalis	86	0	0	0	0	58	0
Oligosarcus jenynsii	0	0	0	0	0	1	0
Cyprinus carpio	19	0	0	0	0	0	0
Phalloceros caudimaculatus	400	0	0	0	0	0	0
Hypostomus cf. *commersoni*	0	2	0	0	0	0	0
Rinelocaria cadeae	5	1	0	0	0	3	0
Australoheros facetus	1	0	0	0	0	4	0
Synbranchus marmoratus	0	0	0	0	0	1	0
ANFÍBIOS							
Siphonops paulensis	0	1	0	0	0	0	0
Ischnocnema henselii	0	0	0	0	2	0	0

Composição de Espécies	Quadrantes						
	A	B	C	D	E	F	G
Rhinella henseli	3	0	0	0	2	0	0
Rhinella icterica	10	4	5	13	5	14	3
Dendropsophus microps	0	0	1	1	4	0	0
Dendropsophus minutus	5	0	0	0	7	5	0
Boana faber	11	0	0	6	0	1	0
Boana pulchella	4	0	0	0	0	0	0
Scinax fuscovarius	0	0	0	1	2	0	0
Scinax cf. *granulatus*	0	1	0	0	0	0	0
Scinax perereca	0	0	0	0	0	1	0
Scinax squalirostris	0	0	0	1	0	0	0
Physalaemus cuvieri	0	0	0	0	0	4	0
Physalaemus gracilis	0	0	8	0	0	11	0
Physalaemus lisei	2	1	6	4	0	4	12
Pseudopaludicola falcipes	0	0	0	0	5	0	0
Leptodactylus gracilis	0	0	3	0	0	0	0
Elachistocleis bicolor	1	0	0	0	0	0	0
Proceratophrys bigibbosa	2	5	1	0	1	0	0
Lithobates catesbeianus	137	9	5	3	0	12	0
RÉPTEIS							
Trachemys dorbigni	2	0	0	0	0	0	0
Hemidactylus mabouia	3	1	0	2	0	0	0
Anisolepis grilli	3	0	0	0	2	1	0
Salvator merianae	6	4	5	5	2	4	0
Phalotris lemniscatus	0	0	1	0	0	0	0
Philodryas olfersii	3	0	0	0	0	0	0
Erythrolamprus miliaris	2	0	0	0	0	1	0
Bothrops alternatus	0	0	0	2	0	0	0
Bothrops jararaca	0	0	0	1	1	1	0
AVES							
Penelope obscura	2	0	0	0	0	0	0
Rupornis magnirostris	0	0	0	0	0	2	0
Vanellus chilensis	5	0	0	0	0	1	0
Columbina talpacoti	2	0	0	0	0	0	0
Leptotila verreauxi	4	0	0	0	1	7	0
Leucochloris albicollis	1	0	0	0	0	7	0
Trogon surrucura	0	0	0	1	2	1	0

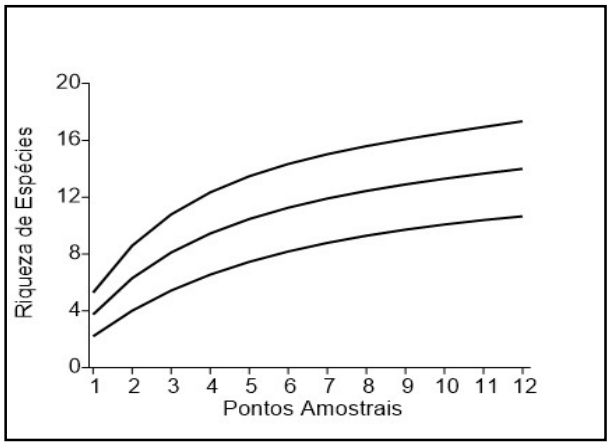
Composição de Espécies	Quadrantes						
	A	B	C	D	E	F	G
Ramphastos dicolorus	0	0	1	0	0	0	0
Veniliornis spilogaster	2	0	0	0	1	0	0
Piculus aurulentus	0	0	0	0	3	0	0
Colaptes campestris	6	0	0	0	0	0	0
Celeus flavescens	1	0	0	1	0	1	0
Thamnophilus ruficapillus	0	0	0	0	0	1	0
Thamnophilus caerulescens	2	2	0	2	1	0	0
Mackenziaena leachii	1	0	0	0	0	0	0
Conopophaga lineata	0	0	0	1	1	1	1
Xiphorhynchus fuscus	0	0	0	2	1	0	0
Sittasomus griseicapillus	4	3	3	4	3	0	0
Lepidocolaptes falcinellus	1	0	1	2	1	0	0
Dendrocolaptes platyrostris	0	1	0	1	3	0	0
Lochmias nematura	0	1	0	0	0	0	0
Syndactyla rufosuperciliata	0	0	0	1	2	3	0
Leptasthenura setaria	0	0	0	0	1	0	0
Synallaxis ruficapilla	0	0	0	1	0	1	0
Synallaxis spixi	2	0	0	0	0	6	0
Cranioleuca obsoleta	0	0	0	2	0	2	0
Chiroxiphia caudata	0	0	0	6	7	1	0
Pachyramphus polychopterus	0	0	1	3	1	0	0
Platyrinchus mystaceus	0	1	0	0	1	0	0
Phylloscartes ventralis	0	0	0	1	0	0	0
Tolmomyias sulphurescens	1	2	1	2	0	0	0
Poecilotriccus plumbeiceps	0	0	0	0	0	2	0
Camptostoma obsoletum	0	0	0	0	3	0	0
Elaenia parvirostris	1	0	0	0	0	3	0
Elaenia mesoleuca	2	0	1	2	1	2	0
Serpophaga subcristata	3	0	0	0	0	0	0
Myiarchus swainsoni	0	0	0	0	1	4	0
Pitangus sulphuratus	2	0	0	2	2	2	0
Tyrannus melancholicus	1	0	0	0	0	5	0
Cyclarhis gujanensis	6	0	3	2	3	5	4
Vireo olivaceus	4	2	0	0	2	4	0
Troglodytes musculus	4	0	0	0	0	5	0
Turdus rufiventris	3	1	2	2	3	5	2

Composição de Espécies	Quadrantes						
	A	B	C	D	E	F	G
Turdus amaurochalinus	2	0	0	1	3	3	0
Turdus albicollis	3	0	1	1	4	1	0
Zonotrichia capensis	17	0	0	1	1	4	1
Setophaga pitiayumi	3	2	1	3	4	11	2
Geothlypis aequinoctialis	0	0	0	0	0	3	0
Basileuterus culicivorus	9	7	2	5	2	2	4
Myiothlypis leucoblephara	7	8	6	8	7	5	6
Cacicus chrysopterus	1	1	0	0	1	5	0
Pipraeidea melanonota	1	0	0	0	0	0	0
Tangara preciosa	0	2	1	1	3	0	0
Sicalis flaveola	9	0	0	0	0	0	0
Volatinia jacarina	2	0	0	0	0	1	0
Tachyphonus coronatus	2	0	0	0	1	0	1
Dacnis cayana	1	0	0	0	0	0	0
Sporophila caerulescens	5	0	0	0	0	1	0
Saltator similis	0	0	0	0	0	3	0
Poospiza thoracica	0	0	0	0	0	3	0
Microspingus cabanisi	4	0	0	0	3	1	2
Pyrrhocoma ruficeps	0	0	0	1	0	8	1
Spinus magellanicus	3	0	0	0	0	0	0
MAMÍFEROS							
Didelphis albiventris	0	0	0	7	5	5	0
Monodelphis dimidiata	1	1	0	0	0	1	0
Tamandua tetradactyla	0	0	0	0	0	1	0
Dasypus hybridus	5	0	0	13	3	6	0
Dasypus novemcinctus	10	8	8	18	15	9	0
Mazama sp.	0	0	1	1	0	0	0
Alouatta guariba clamitans	0	0	0	0	1	0	0
Cerdocyon thous	2	0	0	12	5	7	0
Leopardus pardalis	0	1	1	0	0	0	0
Leopardus gutullus	0	0	0	2	1	1	0
Procyon cancrivorus	1	1	0	0	2	1	0
Molossus molossus	9	16	4	13	10	16	0
Myotis ruber	0	0	0	0	0	6	0
Lepus europaeus	0	1	2	0	3	1	0
Cavia aperea	7	0	3	4	0	0	0

Composição de Espécies	Quadrantes						
	A	B	C	D	E	F	G
Akodon azarae	1	0	0	15	0	7	0
Akodon cf. *azarae*	0	0	0	1	2	1	1
Akodon cursor	6	0	0	15	7	9	0
Akodon sp.	3	1	7	0	0	8	0
Oryzomys flavescens	3	0	0	0	1	0	1
Oxymyterus judex	0	0	0	0	0	5	0
Sooretamys angouya	0	0	0	0	0	1	0
Holochilus brasiliensis	0	0	0	0	0	0	1
Mus musculus	29	6	25	23	30	34	32
Dasyprocta azarae	1	1	0	5	4	5	0
Myocastor coypus	1	0	0	0	1	1	0
Coendus villosus	0	0	0	0	1	0	0
Guerlinguetus ingrami	7	0	2	0	0	0	0
Riqueza	77	35	31	51	59	80	16
Abundância	1199	117	112	227	197	510	74
Dominância	0,17	0,05	0,08	0,04	0,04	0,04	0,23
Equitabilidade	0,594	0,880	0,861	0,870	0,888	0,842	0,723
Diversiade de Shannon (H)	2,583	3,129	2,957	3,424	3,621	3,694	2,007

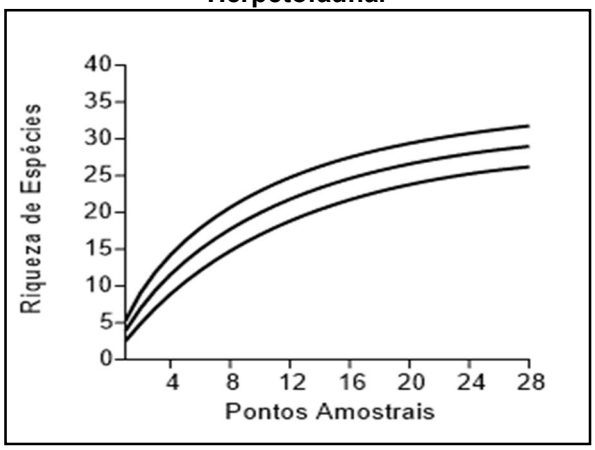
A curva de suficiência amostral revela que o esforço amostral foi suficiente para o levantamento da fauna local e do entendimento de seus padrões de distribuição no local, pois, a curva diminuiu o crescimento pelo ponto amostral 7, passando a manter um crescimento reduzido da riqueza depois desse ponto (Figura 284).

Figura 284. Curva de suficiência amostral da Ictiofauna.



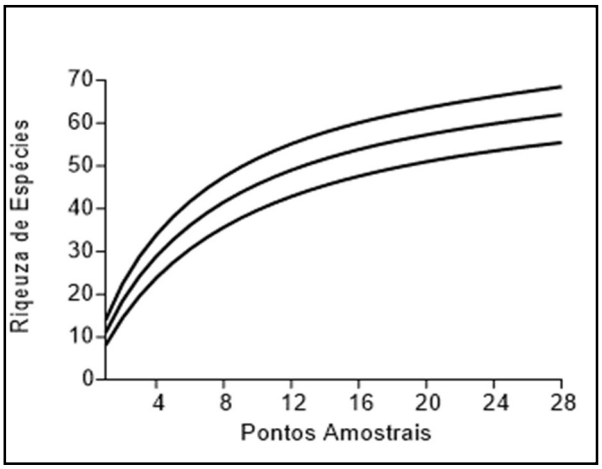
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 285. Curva de suficiência amostral da Herpetofauna.



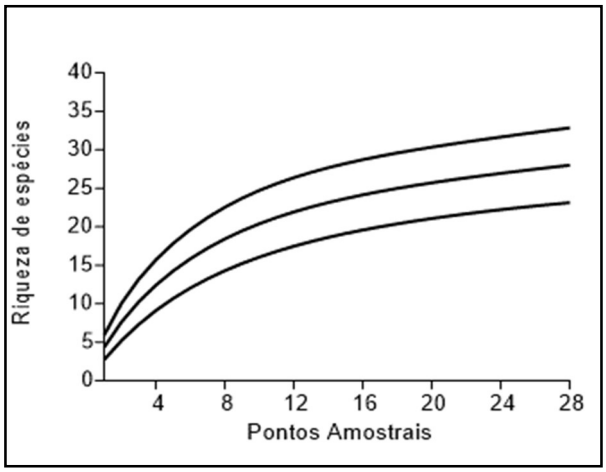
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 286. Curva de suficiência amostral da Avifauna.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 287. Curva de suficiência amostral da Mastofauna.



Fonte: Garden Projetos (2019).

RELAÇÃO DE ESPÉCIES DA AID

Herpetofauna

Nas unidades amostrais distribuídas pela AID do empreendimento foram registradas 27 espécies que compõe a herpetofauna local (Tabela 39). Destas, 17 espécies compõe a classe dos anfíbios e 10 a classe dos répteis.

Em as essas espécies registradas, nenhuma conta nas categorias de ameaça das listas oficiais da fauna ameaçada de extinção, sendo consideradas quase ameaçadas (NT) as espécies *Proceratophrys bigibbosa* em nível global (IUCN, 2017) e *Trachemys dorbigni* em nível regional (DECRETO nº 51.797/2014).

A amostragem na AID do empreendimento incrementa 03 novas espécies a lista obtida durante a amostragem na ADA, comprovando a ocorrência de 32 espécies na região do empreendimento.

Tabela 39. Lista de espécies da herpetofauna encontradas na área de influência direta.

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
AMPHIBIA									
ANURA									
Brachycephalidae									
Ischnocnema henselii	rãzinha-das-matas					x	x	BA	TER
Bufonidae									
Rhinella icterica	sapo-comum	x	x	x	x	x	x	BA	TER/AQU
Rhinella henseli	sapo-comum	x				x	x	BA	TER/AQU
Hylidae									
Dendropsophus cf. microps	perereca-das-árvores				x	x		BA	ARB/AQU

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
AMPHIBIA									
Boana faber	sapo-martelo	x	x		x			BA	ARB/AQU
Boana pulchella	perereca-do-banhado	x						BA	ARB/AQU
Scinax fuscovarius	perereca		x			x		BA	ARB/AQU
Leptodactylidae									
Physalaemus cuvieri	rã-cachorro						x	BA	TER/AQU
Physalaemus gracilis	rã-chorona	x	x		x		x	BA	TER/AQU
Physalaemus lisei	rã-espuma	x			x	x		BA	TER/AQU
Pseudopaludicola falcipes	rã-das-pedras				x	x		BA	TER/AQU
Leptodactylus gracilis	rã-listrada	x	x	x				BA	TER/AQU
Leptodactylus latrans	rã-manteiga		x					BA	TER/AQU
Microhylidae									
Elachistocleis bicolor	sapo-guarda-de-duas-cores	x						BA	TER/AQU
Odontophynidae									
Proceratophrys bigibbosa	sapo-de-chifre	x						BA	TER/AQU
Ranidae									
Lithobates catesbeianus [EX]	rã-touro	x	x		x		x	BA	AQU
GYMNOPHIONA									
Siphonopidae									
Siphonops paulensis	cobra-cega				x			BA	TER
REPTILIA									
TESTUDINATA									
Emydidae									
Trachemys dorbigni	tigre-d'água	x						BA	AQU
SQUAMATA									
Gekkonidae									
Hemidactylus mabouia [EX]	lagartixa-doméstica-tropical				x	x		BA	TER
Leiosauridae									
Anisolepis grilli	lagarto-das-uvas		x			x	x	BA	ARB
Teiidae									
Salvator merianae	teiú	x	x	x	x	x		BA	TER
SERPENTES									
Colubridae									
Tantilla melanocephala	cobra		x					BA	TER
Dipsadidae									
Phalotris lemniscatus	cabeça-preta-serrana			x				BA	TER
Philodryas olfersii	cobra-verde		x					BA	TER
Oxyhopus cf. clathratus	falsa-coral-serrana				x			BA, OC	TER
Erythrolamprus miliaris	cobra-lisa						x	BA	TER
Viperidae									
Bothrops jararaca	jararaca	x		x	x	x		BA, OC	TER

Legenda: QDn°= Quadricula amostrada; Registro (BA= busca ativa, OC= ocasional); Habitat (ARB= arborícola, TER= terrícola, AQU= aquática, CRI= críptica); [EX] = espécie exótica.

Figura 288. *Rhinella icterica.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 289. *Physalaemus lisei.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 290. *Oxyhopus* cf. *clathratu.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 291. *Bothrops jararaca*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Avifauna

Nos pontos de amostragem da AID do empreendimento registraram-se 138 espécies de aves (Tabela 40). Dentre essas espécies destacam-se 23 espécies consideradas endêmicas da Mata Atlântica endêmicas (PARKER *et al.,* 1996 e BORNSCHEIN E REINERT, 2000) e 22 espécies migratórias (BENCKE, 2001).

Na AID do empreendimento foi registrada a espécie *Amazona pretrei*, classificada como vulnerável em nível regional, nacional e global (Decreto nº 51.797/2014; Portaria nº 444/2014; IUCN, 2017), além de quatro espécies classificadas como quase ameaçadas de extinção em nível global (IUCN, 2017): *Picumnus nebulosus, Piculus aurulentus, Leptastenura setaria* e *Cyanocorax caeruleus*.

A amostragem na AID do empreendimento incrementa 32 novas espécies a lista obtida durante a amostragem na ADA, comprovando a ocorrência de 148 espécies na região do empreendimento.

Tabela 40. Espécies de aves registradas na AID empreendimento.

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
TINAMIFORMES									
Tinamidae									
Crypturellus obsoletus	inambuguaçu	x	x			x	x	AU	TER
ANSERIFORMES									
Anatinae									
Amazonetta brasiliensis	ananaí	x	x	x	x			VI	AQU
GALLIFORMES									
Cracidae									
Penelope obscura	jacuguaçu	x	x	x	x			VI,AU	ARB
Suliformes									
Phalacrocoracidae									
Nannopterum brasilianus	biguá		x		sv			VI	AQU
PELECANIFORMES									
Ardeidae									
Nycticorax nycticorax	socó-dorminhoco		x					VI	TER,AQUA
Butorides striata [M]	socozinho		x					VI	TER,AQUA
Bubulcus ibis	garça-vaqueira	x	x	x	sv		sv	VI	TER
Ardea alba	garça-branca		x						TER,AQUA
Syrigma sibilatrix	maria-faceira	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER
Egretta thula	garça-branca-pequena	x	x		x	sv		VI	TER,AQUA
Threskiornithidae									
Plegadis chihi	caraúna			x				VI	TER
Mesembrinibis cayennensis	coró-coró			x				VI	TER
Phimosus infuscatus	tapicuru	x	x	x	x			VI	TER
Theristicus caudatus	curicaca	x	x	x	x		sv	VI,AU	TER
CATHARTIFORMES									
Cathartidae									
Coragyps atratus	urubu	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER,VOA
ACCIPITRIFORMES									
Accipitridae									

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
Ictinia plumbea [M]	sovi		x					VI	ARB
Accipiter striatus	gavião-miudo	x			x	x		VI,AU	ARB
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta		sv		sv	x		VI	ARB
GRUIFORMES									
Rallidae									
Aramides saracura [E]	saracura-do-mato	x	x	x	x	x	x	VI,A	TER
Gallinula galeata	frango-d'água	x	x	x				VI	AQU,TER
CHARADRIIFORMES									
Charadriidae									
Vanellus chilensis	quero-quero	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER
Jacanidae									
Jacana jacana	jaçanã		x	x	x			VI,AU	TER
COLUMBIFORMES									
Columbridae									
Columbina talpacoti	rolinha	x			x	x	x	VI	ARB
Columbina picui	rolinha-picuí	x		x	x			VI,AU	TER
Columba livia [EX]	pombo-doméstico			x				VI,AU	TER,ARB
Patagioenas picazuro	asa-branca	sv	x	x	x	sv		VI,AU	ARB
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER,ARB
CUCULIFORMES									
Cuculidae									
Piaya cayana	alma-de-gato				x			VI,AU	ARB
Coccyzus cf. *americanus*	papa-lagarta-de-asa-vermelha						x	VI	ARB
Guira guira	anu-branco	x		x				VI,AU	TER
STRIGIFORMES									
Stringidae									
Athene cunicularia	coruja-buraqueira				x			VI,AU	TER
APODIFORMES									
Apodidae									
Chaetura meridionalis [M]	andorinhão-do-temporal			x	x			VI	VOA
Trochillinae									
Stephanoxis loddigesii [E]	beija-flor-de-topete-verde	x	x					VI	ARB

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	x				x		VI,AU	ARB
Leucochloris albicollis [E]	beija-flor-do-papo-branco	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
TROGONIFORMES									
Trogonidae									
Trogon surrucura [E]	surucuá-variado	x	x	x	x	x	x	VI,AU	AER
CORACIIFORMES									
Alcedinidae									
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande		x	x				VI	ARB
Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno		x			x		VI	ARB
PICIFORMES									
Ramphastidae									
Ramphastos dicolorus [E]	tucano-do-bico-verde		x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Picidae									
Picumnus temminckii [E]	picapauzinho-de-coleira	x						VI,AU	ARB
Picumnus nebulosus	picapauzinho-carijó	x	x			x		VI	ARB
Veniliornis spilogaster [E]	picapauzinho-verde-carijó	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Piculus aurulentus [E]	pica-pau-dourado	x	x	x		x	x	VI,AU	ARB
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado			x				VI	TER,ARB
Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER
Celeus flavescens	pica-pau-de-cabeça-amarela	x	x		x	x		VI,AU	ARB
CARIAMIFORMES									
Cariamidae									
Cariama cristata	seriema		x					VI	TER
FALCONIFORMES									
Falconidae									
Caracara plancus	carcará				x	sv	x	VI	TER
Milvago chimachima	carrapateiro	sv	sv	x	x	sv	x	VI,AU	TER,ARB
Milvago chimango	chimango	x	x	x	x	x		VI	TER,ARB
PSITTACIFORMES									
Psittacidae									

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
Pyrrhura frontalis	tiriba	sv			x			VI,AU	ARB
Myiopsitta monachus	caturrita	sv	x	x	x			VI,AU	ARB
Amazona pretrei	papagaio-charão	sv		x				VI,AU	ARB
Passeriformes									
Thamnophilidae									
Thamnophilus ruficapillus	choca-de-chapéu-vermelho	x				x	x	VI,AU	ARB
Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Scleruridae									
Sclerurus scansor E	vira-folha		x					VI	TER
Dendrocolaptidae									
Xiphorhynchus fuscus E	arapaçu-rajado	x	x		x	x	x	VI,AU	ARB
Sittasomus griseicapillus	arapaçú-verde	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Lepidocolaptes falcinellus	arapaçu-escamoso-do-sul		x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Dendrocolaptes platyrostris	arapaçu-grande	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Furnaridae									
Furnarius rufus	joão-de-barro	x		x	x	x	x	VI,AU	TER
Lochmias nematura	joão-porca	x	x		x		x	VI,AU	TER
Heliobletus contaminatus E	trepadorzinho	x	x	x		x	x	VI,AU	ARB
Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Leptasthenura striolata E	grimpeirinho				x			VI	ARB
Leptasthenura setaria E	grimpeiro	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Synallaxis ruficapilla E	pichororé	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Synallaxis cinerascens	pi-puí	x	x			x		VI,AU	ARB
Synallaxis spixi	joão-teneném	x	x	x		x	x	VI,AU	ARB
Cranioleuca obsoleta E	arredio-oliváceo	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Pipridae									
Chiroxiphia caudata E	tangará		x		x	x	x	VI,AU	ARB
Schiffornis virescens E	flautim				x			VI,AU	ARB
Tityridae									
Pachyramphus polychopterus M	caneleiro-preto	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Platyrinchidae									
Platyrinchus mystaceus	patinho				x	x	x	VI,AU	ARB

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
Rynchocyclidae									
Mionectes rufiventris E	supi-de-cabeça-cinza				x			VI,AU	ARB
Phylloscartes ventralis	borboletinha-do-mato	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	x	x		x	x	x	VI,AU	ARB
Poecilotriccus plumbeiceps	tororó	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Tyrannidae									
Hirundinea ferruginea M	gibão-de-couro						x	VI	ARB
Camptostoma obsoletum	risadinha	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Elaenia parvirostris M	tuque-pium			x	x	x	x	VI,AU	ARB
Elaenia mesoleuca M	tuque	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Phyllomyias fasciatus M	piolhinho	x	x	x		x	x	VI,AU	ARB
Serpophaga subcristata	alegrinho	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Myiarchus swainsoni M	irré	x			x		x	VI,AU	ARB
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER,ARB
Myiodynastes maculatus M	bem-te-vi-rajado	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Megarynchus pitangua M	neinei	x	x		x			VI,AU	ARB
Tyrannus melancholicus M	suiriri	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Tyrannus savana M	tesourinha			x		x		VI,AU	ARB
Empidonomus varius M	peitica	x	x	x	x		x	VI,AU	ARB
Myiophobus fasciatus M	filipe		x			x		VI,AU	ARB
Lathrotriccus euleri M	enferrujado		x			x	x	VI,AU	ARB
Knipolegus cyanirostris	maria-preta-de-bico-azulado						x	VI	TER,ARB
Satrapa icterophrys	suiriri-pequeno			x	x			VI	TER,ARB
Vireonidae									
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Hylophilus poicilotis	verdinho-coroado						x	VI,AU	ARB
Vireo chivi M	juruviara	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Corvidae									
Cyanocorax caeruleus E	gralha-azul	x					x	VI,AU	ARB
Hirundinidae									
Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa				x	x	x	VI,AU	VOA

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
Stelgidopteryx ruficollis [M]	andorinha-serradora						x	VI	VOA
Progne tapera [M]	andorinha-do-campo				x			VI	VOA
Progne chalybea [M]	andorinha-grande		x	x		x		VI	VOA
Tachycineta leucorrhoa	andorinha-de-sobre-branco				x			VI	VOA
Troglodytidae									
Troglodytes musculus	corruíra	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER,ARB
Turdidae									
Turdus flavipes [M]	sabiá-una		x					VI,AU	ERB
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	x	x	x	x	x	x	VI,AU	TER,ARB
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	x	x	x	x			VI,AU	TER,ARB
Turdus subalaris [M, E]	sabiá-ferreiro	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Turdus albicollis	sabiá-coleira	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Mimidae									
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	x			x		x	VI,AU	ARB
Passerellidae									
Zonotrichia capensis	tico-tico	x	x	x	x	x	x	VI,AU	
Parulidae									
Setophaga pitiayumi	mariquita	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra		x	x	x	x		VI,AU	ARB
Basileuterus culicivorus	pula-pula	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Myiothlypis leucoblephara [E]	pula-pula-assobiador	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Icteridae									
Cacicus chrysopterus	japuíra	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Molothrus bonariensis	chupim	x		x	x			VI,AU	TER
Agelaioides badius	asa-de-telha	x						VI,AU	ARB
Thraupidae									
Pipraeidea melanonota	saíra-viúva				x			VI,AU	ARB
Pipraeidea bonariensis	sanhaço-papa-laranjas			x				VI	ARB
Stephanophorus diadematus	sanhaço-frade	x				x		VI	ARB
Tangara sayaca	sanhaço-cinzento	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Tangara preciosa	saíra-preciosa	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Sicalis flaveola	canário-da-terra	x	x	x	x	x		VI,AU	TER

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
Tachyphonus coronatus [E]	tiê-preto	x	x			x	x	VI,AU	ARB
Tersina viridis [M]	saí-andorinha				x	x		VI	ARB
Coereba flaveola	cambacica		x					VI,AU	ARB
Sporophila caerulescens	coleirinho	x				x	x	VI	ARB
Embernagra platensis	sabiá-do-banhado					x		VI,AU	TER,ARB
Saltator similis	trinca-ferro-verdadeiro	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Saltator maxillosus	bico-grosso					x	x	VI	ARB
Poospiza nigrorufa	quem-te-vestiu	x		x		x		VI,AU	ARB
Microspingus cabanisi	quete-do-sul	x	x	x	x	x	x	VI,AU	ARB
Pyrrhocoma ruficeps [E]	cabecinha-castanha	x	x		x	x	x	VI,AU	ARB
Cardinalidae									
Cyanoloxia glaucocaerulea	azulinho					x	x	VI,AU	ARB
Fringillidae									
Spinus magellanicus	pintassilgo	x		x	x	x		VI	ARB

Legenda: QDnº= quadricula amostrada; Registro (AU= auditivo, VI= visual, SV= sobrevoante); Habitat (ARB= arborícola, TER= terrícola, AQU= aquática, VOA= voadora); [M]= migratória; [E]= endêmica; [EX]= exótica.

Figura 292. *Syrigma sibilatrix*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 293. *Accipiter striatus.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 294. *Stephanoxis loddigesii*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 295. *Xiphorhynchus fuscus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 296. *Leptastenura setaria.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 297. *Platyrinchus mystaceus.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 298. *Knipolegus cyanirostris*.



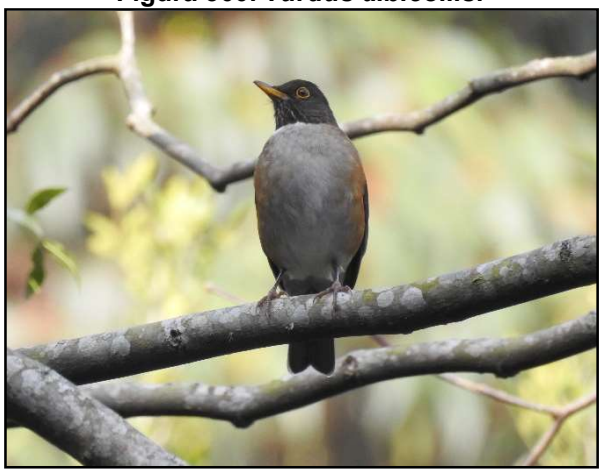
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 299. *Stelgidopteryx ruficollis*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 300. *Turdus albicollis*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 301. *Pyrrhocoma ruficeps*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Mastofauna

Em levantamento realizado nas unidades amostrais estabelecidas na AID do empreendimento, foram registradas 19 espécies de mamíferos (Tabela 41). Resultado inferior ao obtido na amostragem realizada na ADA, tendo em vista a não utilização de metodologias associadas a captura de animais.

Na AID do empreendimento foram registradas três espécies classificadas como ameaçadas em nível regional pelo Decreto nº 51.797/2014, *Tamandua tetradactyla*, *Leopardus guttulus* e *Dasyprocta azarae*, além da espécie *Dasypus hybridus* que é classificada como quase ameaçada pela lista da IUCN (2017).

Tabela 41. Espécies de mamíferos registradas na AID empreendimento.

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
DIDELPHIMORPHIA									
Didelphidae									
Didelphis albiventris	gambá-de-orelha-branca			x		x	x	BA,OC	ARB,TER
PILOSA									
Myrmecophagidae									
Tamandua tetradactyla	tamandua-mirim			x				BA	ARB,TER
CINGULATA									
Dasypodidae									
Dasypus hybridus	tatu-mulita		x		x	x		BA	TER
Dasypus novemcinctus	tatu-galinha	x	x	x	x	x		BA	TER
Dasypus sp.	tatu		x				x	BA	TER
ARTIODACTYLA									

Ordem Família Espécie	Nome popular	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	Registro	Habitat
Cervidae									
Mazama sp.	veado					x		BA	TER
CARNIVORA									
Canidae									
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato				x	x		BA	TER
Felidae									
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno			x	x			BA	ARB,TER
Procyonidae									
Procyon cancrivorus	mão-pelada						x	BA	ARB,TER
LAGOMORPHA									
Leporidae									
Lepus europaeus EX	lebre					x	x	BA	TER
RODENTIA									
Caviidae									
Cavia aperea	preá		x				x	BA	TER
Cricetidae									
Akodon azarae	rato-do-chão				x			BA	TER
Akodon cursor	rato-da-grama				x	x		BA	TER
Akodon sp.	rato-do-chão	x						BA	TER
Muridae									
Mus musculus EX	camundongo	x	x	x	x	x	x	BA	TER
Dasyproctidae									
Dasyprocta azarae	cutia		x	x		x		BA	TER
Echimyidae									
Myocastor coypus	ratão-do-banhado	x		x	x			BA	AQU,TER
Erethizontidae									
Coendus villosus	ouriço-caixeiro	x	x					BA	ARB
Sciuridae									
Guerlinguetus ingrami	serelepe	x						BA	ARB

Legenda: QDn°= Quadricula amostrada; Registro (BA= busca ativa, OC= ocasional); Habitat (ARB= arborícola, TER= terrícola, AQU= aquática, CRI= críptica, VOA= voadora); EX = espécie exótica.

Figura 302. *Didelphis albiventris.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 303. *Tamandua tetradactyla*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 304. Fezes de *Cerdocyon thous.*



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 305. Fezes de *Lepus europaeus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 306. *Myocastor coypus*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 307. *Cavia aperea*.



Fonte: Garden Projetos (2019).

RELAÇÃO DE ESPÉCIES COM OCORRÊNCIA POTENCIAL PARA A AII

Ictiofauna

A ictiofauna constitui um dos grupos mais diversificados dentre os Vertebrata, sendo que de acordo com MALABARBA *et al.,* (2010), o número de espécies de peixes em todo o planeta é aproximadamente igual a soma do número de anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Além disso, é um grupo extremamente diversificado, pois vivem em muitos tipos de ambientes aquáticos e possuem uma ampla variedade de estratégias reprodutivas e alimentares.

Conforme compilação de dados sobre a ictiofauna para a AII e região do empreendimento, foi obtida uma lista de 105 espécies de peixes (Tabela 42), das quais 14 tem ocorrência confirmada na área de estudos (ADA).

O levantamento bibliográfico apontou ainda para a ocorrência potencial de três espécies classificadas em algum grau de ameaça pelas listas oficiais da fauna ameaçada de extinção e três enquadradas como quase ameaçadas (NT). A grande maioria das espécies não possui avaliação Internacional.

Tabela 42. Relação de espécies de peixes encontradas na ADA e com provável ocorrência na AII e região.

Ordem **Família** ***Espécie***	**Nome Comum**	**Ocorrência**		**Status de conservação**		
		ADA	**PO**	**RS**	**BR**	**GL**
CHARACIFORMES						
Acestrorhynchidae						
Acestrorhynchus pantaneiro	peixe-cachorro		X	LC	LC	-
Anostomidae						
Leporinus obtusidens	piava		X	LC	LC	LC
Schizodon jacuiensis	biru		X	LC	LC	-
Bryconidae						
Salminus brasiliensis	dourado		X	EN	LC	-
Characidae						
Aphyocharax anisitsi	tetra-cauda-de-sangue		X	LC	LC	-
Astyanax bimaculatus	lambari	X		LC	LC	-
Astyanax brachypterygium	lambari-de-cabeceira		X	NT	LC	-
Astyanax cremnobates	lambari		X	NT	LC	-
Astyanax dissensus	lambari		X	-	LC	-
Astyanax eigenmanniorum	lambari-do-rabo-vermelho	X		LC	-	-
Astyanax scabripinnis	lambari		X	LC	-	-
Astyanax aff. fasciatus	lambari		X	-	LC	-
Astyanax henseli	lambari		X	LC	LC	-
Astyanax lacustris	lambari-do-rabo-amarelo		X	-	LC	-
Astyanax laticerps	lambari	X				
Astyanax xiru	lambari		X	-	LC	-

Ordem Família *Espécie*	Nome Comum	Ocorrência		Status de conservação		
		ADA	PO	RS	BR	GL
Bryconamericus iheringii	lambari			LC	-	-
Charax stenopterus	lambari-zebu		X	LC	LC	-
Cheirodon ibicuhiensis	lambari		X	LC	LC	-
Cheirodon interruptus	lambari		X	LC	LC	-
Diapoma alburnus	lambari		X	-	LC	-
Diapoma speculiferum	lambari	X	X	LC	LC	-
Diapoma thauma	lambari		X	NT	LC	-
Heterocheirodon jacuiensis	lambari		X	LC	LC	-
Hyphessobrycon boulengeri	lambari		X	LC	LC	-
Hyphessobrycon igneus	lambari		X	LC	LC	-
Hyphessobrycon luetkenii	lambari	X	X	LC	LC	-
Hyphessobrycon meridionalis	lambari		X	LC	LC	-
Hyphessobrycon sp.	lambari			LC	-	-
Mimagoniates inequalis	lambari	X	X	LC	LC	-
Oligosarcus jacuiensis	branca, tambicu		X	LC	LC	-
Oligosarcus jenynsii	branca, tambicu	X		LC	-	-
Pseudocorynopoma doriae	lambari		X	LC	LC	-
Serrapinnus calliurus	lambari		X	LC	LC	-
Crenuchidae						
Characidium orientale	canivete		X	LC	LC	-
Characidium pterostictum	canivete		X	LC	LC	-
Characidium rachovii	canivete		X	LC	LC	-
Characidium tenue	Canivete, peixe-lápis		X	LC	LC	-
Characidium gr. *zebra*	canivete		X	LC	LC	-
Curimatidae						
Cyphocharax saladensis	biru		X	LC	LC	-
Cyphocharax voga	biru		X	LC	LC	LC
Cyphocharax sp.	biru			LC	-	LC
Steindachnerina biornata	biru		X	LC	LC	-
Erythrinidae						
Hoplias lacerdae	traíra		X	LC	LC	-
Hoplias aff. *malabaricus*	traíra			LC	LC	-
Lebiasinidae						
Pyrrhulina australis	charutinho		X	LC	LC	-
Prochilodontidae						
Prochilodus lineatus	grumatã		X	LC	LC	-
SILURIFORMES						
Aspredinidae						
Bunocephalus erondinae	cascudo banjo		X	LC	LC	-
Pseudobunocephalus iheringii	cascudo banjo		X	LC	LC	-
Auchenipteridae						

Ordem Família *Espécie*	Nome Comum	Ocorrência		Status de conservação		
		ADA	PO	RS	BR	GL
Glanidium sp.	bagrinho		X	-	LC	-
Trachelyopterus lucenai	porrudo		X	LC	LC	-
Callichthyidae						
Callichthys callichthys	cascudo		X	LC	LC	-
Corydoras paleatus	coridora, limpa-fundo		X	LC	LC	-
Corydoras undulatus	Coridora, limpa-fundo		X	LC	LC	-
Hoplosternum littorale	cascudo roncador		X	LC	LC	-
Heptapteridae						
Heptapterus mustelinus	jundiá-cobra		X	LC	LC	-
Heptapterus sympterygium	jundiá-cobra		X	LC	LC	-
Heptapterus sp.	jundiá-cobra		X	-	LC	-
Pimelodella australis	mandi		X	LC	LC	-
Rhamdella eriarcha	mandi		X	LC	LC	-
Hemiancistrus punctulatus	cascudo	X	X	LC	LC	-
Hisonotus armatus	limpa-vidro		X	LC	LC	-
Hisonotus nigricauda	limpa-vidro		X	LC	LC	-
Hypostomus aspilogaster	cascudo		X	LC	LC	-
Hypostomus commersoni	cascudo		X	LC	LC	-
Hypostomus sp.	cascudo			LC	-	-
Loricariichthys anus	viola		X	LC	LC	-
Loricariichthys sp.	viola			LC	-	-
Otocinclus flexilis	limpa-fundo		X	LC	LC	-
Rineloricaria baliola	violinha		X	LC	LC	-
Rineloricaria cadeae	violinha	X		LC	-	-
Rineloricaria longicauda	violinha		X	LC	LC	-
Rineloricaria malabarbai	violinha		X	LC	LC	-
Rineloricaria microlepidogaster	violinha		X	LC	LC	-
Rineloricaria strigilata	violinha		X	LC	LC	-
Pimelodidae						
Parapimelodus nigribarbis	mandi-roncador		X	LC	LC	-
Pimelodus pintado	pintado		X	LC	LC	-
Rhamdia sp.	jundiá			LC	LC	-
Pseudopimelodidae						
Microglanis cottoides	bagrinho		X	LC	LC	-
Trichomycteridae						
Ituglanis sp.	candiru		X	-	LC	-
Scleronema sp.	candiru		X	-	LC	-
Trichomycterus brachykechenos	candiru		X	-	LC	-
*Trichomycterus sp.***	candiru			-	-	-
GYMNOTIFORMES						
Apteronotidae						

Ordem Família *Espécie*	Nome Comum	Ocorrência		Status de conservação		
		ADA	PO	RS	BR	GL
Gymnotus aff. *carapo*	tuvira		X	-	LC	-
Sternopygidae						
Eigenmannia trilineata	tuvira		X	LC	LC	-
Eigenmannia virescens	tuvira		X	LC	LC	-
CYPRINIFORMES						
Anablepidae						
Jenynsia eirmostigma	barrigudinho		X	LC	LC	-
Jenynsia lineata	barrigudinho		X	LC	LC	-
Jenynsia multidentata	barrigudinho		X	LC	LC	-
Poeciliidae						
Cnesterodon brevirostratus	barrigudinho		X	LC	LC	-
Cnesterodon decemmaculatus	barrigudinho		X	LC	LC	-
Phalloceros caudimaculatus	barrigudinho	X	X	LC	LC	-
Phalloceros heptaktinos	barrigudinho		X	DD	LC	-
Phalloceros spiloura	barrigudinho		X	LC	LC	-
Poecilia vivipara	barrigudinho		X	-	LC	-
Cyprinidae						
Cyprinus carpio	carpa-comum	X	X	-	-	VU
CICHLIFORMES						
Cichlidae						
Australoheros facetus	cará-peva	X	X	DD	LC	-
Cichlasoma portalegrense	cará-camaleão		X	LC	LC	-
Crenicichla lepidota	joana		X	LC	LC	LC
Crenicichla lucenai	joana		X	-	LC	-
Crenicichla punctata	joana		X	LC	LC	-
Gymnogeophagus labiatus	cará		X	LC	LC	-
Gymnogeophagus rhabdotus	cará		X	LC	LC	-
SYNBRANCHIFORMES						
Synbranchidae						
Synbranchus marmoratus	mussum	X	X	LC	LC	-

Legenda: Ocorrência (ADA= área diretamente afetada, AID= área de influência direta, AII= área de influência indireta); Status de conservação (RS= regional, BR= nacional, GL= global, LC= pouco preocupante, DD= dados insuficientes, NT= quase ameaçada, VU= vulnerável, EM= em perigo, CR= criticamente ameaçada).

Herpetofauna

Em relação aos anfíbios, o Brasil abriga a maior riqueza de espécies do mundo, sendo atualmente conhecidas 1.080 espécies para o território nacional (SBH, 2017). Quanto aos répteis, são reconhecidas 773 espécies no Brasil (SBH, 2017). Trabalhos de levantamento de herpetofauna no Rio Grande do Sul mencionam a ocorrência de

aproximadamente 89 espécies de anfíbios, o que corresponde a aproximadamente 15% das espécies brasileiras (KWET *et al.,* 2010; GARCIA E VINCIPROVA, 2003), e 118 espécies de répteis, correspondendo a aproximadamente 16% das espécies brasileiras (LEMA, 1994).

Os dados levantados para a AII e região do empreendimento, apontam para a ocorrência potencial de 30 espécies de anfíbios na área de estudos e seu entorno e 23 espécies de répteis, das quais (Tabela 43). Trinta e duas (32) dessas espécies foram registradas no diagnóstico realizado na ADA e AID do empreendimento.

O levantamento bibliográfico apontou ainda a ocorrência de duas espécies de anfíbios e duas de répteis enquadradas como quase ameaçadas (NT).

Tabela 43. Relação de espécies de anfibios e répteis encontradas na ADA e AID e com provável ocorrência na AII e região.

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
ANFÍBIOS							
ANURA							
Alsodidae							
Limnomedusa macroglossa	rã			X	LC	LC	LC
Brachycephalidae							
Ischnocnema henselii	rãzinha-das-matas	X			LC	LC	LC
Bufonidae							
Rhinella henseli	sapo-da-cruz	X		X	LC	LC	LC
Rhinella icterica	sapo-comum	X		X	LC	LC	LC
Hylidae							
Aplastodiscus perviridis	perereca-verde			X	LC	LC	LC
Dendropsophus minutus	pererequinha-do-brejo	X		X	LC	LC	LC
Dendropsophus microps	perereca-das-árvores	X	X	X	LC	LC	LC
Boana faber	sapo-martelo	X	X	X	LC	LC	LC
Boana pulchella	perereva-do-banhado	X	X	X	LC	LC	LC
Boana leptolineata	perereca-listrada			X	LC	LC	LC
Ololygon berthae	perereca-de-pintas-laranja			X	LC	LC	LC
Pseudis minuta	rã-boiadeira			X	LC	LC	LC
Scinax fuscovarius	perereca	X	X	X	LC	LC	LC
Scinax granulatus	perereca		X	X	LC	LC	LC
Scinax perereca	perereca		X	X	LC	LC	LC
Scinax squalirostris	perereca-nariguda		X	X	LC	LC	LC
Physalaemus biligonigerus	rã-chorona			X	LC	LC	LC
Leptodactylidae							
Physalaemus cuvieri	rã-cachorro	X	X	X	LC	LC	LC

Ordem / Família / Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Physalaemus gracilis	rã-chorona	X	X	X	LC	LC	LC
Physalaemus henseli	rã				LC	LC	LC
Physalaemus lisei	rã-espuma	X	X	X	LC	LC	LC
Psudopaludicola falcipes	rã			X	LC	LC	LC
Pleurodema bibroni	rã-mochileira			X	DD	LC	NT
Leptodactylus gracilis	rã-listrada	X	X	X	LC	LC	LC
Leptodactylus latrans	rã-manteiga		X	X	LC	LC	LC
Leptodactylus plaumanni	rã-listrada			X	LC	LC	LC
Microhylidae							
Elachistocleis bicolor	sapo-guarda-de-duas-cores	X	X	X	LC	LC	LC
Odontophynidae							
Proceratophrys bigibbosa	sapo-de-chifre	X	X	X	LC	LC	NT
Proceratophrys brauni	sapo-de-chifre			X	LC	LC	LC
Ranidae							
Lithobates catesbeianus	rã-touro	X	X	X	-	-	LC
GYMNOPHIONA							
Siphonopidae							
Siphonops paulensis	cobra-cega	X	X	X	LC	LC	LC
	RÉPTEIS						
TESTUDINATA							
Chelidae							
Phrynops williamsi	cágado-rajado			X	NT	DD	-
Emydidae							
Trachemys dorbigni	tigre-d'água	X	X	X	LC	NT	LC
SQUAMATA							
Gekkonidae							
Hemidactylus mabouia	lagartixa-doméstica-tropical	X	X	X	-	-	LC
Gymnophthalmidae							
Cercosaura schreibersii	lagartixia-marrom			X	LC	LC	LC
Leiosauridae							
Anisolepis grilli	lagarto-das-uvas	X	X	X	LC	LC	LC
Anguidae							
Ophiodes fragilis	cobra-de-vidro			X	LC	LC	-
Mabuyidae							
Aspronema dorsivittata	sinco-dourado			X	LC	LC	-
Teiidae							
Salvator merianae	teiú	X	X	X	LC	LC	LC
Amphisbaenidae							
Amphisbaena prunicolor	cobra-cega-marrom			X	LC	LC	-
SERPENTES							
Colubridae							

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Chironius bicarinatus	cobra-cipó			X	LC	LC	LC
Mastigodryas bifossatus	jararaca-do-brejo			X	LC	LC	LC
Tantilla melanocephala			X	X	LC	LC	-
Dipsadidae							
Taeniophallus affinis	corredeira-do-campo			X	LC	LC	LC
Phalotris lemiscatus		X	X	X	LC	LC	LC
Philodryas aestiva	cobra-verde			X	LC	LC	LC
Philodryas olfersii	cobra-verde	X	X	X	LC	LC	LC
Philodryas patagoniensis	papa-pinto			X	LC	LC	-
Oxyrhopus cf. *clathratus*	falsa-coral		X	X	LC	LC	-
Oxyrhopus rhombifer	falsa-coral				LC	LC	-
Tomodon dorsatus	cobra-espada				LC	LC	LC
Erythrolamprus miliaris	cobra-lisa	X	X	X	LC	LC	LC
Erythrolamprus poecilogyrus	cobra-de-capim				LC	LC	-
Viperidae							
Bothrops alternatus	cruzeira, urutu	X		X	LC	LC	-
Bothrops cotiara	cotiara			X	LC	LC	-
Bothrops jararaca	jararaca	X	X	X	LC	LC	LC

Legenda: Ocorrência (ADA= área diretamente afetada, AID= área de influência direta, AII= área de influência indireta); Status de conservação (RS= regional, BR= nacional, GL= global, LC= pouco preocupante, DD= dados insuficientes, NT= quase ameaçada, VU= vulnerável, EN= em perigo, CR= criticamente ameaçada).

Avifauna

Conforme a lista mais recente do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI *et al.,* 2015), o Brasil possui cerca de 1.919 espécies de aves, ocupando a segunda posição no ranking dos países com avifauna mais rica do mundo, atrás somente da Colômbia (REMSEN *et al.,* 2018). O Rio Grande do Sul se destaca entre os estados brasileiros pelo bom conhecimento de sua avifauna e pela grande riqueza de espécies, contando atualmente com 704 táxons (FRANZ *et al.,* 2018).

Por meio do levantamento bibliográfico da avifauna foi possível listar a ocorrência potencial de 174 espécies para a AII e região do empreendimento, das quais 148 foram registradas durante o levantamento realizado na ADA e AID do empreendimento (Tabela 44).

Das espécies apontadas para a área de abrangência do estudo, destaca-se a provável ocorrência de uma espécie enquadradas como vulnerável e quatro como quase ameaçadas.

Tabela 44. Lista de espécies de aves de provável ocorrência para a AII do empreendimento.

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
TINAMIFORMES							
Tinamidae							
Crypturellus obsoletus	inhambuguaçu	X		X	LC	LC	LC
ANSERIFORMES							
Anatidae							
Amazonetta brasiliensis	pé-vermelho		X	X	LC	LC	LC
GALLIFORMES							
Cracidae			X				
Penelope obscura	jacuaçu	X		X	LC	LC	LC
PODICIPEDIFORMES							
Podicipedidae				X			
Podilymbus podiceps	mergulhão-caçador			X	LC	LC	LC
SULIFORMES							
Phalacrocoracidae							
Nannopterum brasilianus	biguá	X	X	X	LC	LC	LC
PELECANIFORMES							
Ardeidae							
Nycticorax nycticorax	savacu		X	X	LC	LC	LC
Butorides striata	socozinho		X	X	LC	LC	LC
Bubulcus ibis	garça-vaqueira	X		X	LC	LC	LC
Ardea alba	garça-branca-grande		X	X	LC	LC	LC
Syrigma sibilatrix	maria-faceira	X	X	X	LC	LC	LC
Egretta thula	garça-branca-pequena		X	X	LC	LC	LC
Threskiornithidae							
Plegadis chihi	caraúna	X	X	X	LC	LC	LC
Mesembrinibis cayennensis	coró-coró		X	X	LC	LC	LC
Phimosus infuscatus	tapicuru		X	X	LC	LC	LC
Theristicus caudatus	curicaca	X	X	X	LC	LC	LC
CATHARTIFORMES							
Cathartidae							
Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha			X	LC	LC	LC
Coragyps atratus	urubu-de-cabeça-preta	X	X	X	LC	LC	LC
ACCIPITRIFORMES							
Accipitridae							
Accipiter striatus	gavião-miúdo		X	X	LC	LC	LC
Ictinia plumbea	sovi		X	X	LC	LC	LC
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	X	X	X	LC	LC	LC
Geranoaetus albicaudatus	gavião-de-rabo-branco			X	LC	LC	LC
Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta		X	X	LC	LC	LC

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
GRUIFORMES							
Rallidae							
Aramides saracura	saracura-do-mato	X	X	X	LC	LC	LC
Pardirallus sanguinolentus	saracura-do-banhado			X	LC	LC	LC
Gallinula galeata	frango-d'água-comum	X	X	X	LC	LC	LC
CHARADRIIFORMES							
Charadriidae							
Vanellus chilensis	quero-quero	X	X	X	LC	LC	LC
Jacanidae							
Jacana jacana	jaçanã		X	X	LC	LC	LC
COLUMBIFORMES							
Columbidae							
Columbina talpacoti	rolinha-roxa	X	X	X	LC	LC	LC
Columbina picui	rolinha-picui		X	X	LC	LC	LC
Columba livia	pombo-doméstico		X	X	LC	LC	LC
Patagioenas picazuro	pomba-asa-branca	X	X	X	LC	LC	LC
Zenaida auriculata	avoante			X	LC	LC	LC
Leptotila verreauxi	juriti-pupu	X	X	X	LC	LC	LC
Leptotila rufaxilla	juriti-gemedeira			X	LC	LC	LC
CUCULIFORMES							
Cuculidae							
Piaya cayana	alma-de-gato		X	X	LC	LC	LC
Coccyzus americanus	papa-lagarta-de-asa-vermelha		X		LC	LC	LC
Crotophaga ani	anu-preto			X	LC	LC	LC
Guira guira	anu-branco		X	X	LC	LC	LC
STRIGIFORMES							
Strigidae							
Megascops choliba	corujinha-do-mato			X	LC	LC	LC
Athene cunicularia	coruja-buraqueira		X	X	LC	LC	LC
Asio stygius	mocho-diabo	X		X	LC	LC	LC
Caprimulgidae							
Hydropsalis longirostris	bacurau-da-telha	X		X	LC	LC	LC
Hydropsalis torquata	bacurau-tesoura			X	LC	LC	LC
APODIFORMES							
Apodidae							
Chaetura cinereiventris	andorinhão-de-sobre-cinzento			X	LC	LC	LC
Chaetura meridionalis	andorinhão-do-temporal	X	X	X	LC	LC	LC
Trochilidae							
Stephanoxis loddigesii	beija-flor-de-topete-azul	X	X	X	LC	LC	LC
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	X	X	X	LC	LC	LC
Leucochloris albicollis	beija-flor-de-papo-branco	X	X	X	LC	LC	LC

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Calliphlox amethystina	estrelinha-ametista	X			LC	LC	LC
TROGONIFORMES							
Trogonidae							
Trogon surrucura	surucuá-variado	X	X	X	LC	LC	LC
CORACIIFORMES							
Alcedinidae							
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande	X	X	X	LC	LC	LC
Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde			X	LC	LC	LC
Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno	X	X	X	LC	LC	LC
PICIFORMES							
Ramphastidae							
Ramphastos dicolorus	tucano-de-bico-verde	X	X	X	LC	LC	LC
Picidae							
Picumnus temminckii	pica-pau-anão-de-coleira		X	X	LC	LC	LC
Picumnus nebulosus	pica-pau-anão-carijó	X	X	X	LC	LC	NT
Veniliornis spilogaster	picapauzinho-verde-carijó	X	X	X	LC	LC	LC
Piculus aurulentus	pica-pau-dourado	X	X	X	LC	LC	NT
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado		X	X	LC	LC	LC
Colaptes campestris	pica-pau-do-campo	X	X	X	LC	LC	LC
Celeus flavescens	pica-pau-de-cabeça-amarela	X	X	X	LC	LC	LC
CARIAMIFORMES				X			
Cariamidae							
Cariama cristata	seriema		X	X	LC	LC	LC
FALCONIFORMES							
Falconidae							
Caracara plancus	carcará	X	X		LC	LC	LC
Milvago chimachima	carrapateiro	X	X		LC	LC	LC
Milvago chimango	chimango	X	X		LC	LC	LC
Falco sparverius	quiriquiri			X	LC	LC	LC
PSITTACIFORMES							
Psittacidae							
Pyrrhura frontalis	tiriba-de-testa-vermelha	X	X	X	LC	LC	LC
Myiopsitta monachus	caturrita		X	X	LC	LC	LC
Amazona pretrei	papagaio-charão		X	X	VU	VU	VU
PASSERIFORMES							
Thamnophilidae							
Dysithamnus mentalis	choquinha-lisa			X	LC	LC	LC
Thamnophilus ruficapillus	choca-de-chapéu-vermelho	X	X	X	LC	LC	LC
Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata	X	X	X	LC	LC	LC
Batara cinerea	matracão			X	LC	LC	LC
Mackenziaena leachii	borralhara-assobiadora	X		X	LC	LC	LC

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Conopophagidae							
Conopophaga lineata	chupa-dente	X		X	LC	LC	LC
Rhinocryptidae							
Scytalopus speluncae	tapaculo-preto			X	LC	LC	LC
Scleruridae							
Sclerurus scansor	vira-folha		X	X	LC	LC	LC
Dendrocolaptidae							
Sittasomus griseicapillus	arapaçu-verde	X	X	X	LC	LC	LC
Xiphorhynchus fuscus	arapaçu-rajado	X	X	X	LC	LC	LC
Lepidocolaptes falcinellus	arapaçu-escamado-do-sul	X	X	X	LC	LC	LC
Dendrocolaptes platyrostris	arapaçu-grande	X	X	X	LC	LC	LC
Furnariidae							
Furnarius rufus	joão-de-barro	X	X	X	LC	LC	LC
Lochmias nematura	joão-porca	X	X	X	LC	LC	LC
Philydor rufum	limpa-folha-de-testa-baia			X	LC	LC	LC
Heliobletus contaminatus	trepadorzinho	X	X	X	LC	LC	LC
Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete	X	X	X	LC	LC	LC
Leptasthenura striolata	grimpeirinho		X	X	LC	LC	LC
Leptasthenura setaria	grimpeiro	X	X	X	LC	LC	NT
Synallaxis ruficapilla	pichororé	X	X	X	LC	LC	LC
Synallaxis cinerascens	pi-puí	X	X	X	LC	LC	LC
Synallaxis spixi	joão-teneném	X	X	X	LC	LC	LC
Cranioleuca obsoleta	arredio-oliváceo	X	X	X	LC	LC	LC
Pipridae							
Chiroxiphia caudata	tangará	X	X	X	LC	LC	LC
Tityridae							
Schiffornis virescens	flautim	X	X	X	LC	LC	LC
Pachyramphus viridis	caneleiro-verde			X	LC	LC	LC
Pachyramphus polychopterus	caneleiro-preto	X	X	X	LC	LC	LC
Pachyramphus validus	caneleiro-de-chapéu-preto			X	LC	LC	LC
Platyrinchidae							
Platyrinchus mystaceus	patinho	X		X	LC	LC	LC
Rhynchocyclidae							
Mionectes rufiventris	abre-asa-de-cabeça-cinza		X	X	LC	LC	LC
Phylloscartes ventralis	borboletinha-do-mato	X	X	X	LC	LC	LC
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta	X	X	X	LC	LC	LC
Poecilotriccus plumbeiceps	tororó	X	X	X	LC	LC	LC
Tyrannidae							
Hirundinea ferruginea	gibão-de-couro	X	X	X	LC	LC	LC
Camptostoma obsoletum	risadinha	X	X	X	LC	LC	LC

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Elaenia parvirostris	guaracava-de-bico-curto	X	X	X	LC	LC	LC
Elaenia mesoleuca	tuque	X	X	X	LC	LC	LC
Phyllomyias fasciatus	piolhinho	X	X	X	LC	LC	LC
Serpophaga subcristata	alegrinho	X	X	X	LC	LC	LC
Myiarchus swainsoni	irré	X	X	X	LC	LC	LC
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	X	X	X	LC	LC	LC
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado	X	X	X	LC	LC	LC
Megarynchus pitangua	neinei		X	X	LC	LC	LC
Tyrannus melancholicus	suiriri	X	X	X	LC	LC	LC
Tyrannus savana	tesourinha	X	X	X	LC	LC	LC
Empidonomus varius	peitica	X	X	X	LC	LC	LC
Myiophobus fasciatus	filipe		X	X	LC	LC	LC
Lathrotriccus euleri	enferrujado	X	X	X	LC	LC	LC
Knipolegus cyanirostris	maria-preta-de-bico-azulado	X	X	X	LC	LC	LC
Satrapa icterophrys	suiriri-pequeno	X	X	X	LC	LC	LC
Vireonidae							
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	X	X	X	LC	LC	LC
Hylophilus poicilotis	verdinho-coroado	X	X	X	LC	LC	LC
Vireo chivi	juruviara	X	X	X	LC	LC	LC
Corvidae							
Cyanocorax caeruleus	gralha-azul	X	X	X	LC	LC	NT
Hirundinidae							
Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa	X	X	X	LC	LC	LC
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora	X	X	X	LC	LC	LC
Progne tapera	andorinha-do-campo		X	X	LC	LC	LC
Progne chalybea	andorinha-doméstica-grande	X	X	X	LC	LC	LC
Tachycineta leucorrhoa	andorinha-de-sobre-branco	X	X	X	LC	LC	LC
Troglodytidae							
Troglodytes musculus	corruíra	X	X	X	LC	LC	LC
Turdidae							
Turdus flavipes	sabiá-una		X		LC	LC	LC
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	X	X	X	LC	LC	LC
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca	X	X	X	LC	LC	LC
Turdus subalaris	sabiá-ferreiro	X	X	X	LC	LC	LC
Turdus albicollis	sabiá-coleira	X	X	X	LC	LC	LC
Mimidae							
Mimus saturninus	sabiá-do-campo	X	X	X	LC	LC	LC
Passerellidae							
Zonotrichia capensis	tico-tico	X	X	X	LC	LC	LC
Parulidae							
Setophaga pitiayumi	mariquita	X	X	X	LC	LC	LC

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra	X	X	X	LC	LC	LC
Basileuterus culicivorus	pula-pula	X	X	X	LC	LC	LC
Myiothlypis leucoblephara	pula-pula-assobiador	X	X	X	LC	LC	LC
Icteridae							
Cacicus chrysopterus	tecelão	X	X	X	LC	LC	LC
Gnorimopsar chopi	pássaro-preto			X	LC	LC	LC
Agelaioides badius	asa-de-telha		X	X	LC	LC	LC
Molothrus bonariensis	chupim	X	X	X	LC	LC	LC
Thraupidae							
Pipraeidea melanonota	saíra-viúva	X	X	X	LC	LC	LC
Pipraeidea bonariensis	sanhaçu-papa-laranja		X	X	LC	LC	LC
Stephanophorus diadematus	sanhaçu-frade		X	X	LC	LC	LC
Tangara sayaca	sanhaçu-cinzento	X	X	X	LC	LC	LC
Tangara preciosa	saíra-preciosa	X	X	X	LC	LC	LC
Sicalis flaveola	canário-da-terra	X	X	X	LC	LC	LC
Haplospiza unicolor	cigarra-bambu			X	LC	LC	LC
Volatinia jacarina	tiziu	X		X	LC	LC	LC
Trichothraupis melanops	tiê-de-topete			X	LC	LC	LC
Coryphospingus cucullatus	tico-tico-rei			X	LC	LC	LC
Tachyphonus coronatus	tiê-preto		X	X	LC	LC	LC
Tersina viridis	saí-andorinha	X	X	X	LC	LC	LC
Dacnis cayana	saí-azul	X		X	LC	LC	LC
Coereba flaveola	cambacica	X	X	X	LC	LC	LC
Sporophila caerulescens	coleirinho	X	X	X	LC	LC	LC
Embernagra platensis	sabiá-do-banhado		X	X	LC	LC	LC
Saltator similis	trinca-ferro	X	X	X	LC	LC	LC
Saltator maxillosus	bico-grosso		X	X	LC	LC	LC
Poospiza nigrorufa	quem-te-vestiu	X	X	X	LC	LC	LC
Poospiza thoracica	peito-pinhão	X		X	LC	LC	LC
Microspingus cabanisi	quete-do-sul	X	X	X	LC	LC	LC
Pyrrhocoma ruficeps	cabecinha-castanha	X	X	X	LC	LC	LC
Cardinalidae							
Habia rubica	tiê-de-bando			X	LC	LC	LC
Cyanoloxia glaucocaerulea	azulinho	X	X	X	LC	LC	LC
Cyanoloxia brissonii	azulão			X	LC	LC	LC
Fringillidae							
Spinus magellanicus	pintassilgo	X	X	X	LC	LC	LC
Euphonia chalybea	cais-cais				LC	LC	LC
Chlorophonia cyanea	gaturamo-bandeira	X		X	LC	LC	LC
Estrildidae							
Estrilda astrild	bico-de-lacre			X	LC	LC	-

Ordem Família Espécie	Nome Popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Passeridae							
Passer domesticus	pardal			X	LC	LC	-

Legenda: Ocorrência (ADA= área diretamente afetada, AID= área de influência direta, AII= área de influência indireta); Status de conservação (RS= regional, BR= nacional, GL= global, LC= pouco preocupante, DD= dados insuficientes, NT= quase ameaçada, VU= vulnerável, EN= em perigo, CR= criticamente ameaçada).

Mastofauna

Além da elevada riqueza de espécies, os mamíferos apresentam grande diversidade funcional, sendo importantes para a manutenção dos ecossistemas aquáticos e terrestres (WEBER *et al.,* 2013). Conforme GONSALES *et al.,* (2014) 181 espécies de mamíferos nativos de ocorrência confirmada para o estado, porém, devido a extensão do território estadual, essa riqueza tende a variar de região para região. Assim, por meio de consulta em bibliografia especializada que mencionam especificamente as espécies que ocorrem tanto no município de Caxias do Sul foi possível compor uma lista secundária de 61 espécies com ocorrência potencial para a região, das quais o estudo realizado na ADA e AID comprovou a ocorrência de 28 espécies (Tabela 45).

Dentre essas espécies ressalta-se a ocorrência potencial 11 espécies que constam em menos uma das três categorias de ameaça (CR, EN e VU) nas listas oficiais da fauna ameaçada de extinção e quatro apenas na categoria quase ameaçada (NT).

Tabela 45. Lista de espécies de mamíferos de provável ocorrência para a AII do empreendimento.

Ordem Família Espécie	Nome popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
DIDELPHIMORPHIA							
Didelphidae							
Didelphis albiventris	gambá-de-orelha-branca	X	X	X	LC	LC	LC
Didelphis aurita	gambá-de-orelha-preta			X	LC	LC	LC
Monodelphis dimidiata	cuíca-marrom	X		X	LC	LC	LC
Philander frenatus	cuíca-de-quatro-olhos			X	NT	LC	LC
PILOSA							
MYRMECOPHAGIDAE							
Tamandua tetradactyla	tamandua-mirim	X	X	X	VU	LC	LC
CINGULATA							
Dasypodidae							

Ordem Família Espécie	Nome popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Dasypus novemcinctus	tatu-galinha	X	X	X	LC	LC	LC
Dasypus hybridus	tatu-mulita	X	X	X	DD	DD	NT
Cabassous tatouay	tatu-de-rabo-mole			X	DD	DD	LC
ARTIODACTYLA							
Cervidae							
Mazama americana	veado-mateiro			X	EN	DD	DD
Mazama gouazoupira	veado-virá			X	LC	LC	LC
Mazama nana	veado-bororó			X	EN	VU	VU
Mazama sp.	veado	X	X		-	-	-
Ozotoceros bezoarticus	veado-campeiro			X	CR	VU	NT
PRIMATES							
Atelidae							
Alouatta guariba clamitans	bugio-ruivo	X		X	VU	VU	LC
CARNIVORA							
Canidae							
Cerdocyon thous	cachorro-do-mato	X	X	X	LC	LC	LC
Felidae							
Leopardus pardalis	jaguatirica	X		X	VU	LC	LC
Leopardus guttulus	gato-do-mato-pequeno	X	X	X	VU	VU	VU
Leopardus wiedii	gato-maracajá			X	VU	VU	NT
Puma yagouaroundi	gato-mourisco			X	VU	VU	LC
Mustelidae							
Eira barbara	irara			X	VU	LC	LC
Galictis cuja	furão			X	DD	LC	LC
Procyonidae							
Nasua nasua	quati				VU	LC	LC
Procyon cancrivorus	mão-pelada	X	X	X	LC	LC	LC
CHIROPTERA							
Molossidae							
Molossus molossus	morcego-cauda-grossa	X		X	LC	LC	LC
Promops nasutus	mocego-narigudo			X	LC	LC	LC
Tadarida brasiliensis	morcego-comum			X	LC	LC	LC
Phyllostomidae							
Artibeus lituratus	morcego-cara-branca			X	LC	LC	LC
Desmodus rotundus	morcego-vampiro			X	LC	LC	LC
Sturnira lilium	morcego-fruteiro			X	LC	LC	LC
Glossophaga soricina	morcego-beija-flor			X	LC	LC	LC
Vespertilionidae							
Eptesicus brasiliensis	morcego-borboleta-grande			X	LC	LC	LC
Histiotus velatus	morcego-orelhudo			X	LC	LC	LC

Ordem Família Espécie	Nome popular	Ocorrência			Status de Conservação		
		ADA	AID	PO	RS	BR	GL
Lasiurus cinereus	morcego-grisalho			X	LC	LC	LC
Lasiurus ega	morcego-das-palmeiras			X	LC	LC	LC
Myotis nigricans	morcego-borboleta			X	LC	LC	LC
Myotis riparius	morcego-borboleta			X	LC	LC	LC
Myotis ruber	morcego-vermelho	X		X	LC	LC	NT
LAGOMORPHA							
Leporidae							
Lepus europaeus [E]	lebre	X	X	X	LC	LC	LC
RODENTIA							
Caviidae							
Cavia aperea	preá	X	X	X	LC	LC	LC
Hydrochoerus hydrochaeris	capivara			X	LC	LC	LC
Cricetidae							
Akodon azarae	rato-do-chão	X	X	X	LC	LC	LC
Akodon cursor	rato-da-grama	X	X	X	LC	LC	LC
Akodon montensis	rato-do-chão			X	LC	LC	LC
Brucepattersonius iheringi	ratinho-cego			X	LC	LC	LC
Delomys dorsalis	pequeno-rato			X	LC	LC	LC
Hilochilus brasiliensis	rato-d'água			X	LC	LC	LC
Juliomys pictipes	rato-ferrugíneo			X	LC	LC	LC
Nectomys squamipes	rato-d'água			X	LC	LC	LC
Oryzomys flavescens	rato-do-arroz	X		X	LC	LC	LC
Oligoryzomys nigripes	rato-do-arroz			X	LC	LC	LC
Oxymyterus judex	rato-do-brejo	X		X	LC	LC	LC
Oxymyterus nasutus	rato-do-brejo			X	LC	LC	LC
Sooretamys angouya	rato-do-arroz	X		X	LC	LC	LC
Holochilus brasiliensis	rato-d'água	X		X	LC	LC	LC
Wilfredomys oenax	rato-do-nariz-laranja			X	LC	LC	LC
Muridae							
Mus musculus [E]	camundongo	X	X	X	-	-	LC
Rattus norvegicus	ratazana			X	-	-	LC
Dasyproctidae							
Dasyprocta azarae	cutia	X	X	X	VU	LC	LC
ECHIMYIDAE							
Myocastor coypus	ratão-do-banhado		X	X	LC	LC	LC
Erethizontidae							
Coendus villosus	ouriço-caixeiro		X	X	LC	LC	LC
Sciuridae							
Guerlinguetus ingrami	serelepe	X	X	X	LC	LC	LC

Legenda: Ocorrência (ADA= área diretamente afetada, AID= área de influência direta, AII= área de influência indireta); Status de conservação (RS= regional, BR= nacional, GL= global, LC= pouco preocupante, DD= dados insuficientes, NT= quase ameaçada, VU= vulnerável, EM= em perigo, CR= criticamente ameaçada).

d) IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS RELEVANTES

Todos os quadrantes apresentam diversos recursos para a fauna, como fontes alimentares, de refúgio e reprodutivos. No entanto, salienta-se como fonte alimentar, a presença da espécie vegetal *Araucaria angustifolia*, uma fonte muito importante no sustento das espécies, por produzir grande quantidade de alimento numa época de maior escassez (inverno), e está presente em praticamente todos os quadrantes.

Em relação às fontes de dessedentação, apenas o quadrante C não apresenta nenhum corpo hídrico. Todos os demais quadrantes têm em seu interior alguma fonte de água, contudo, os quadrantes A, B e F, são os que apresentam maior quantidade de recursos hídricos, sendo esses também de maior porte. Assim, são esses os locais mais relevantes como fontes de dessedentação da fauna. Também, essas fontes aquáticas são importantes sítios reprodutivos para peixes e anfíbios, salientando a presença da espécie anfíbia *Proceratophrys bigibbosa* que se reproduz exclusivamente nos cursos d'água pedregosos, mesmo com pouca presença de água. Em relação às outras espécies da fauna, não há na área outros locais específicos de reprodução de nenhuma espécie em especial, visto que as espécies apresentam uma capacidade maior de deslocamento entre as áreas. Contudo, salienta-se a possibilidade de se encontrar ninhos isolados e tocas que podem estar sendo utilizadas pelas espécies.

e) CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA AQUÁTICA E CURSOS HÍDRICOS EXISTENTES

Ictiofauna

Os resultados do levantamento da riqueza e abundância das comunidades de Ictiofauna na ADA do empreendimento são apresentados no item C.

Fitoplâncton

Foram identificados 28 gêneros distribuídos em seis classes: Bacillariophyceae (15 gêneros), Chlorophyceae (7 gêneros), Cyanophyceae (3 gêneros), Dinophyceae (2 gêneros), Euglenophyceae (2 gêneros) e Zygnemaphyceae (6 gêneros). A (Tabela 46) apresenta os gêneros identificados, bem como os valores de riqueza taxonômica (S) e

diversidade de Shannon (H') registrados nos pontos PO03, PO04, PO05 e PO06. Nos pontos PO01 e PO02 não foi encontrado nenhum organismo fitoplanctônico. Desta forma, estes pontos não são apresentados na tabela. Na (Tabela 47) estão listados, além dos táxons coletados, aqueles com provável ocorrência na região.

Tabela 46. Estimativa de abundância relativa da comunidade de fitoplâncton e índices de Riqueza taxonômica (S) e Diversidade de Shannon (H') nas estações Inverno (I), Primavera (P), verão (V) e Outono (O) em seis ambientes lóticos dentro da área de influência da Pedreira.

TÁXONS	PO03		PO04		PO05			PO06			
	I	P	I	P	I	P	V	I	P	V	O
Bacillariophyceae											
Amphora										1,37%	
Aulacoseira	0,17%	0,78%	0,10%	1,25%	0,06%	0,06%	11,49 %	0,06%	0,02%	5,09%	4,20%
Bacillaria										0,57%	
Cocconeis							0,44%			0,40%	8,67%
Cymbela											
Diatoma							1,52%			3,03%	
Fragilaria	0,02%				0,01%	0,01%	2,57%			2,57%	18,65 %
Frustulia										2,29%	7,09%
Gomphonema						0,01%					
Gyrosigma			0,00%	0,04%			1,00%			3,20%	2,89%
Kolbesia											9,98%
Navicula							24,46 %			26,53 %	22,32 %
Pinnularia							27,68 %			9,15%	2,34%
Surirella		0,03%					4,26%			2,40%	8,93%
Synedra										2,74%	9,19%
Chlorophyceae											
Coelastrum				0,07%			0,57%				
Desmodesmus	0,01%	0,03%	0,01%	0,07%		0,01%	1,04%	0,01%	0,01%	0,91%	0,53%
Oedogonium	0,01%										
Pediastrum	0,01%	0,03%		0,11%	0,01%	0,01%		0,01%	0,01%		0,26%
Radiococcus											4,73%
Tetraedron										1,37%	
Treubaria								0,01%			
Cyanophyceae											
Anabaena							0,52%			0,97%	
Chroococcus							14,36 %			26,87 %	
Coelomorum									0,00%		

TÁXONS	PO03		PO04		PO05			PO06			
	I	P	I	P	I	P	V	I	P	V	O
Dinophyceae											
Ceratium	99,76 %	98,98 %	99,88 %	97,86 %	99,93 %	99,90 %		99,94 %	99,97 %		
Peridinium		0,03%		0,14%		0,01%			0,01%		
Euglenophyceae											
Phacus		0,11%		0,43%		0,02%	1,09%		0,01%	0,46%	0,22%
Trachelomonas							8,36%			10,06 %	
Zygnemaphyceae											
Closterium		0,03%		0,04%	0,01%			0,01%			
Cosmarium	0,01%				0,01%		0,65%	0,01%			
Desmidium								0,01%			
Hyalotheca			0,00%		0,01%			0,01%			
Mesotaenium	0,02%							0,01%			
Spirogyra	0,01%		0,01%		0,01%						
Riqueza (S)	**9**	**8**	**6**	**9**	**8**	**8**	**15**	**10**	**7**	**18**	**14**
Diversidade de Shannon (H')	**0,004**	**0,18**	**0,001**	**0,051**	**0,001**	**0,003**	**1,98**	**0,001**	**0,001**	**2,17**	**2,237**

Tabela 47. Relação dos táxons de fitoplâncton encontrados e com provável ocorrência na região.

Nome científico	Nome popular	Habitat	Forma de registro
Aulacoseira	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Actinastrum	alga verde	aquático	literatura
Amphora	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Anabaena	alga azul	Arroio Quadrante F	coleta
Ankistrodesmus	alga verde	aquático	literatura
Bacilaria	alga	Arroio Quadrante F	coleta
Borzia	alga azul	aquático	literatura
Ceratium	dinoflagelado	Arroio Quadrante F	coleta
Chlamydomonas	alga verde	aquático	literatura
Chlorella	alga verde	aquático	literatura
Chlorococcum	alga verde	aquático	literatura
Chroococcus	alga azul	Arroio Quadrante F	coleta
Closterium	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Cocconeis	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Coelastrum	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Coelomorum	alga azul	Arroio Quadrante F	coleta
Cosmarium	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Cruscigenia	alga verde	aquático	literatura

Nome científico	Nome popular	Habitat	Forma de registro
Cyclotella	alga diatomácea	aquático	literatura
Cymbella	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Desmidium	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Desmodesmus	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Diatoma	alga	Arroio Quadrante F	coleta
Eudorina	alga verde	aquático	literatura
Euglena	euglenófita	aquático	literatura
Fragilaria	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Franceia	alga verde	aquático	literatura
Frutulia	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Gloeocapsa	alga azul	aquático	literatura
gloeotrichia	alga azul	aquático	literatura
Golenkinia	alga verde	aquático	literatura
Gomphonema	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Gyrosigma	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Haematococcus	alga verde	aquático	literatura
Hantzschia	alga diatomácea	aquático	literatura
Hyalotheca	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Hydrodictyon	alga verde	aquático	literatura
Kirchneriella	alga verde	aquático	literatura
Kolbesia	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Lepocinclis	euglenófita	aquático	literatura
Leptolyngbya	alga azul	aquático	literatura
Lyngbya	alga azul	aquático	literatura
Melosira	alga diatomácea	aquático	literatura
Merismopedia	alga azul	aquático	literatura
Mesotaenium	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Micractinium	alga verde	aquático	literatura
Microcystis	alga azul	aquático	literatura
Monoraphidium	alga verde	aquático	literatura
Navicula	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Nitzschia	alga diatomácea	aquático	literatura
Oedogonium	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Oocystis	alga verde	aquático	literatura
Oscillatoria	alga azul	aquático	literatura
Pandorina	alga verde	aquático	literatura
Pediastrum	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Peridinium	dinoflagelado	Arroio Quadrante F	coleta

Nome científico	Nome popular	Habitat	Forma de registro
Phacus	euglenófita	Arroio Quadrante F	coleta
Phormidium	alga azul	aquático	literatura
Pinnularia	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Planktolyngbya	alga azul	aquático	literatura
Planktosphaera	alga verde	aquático	literatura
Politoa	alga verde	aquático	literatura
Protococcus	alga verde	aquático	literatura
Pseudoanabaena	alga azul	aquático	literatura
Pteromonas	alga verde	aquático	literatura
Radiococcus	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Scenedesmus	alga verde	aquático	literatura
Schizoclamys	alga verde	aquático	literatura
Sphaerellopsis	alga verde	aquático	literatura
Spirogyra	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Strombomonas	euglenófita	aquático	literatura
Surirella	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Synechococcus	alga azul	aquático	literatura
Synechocystis	alga azul	aquático	literatura
Synedra	alga diatomácea	Arroio Quadrante F	coleta
Tetraedron	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Trachelomonas	euglenófita	Arroio Quadrante F	coleta
Treubaria	alga verde	Arroio Quadrante F	coleta
Volvox	alga verde	aquático	literatura

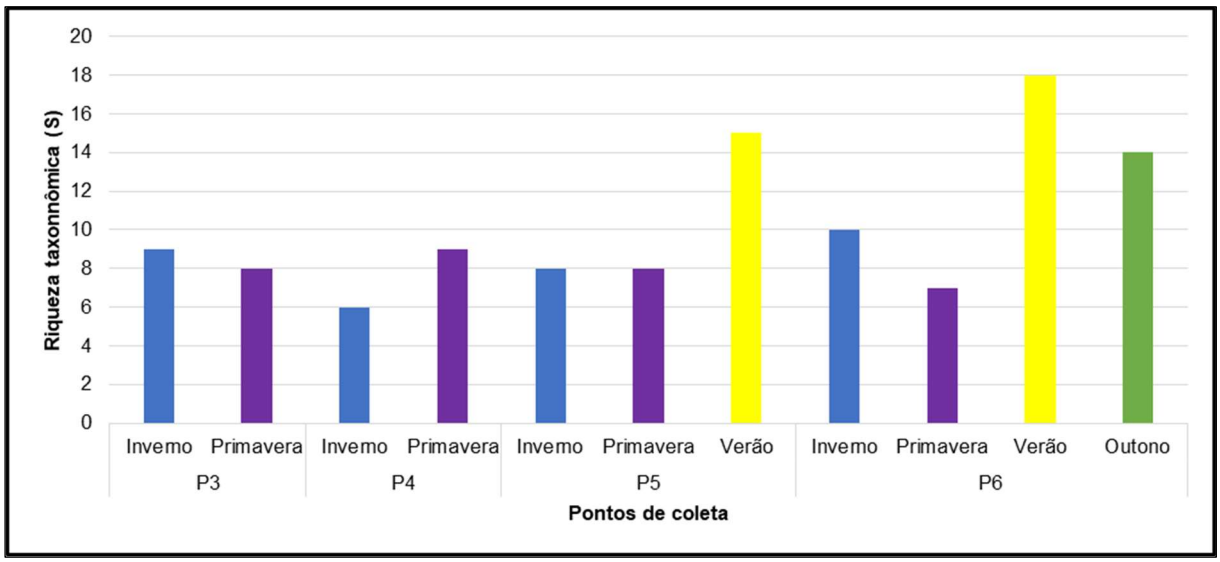
Fonte: SOLDATELI, V. F. Avaliação da comunidade Fitoplanctônica em lagoas de estabilização utilizadas no tratamento de efluentes domésticos – Estudo de caso-ETE-UCS. 2007. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

As estações inverno e primavera apresentaram valores baixos de riqueza e diversidade em todos os pontos onde foram encontrados organismos fitoplanctônicos com S variando entre 6 (PO04-Inverno) e 10 (PO06-Inverno) e H' variando entre 0,001 (PO04-Inverno; PO05-Inverno e PO06-Inverno e Primavera) e 0,18 (PO03-Primavera). No período referente ao outono, observou-se uma situação diferente, com o ponto PO06 apresentando valores maiores de riqueza (14) e diversidade (2,24).

A coleta realizada no verão apresentou valores mais altos de riqueza (Figura 308) e diversidade (Figura 309) nos dois pontos amostrados em relação às coletas anteriores. A riqueza taxonômica foi de 18 gêneros registrados no ponto PO06 e de 15 gêneros no ponto PO05, enquanto os valores de diversidade foram de 2,173 e 1,983,

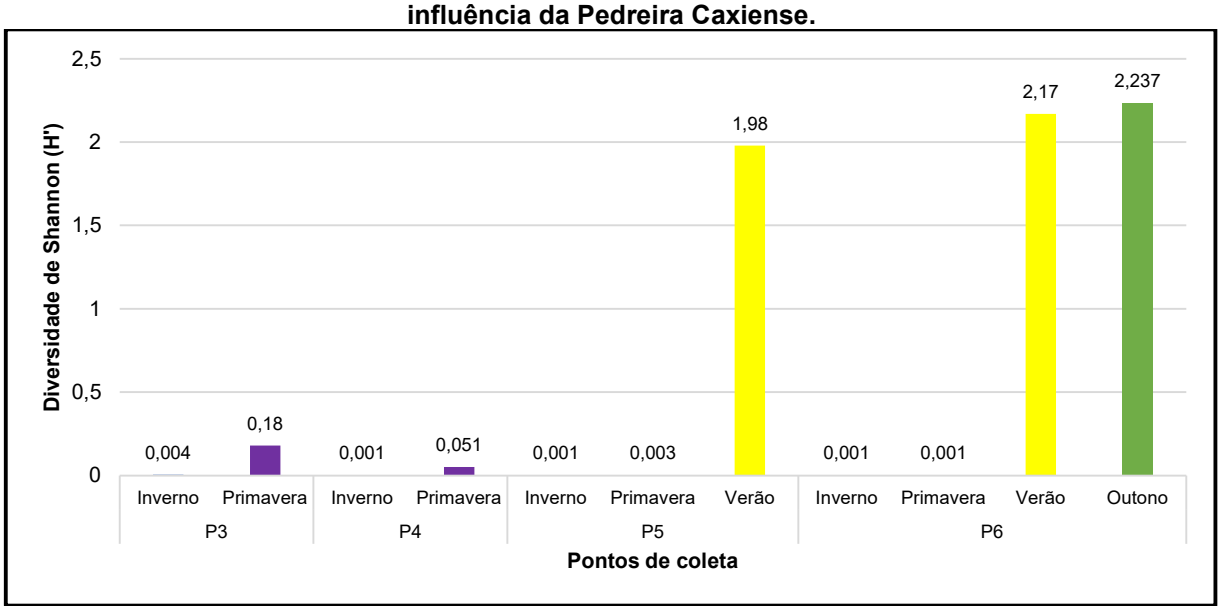
respectivamente. Esses altos valores foram evidenciados porque não houve uma grande dominância de nenhum dos gêneros registrados, diferente do ocorrido em estações anteriores, onde o gênero *Ceratium* exerceu uma grande influência sobre a composição e a forma da comunidade.

Figura 308. Índice de Riqueza taxonômica(S), calculado com base na comunidade fitoplanctônica, em quatro pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 309. Índice de Diversidade de Shannon (H'), calculado com base na comunidade fitoplanctônica, em quatro pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Os baixíssimos valores de diversidade no inverno e na primavera são devidos à predominância de dinoflagelados do gênero *Ceratium*, o qual apresentou densidades

populacionais muito maiores que os demais gêneros, compondo mais de 95% da comunidade fitoplanctônica em todos os pontos amostrados. Além de *Ceratium*, diatomáceas do gênero *Aulacoseira* (Figura 311) também foram abundantes, porém em densidades bem menores.

No outono, o gênero *Ceratium* não foi observado no ponto PO06 e não houve dominância quase absoluta de nenhum táxon, apenas o predomínio dos gêneros *Navicula* (Figura 312) e *Fragilaria* (Figura 313).

No verão a comunidade fitoplanctônica nos dois pontos amostrados mostrou-se semelhante, apresentando 13 gêneros comuns, principalmente da classe Bacillariophyceae. Dentre estes, destacam-se os gêneros *Pinnularia, Navicula* e *Aulacoseira*, os quais foram predominantes em ambos os pontos. Além destes, o gênero *Chroococcus* (Cyanophyceae) também se mostrou abundante, principalmente no ponto PO06.

O gênero *Aulacoseira* foi registrado em todos os pontos, exceto nos pontos PO01 e PO02 onde não foi encontrado nenhum organismo fitoplanctônico, e em todos os períodos amostrais. Em geral, as espécies desse gênero são caracterizadas por propriedades seletivas, como um desenvolvimento oportunista e alta capacidade de exploração (BECKER E MOTTA-MARQUES, 2004). Essas espécies dependem da turbulência apresentada pelos rios para permanecerem na zona eufótica, uma vez que sua estrutura celular de alta densidade os manteria no sedimento em águas mais calmas (COSTA-BÖDDEKER *et al.,* 2012).

A classe Bacillariophyceae apresenta algumas características que auxiliam na colonização dos diferentes substratos, como diferentes estruturas morfológicas, as quais possibilitam a fixação destes organismos e sua mobilidade auxiliada pelo deslizamento sobre as superfícies (STRAUBE, 2014; NARDELLI *et al.,* 2016).

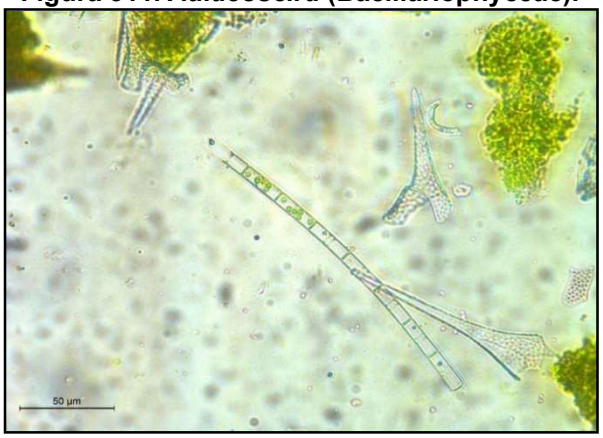
Não foi observado um padrão de variação com nítida sazonalidade para a comunidade fitoplanctônica, uma vez que o baixo volume de água registrado na maioria dos pontos durante as estações outono e verão impossibilitou a coleta nestes locais.

Figura 310. *Ceratium furcoides* (Dinophyceae).



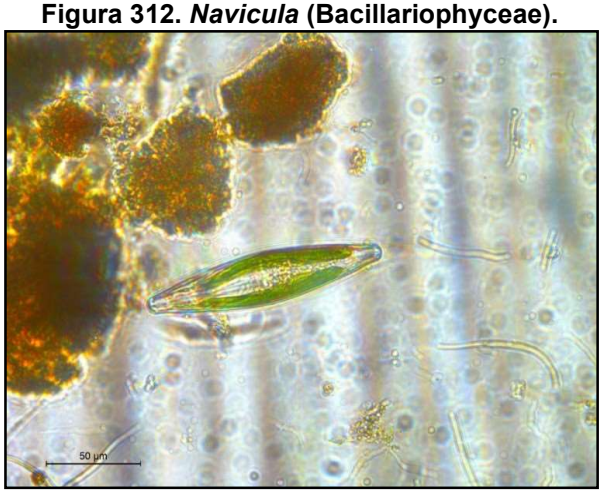
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 311. *Aulacoseira* (Bacillariophyceae).



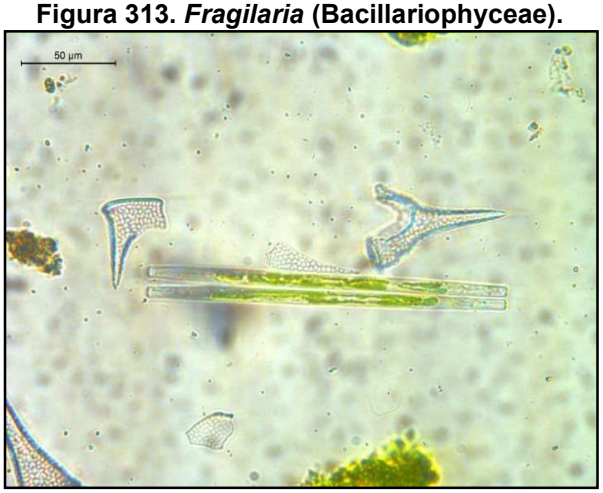
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 312. *Navicula* (Bacillariophyceae).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 313. *Fragilaria* (Bacillariophyceae).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Os baixos valores de riqueza e diversidade encontrados nos arroios da Pedreira são esperados, se tratando de um ambiente lótico com características de ritral, com correnteza forte e substrato predominantemente rochoso, que acabam limitando a ocorrência de organismos planctônicos (WELCOMME, 1985). Segundo Reynolds *et al*. (2006) a composição da comunidade fitoplanctônica em rios é influenciada pela turbulência e intensidade de luz, priorizando a ocorrência de diatomáceas (Bacillarophyceae). Esses organismos possuem parede celular composta por sílica, que confere resistência celular a alta intensidade hidrológica, além de possuírem mecanismos eficientes de fixação no substrato (CARDOSO *et al*., 2013). Os gêneros *Aulacoseira* Thwaites, *Navicula* Bory de Saint-Vincent, 1822 e *Fragilaria* Lyngbye, 1819, os mais abundantes entre as diatomáceas encontradas nos arroios da Pedreira, são citados por diversos autores como sendo os mais frequentes e abundantes no plâncton de rios e reservatórios brasileiros (TRAIN & RODRIGUES, 2004; TRAIN *et al*., 2005).

Segundo FELISBERTO & RODRIGUES (2012), as diatomáceas são consideradas r-estrategistas e seu predomínio em ambientes sujeitos a constantes mudanças pode estar relacionado ao fato de muitas espécies terem distribuição mais ampla em relação às variações ambientais, alta resistência a distúrbios físicos, grande capacidade de adesão a substratos, altas taxas de migração e tamanho relativamente pequeno (BIGGS & THOMSEN, 1995).

As espécies do gênero *Ceratium* Schrank, 1793 (Dinophyceae) são consideradas exóticas nos ecossistemas de água doce no Brasil (OLIVEIRA *et al*., 2011). Sua ocorrência é rara, mas desde o início dos anos 2000, florações de Ceratium vêm sendo registradas em vários ecossistemas lênticos e lóticos no país (FERRAREZE e NOGUEIRA, 2006; SANTOS-WISNIEWSKI *et al*., 2007; MATSUMURA-TUNDISI *et al*., 2010; OLIVEIRA *et al*., 2011; CAVALCANTE *et al*., 2013, JATI *et al*., 2014). Sua presença é, geralmente, associada a um aumento no teor de nutrientes no corpo de água, mas pouco se sabe sobre suas preferências ambientais e ciclo de vida (OLIVEIRA *et al*., 2011). Estes organismos não apresentam toxinas, porém suas florações têm efeitos nocivos para comunidades aquáticas, promovendo condições anóxicas e causando a morte de populações locais (PITCHER e PROBYN, 2011). Espécies de *Ceratium* são tolerantes ao estresse ambiental devido à formação de cistos que germinam em períodos de turbulência da água (CAVALCANTE *et al*., 2013).

A ocorrência massiva de *Ceratium* observada nos arroios da ADA no quadrante F pode estar associada aos impactos observados neste curso de água. Apesar de apresentar uma pequena vegetação ripária, esta não é suficiente para filtrar os sedimentos que aportam ao rio, advindos das atividades de extração da pedreira e que contribuem para um aumento na quantidade de substâncias em suspensão no corpo de água. Este efeito pode ter sido potencializado pelas chuvas intensas registradas no inverno e na primavera de 2015 (INMET, 2015), causando maior escoamento superficial e, consequentemente, maior carreamento de sedimentos para o rio. O aumento na quantidade de substâncias em suspensão, associado à maior correnteza, pode causar grande redução na diversidade de algas e favorecer organismos tolerantes (ALLAN e CASTILLO, 2007), como *Ceratium*. Por outro lado, no período correspondente ao verão e outono de 2016, as precipitações na região ficaram abaixo do padrão climatológico (INMET, 2016), determinando um menor volume de água e menos sedimentos carreados para o rio da ADA no quadrante F. Estas condições, associadas à ausência de florações de *Ceratium* no período amostrado, podem ter favorecido a proliferação de outras

espécies fitoplanctônicas, especialmente diatomáceas, as quais apresentaram densidades bem maiores em relação às amostragens de inverno e primavera.

O monitoramento de organismos do gênero *Ceratium* é de fundamental importância para a preservação da biodiversidade da fauna aquática local, especialmente nos arroios que já se encontram perturbados pelas atividades da Pedreira, uma vez há poucas informações sobre sua dinâmica populacional e potencial invasor.

Zooplâncton

A comunidade zooplanctônica nos pontos amostrados foi representada por 12 gêneros, pertencentes aos filos Rotifera (6 gêneros), Amoebozoa (5 gêneros), Cercozoa (1 gênero) e Arthropoda (Crustacea, Cladocera) (1 gênero), além de indivíduos das ordens Calanoida e Cyclopoida (Arthropoda, Crustacea), tanto em formas larvais (náuplio) quanto adultos. A (Tabela 48) lista os táxons coletados e seus nomes populares. Não foram encontrados na literatura registros de estudos realizados com a comunidade zooplanctônica na região.

Tabela 48. Estimativa de abundância relativa da comunidade de zooplâncton, e índices de Riqueza taxonômica (S) e Diversidade de Shannon (H') nas estações Inverno (I), Primavera (P), verão (V) e Outono (O) em seis ambientes lóticos dentro da área de influência da Pedreira Caxiense.

TÁXON	PO01		PO02		PO03		PO04		PO05			PO06			
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	V	I	P	V	O
Rotifera															
Kellicotia bostoniensis					28%	16 %	23 %	12 %	17 %	46 %		62%	57 %		
Keratella cochlearis										5%			4%		
Keratella valga						13 %				2%			3%		
Lecane sp.												1%			10 %
Lepadella sp.												0,50 %			
Monostyla sp.						16 %		3%		7%		1%	4%		
Cladocera															
Bosmina longirostris					5%		18 %		6%		9%				
Copepoda															
Calanoida								3%					3%		
Cyclopoida				13%		3%				4%			3%		
Nauplio	40%	8%	78%		68%	19 %	59 %	9%	71 %	18 %		33%	8%		10 %
Amoebozoa															
Arcella sp.	40%			7%				3%	2%	4%	9%	1%	9%		

TÁXON	PO01		PO02		PO03		PO04		PO05			PO06			
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	V	I	P	V	O
Centropyxis sp.	20%	8%	22%	47%		6%		42 %	4%	2%		0,50 %	3%	35 %	25 %
Ciclopyxis sp.														20 %	
Difflugia sp.		83%		33%		28 %		27 %		13 %	82 %		7%	46 %	43 %
Lesquereusia												0,50 %			
Cercozoa															
Cyphoderia sp.															13 %
Riqueza (S)	**3**	**3**	**2**	**4**	**3**	**7**	**3**	**7**	**5**	**9**	**3**	**8**	**10**	**3**	**4**
Diversidade de Shannon (H')	**1,05**	**0,57**	**0,53**	**1,17**	**0,77**	**1,79**	**0,96**	**1,51**	**0,91**	**1,65**	**0,6**	**0,89**	**1,57**	**1,04**	**1,42**

Tabela 49. Relação dos táxons de zooplâncton encontrados na região.

Nome científico	Nome popular	Habitat	Forma de registro
Kellicotia bostoniensis	rotífero	Arroio Quadrante F	coleta
Keratella cochlearis	rotífero	Arroio Quadrante F	coleta
Keratella valga	rotífero	Arroio Quadrante F	coleta
Lecane sp.	rotífero	Arroio Quadrante F	coleta
Lepadella sp.	rotífero	Arroio Quadrante F	coleta
Monostyla sp.	rotífero	Arroio Quadrante F	coleta
Bosmina longirostris	pulga-d'água	Arroio Quadrante F	coleta
Calanoida	copépodo	Arroio Quadrante F	coleta
Cyclopoida	copépodo	Arroios Quadrantes B e F	coleta
Nauplio	copépodo	Arroios Quadrantes B e F	coleta
Arcella sp.	tecameba	Arroios Quadrantes B e F	coleta
Centropyxis sp.	tecameba	Arroios Quadrantes B e F	coleta
Ciclopyxis sp.	tecameba	Arroio Quadrante F	coleta
Cyphoderia sp.	tecameba	Arroio Quadrante F	coleta
Difflugia sp.	tecameba	Arroios Quadrantes B e F	coleta
Lesquereusia	tecameba	Arroio Quadrante F	coleta

Os pontos PO01 e PO02 apresentaram valores menores de riqueza e diversidade em relação aos demais pontos, com S variando entre 2 (PO02-Inverno) e 4 (PO02-Primavera) e H' variando entre 0,53 (PO02-Inverno) e 1,17 (PO02-Primavera). Nestes pontos, em ambas as estações amostradas, predominaram as amebas testáceas dos gêneros *Centropyxis* (Figura 314) e *Arcella* (Figura 315) enquanto o gênero *Difflugia* (Figura 316) foi predominante na primavera e no outono. Também se observou a

presença de larvas de crustáceos da subclasse Copepoda (náuplio) (Figura 317), com densidades maiores no inverno.

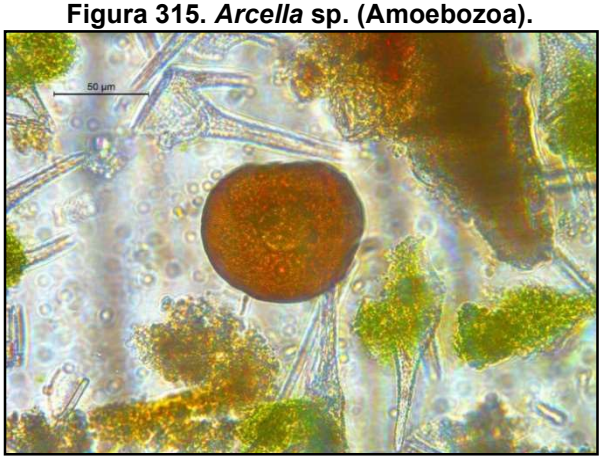
Os pontos PO03, PO04, PO05 e PO06 apresentaram valores de riqueza e diversidade maiores na estação primavera, com S variando entre 7 (PO03 e PO04) e 10 (PO06) e H' variando entre 1,51 (PO04) e 1,79 (PO03). No inverno, os valores de S variaram entre 3 (PO03 e PO04) e 8 (PO06) enquanto H' variou entre 0,77 (PO03) e 0,96 (PO04). Na amostragem referente ao período de outono, realizada apenas no ponto PO06, este apresentou cinco táxons, com predomínio de amebas testáceas, especialmente os gêneros *Centropyxis* e *Difflugia*. Nos pontos da ADA quadrante F foram observados, além das amebas testáceas e copépodos citados anteriormente, alguns gêneros do filo Rotifera, com predomínio da espécie exótica Kellicotia bostoniensis (Rousselet, 1908) (Figura 318) nas estações inverno e primavera. Destaca-se também a presença do cladócero *Bosmina longirostris* (O. F. MÜLLER, 1776) (Figura 319) nas amostras de inverno.

Figura 314. *Centropyxis* sp. (Amoebozoa).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 315. *Arcella* sp. (Amoebozoa).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 316. *Difflugia* sp. (Amoebozoa).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 317. *Nauplio* (Copepoda, Crustacea).



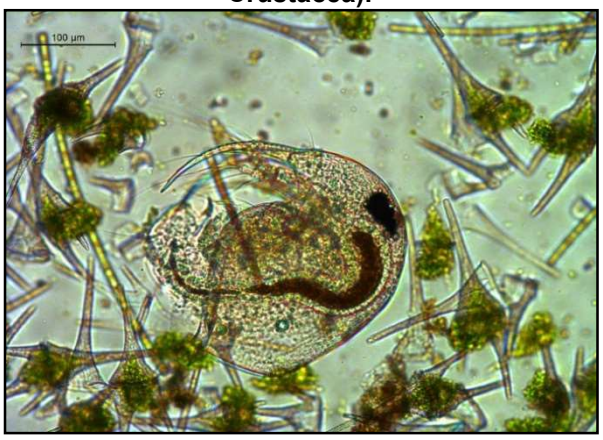
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 318. *Kellicottia bostoniensis* (Monogononta, Rotifera).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 319. *Bosmina longirostris* (Cladocera, Crustacea).

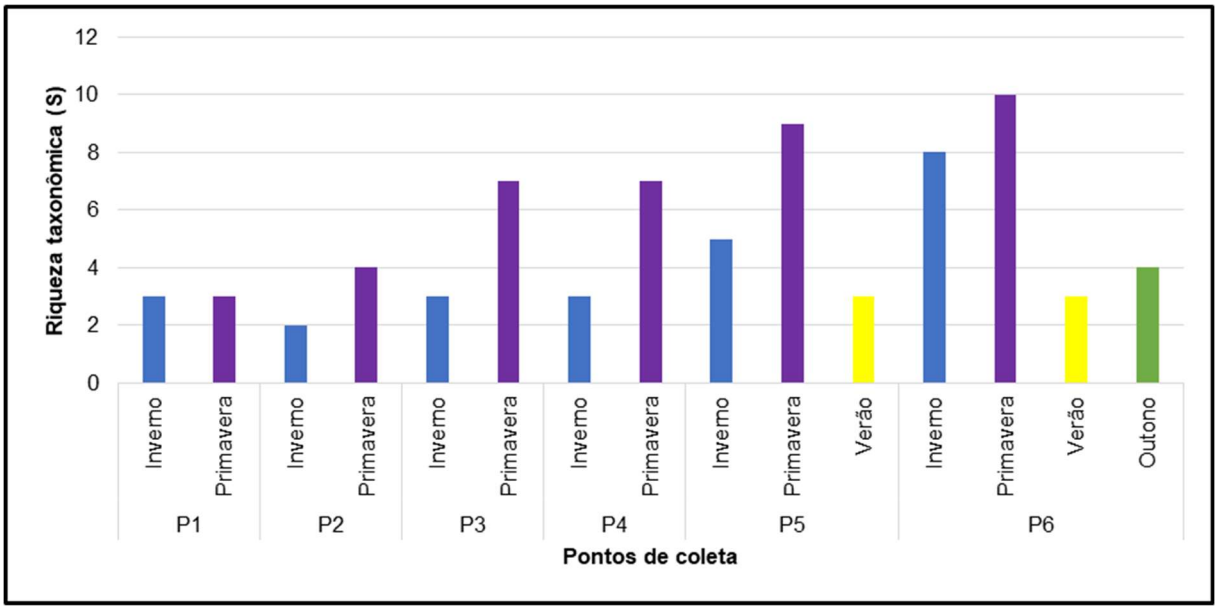


Fonte: Garden Projetos (2019).

Os valores de riqueza taxonômica (Figura 320) e diversidade de Shannon apresentaram-se mais baixos em relação às estações anteriores em ambos os pontos. No ponto PO05, a diversidade de táxons registrada no verão (H'=0,6) foi a menor dentre todas as coletas, enquanto no ponto P6 a diversidade registrada no verão (H'=1,04) foi maior que no inverno, porém menor que na primavera e no outono.

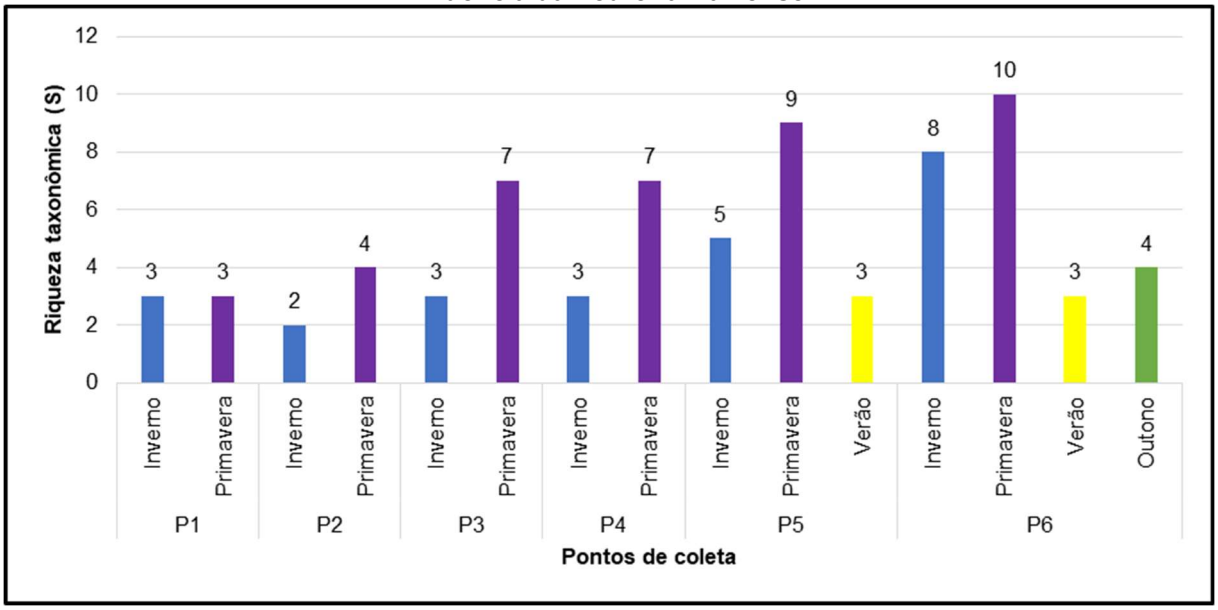
Embora ambos os pontos amostrados no verão tenham apresentado apenas três táxons, a composição e a estrutura das comunidades mostraram-se diferentes. No ponto PO05 foram observados poucos indivíduos das espécies *Bosmina longirostris* e *Arcella* sp., enquanto o gênero *Difflugia* mostrou-se dominante, resultando no baixo valor de diversidade registrado neste ponto. No ponto PO06 foram observadas quantidades similares dos gêneros *Centropyxis* e *Difflugia*, e uma quantidade um pouco menor de indivíduos do gênero *Ciclopyxis* (Figura 320), o qual não havia sido registrado nas coletas anteriores. Essa distribuição mais homogênea dos táxons no ponto PO06 resultou em um valor de diversidade um pouco maior que no ponto PO05, porém mais baixo em relação às estações primavera e outono.

Figura 320. Índice de Riqueza taxonômica(S), calculado com base na comunidade zooplanctônica, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 321. Índice de Diversidade de Shannon (H'), calculado com base na comunidade zooplanctônica, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A situação do zooplâncton nos cursos de água amostrados é semelhante àquela encontrada durante o outono, com predomínio de amebas testáceas e baixa riqueza de outros grupos, como cladóceros, copépodos e rotíferos, estando estes dois últimos completamente ausentes.

A dinâmica estrutural das assembleias zooplanctônicas de rios é complexa e ainda pouco compreendida (PAGGI, 2014), porém sabe-se que fatores como vazão, turbulência, turbidez e a composição do fitoplâncton podem afetar as comunidades zooplanctônicas, cujas densidades modificar-se-ão conforme as variações sazonais no regime hidrológico do rio (WAHL *et al*., 2008; BURDIS e HIRSCH, 2017), tornando-as transientes no ambiente. Embora os pontos amostrados na pedreira tenham apresentado um baixo volume de água, a coleta foi realizada após um período de três semanas de chuva contínua, o que pode ter ocasionado o transporte de várias espécies rio abaixo, permanecendo apenas as mais resistentes às alterações ambientais, como as amebas testáceas, principalmente o gênero *Difflugia*.

Não foi observado um padrão de variação com nítida sazonalidade para a comunidade zooplanctônica, uma vez que o baixo volume de água registrado na maioria dos pontos durante as estações outono e verão impossibilitou a coleta nestes locais.

Os resultados obtidos para a comunidade zooplanctônica nesse estudo assemelham-se a outros trabalhos realizados em ambientes lóticos (SERAFIM-JUNIOR *et al*., 2006; NEVES & SERAFIM-JUNIOR, 2007), onde a velocidade da correnteza, especialmente em córregos de pequena ordem, leva à diminuição da riqueza e densidade do zooplâncton. Nestes ambientes, a dominância das formas jovens e baixa abundância de formas adultas de copépodos são frequentemente registradas (SERAFIM-JUNIOR, 2006; NEVES & SERAFIM-JUNIOR, 2007; ZAGANINI *et al*., 2011). As amebas testáceas também são comumente encontradas no plâncton de sistemas lóticos (ESTEVES, 2011). Segundo VELHO *et al.,* (2003), táxons que possuem carapaças achatadas são característicos destes ambientes, tendo em vista que essa forma é mais adaptada às condições lóticas por tornar os indivíduos menos susceptíveis ao carreamento proporcionado pela correnteza. Além disso, o aumento da velocidade da água durante os períodos de chuva causa uma ressuspensão dos organismos associados ao sedimento e carrega as amebas testáceas para a coluna d'água (FULONE *et al*, 2005).

Segundo BORGES & PEDROZO (2009), a variação sazonal na comunidade zooplanctônica é comum e, geralmente, associada às mudanças de temperatura e transparência da água, bem como ao teor de clorofila-a. A clorofila-a é um pigmento fotossintético encontrado em muitas espécies componentes do fitoplâncton e seus valores são indicadores da disponibilidade de alimento para o zooplâncton (FRUTOS, 1998). A densidade da comunidade zooplanctônica nos ambientes amostrados deve

estar diretamente relacionada à densidade do fitoplâncton, sua principal fonte de alimento. O decréscimo ou ausência de fitoplâncton no período de inverno é acompanhado por um decréscimo na riqueza da comunidade zooplanctônica, limitada pela quantidade e qualidade dos recursos alimentares. A baixa quantidade de grupos de organismos capturados também poder ter sido influenciada pelas taxas de pluviosidade registradas para os meses de julho e setembro de 2015, quando as coletas foram realizadas. Nestes meses, as precipitações no Rio Grande do Sul ficaram acima do padrão na região nordeste do Estado (INMET, 2015).

O impacto das chuvas sobre o ambiente afeta as comunidades pelo efeito diluidor e também pelas mudanças relacionadas ao lixiviamento do solo e consequente carreamento de sedimentos para os córregos, aumentando a quantidade de substâncias em suspensão, as quais podem prejudicar o desenvolvimento do zooplâncton.

No período de outono, uma situação oposta foi observada, com taxas de precipitação abaixo do padrão para a região (INMET, 2016), caracterizando um período de seca, com consequente redução do volume de água nos arroios. Durante períodos de seca, podem ocorrer grandes modificações na estrutura das comunidades zooplanctônicas. Embora não exista um padrão observado em rios subtropicais, observa-se uma tendência à diminuição da riqueza taxonômica, principalmente de rotíferos e cladóceros (HAVENS *et al.*, 2007; PANARELLI *et al.*, 2008; PAGGI *et al.*, 2014). No ponto P6, onde foi realizada a coleta neste período, a comunidade zooplanctônica apresentou uma riqueza baixa e composta, em sua maioria, por amebas testáceas. Estas apresentam o corpo envolto por uma carapaça composta de material orgânico ou mineral, a qual lhes confere uma resistência maior a alterações no ambiente.

A espécie exótica *Kellicottia bostoniensis*, encontrada em todos os pontos amostrados, é nativa da América do Norte, porém tem sido encontrada em ecossistemas aquáticos europeus e da América do Sul (LANDA *et al.*, 2002; BEZERRA-NETO *et al.*, 2004; PEIXOTO *et al.*, 2010). Espécies exóticas podem ser bem-sucedidas no seu estabelecimento em um ambiente novo e, eventualmente, tornar-se invasoras, modificando a dinâmica da comunidade local (STRAYER, 2010). Segundo LANDA *et al*., (2002), embora haja um bom número de citações a respeito do aparecimento de *K. bostoniensis* no Brasil, são ainda escassos os estudos sobre a dinâmica espacial e temporal desses organismos em seu novo habitat. Dessa forma, seu potencial invasor é ainda, em grande parte, desconhecido e o monitoramento desta espécie é fundamental para determinar se ela poderá ou não estar associada a problemas ambientais.

Macroinvertebrados bentônicos

Foram encontrados 39 táxons de macroinvertebrados, identificados em 37 famílias e 24 gêneros. A lista de táxons de macroinvertebrados bentônicos identificados para os ecossistemas lóticos na área de influência da Pedreira Caxiense encontra-se na (Tabela 50).

Tabela 50. Abundância absoluta de macroinvertebrados bentônicos e índices de Riqueza taxonômica (S) e Diversidade de Shannon (H') nas estações Inverno (I), Primavera (P), verão (V) e Outono (O) em seis ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense.

TÁXON	PO01		PO02		PO03		PO04		PO05			PO06			
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	V	I	P	V	O
TRICLADIDA															
Dugesiidae							1		3						
HAPLOTAXIDA															
Naididae	29	2	9				1		2			29		2	3
GASTROPODA															
Cochliopidae			4									17		4	3
Planorbidae												1		4	1
BIVALVIA															
Sphaeriidae			5				3		1			5		2	2
MALACOSTRACA															
DECAPODA															
Aeglidae															
Aegla inermis				3											
Aegla sp.		1		21									1		
AMPHIPODA															
Dogielinotidae															
Hyalella				2											
INSECTA															
EPHEMEROPTERA															
Baetidae															
Baetodes				1								1			
Cloeodes									14					9	6
Caenidae															
Caenis														1	
Leptophlebiidae															
Thraulodes		1	6	5											
Massartella			3												
ODONATA															
Calopterygidae															
Hetaerina														1	
Coenagrionidae												5			

TÁXON	PO01		PO02		PO03		PO04		PO05			PO06			
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	V	I	P	V	O
Oxyagrion														1	
Libellulidae		2		1								1			
Dythemis											2			5	
PLECOPTERA															
Perlidae															
Anacroneuria	5	2	13	13								7	3		
Kempnya			2												
Gripopterygidae															
Gripopteryx					44	1	27		1			3			
Paragripopteryx				4											
COLEOPTERA															
Dryopidae	1			2											
Dytiscidae		1													
Elmidae	7	23	10	19					4	1		14	1	6	
Hydrophilidae				1											
Psephenidae			12	5								1			
Ptilodactylidae		1													
TRICHOPTERA															
Calamoceratidae															
Phylloicus	2	1	6	10											
Glossosomatidae			3											2	
Hydrobiosidae															
Atopsyche									2			2			
Neotrichia											1			1	
Hydropsychidae															
Smicridea			5		38	3	14		1			1	1		2
Leptoceridae															
Nectopsyche									1						1
Triplectides		1		2											
Philopotamidae															
Chimarra				2											
Polycentropodidae															
Polycentropus														1	
Sericostomatidae															
Grumicha	2	3	24	11											
DIPTERA															
Ceratopogonidae	2	14	5	3	2	2	4		6			8		4	2
Chironomidae	41	30	49	43	16	16	73	12	33	21	5	17	9	56	32
Psychodidae		1							1						
Simuliidae		4	3	46	14	14	11	8	8	18		5			1
Tabanidae	3	1	7	2										2	
Tipulidae	1	90	12	5											

TÁXON	PO01		PO02		PO03		PO04		PO05			PO06			
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	V	I	P	V	O
Veliidae															
Rhagovelia		1				2		2		1				3	2
LEPIDOPTERA															
Pyralidae	1														
Riqueza (S)	11	18	18	20	5	6	8	3	13	4	3	16	5	17	11
Diversidade de Shannon (H')	1,57	1,67	2,49	2,35	1,34	1,34	1,36	0,92	1,86	0,89	0,9	2,28	1,17	1,88	1,57

A (Tabela 51) lista, além dos táxons coletados, aqueles com provável ocorrência na região.

Tabela 51. Relação dos táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados e com provável ocorrência na região.

Nome científico	Nome popular	Habitat	Forma de registro
Aegla	caranguejo-de-água-doce	Arroios Quadrante B e F	coleta
Aegla inermis	caranguejo-de-água-doce	Arroio Quadrante B	coleta
Aeshnidae	libélula	aquático	literatura
Anacroneuria	moscas-da-pedra	Arroios Quadrante B e F	coleta
Ancylidae	chapéuzinho-chinês	aquático	literatura
Atopsyche	moscas-d'água, frigânia	Arroio Quadrante F	coleta
Baetodes	efêmera	Arroios Quadrante B e F	coleta
Belostomatidae	barata-d'água	aquático	literatura
Caenidae	efêmera	aquático	literatura
Caenis	efêmera	Arroio Quadrante F	coleta
Calopterygidae	libélula	aquático	literatura
Ceratopogonidae	maruim, mosquito-pólvora	Arroios Quadrante B e F	coleta
Chilinidae	caramujo	aquático	literatura
Chimarra	moscas-d'água, frigânia	Arroio Quadrante B	coleta
Chironomidae	quironomídeo	Arroios Quadrante B e F	coleta
Cloeodes	efêmera	Arroio Quadrante F	coleta
Cochliopidae	caramujo	Arroios Quadrante B e F	coleta
Coenagrionidae	libélula	Arroio Quadrante F	coleta
Corydalidae	megalóptero	aquático	literatura
Culicidae	pernilongo	aquático	literatura
Dryopidae	besouro	Arroio Quadrante B	coleta
Dugesiidae	planária	Arroio Quadrante F	coleta
Dytiscidae	besouro	Arroio Quadrante B	coleta
Dythemis	besouro	Arroio Quadrante F	coleta

Nome científico	Nome popular	Habitat	Forma de registro
Elmidae	besouro	Arroios Quadrante B e F	coleta
Empididae	mosca	aquático	literatura
Glossiphoniidae	sanguessuga	aquático	literatura
Glossosomatidae	moscas-d'água, frigânia	Arroios Quadrante B e F	coleta
Gomphidae	libélula	aquático	literatura
Gripopteryx	moscas-da-pedra	Arroio Quadrante F	coleta
Grumicha	moscas-d'água, frigânia	Arroio Quadrante B	coleta
Gyrinidae	besouro	aquático	literatura
Hetaerina	-	Arroio Quadrante F	coleta
Helicopsychidae	moscas-d'água, frigânia	aquático	literatura
Hyalella	camarãozinho-de-água-doce	Arroio Quadrante B	coleta
Hydrophilidae	besouro	Arroio Quadrante B	coleta
Hydropsychidae	moscas-d'água, frigânia	aquático	literatura
Hydroptilidae	moscas-d'água, frigânia	aquático	literatura
Kempnya	moscas-da-pedra	Arroio Quadrante B	coleta
Leptoceridae	moscas-d'água, frigânia	aquático	coleta
Leptohyphidae	efêmera	aquático	literatura
Leptophlebiidae	efêmera	aquático	literatura
Libellulidae	libélula	Arroios Quadrante B e F	coleta
Massartella	efêmera	Arroio Quadrante B	coleta
Naididae	minhoca-d'água	Arroios Quadrante B e F	coleta
Naucoridae	hemíptero	aquático	literatura
Nectopsyche	moscas-d'água, frigânia	Arroio Quadrante F	coleta
Nematoda	nematódeo	aquático	literatura
Neotrichia	-	Arroio Quadrante F	coleta
Odontoceridae	moscas-d'água, frigânia	aquático	literatura
Oxyagrion	-	Arroio Quadrante F	coleta
Paragripopteryx	moscas-da-pedra	Arroio Quadrante B	coleta
Phylloicus	moscas-d'água, frigânia	Arroio Quadrante B	coleta
Physidae	caramujo	aquático	literatura
Planorbidae	caramujo	Arroio Quadrante F	coleta
Pleidae	hemíptero	aquático	literatura
Polycentropodidae	moscas-d'água, frigânia	aquático	literatura
Polycentropus	moscas-d'água, frigânia	Arroio Quadrante F	coleta
Psephenidae	besouro	Arroios Quadrante B e F	coleta
Psychodidae	mosquito-de-banheiro	Arroios Quadrante B e F	coleta
Ptilodactylidae	besouro	Arroio Quadrante B	coleta

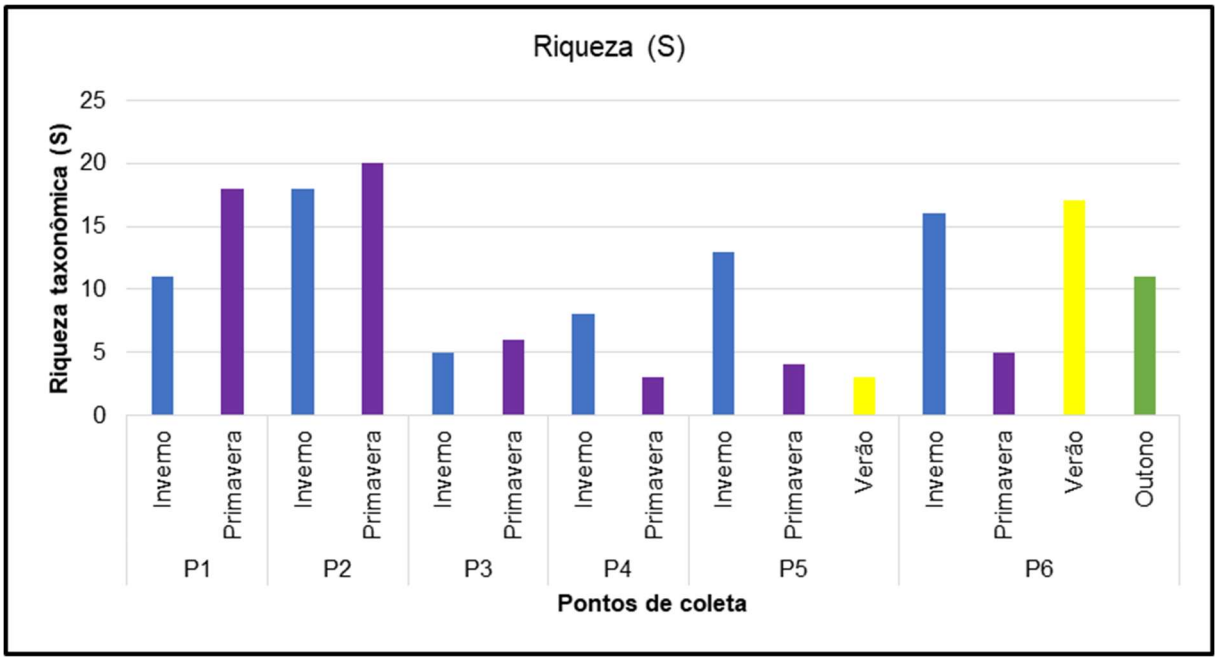
Nome científico	Nome popular	Habitat	Forma de registro
Pyralidae	mariposa	Arroio Quadrante B	coleta
Rhagovelia	hemíptero	Arroios Quadrante B e F	coleta
Simuliidae	borrachudo	Arroios Quadrante B e F	coleta
Smicridea	moscas-d'água, frigânia	Arroios Quadrante B e F	coleta
Sphaeriidae	bivalve	Arroios Quadrante B e F	coleta
Tabanidae	mutuca	Arroios Quadrante B e F	coleta
Thraulodes	efêmera	Arroio Quadrante B	coleta
Tipulidae	tipulídeo	Arroio Quadrante B	coleta
Triplectides	moscas-d'água, frigânia	Arroio Quadrante B	coleta

Observou-se, em ambos os córregos, um aumento da riqueza e da diversidade em direção às suas áreas mais baixas, pronunciadamente no inverno. O córrego localizado no quadrante B (pontos PO01 e PO02) apresentou, em geral, valores de riqueza e diversidade mais elevadas em relação ao córrego do quadrante F (pontos PO03, PO04, PO05 e PO06). No primeiro córrego, S variou entre 11 (PO01 – Inverno) e 20 (PO02 - Primavera) e H' variou entre 1, 57 (PO01 – Inverno) e 2,49 (PO02 - Primavera). No segundo córrego S variou entre 3 (PO04 - Primavera) e 17 (PO06 – Verão), enquanto H' variou entre 0,89 (PO05 – Primavera) e 2,28 (PO06 – Inverno).

A riqueza taxonômica no ponto PO05 foi de apenas três táxons, com baixas abundâncias, resultando em uma diversidade baixa também (H'=0,90). Estes valores assemelham-se aos valores registrados na primavera para este ponto, porém são bem menores que os valores encontrados na estação inverno.

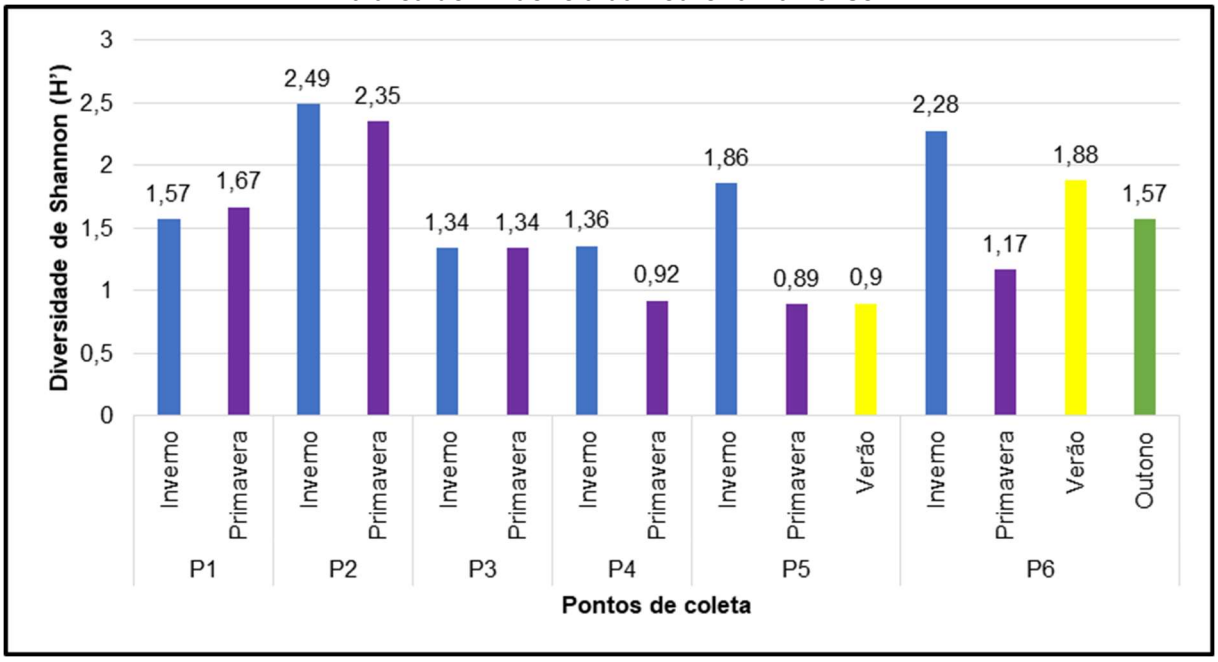
O ponto PO06 apresentou valores de riqueza (S=17) e diversidade (H'=1,88) maiores em relação ao ponto PO05, porém com pequenas quantidades de indivíduos. Apenas a família Chironomide apresentou mais do que 10 indivíduos na amostragem de verão. Apesar de o verão ter apresentado o maior número de táxons dentre todas as estações, o valor de diversidade mostrou-se bem menor que no inverno (H'=2,28), com um valor mais próximo daqueles encontrados na primavera (H'=1,17) e no outono (H'=1,57). Nestas duas estações, bem como no verão, observou-se uma dominância da família Chironomidae, fato que não foi observado no inverno, quando os táxons se distribuíram de maneira mais uniforme.

Figura 322. Índice de Riqueza taxonômica (S), calculado com base na comunidade de macroinvertebrados bentônicos, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 323. Índice de Diversidade de Shannon (H'), calculado com base na comunidade de macroinvertebrados bentônicos, em seis pontos de amostragem de ambientes lóticos localizados na área de influência da Pedreira Caxiense.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A composição das comunidades foi similar entre a maioria dos pontos, com predomínio de organismos das famílias Chironomidae (Figura 324) e Simuliidae (Figura 325) em todas as estações amostradas. Além destes táxons, nos pontos PO01 e PO02

também foram observadas abundâncias maiores das famílias Tipulidae (Figura 326), Elmidae (Figura 327) Naididae (

Figura 328) e dos gêneros *Grumicha* (Figura 329), *Anacroneuria* (Figura 330) e *Aegla* (Figura 331). Dentre estes, apenas Tipulidae e Grumicha ocorreram exclusivamente no córrego do quadrante B, enquanto os demais táxons estiveram presentes, embora em baixas abundâncias, em pelo menos um dos pontos do córrego do quadrante F.

Nos pontos PO03 e PO04, os gêneros *Gripopteryx* (Figura 332) e *Smicridea* (Figura 333) destacaram-se por comporem, junto com Chironomidae e Simuliidae, a maior parte da comunidade de macroinvertebrados encontrada. Estes gêneros apresentaram baixas abundâncias nos demais pontos.

Figura 324. Larva de Chironomidae (Diptera).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 325. Larva de Simuliidae (Diptera).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 326. Larva de Tipulidae (Diptera).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 327. Larva de Elmidae (Coleoptera).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 328. Naididae (Haplotaxida).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 329. Larva de Grumicha (Trichoptera, Sericostomatidae).



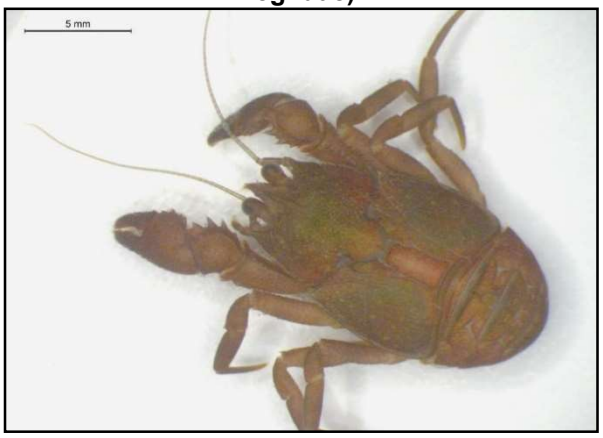
Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 330. Náiade de Anacroneuria (Plecoptera, Perlidae).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 331. *Aegla inermis* (Decapoda, Aeglidae).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 332. Náiade de Gripopteryx (Plecoptera, Gripopterygidae).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 333. Larva de Smicridea (Trichoptera, Hydropsychidae).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Nos pontos PO05 e PO06, apesar da riqueza mais alta em relação aos pontos PO03 e PO04, poucos táxons estiveram representados por mais que cinco indivíduos em todas as estações amostradas.

Os pontos PO05 e PO06, únicos amostrados no verão, fazem parte do mesmo curso de água, o qual se encontra dentro de uma das áreas diretamente afetadas pelo empreendimento quadrante F. A diferença observada nas comunidades bentônicas de ambos os pontos é, possivelmente, um produto da interação entre a heterogeneidade espacial (com variações na largura, profundidade, tipos de substratos disponíveis) e os distúrbios a que o ambiente está sujeito, sejam eles naturais, como chuvas intensas ou períodos de seca decorrentes de variações sazonais, ou antrópicos, como o carreamento de sedimentos advindos da pedreira para o leito do rio. Tais eventos, conforme a sua intensidade, podem causar perda de espécies e mudanças na composição e estrutura das comunidades aquáticas (LYTLE *et al*., 2008).

Os pontos PO05 e PO06, apesar de apresentarem um baixo volume de água no momento da coleta, foram amostrados após um período de três semanas de chuva contínua, o que pode ter ocasionado a deriva de várias espécies rio abaixo, especialmente no ponto P5, permanecendo apenas as mais resistentes às alterações ambientais, como a família Chironomidae. Muitas espécies desta família são consideradas resilientes, devido ao fato de serem organismos multivoltinos, produzirem ovos resistentes à dessecação e apresentarem rápido desenvolvimento e hábito alimentar generalista (OTERMIN *et al.*, 2002; LINARES *et al.*, 2013; ŘEZNÍČKOVÁ *et al.*, 2013). Essas características, associadas à eliminação de predadores e competidores (NIEMI, 1990), permitem que estes organismos se reestabeleçam rapidamente e tornem-se dominantes no processo inicial de recolonização do ambiente após um distúrbio.

Dentre os organismos considerados sensíveis a distúrbios ambientais, apenas poucos indivíduos da ordem Trichoptera estiveram presentes, enquanto nenhum gênero da ordem Plecoptera foi observado na coleta de verão.

A variabilidade espacial e temporal é uma característica comum em ambientes de águas correntes e contribui para moldar a distribuição dos organismos aquáticos, bem como suas adaptações e interações (SILVEIRA, 2004; ALLAN e CASTILLO, 2007).

Em muitos ecossistemas lóticos, a principal influência da variação sazonal é expressa em termos de mudança na abundância dos táxons, ao invés de uma substituição completa das espécies (THOMPSON e TOWNSEND, 1999). Os regimes

anuais de pluviosidade, a temperatura, a velocidade e vazão da água são os principais fatores que atuam diretamente na distribuição da macrofauna límnica (SILVEIRA, 2004).

As mudanças físicas e químicas no habitat, resultantes da variabilidade espaço-temporal, ocasionam a mobilização ou perda de substratos, os quais podem ser removidos durante períodos de cheia e fluxo intenso (MESA, 2010), ou podem ficar emersos quando o volume de água se encontrar reduzido (ŘEZNÍČKOVÁ *et al.*, 2013), impossibilitando sua ocupação por organismos aquáticos.

Apesar de o ponto PO06 mostrar diferenças na estrutura das comunidades macrozoobentônicas, possivelmente associadas à variabilidade espaço-temporal inerente ao tipo de ambiente, não foi observado um padrão de variação com nítida sazonalidade para os demais locais afetados, uma vez que o baixo volume de água registrado na maioria dos pontos durante as estações outono e verão impossibilitou a coleta nestes locais.

Em todos os pontos de coleta, foi observada a presença de táxons considerados sensíveis à poluição, como os organismos das ordens Plecoptera, Trichoptera e da família Psephenidae (Coleoptera), os quais costumam viver em águas limpas e bem oxigenadas, com baixo enriquecimento orgânico (MARIANO, 2007; LECCI e FROEHLICH, 2007). Na região nordeste do Rio Grande do Sul, a maioria dos gêneros pertencentes a estas ordens apresentam valências ecológicas restritas a ambientes com baixo impacto ambiental (MAZZONI *et al.*, 2014). No entanto, deve-se observar que o papel destas ordens de insetos aquáticos como bioindicadoras de qualidade de água deve-se não somente à sua presença em um ambiente lótico, mas principalmente à sua abundância na estrutura das comunidades macrobentônicas e contribuição à diversidade de espécie (CALLISTO *et al*., 2001). Nos arroios da Pedreira, embora seja registrada a presença de vários gêneros de Plecoptera e Trichoptera, ressalta-se que a maioria destes foram encontrados nos pontos PO01 e PO02 no quadrante B, enquanto nos pontos do quadrante F, apenas *Gripopteryx* (Plecoptera) e *Smicridea* (Trichoptera) foram registrados com abundâncias maiores, sendo os demais gêneros representados por menos de 10 indivíduos.

Esta diferença na estrutura das comunidades bentônicas entre os dois córregos pode ser explicada em função de sua localização. O córrego do quadrante B não sofre influência direta das atividades de mineração ao redor, uma vez que se localiza em uma área florestada fora da pedreira. O córrego do quadrante F está situado em um fragmento de mata menor e passa por dentro da pedreira, onde está sujeito a receber partículas

residuais provenientes das atividades de mineração, especialmente em períodos de alta pluviosidade. Estes resíduos provocam um aumento gradual na quantidade de substâncias em suspensão no ambiente lótico, determinando modificações na composição das comunidades bentônicas para táxons mais adaptados a estas condições. A alta pluviosidade, quando ocorreram as coletas de inverno e primavera, também pode ter causado modificações na vazão e velocidade da correnteza, provocando o arraste de organismos rio abaixo e, consequentemente, alterações na abundância de macroinvertebrados.

Em ambos os córregos foi registrada a presença de indivíduos do gênero *Aegla Leach*, 1820, endêmico da América do Sul. Espécies endêmicas são mais vulneráveis à extinção, pois, geralmente, apresentam populações pequenas e ocorrência restrita a poucos locais (LAMOREUX *et al.*, 2006). Consequentemente, modificações em seu habitat podem eliminar todos os indivíduos da espécie, reduzindo a biodiversidade. Em função desta vulnerabilidade, as estratégias de conservação ambiental da biodiversidade levam em conta a maior participação de espécies endêmicas no espaço a ser preservado (CARVALHO, 2009).

Os crustáceos do gênero *Aegla* são encontrados apenas em ambientes com boas condições ambientais e águas relativamente bem oxigenadas, portanto, são extremamente sensíveis às variações ou perturbações ambientais, sendo que, quando estas ocorrem, podem levar a redução ou ao desaparecimento das populações (BOND-BUCKUP & SANTOS 2007). Conforme a Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria nº 444/2014), 26 espécies de *Aegla* encontram-se em alguma categoria de ameaça. Destas, pelo menos 15 são encontradas em ecossistemas aquáticos do Rio Grande do Sul e todas tem sua ocorrência restrita à região sul do Brasil. Das espécies encontradas no Rio Grande do Sul, seis são listadas sob a categoria de ameaça “Vulnerável”, oito espécies estão na categoria “Em perigo” e uma espécie “Criticamente em Perigo”.

Dos 26 indivíduos de *Aegla* registrados nas amostras (no total), apenas três foram identificados em nível de espécie, por se tratarem de indivíduos adultos, todos os demais são filhotes bem pequenos, o que dificulta a identificação. Os três adultos pertencem a mesma espécie, que é *Aegla inermis* Bond-Buckup& Buckup, 1994. Tanto no Brasil quanto no RS, a categoria de risco de extinção dessa espécie é EN (em perigo) conforme lista mais recente, publicado em 2018 pelo ICMBio e Ministério do meio Ambiente (Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: Volume VII).

Espécies deste gênero são vulneráveis a mudanças em seus habitats, e há sérios riscos destes animais entrarem em extinção local antes mesmo de suas populações serem conhecidas. (BOND-BUCKUP & BUCKUP, 1994; TEODOSIO & MASUNARI, 2009). Dentre as principais ameaças apontadas para estes organismos encontram-se os impactos consequentes de urbanização, o desmatamento, o cultivo de plantas exóticas, o uso demasiado dos recursos hídricos para a agricultura e o despejo de substancias tóxicas (PÉREZ- LOSADA *et al.*, 2002).

A ampliação das atividades de mineração da Pedreira Caxiense provocará a perda de habitats, afetando diretamente a comunidade de macroinvertebrados bentônicos e, consequentemente, as inter-relações destes animais com outros seres vivos. Além disso, a modificação da estrutura das comunidades aquáticas poderá ocasionar a eliminação local de espécies do gênero *Aegla*, potencialmente ameaçadas de extinção. Sendo assim, o monitoramento destas espécies é fundamental para a preservação destes organismos e minimização das interferências provocadas na dinâmica do ecossistema.

DIAGNÓSTICO COMPLEMENTAR DE ORGANISMOS AQUÁTICOS NAS ÁREAS DE INFLUEÊNCIA: ADA E AID

Conforme relatórios apresentados junto ao Anexo 18, nas quatro campanhas amostrais referentes a primavera/2019, verão/2020, outono/2020 e inverno/2020, pode-se constatar a dominância de táxons oportunistas e tolerantes para os três grupos representantes dos organismos aquáticos.

Para a comunidade fitoplanctônica podemos citar a diatomácea *Pinnularia* sp. Sabe-se que o referido gênero é composto por uma variedade de espécies que se adaptam bem em diversas condições ambientais.

Em relação ao zooplâncton, no somatório notamos uma maior representatividade taxonômica para Rotifera, esse fato é rotineiro nos ecossistemas aquáticos, uma vez que, o grupo é considerado oportunista em relação aos demais grupos zooplanctônicos e consequentemente podem dominar com maior facilidade nos corpos hídricos. O copépode *Tropocyclops* sp. presente ao longo de todo o monitoramento também é considerado mais resistente, sendo comum em ambientes que passam por flutuações no nível d'água, e frequentemente se destacam em termos de abundância em locais onde poucas espécies conseguem sobreviver. Alguns taxa mais sensíveis, representantes dos microcrustáceos foram registrados no verão e outono,

contudo, com baixa abundância em ambas as campanhas, dentre estes, podemos citar *Simocephalus* sp. e *Notodiaptomus incompositus*, pertencente a ordem mais sensível de Copepoda.

Para a comunidade de macroinvertebrados a dominância em todas as campanhas de organismos da ordem Díptera que compreende moscas, mosquitos e afins. Organismos desta ordem estão distribuídos por todos os continentes, tem sucesso na colonização de praticamente qualquer tipo de hábitat principalmente em ambientes aquático continentais, no qual ocorre o estágio larval. As larvas de dípteros podem viver em lagos, rios e riachos de diferentes profundidades, tamanho e velocidade, águas paradas, termais, poços de petróleo e até mesmo fitotelmas.

Para região do empreendimento também há o registro de espécies exóticas e invasoras, de fitoplâncton como *Ceratium furcoides* e zooplâncton *Kellicottia bostoniensis,* registradas na ADA e AID. Ambas são consideradas exóticas na América do Sul, sendo que *C. furcoides* predominantemente marinha, mas vem invadindo e colonizando rapidamente águas continentais nas últimas décadas. Ambas as espécies são reconhecidas por tolerar amplas variações nas condições ambientais, bem como podem competir por recursos com espécies nativas, levando ao desequilíbrio na dinâmica das comunidades.

Tanto nas campanhas realizadas entre 2015 e 2016 como nas campanhas complementares (2019 e 2020), destaca-se que para a área de intervenção do empreendimento foram registradas espécies de macroinvertebrados do gênero *Aegla inermis* (Arroio B – PO02), *Aegla itacolomiensis* (Arroio F – PO11; Curso E – PO12), *Aegla serrana* (Arroio F – PO11; Curso Quadrante E – PO12) e *Aegla* sp. (Arroios B - PO01 e PO02), Arroio F (PO06 e PO11). As espécies deste gênero além de serem sensíveis a alterações de origem antrópica, estão avaliadas como vulneráveis a extinção, sendo *A. inermis* classificada como EN (em perigo) em nível estadual e nacional, enquanto *A. serrana* é considerada VU (vulnerável) em nível estadual e *A. itacolomiensis* classificada como VU em nível estadual e EN nacional.

Em relação aos impactos ambientais negativos esperados para a área de influência, podemos citar a possível redução da qualidade estrutural e da água dos arroios, uma vez que as obras de construção e operação da Pedreira Caxiense poderão provocar a retirada da vegetação, a movimentação do solo e rochas, resultando no aumento da carga de material particulado na coluna d'água e até mesmo assoreamento. Por isto, deve-se considerar o impacto gerado na base da cadeia alimentar do

ecossistema aquático. Com o aumento do material particulado na coluna d' água, a tendência esperada é a redução da intensidade luminosa e, consequentemente, o decréscimo da produtividade primária pelo fitoplâncton, logo a taxa de filtração de partículas pelo zooplâncton será negativamente afetada, resultando em possíveis alterações na estrutura da comunidade (RESGALLA- JUNIOR, 2001; PERBICHE-NEVES; SERAFIM-JUNIOR, 2007). Se tratando da comunidade de macroinvertebrados bentônicos o aumento do material particulado e a redução da produtividade primáriapode reduzir a ocorrência de taxa mais sensíveis como Ephemeroptera e Plecoptera. Além disto o assoreamento dos arroios pode modificar sua estrutura interna, levando a perda da variabilidade de micro hábitats que consequentemente excluindo os organismos mais sensíveis da comunidade bentônica que dependem desta variação estrutural como o gênero *Aegla*.

Como forma de mitigar os possíveis impactos sobre as comunidades aquáticas aqui avaliadas, sugere-se um monitoramento a longo prazo dos arroios na área de influência do empreendimento, visando não somente os grupos aqui descritos, mas também o acompanhamento das alterações na estrutura interna dos arroios. Indicamos, portanto, um acompanhamento das possíveis alterações nos arroios como a variabilidade de substratos rochosos, presença de áreas com corredeiras e remansos, turbidez e oxigenação da água.

O Gênero *Aegla* e a sua importância

Os crustáceos do gênero Aegla são encontrados apenas em ambientes com boas condições ambientais e águas relativamente bem oxigenadas, portanto, são extremamente sensíveis às variações ou perturbações ambientais, sendo que, quando estas ocorrem, podem levar a redução ou ao desaparecimento das populações (BOND-BUCKUP & SANTOS, 2007). O gênero é endêmico no sul da América do Sul, ocorrendo em habitats de água doce (SANTOS *et al*., 2017). Esses caranguejos, que se alimentam de detritos vegetais e larvas de insetos, são identificados como elo nas relações tróficas dos ambientes límnicos, servindo de alimento para peixes, rãs, aves e jacarés (GONSALVES *et al*., 2006).

Estudos sobre a taxa de crescimento, crescimento diferencial entre os sexos, longevidade e comprimento médio máximo alcançado por machos e fêmeas podem servir de base para a criação de medidas de conservação dos ambientes de água doce, contribuindo para a conservação da biodiversidade desses locais (TREVISAN &

SANTOS, 2011). Em crustáceos, o crescimento pode ser avaliado com base no cultivo de espécies, acompanhando o incremento de tamanho e/ou peso durante os ciclos de muda ou, ainda, pelo acompanhamento das coortes etárias resultantes da distribuição da frequência dos organismos em função do tempo (FONTELES-FILHO, 1987 apud TREVISAN & SANTOS, 2011).

Estudos de longevidade, para o gênero indicam a estimativa deste parâmetro populacional apresenta variações sutis que vão de 2,2 a 3 anos aproximadamente (TREVISAN & SANTOS, 2011). O padrão reprodutivo em eglídeos parece estar fortemente relacionado ao fator latitudinal e a influência de parâmetros ambientais locais, particularmente a variabilidade da temperatura e precipitação pluviométrica (GONÇALVES *et al*., 2006; BUENO *et al*., 2016).

Espécies deste gênero são vulneráveis a mudanças em seus habitats, e há sérios riscos destes animais entrarem em extinção local antes mesmo de suas populações serem conhecidas (BOND-BUCKUP & BUCKUP, 1994; TEODOSIO & MASUNARI, 2009). As principais ameaças ao grupo incluem poluição de água doce com efluentes urbanos, agrícolas e industriais, modificação e fragmentação de habitat, remoção de matas ciliares, entre outras (SANTOS *et al*., 2017).

O estudo destes crustáceos e seus respectivos habitats podem contribuir para a preservação das populações remanescentes, assim como flora e fauna acompanhantes, principalmente em função do rápido avanço da deterioração dos ambientes límnicos e do importante papel dos eglídeos nas relações tróficas dos mesmos (BOND-BUCKUP & BUCKUP, 1999).

No Estado do Rio Grande do Sul a primeira revisão taxonômica desse gênero se deu na década de 70, onde os autores além de apresentar a área real da espécie que era descrita para o estado, descreveram seis novas espécie (BUCKUP & ROSSI 1977), entre elas A. serrana que foi registrada na área de estudo. Atualmente 23 espécies são listadas para o Estado conforme lista elaborada para Avaliação do Estado de Conservação de Espécies Fauna no RS em 2014, destas 11 que possuem distribuição confirmada para as bacias do Rio Caí e Taquari-Antas são passiveis de serem encontradas na área de estudos. Das espécies listadas para a área de estudos, 8 constam em pelo menos uma categoria de ameaça nível regional e/ou nacional, sendo três delas, *A. inermis, A. itacolomienis* (Figura 334) e *A. serrana* (Figura 335) com ocorrência confirmada em diagnostico da fauna realizado entre nos anos de 2015, 2016,

2019 e 2020 (Tabela 52. Espécies de crustáceo do gênero Aegla com ocorrência potencial para a área do empreendimento.).

Tabela 52. Espécies de crustáceo do gênero Aegla com ocorrência potencial para a área do empreendimento.

Espécie	Status de Ameaça			Local de Ocorrência
	RS	BR	GL	
Aegla franciscana	LC	DD	NA	Bacia do Rio Caí
Aegla grisella	VU	VU	NA	Bacia dos rios Taquari -Antas
Aegla inconspicua	VU	VU	NA	Bacia do Rio Caí
Aegla inermis	EN	EN	NA	Bacia do Rio Caí
Aegla itacolomiensis	VU	EN	NA	Bacia dos Rios Taquari -Antas
Aegla ligulata	EN	VU	NA	Bacia dos Rios Taquari -Antas
Aegla longirostri	LC	DD	NA	Bacia do Rio Taquari -Antas
Aegla plana	EN	EN	NA	Bacia do rio Caí
Aegla platensis	LC	DD	NA	Bacia do Rio Caí
Aegla serrana	VU	LC	NA	Bacias dos Rio s Caí e Taquari-Antas
Aegla spinipalma	VU	VU	NA	Bacia do rio Caí

Figura 334. *Aegla itacolomiensis.*



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 335. *Aegla serrana*.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Considerando-se o número de espécies novas descritas nos últimos dez anos e a existência de regiões menos estudadas, supõe-se que novas espécies ainda serão descritas nos próximos anos (BUENO *et al*., 2016). Assim, é essencial que todas as espécies do grupo, em particular, aquelas recentemente descritas, possam ser avaliadas e monitoradas quanto ao risco de extinção com base em critérios estabelecidos pela (IUCN, 2013 apud BUENO *et al.,* 2016).

Tendo em vista o grau de sensibilidade, a situação de ameaça da maioria das espécies desse gênero, a ocorrência de algumas delas na área de estudo (Área de Influência Direta e Indireta), e, a possível ocorrência de outras espécies na área de

estudo, será iniciado um programa de levantamento de dados contemplando a maior parte dos afluentes da bacia do arroio Maestra. Esse programa será focado no encontro de espécies do gênero *Aegla* e iniciará na primavera de 2020, a fim de definir áreas de interesse para a conservação desse gênero.

f) INTERRELAÇÕES DA FAUNA-FLORA-RECURSOS HÍDRICOS

A área do empreendimento encontra-se no Bioma Mata Atlântica em região fitogeográfica denominada de Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2012). Essa floresta é caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná), cujas copas dão um destaque especial à paisagem e uma grande diversidade de espécies de plantas, entre elas, *Podocarpus lambertii, Sloanea monosperma, Ilex paraguaiensis*, canelas dos gêneros *Ocotea* spp. e *Nectandra* spp.

Com relação à alimentação, os vegetais fornecem nutrientes aos animais (consumidores primários) que compõe a base da cadeia alimentar dos secundários e terciários. Consequentemente, diversas espécies de animais auxiliam na disseminação de espécies vegetais, por meio da polinização e dispersão de sementes. Entre as espécies que servem para a alimentação da fauna destaca-se *Araucaria angustifolia*, uma fonte muito importante no sustento para diversas espécies da fauna, em especial aves e mamíferos. Entre as aves, as principais espécies que atuam como predadoras são o papagaio-charão (*Amazona pretrei*) e a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*). Considerando o grupo dos mamíferos, diversas espécies atuam como predadoras, entre elas o bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*), veados (*Mazama* sp.), cutia (*Dasyprocta azarae*), ouriço (*Coendus villosus*), esquilo (*Guerlinguetus ingrami*) entre outros pequenos roedores. Além da araucária no o local outras espécies como *Allophylus edulis* (chal-chal), *Prunus myrtifolia* (pessegueiro-bravo), *Eugenia* spp., *Myrceugenia* spp., *Syagrus romanzoffiana* (jerivá), além dos taquarais muito comuns na porção oeste, também servem de alimento para diversos representantes da fauna. A presença de Bromeliaceae no local, confere abrigo, fonte de nutrientes e néctar para centenas de organismos, das quais vale destacar o anfíbio *Boana faber* (sapo-ferreiro) e as aves *Stephanoxis loddigesii* (beija-flor-de-topete-azul) e *Coereba flaveola* (cambacica).

Além de diversas espécies generalistas a área de estudos abriga espécies dependentes de ambientes florestais que necessitam exclusivamente desses ambientes para se alimentar, reproduzir e nidificar como o anfíbio *Ischnocnema henselii* (razinha-das-matas), as aves *Crypturellus obsoletus* (inhambu-guaçu), *Xiphorhynchus fuscus*

(arapaçu-rajado), *Lepidocolaptes falcinellus* (arapaçu-escamado-do-sul) e *Heliobletus contaminatus* (trepadorzinho) e de mamíferos classificados como vulneráveis a extinção como *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim), *Alouatta guariba clamitans*, *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Leopardus guttulus* (gato-do-mato) e *Dasyprocta azarae*.

Os diversos ambientes que compõe a ADA servem ainda de abrigo para diversas espécies de aves migratórias como: *Chaetura meridionalis* (andorinhão-temporal), *Pachyramphus polychopterus* (caneleiro-preto), *Hirundinea ferruginea* (gibão-de-couro), *Elaenia parvirostris* (guaracava), *Elaenia mesoleuca* (tuque), *Phyllomyias fasciatus* (piolhinho), *Myiarchus swainsoni* (irré), *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado), *Tyrannus melancholicus* (suiriri), *Tyrannus savana* (tesourinha), *Empidonomus varius* (peitica), *Lathrotriccus euleri* (enferrujado), *Vireo chivi* (juruviara), *Progne chalybea* (andorinha-domestica-grande), *Turdus subalaris* (sabiá-ferreiro) e *Tersina viridis* (saí-andorinha).

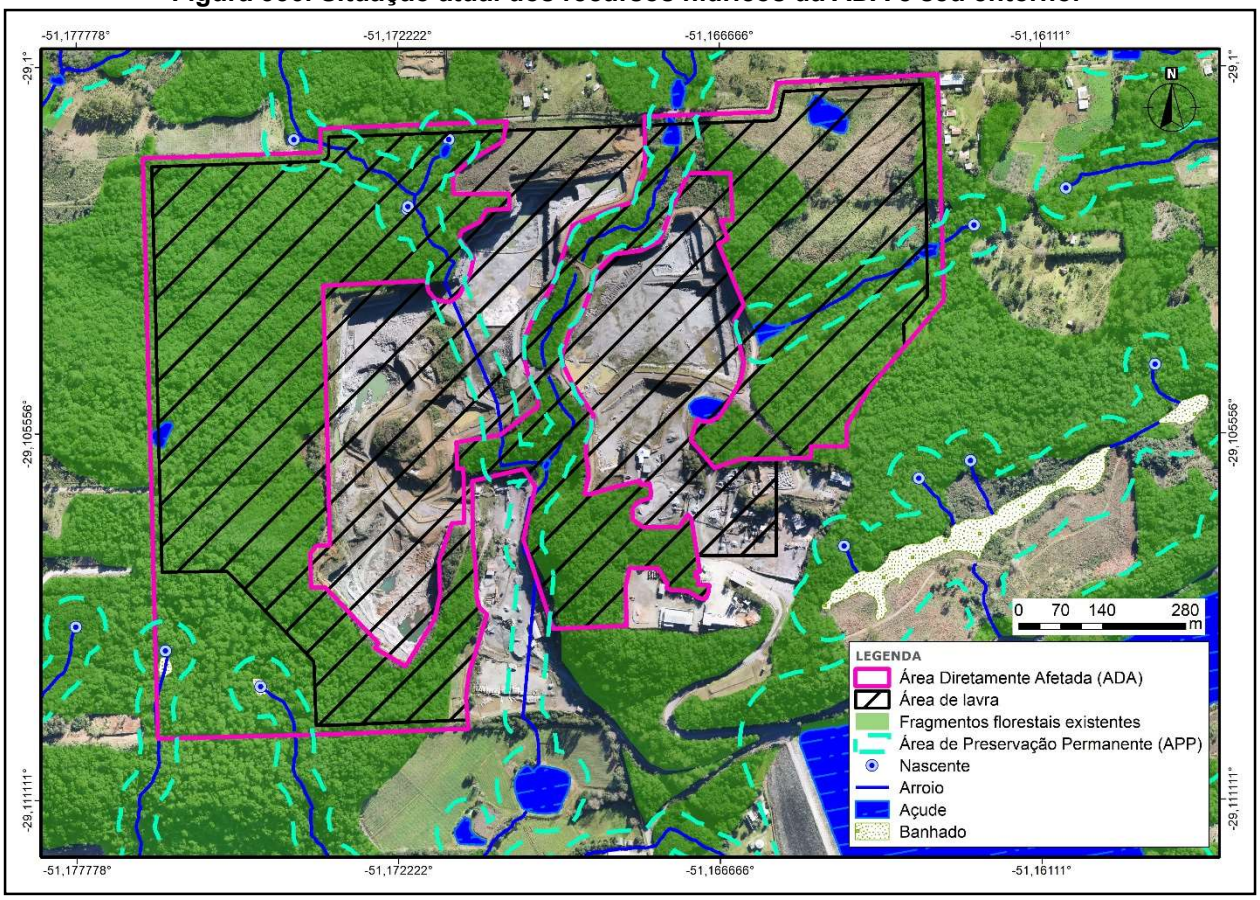
Conforme

Figura 336, observa-se a ocorrência de três Arroios, denominados nesse estudo de Arroio A, Arroio B e Arroio F e dois cursos hídrico do quadrante da ADA. O Arroio A, localizado na porção leste, possui nascente logo a montante da ADA e finaliza na frente de lavra por infiltração. Localizado a norte-noroeste da ADA o Arroio B tem origem a montante do empreendimento, percorrendo um trecho de área florestal preservada na ADA até a frente de lavra onde forma um lago na área de extração e infiltra na rocha. O Arroio F cruza o empreendimento no sentido norte-sul dividindo a Mina em duas frentes de lavra. Ao longo de quase todo esse percurso só foi mantida a vegetação no seu entorno (APP). E por fim os cursos hídricos do quadrante E, localizados tem origem em nascentes situadas a sudoeste da ADA. Todos esses recursos hídricos são drenados para o Arroio Maestra.

Com o intuito de avaliar esses recursos hídricos, foram considerados parâmetros físico-químicos e a presença de organismos aquáticos, nos estudos realizados entre os anos de 2015 e 2016 e estudos complementares que tiveram início em 2019. Vale destacar que a primeira campanha complementar de monitoramento de organismos aquáticos (Fitoplancton, Zooplancton e Macroinvertebrados foi apresentada na segunda versão do Estudo de Impacto Ambiental, enquanto que o relatório da segunda é

apresentado no Anexo I dessa Resposta, já as demais campanhas serão apresentadas individualmente após o termino da estação amostral.

Figura 336. Situação atual dos recursos hídricos da ADA e seu entorno.



Fonte: Garden Engenharia (2020).

Com relação a parâmetros físico-químicos como oxigenação, pH e sólidos totais em as águas dos Arroios A, B, F e no curso hídrico do quadrante E, apresentaram boa oxigenação e pH que variou de neutro a levemente ácido, com baixa turbidez que só apresentou um leve aumento na saída da pedreira (Arroio F). Um dos pontos situados logo a montante do empreendimento, no Arroio B, apresentou DBO com carga orgânica proveniente de esgotamento sanitário. Enquanto que no Arroio F, o ponto situado pouco antes da saída da pedreira exibiu concentrações para nitrogênio, apesar de outros parâmetros indicativos de contaminação orgânica não terem acusado positivamente, enquanto o ponto situado logo a jusante do empreendimento apresentou maior concentração de coliformes termotolerantes comparado àqueles a montante no mesmo arroio.

Com relação aos registros de fitoplâncton e zooplâncton, nas campanhas realizadas entre 2015 e 2016, destaca-se a presença dos gêneros de diatomáceas *Aulacoseira*, *Navicula* e *Fragilaria* no Arroio F, que são consideradas estrategistas e predominantes em ambientes sujeitos a constantes mudanças, bem como a ocorrência massiva de *Ceratium* que pode estar associada aos impactos advindos das atividades de extração da pedreira. Também merece destaque o predomínio de amebas testáceas, resistente a alterações ambientais, dos gêneros *Naupilo*, *Centropyxis* e *Difflugia* nos Arroios B e F e da espécie exótica *Kellicottia bostoniensis*, encontrada em todos os pontos amostrados do Arroio F, seu potencial invasor é ainda desconhecido.

Já nas campanhas complementares realizadas na primavera de 2019 e verão outono e inverno de 2020, pode-se constatar a dominância de taxa comuns, oportunistas e tolerantes para os três grupos de organismos aquáticos avaliados. Dentre estes organismos a presença de *Pinnularia* sp. e *Ceratium furcoides* da comunidade fitoplanctônica, Rotifera, *Tropocyclops* sp. e *Kellicottia bostoniensis* da comunidade zooplanctônica e ordem Díptera dos macroinvertebrados bentônicos. Estes organismos se adaptam bem a ambientes com variadas condições, de lóticos até lênticos, que sofrem pressão antrópica ou não. Por fim, podemos apontar que grande parte dos taxa registrados ao longo das campanhas são típicos de ambientes eutróficos.

Tanto nas campanhas realizadas entre 2015 e 2016 como nas campanhas complementares (2019 e 2020), ressalta-se que para região do empreendimento há o registro de espécies de macroinvertebrados do gênero *Aegla inermis* e *Aegla* sp. (Arroio B), *Aegla itacolomiensis e Aegla serrana* (Arroio F e Curso Quadrante E). As espécies deste gênero além de serem sensíveis a alterações de origem antrópica, estão avaliadas como vulneráveis a extinção, sendo *A. inermis* classificada como EN (em perigo) em nível estadual e nacional, *A. itacolomiensis* VU (vulnerável) em nível estadual e EN em nível nacional e *A. serrana* VU em nível estadual. Cabe também ressaltar a ocorrência de *Notodiaptomus incompositus* no Arroio A, pertencente a uma ordem mais sensível de Copepoda da comunidade de Zooplâncton.

Com relação a Ictiofauna merece destaque o registro da espécie *Astyanax laticeps* no Arroio F, que ocorre especificamente em ambientes de corredeiras em águas mais oxigenadas e da espécie exótica *Cyprinus carpio* em corpos de água lênticos do quadrante A.

O Arroio A situado em meio a uma faixa continua de mata até a poligonal atual de lavra que atualmente não sofre influência direta das atividades de mineração. Sua

nascente tem origem a montante da Pedreira em área de baixa ocupação antrópica. Os resultados da avaliação físico-química da água apresentaram valores aceitáveis que foram confirmados pela presença da espécie *Notodiaptomus incompositus* da ordem Copepoda caracterizada como mais sensível a interferência antrópica.

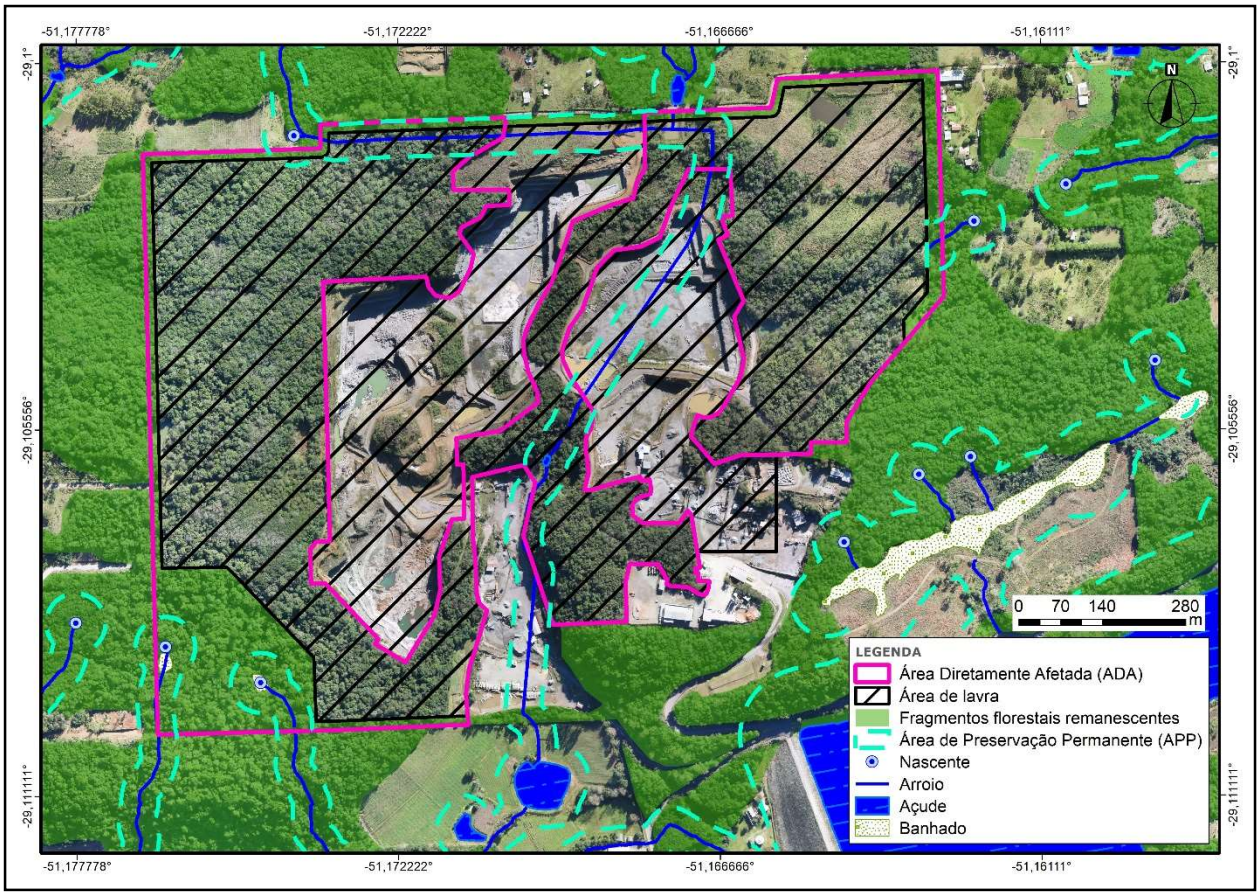
O Arroio B não sofre influência direta das atividades de mineração ao redor, uma vez que se localiza em uma área florestada fora da pedreira. Nele foi registrada a ocorrência de espécies do gênero *Aegla*, em especial *A. inermis* que são consideradas sensíveis a alterações de origem antrópica. No entanto as análises físico-químicas a montante do empreendimento revelaram a presença de carga orgânica proveniente de esgotamento sanitário que se não for controlada poderá contribuir para a redução ou ao desaparecimento das espécies registradas.

O Arroio F está situado em um fragmento de mata menor e passa por dentro da pedreira, onde está sujeito a receber partículas residuais provenientes das atividades de mineração, especialmente em períodos de alta pluviosidade. Estes resíduos provocam um aumento gradual na quantidade de substâncias em suspensão no ambiente lótico, determinando modificações na composição das comunidades bentônicas para táxons mais adaptados a estas condições. Apesar desse fator, esse curso ainda é capaz de abrigar espécies mais sensíveis a alterações ambientais como *Astyanax laticeps, A. itacolomiensis* e *A. serrana*, registrada a jusante do empreendimento.

Por sua vez os cursos d'água do Quadrante E, tem origem em nascentes situadas em vegetação bem conservada classificada como estágio avançado de regeneração, onde não haverá intervenção. A presença das espécies *A. itacolomiensis* e *A. serrana,* bem como a análise físico-química do curso situado a oeste, indicam padrões satisfatórios de qualidade da água.

Com a ampliação da área é prevista intervenção nos Arroios A, B e F. Assim conforme Projeto de Canalização e Revitalização dos corpos hídricos central e oeste (ANEXO 34), é previsto que com o avanço das áreas de lavra ocorra desvio do Arroio F, mais a leste, perpendicularmente ao seu curso atual e desvio do Arroio B pela porção norte ligando este ao Arroio F, fazendo com que ele seja o principal curso d'água existente. Já no Arroio A, a intervenção irá ocorrer até o limite da área de lavra onde será implantado um sistema de drenagem direcionando o fluxo das águas ao leito natural mais próximo a jusante (Figura 337).

Figura 337. Alteração nos cursos doas Arroios A, B e F na ADA previstas com a ampliação da área de lavra da Mina Maestra.



Fonte: Garden Engenharia (2020).

Tendo em vista essas intervenções, a ampliação da atividade de mineração na pedreira irá provocará a perda de habitats, afetando diretamente as comunidades aquáticas em especial de espécies do gênero *Aegla*, potencialmente ameaçadas de extinção, cuja modificação da estrutura poderá ocasionar sua eliminação. Assim, como medida de mitigação desse impacto, além da execução do Projeto de Canalização e Revitalização dos corpos hídricos central e oeste (ANEXO 34) nessas APP's, o empreendedor em parceria com a Universidade de Caxias do Sul elaborou Carta de intenções para um plano de estudo, para a preservação destes organismos e minimização das interferências provocadas na dinâmica do ecossistema (ANEXO 37).

g) CONSIDERAÇÕES SOBRE O IMPACTO DO EMPREENDIMENTO

O diagnóstico da fauna realizado durante as quatro campanhas na área diretamente afetada e nas áreas de influência, foi possível confirmar a ocorrência de 13 espécies quase ameaçadas ou ameaçadas de extinção.

A psitaciforme *Amazona pretei* (papagaio-charão) registrado na AID, o primata *Alouatta guariba clamitans* (bugio-ruivo) e o carnívoro *Leopardus pardalis* (jaguatirica) registrado na ADA e os mamíferos *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim), *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno) e *Dasyprocta azarae* (cutia), registrados tando na ADA como na AID, são classificados como vulnerável (Decreto nº 51.797; Portaria n° 444/2014). Por sua vez o macroinvetebrado *Aegla inermis* (caranguejo-de-água-doce) é classificado como em perigo (Portaria n° 444/2014)

Já o anfíbio *Proceratophrys bigibbosa* (sapo-de-chifre), o cágado *Trachemys dorbigni* (tigre-d'água), as aves *Picumnus nebulosus* (picapau-anão-carijó), *Piculus aurulentus* (picapau-dourado), *Leptostenura setaria* (garimpeiro)*, Cyanocorax caeruleus* (gralha-azul) e os mamíferos *Dasypus hybridus* (tatu-mulita) e *Myotis ruber* (morcego-vermelho) são classificados como quase ameaçados (Portaria n° 444/2014; IUCN, 2017).

Tendo em vista a distribuição e habitat preferencial dessas espécies, a ampliação das atividades de mineração da Pedreira Caxiense na ADA provocará perda de habitat para espécie aquáticas e terrestres, em decorrência da alteração dos cursos hídricos e supressão de vegetação nativa.

A perda de habitat em ambientes aquáticos, irá afetar diretamente espécies dependentes de cursos d'água pedregosos, como o macroinvertebrado *A. inermis* e o anfíbio *P. biggibosa*, podendo, no caso da primeira, acarretar em eliminação local da espécie e outras potencialmente ameaçadas do mesmo gênero.

Já a perda de habitat florestal afetará diretamente a comunidade ocorrente no local em especial as espécies *T. tetradactyla, A. g. clamitans, L. guttulus, L. pardalis* e *D. azarae*, diminuindo os remanescentes florestais nativos existentes na região, provocando redução da área de forrageio, afugentamento em decorrência da supressão de vegetação florestal e aumento de ruído e trânsito de pessoas. Em decorrência disso poderá haver um aumento da pressão de caça, do atropelamento de animais nas estradas lindeiras e de conflitos entre a espécies nativas animais domésticos e com moradores da região.

A perda de habitat florestal, bem como a retirada seletiva de *Araucaria angustifolia* (araucária), ameaça ainda a conservação de aves como *A. pretei*, *P. nebulosus*, *L. setaria* e *C. caeruleus*.

Dessa forma é de suma importância que seja executado na área do empreendimento um Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna que além de avaliar os impactos (positivos e negativos) gerados pela implantação de um empreendimento sobre a fauna local, contemple técnicas de afugentamento, salvamento e resgate.

2.2.4 Unidades de Conservação

Em um raio de 10 km da Área Diretamente Afetada ocorrem cinco (5) Unidades de Conservação: Parque dos Pinheiros, Jardim Botânico de Caxias do Sul, Parque Municipal Mato Sartori, Parque Ecológico Cruzeiro do Sul e Parque Municipal César Passarinho. Abaixo, estes são descritos conforme suas características gerais. A localização das Unidades de Conservação em relação a área do empreendimento é apresentada na PRANCHA 12 e ANEXO 08.

PARQUE DOS PINHEIROS

Nome Oficial: Parque dos Pinheiros. Denominado em 25 de outubro de 1991.

Localização: Rua Claudino Antônio Brisotto, n° 1680 - Bairro Universitário.

Área total: 18.000 m² (1,8 hectares).

JARDIM BOTÂNICO DE CAXIAS DO SUL

Nome Oficial: Jardim Botânico Armando Alexandre Biazus. Denominado Jardim Botânico de Caxias do Sul em 29 de novembro de 1993.

Localização: Rua Atílio Andreazza, s/n - Bairro Interlagos/ Nossa Senhora do Rosário, situado ao norte da Subestação Caxias 2 da CEEE, dentro da Bacia de Captação do Complexo Dal Bó.

Área total: 707.830,84 m² (70,78 hectares).

O Jardim Botânico de Caxias do Sul – JBCS, solicitado pela Lei Orgânica de abril de 1990, foi criado pela Lei Municipal n° 3.926/1992, está localizado no município de Caxias do Sul, na Bacia Hidrográfica do Arroio Dal Bó, junto à Represa São Paulo e possui uma área de 50,08 hectares. Atualmente possui instalações provisórias em residências que foram indenizadas, de acordo com a Lei Municipal nº 6.043/2003 e uma guarita em fase de conclusão.

Por suas características preservacionistas, tem suas atividades compatíveis com a preservação da Bacia Hidrográfica na qual se localiza, contribuindo diretamente na

recuperação da cobertura vegetal nativa, principalmente nas áreas definidas como de primeira categoria pela Lei Municipal nº 2452/78 (Atual Lei Complementar Municipal nº 246/2005), que disciplina os recursos hídricos.

O JBCS, por ser um complexo cultural, científico, educacional e de lazer, além de consistir em uma área de grande potencial turístico para o Município, será uma área piloto de preservação e recuperação dos espaços verdes urbanos e das Bacias Hidrográficas, contribuindo como um legado ímpar às gerações atuais e futuras da comunidade local e regional.

A câmara Municipal de Vereadores de Caxias do Sul, em final de agosto de 2003, aprovou a Criação da Sociedade do Jardim Botânico de Caxias do Sul, instituição que gerenciará o Jardim Botânico de Caxias do Sul, constituído da seguinte maneira:

- 50% Prefeitura Municipal de Caxias do Sul;
- 25% Serviço Municipal de Água e Esgoto – SAMAE;
- 25% Fundação Universidade de Caxias do Sul.

A administração do Jardim estará a cargo da Associação Jardim Botânico de Caxias do Sul - JBCS, conforme citado acima, que se encarregará da sua manutenção e das próximas etapas necessárias à concretização do Jardim Botânico.

PARQUE MUNICIPAL MATO SARTORI

Nome Oficial: Parque Municipal Mato Sartori. Denominado Parque em 30 de outubro de 1991.

Localização: Rua Guia Lopes - Bairro Centro.

Área total: 61.934,00 m² (6,19 hectares).

PARQUE ECOLÓGICO CRUZEIRO DO SUL

Nome Oficial: Parque Ecológico Cruzeiro do Sul. Denominado Parque em 17 de julho de 1991.

Localização: Junto ao Loteamento Morumbi e Jardim Alpino.

Área total: 41.178,04 m² (4,11 hectares).

PARQUE MUNICIPAL CÉSAR PASSARINHO

Nome Oficial: Parque Municipal César Passarinho. Denominado Parque em 14 de setembro de 1999.

Localização: Rua Nelson Guerra Fogaça, Rachel Calliari Grazziotin - Bairro Cidade Nova.

Área total: 100.000 m² (10 hectares).

2.2.5 Bioindicadores de Qualidade Ambiental

Organismos bioindicadores são espécies escolhidas devido a sua sensibilidade ou tolerância a vários parâmetros e que respondem à poluição ambiental alterando suas funções vitais ou acumulando substâncias (SEGNINI, 2003). Desta forma, os bioindicadores são capazes de refletir as condições ecológicas do hábitat onde vivem (QUEIROZ *et al.,* 2008).

Os rios refletem as atividades efetuadas em suas áreas de entorno, considerando-se o uso e ocupação do solo, formando parte de uma rede interativa entre os compartimentos terrestre e aquático (BAPTISTA, 2008). Suas características ambientais, especialmente as comunidades biológicas, fornecem informações dinâmicas sobre a biodiversidade local/regional, produtividade secundária e interações tróficas. Assim, alterações nestas comunidades podem auxiliar a detectar as consequências das ações do homem e fornecer subsídios para a manutenção da saúde dos ecossistemas (CALLISTO *et al.,* 2001).

Os arroios amostrados na ADA apresentaram vários táxons de macroinvertebrados considerados sensíveis à poluição e que, na região nordeste do Rio Grande do Sul, estão associados a ambientes com baixo impacto ambiental (MAZZONI *et al.,* 2014), como *Anacroneuria, Kempnya, Gripopteryx, Paragripopteryx* (Plecoptera), Psephenidae (Coleoptera), *Phylloicus, Chimarra* (Trichoptera). No Arroio B estes táxons, em geral, mostraram-se mais abundantes e inseridos em comunidades com maior diversidade, indicando a boa qualidade ambiental deste ecossistema.

Com relação aos hábitats terrestres, os organismos mais especializados no uso de recursos tendem a ser mais sensíveis às alterações dos hábitats. Assim, algumas espécies encontradas podem ser utilizadas para monitorar os efeitos das mudanças provocadas pela ampliação do empreendimento. Dentre elas, o anfíbio *Ischnocnema henselii*, que é uma espécie que só ocorre em grandes manchas florestais (de aproximadamente 500 hectares) e apresenta reprodução direta; além das espécies ameaçadas de extinção, principalmente os felinos (*Leopardus pardalis* e *L. guttulus*), que utilizam áreas com grande quantidade de recursos e são controladores de populações dentro das teias tróficas, por serem predadores de topo.

2.3 Meio Antrópico (socioeconômico)

O estudo do meio antrópico (socioeconômico) é constituído da análise dos aspectos sociais e econômicos afetados pelo empreendimento e passíveis de sofrerem interferências, de cunho positivo e negativo, em suas diferentes etapas ao considerar a situação atual e futura ampliação do mesmo.

2.3.1 Metodologia

Para o desenvolvimento e elaboração das análises sobre o meio antrópico (socioeconômico) buscou-se caracterizar o município de Caxias do Sul, onde o empreendimento está inserido, em diversos aspectos, envolvendo fatores demográficos, estrutura produtiva municipal, infraestrutura econômica e social, além da identificação e caracterização da paisagem local e uso e ocupação do solo. Para fundamentar essas análises foram coletados dados seguindo os seguintes procedimentos:

- Levantamento de informações a partir de dados obtidos em órgãos/instituições oficiais;
- Levantamento de dados populacionais por meio de entrevistas presenciais aplicadas na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento;
- Levantamento de dados populacionais por meio de entrevistas online aplicadas na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento.

Após a coleta de informações, os dados foram analisados considerando a população, renda, economia, educação, saneamento básico, saúde, tráfego e uso do solo no âmbito geral do município para, posteriormente, criar medidas mitigatórias devido aos impactos causados pela ampliação do empreendimento. As delimitações e critérios, para a identificação das áreas de influência, foram abordados nos itens que seguem.

2.3.2 Equipamentos públicos urbanos e comunitários

Segundo a Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, são considerados equipamentos públicos urbanos as áreas destinadas ao abastecimento de água, serviços de esgoto sanitário, energia elétrica, coleta de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado. Já os equipamentos públicos comunitários são aqueles voltados para os serviços públicos de educação, saúde, lazer e similares.

A localização dos equipamentos públicos urbanos e comunitários localizados na AID e na AII podem ser visualizados nas PRANCHAS 06A e 06B respectivamente. A caracterização detalhada dos equipamentos urbanos está descriminada no Item 2.3.13 deste estudo e dos equipamentos de saneamento básico encontram-se no Item 2.3.5.

2.3.3 Uso e ocupação do solo

2.3.3.1 Contexto histórico

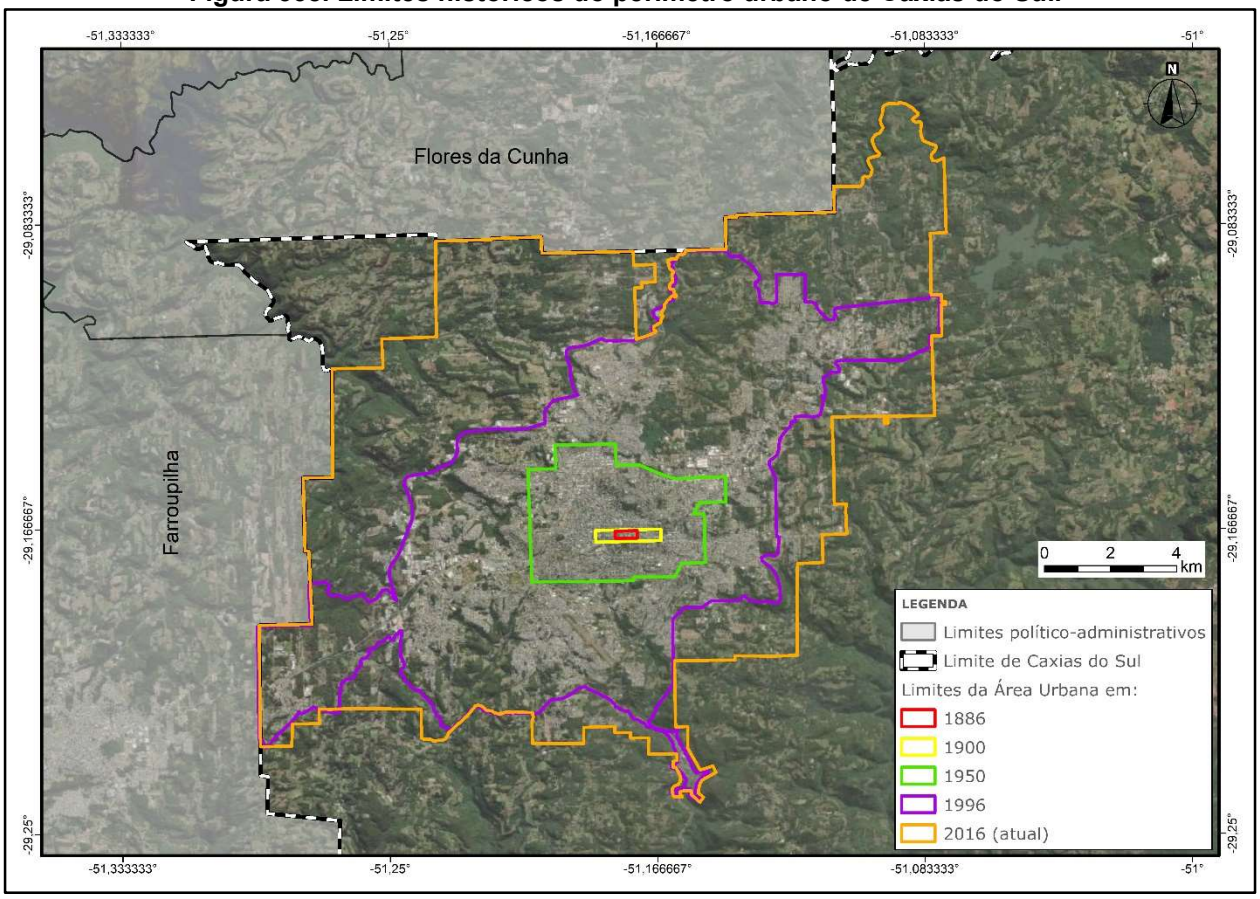
Os primeiros traçados viários de Caxias do Sul, entre os anos 1897 e 1932, apresentavam um formato ortogonal, com quadras retangulares e vias paralelas, ignorando a topografia e a grande declividade existe na região. A partir do crescimento populacional acelerado, a cidade não foi capaz de seguir o traçado regular de seus primórdios, criando assim um sistema viário bastante irregular. Ao longo dos anos a expansão demográfica fez aumentar, também, os limites da área urbana da sede municipal, proporcionando a expansão das áreas povoadas, conforme ilustrado na Figura 338.

Rodovias como a BR-116, RST-453, e RS-122, consideradas importantes corredores de tráfego, cruzam o município e geram fluxo intenso de veículos de pequeno e grande porte. Estas vias também servem como rota de escoamento da produção agrícola local e regional, dando acesso à capital do Estado (Porto Alegre) e também aos grandes centros do país (a Rodovia BR-116 é um importante eixo viário nacional, cruzando o Brasil no sentido norte-sul).

O município de Caxias do Sul, assim como grandes metrópoles nacionais, está sujeito à evolução progressiva de aglomerações urbanas e núcleos de moradias precárias. Este processo está vinculado ao acelerado crescimento urbano e à economia produtiva essencialmente industrial do município, fazendo com que a demanda habitacional social cresça constantemente. O crescimento econômico e a migração acarretada por ele foram os principais fatores para o crescimento urbano de Caxias do Sul desde 1920.

Todavia, o ano de 1940 foi o marco principal do processo de crescimento urbano e consequentemente surgimento de aglomerações irregulares, a partir da construção da Rodovia BR-116. Surgiram, nesta época, os primeiros assentamentos irregulares em áreas desinteressantes para o poder público/privado, dotadas de características peculiares como grandes declividades.

Figura 338. Limites históricos do perímetro urbano de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A Tabela 53 apresenta os dados referentes à evolução do perímetro urbano, dos assentamentos irregulares. Observa-se que em 1968 havia três núcleos e, em 2010, foram registrados 113, representando um aumento bastante expressivo em um intervalo de pouco mais de 40 anos.

Tabela 53. Evolução dos núcleos irregulares em Caxias do Sul.

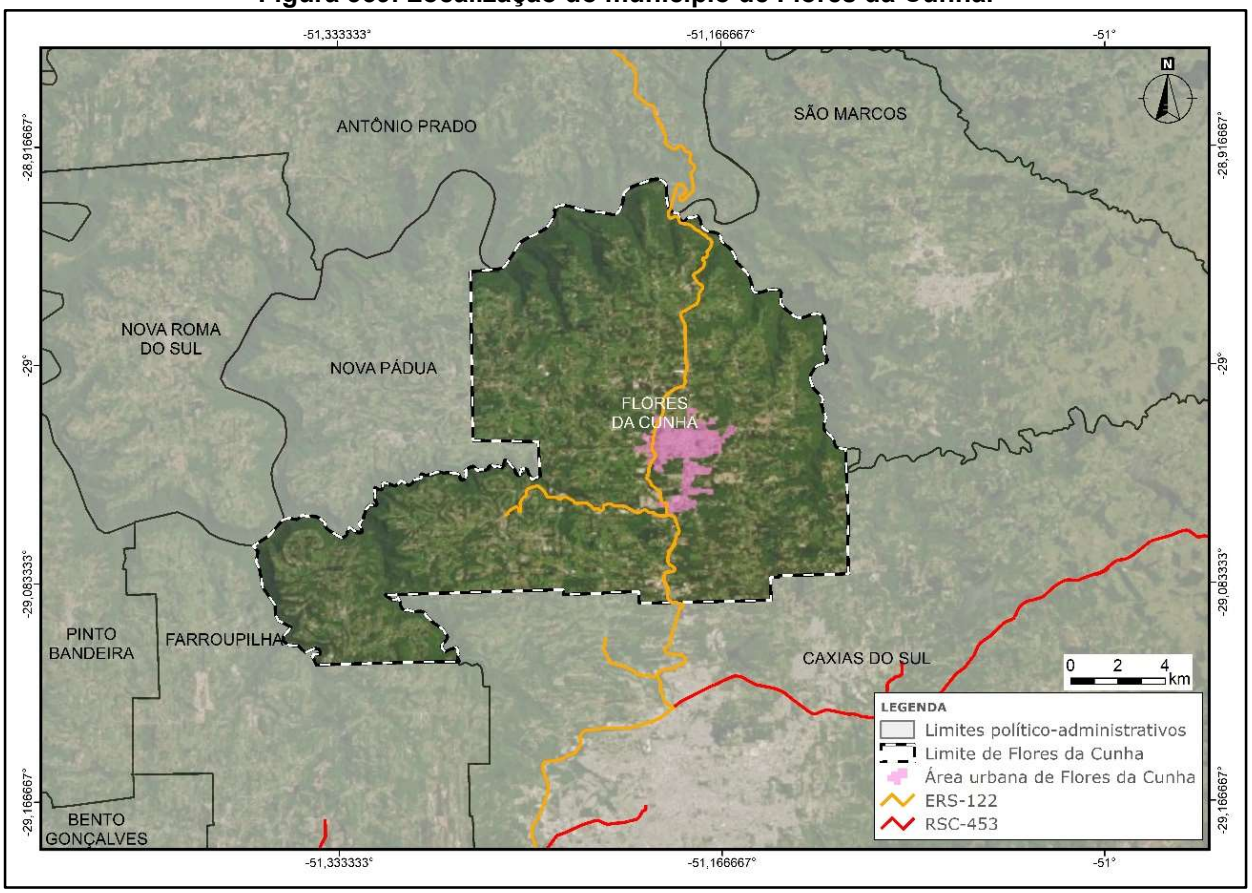
Ano	1968	1973	1984	1993	2010
Perímetro Urbano(ha)	4.400	6.000	11.500	13.240	15.100
População total (hab.)	100.000	120.000	240.000	290.100	435.564
Núcleos irregulares	03	-	107	15.000	113
População núcleos irregulares	2.000	4.600	21.300	15.000	29.400

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias do Sul (2010).

Já o município de Flores da Cunha está localizado na porção nordeste do estado do Rio Grande do Sul e faz divisa ao norte com Antônio Prado, a leste com São Marcos, ao sul com Caxias do Sul, a sudoeste com Farroupilha e oeste com Nova Pádua. O

município possui uma extensão territorial de 273,637 km², representando cerca de 0,1% da área do estado. A principal via de acesso a Flores da Cunha é a rodovia ERS-122, que corta o município no sentido norte-sul.

Figura 339. Localização do município de Flores da Cunha.



Fonte: Garden Projetos (2020).

2.3.3.2 Contexto atual

Em 19 de novembro de 2019 foi aprovada pela Câmara de Vereadores do município a Lei Complementar nº 589, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI. Segundo o Art. 3º da referida lei, o PDDI é o instrumento integrador do Sistema de Planejamento Municipal, que contempla as políticas estratégicas setoriais, os planos distritais e a gestão territorial do Município.

Segundo a lei supracitada, o PDDI tem como um de seus objetivos “propiciar princípios e regras orientadoras da ação do poder público e dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano, visando promover a ordenação dos espaços do município (...)” (CAXIAS DO SUL, 2019, Art. 6º, II). Ainda, possui como uma de suas diretrizes estabelecer o zoneamento do município, de forma a delimitar e compatibilizar os usos e

interesses de cada região, para um melhor desenvolvimento regional e equilíbrio ecológico.

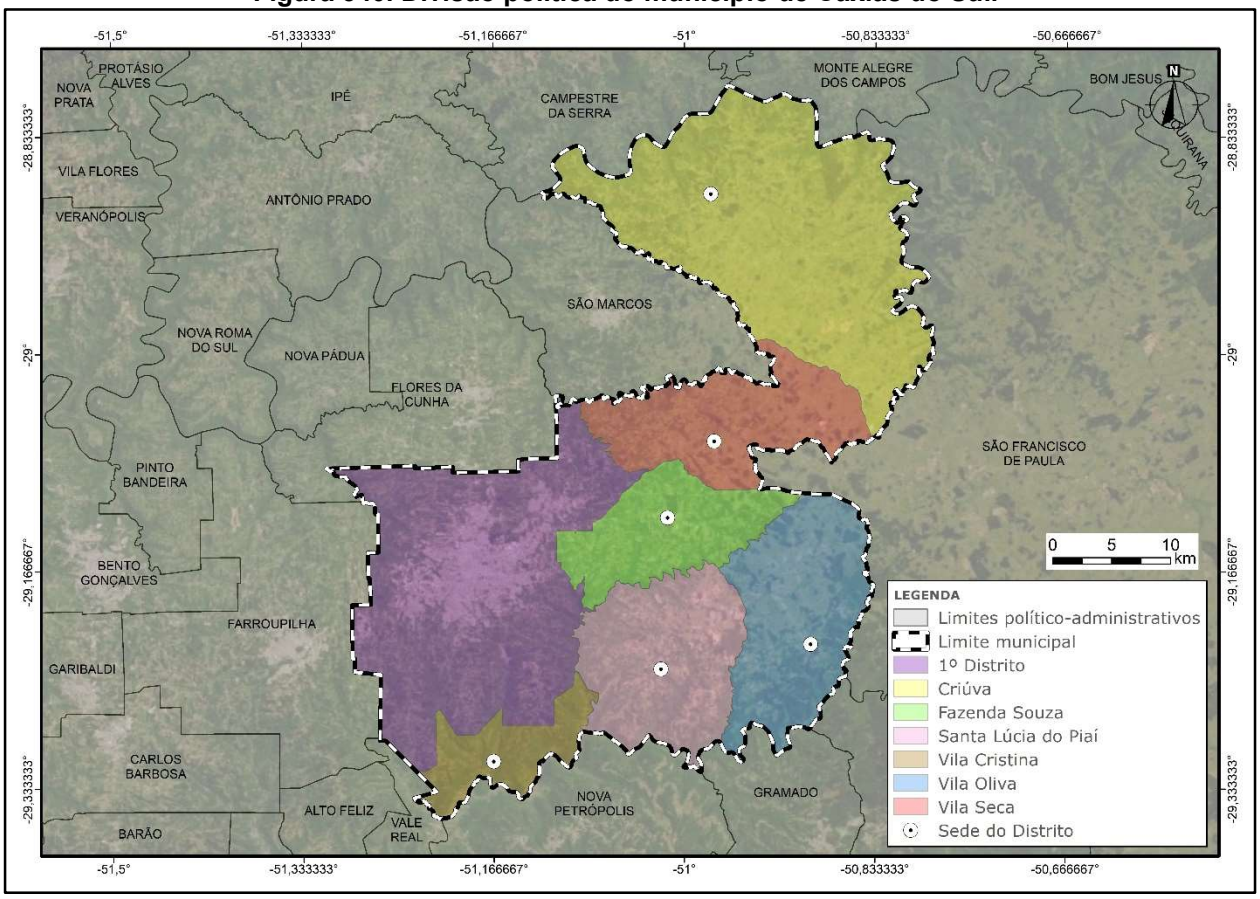
A estruturação do município se baseia na divisão em unidades territoriais de planejamento e administração. Dentre as divisões de escalonamento encontram-se a Zona Urbana e Zona Rural. A Zona Urbana abriga as áreas destinadas às atividades urbanas dos distritos, enquanto que a Zona Rural abriga as áreas dos mesmos distritos destinadas às atividades produtivas primárias, agroindustriais e demais atividades voltadas para atendimento das comunidades rurais, mas também voltadas ao lazer e ao turismo.

De acordo com as diretrizes de delimitação do Perímetro Urbano Municipal, a referida área de estudo, considerando a área de ampliação e a área de lavra atual, encontra-se parte em Zona Urbana e parte em Zona Rural, conforme consta no Anexo 12 da referida lei do PDDI (ANEXO 27).

O PDDI teve como normas balizadoras, considerando as limitações municipais e o enquadramento das diretrizes normativas, o Estatuto das Cidades, instituído pela Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, o zoneamento territorial, os equipamentos a serem implantados, o planejamento da estrutura viária e de mobilidade, o planejamento dos setores de energia e comunicações, a preservação das bacias hidrográficas, o saneamento ambiental, o patrimônio natural, cultural, material e imaterial, a manutenção, a manutenção de um sistema dinâmico de informações, a descentralização do desenvolvimento urbano do município, a sustentabilidade ambiental do município, a implementação de programas e projetos para viabilizar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento do município.

Atualmente, a cidade é composta por 07 (sete) distritos: Primeiro Distrito, Criúva, Fazenda Souza, Santa Lúcia do Piaí, Vila Cristina, Vila Oliva e Vila Seca, conforme apresenta a Figura 340.

Figura 340. Divisão política do município de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019).

De forma a atender as novas demandas municipais e o melhor estabelecimento quanto aos usos e restrições de cada área, em função do sistema viário, topografia e infraestrutura existente ou prevista, o território municipal é dividido nas seguintes zonas:

I - Zona de Centro (ZC);

II - Zona Residencial (ZR);

III - Zona Industrial (ZI);

IV - Zona de Uso Misto (ZUM);

V - Zona das Águas (ZA);

VI - Zona Especial (ZE);

VII - Zona de Ocupação Controlada (ZOC);

VIII - Zona de Interesse Turístico (ZIT);

IX - Zona de Produção Rural (ZPR);

X - Zona de Expansão Urbana (ZEU);

XI - Zona de Mineração (ZM);

XII - Zona de Interesse Ambiental (ZIAM);

XIII - Área de Proteção Ambiental (APA);
XIV - Setor Especial (SE);
XV - Zona Específica Altos de Galópolis (ZEAG);
XVI - Zona Específica Morro Alto (ZEMA);
XVII - Zona de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia (ZEITEC): e
XVIII - Zona Específica GOLF Clube (ZEGOLF).

Conforme o PDDI, a ZEU – Zona de Expansão Urbana, representa área com potencialidade de absorver atividades urbanas, desde que haja expresso interesse público, e que será objeto de regramento específico. Conforme Anexo 07 do PDDI, a ZEU localiza-se no entorno da Estrada Municipal Geraldo D'Agostini e Estrada Municipal Lélio Luiz de Medeiros. Ambas as estradas fazem ligação com a localidade de Tabela em Vila Oliva, onde encontra-se a ZENA – Zona Especial do Novo Aeroporto. Sendo assim, não se encontra próxima da AID.

Conforme mostra o Anexo 07 do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Caxias do Sul (ANEXO 27), as áreas de expansão urbana localizam-se no entorno da Estrada Municipal Geraldo D'Agostini e da Estrada Municipal Lélio Luiz de Medeiros. Essas áreas, denominadas Zonas de Expansão Urbana (ZEU), estão inseridas nos distritos de Fazenda Souza, Vila Oliva e Santa Lúcia do Piaí, fora do perímetro urbano e distante da AID. As ZEUs dão acesso ao local projetado para o novo Aeroporto Regional da Serra Gaúcha.

Segundo o Plano Diretor, não existem projeções de áreas de expansão industrial e rural no município de Caxias do Sul.

Com relação a Flores da Cunha, de acordo com o Plano Diretor Municipal (ANEXO 36), não existem áreas de expansão urbana, industrial e rural projetadas no município.

2.3.4 Caracterização do município, infraestrutura regional dinâmica populacional, estrutura ocupacional da população, indicadores econômicos e sociais e a relação de troca entre a economia local, regional e nacional

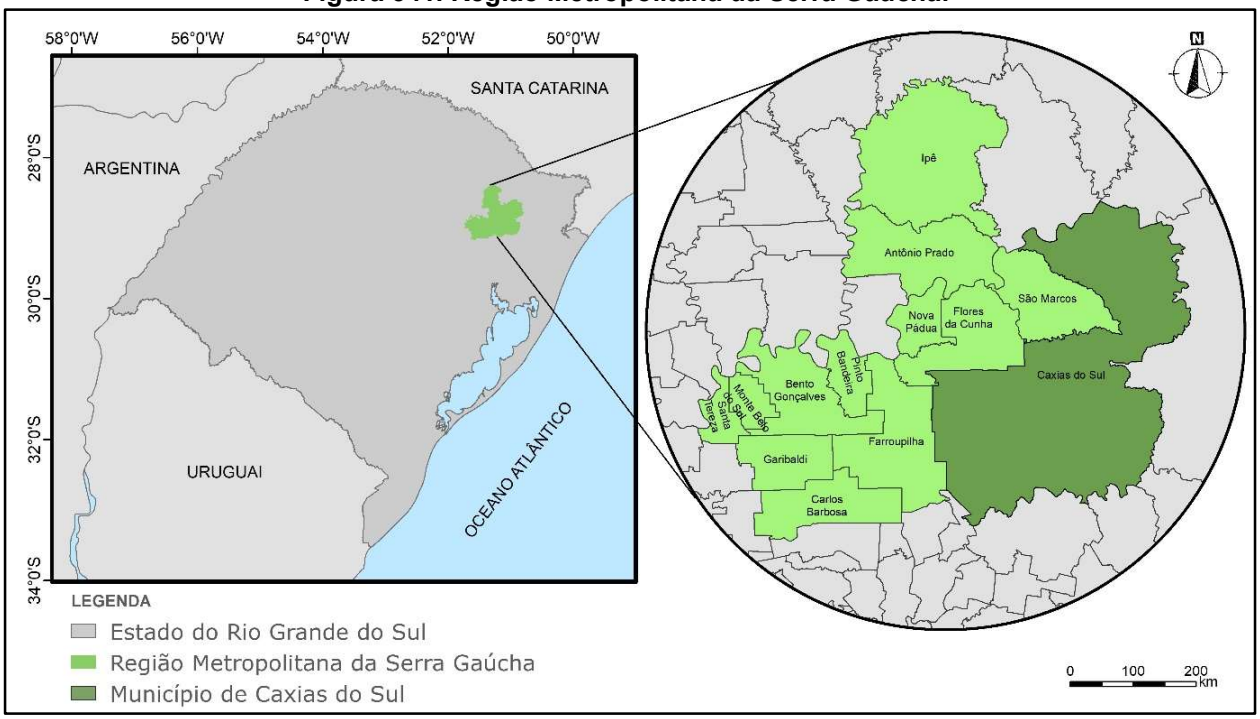
2.3.4.1 Localização e Acessos

O município de Caxias do Sul está localizado na Microrregião de Caxias do Sul e limita-se a norte com os municípios de Campestre da Serra e Monte Alegre dos

Campos, a leste com São Francisco de Paula, a sudeste com Canela, ao sul com Gramado e Nova Petrópolis, a sudoeste com Vale Real, a leste com Farroupilha e a noroeste com Flores da Cunha e São Marcos.

Caxias do Sul faz parte da Região Metropolitana da Serra Gaúcha juntamente com os municípios de Antônio Prado, Bento Gonçalves, Carlos Barbosa, Farroupilha, Flores da Cunha, Garibaldi, Ipê, Monte Belo do Sul, Nova Pádua, Pinto Bandeira, Santa Tereza e São Marcos. Juntas, essas cidades somam aproximadamente 849.777 habitantes, segundo estimativas do IBGE para o ano de 2019.

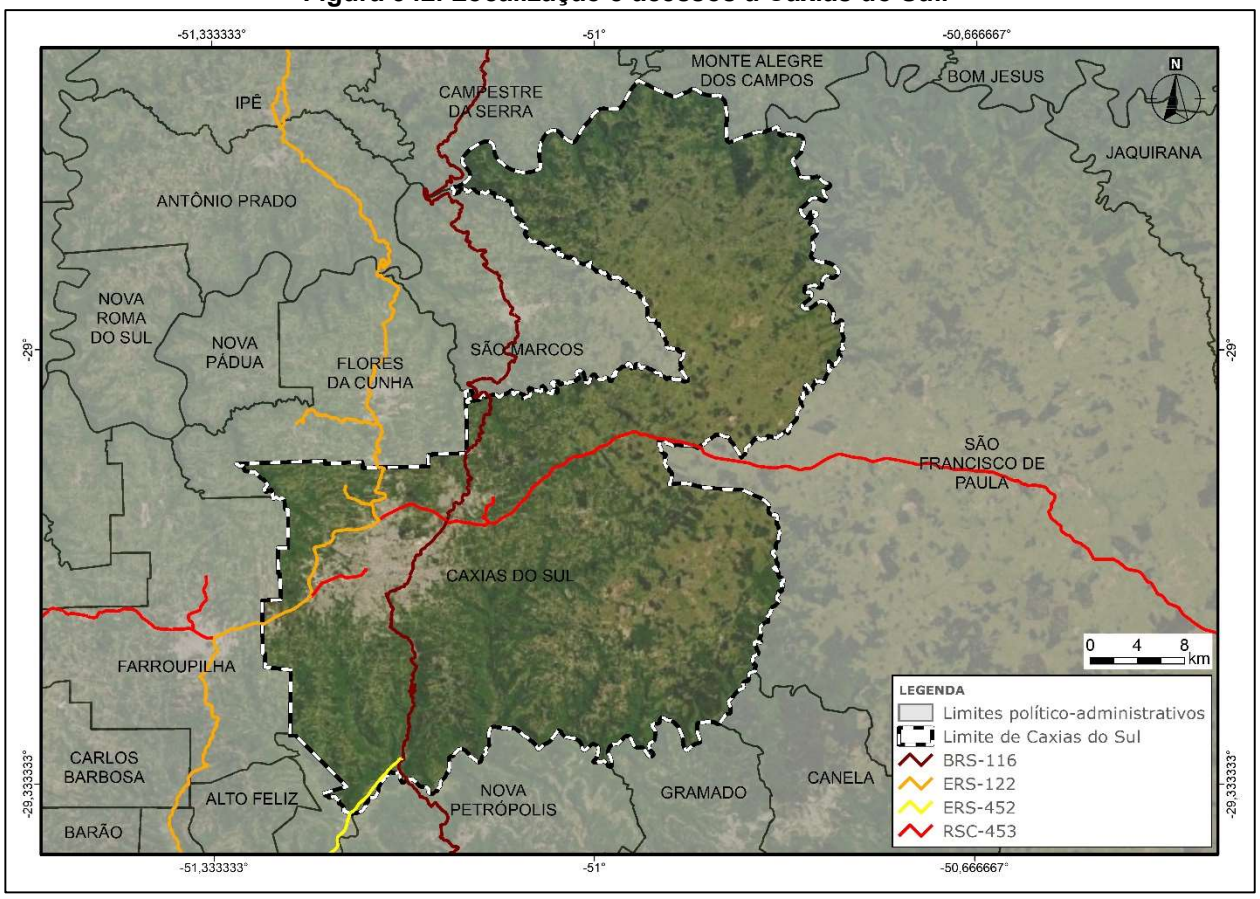
Figura 341. Região Metropolitana da Serra Gaúcha.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Caxias do Sul localiza-se a uma altitude média de 787 metros acima do nível do mar, sob as coordenadas geográficas: Latitude -29.168426° e Longitude -51.179630°, a uma distância de 130 km de Porto Alegre. O acesso a Caxias do Sul ocorre principalmente pelas rodovias RS-122, ERS-452, RSC-453 e BR-116. A extensão territorial de Caxias do Sul é de 1.644 km², representando cerca de 0,59% da área do Rio Grande do Sul.

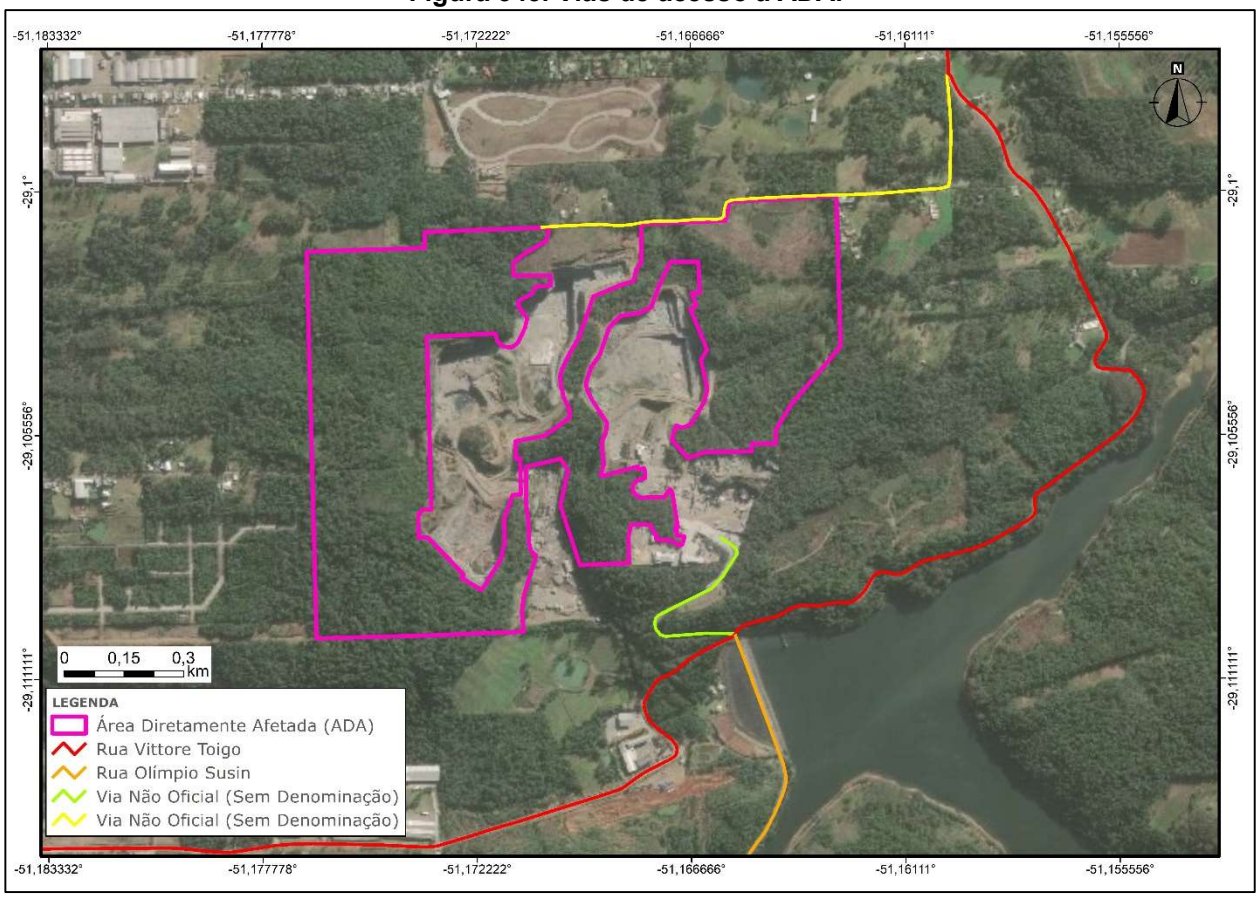
Figura 342. Localização e acessos a Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Com relação a faixa de servidão da ADA, a rua que dá acesso à área do empreendimento trata-se de uma via particular não oficial, ou seja, não possui delimitação de faixa de servidão. Quanto as vias que dão acesso a ADA, conforme mostra a base online GeoCaxias da prefeitura municipal, a Rua Olímpio Susin possui faixa de domínio de 20 metros e não existe previsão de alargamento. Já a Rua Vittore Toigo possui 20 metros de faixa de domínio, com uma largura prevista de 40 metros. A estrada ao norte da ADA também se trata de uma via particular não oficial (conhecida popularmente como Beco Nossa Senhora das Dores), portanto não possui delimitação de faixa de servidão.

Figura 343. Vias de acesso a ADA.



Fonte: Garden Projetos (2020).

2.3.4.2 Aspectos Demográficos

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população estimada de Caxias do Sul para o ano de 2019 é de 510.906 habitantes, representando um aumento expressivo em relação ao último censo demográfico realizado em 2010, que apontava uma população total de 435.564 pessoas. Situado em uma área territorial de 1.644 km², o município apresenta densidade demográfica de 263,50 hab./km², se considerar a população estimada para 2019 a densidade demográfica atual estaria em cerca de 309,08 hab/km².

Ao analisar a taxa de urbanização da cidade ao longo do tempo, percebe-se uma mudança considerável na distribuição geográfica da população. De acordo com a Fundação de Economia e Estatísticas do Rio Grande do Sul (FEE), em 1970 cerca de 78,7% da população vivia em zona urbana. Já no censo de 1990, a população residente em área urbana atingiu a proporção de 91%, chegando a 96,3% em meados de 2010, ou seja, aproximadamente 419 mil habitantes (Tabela 54).

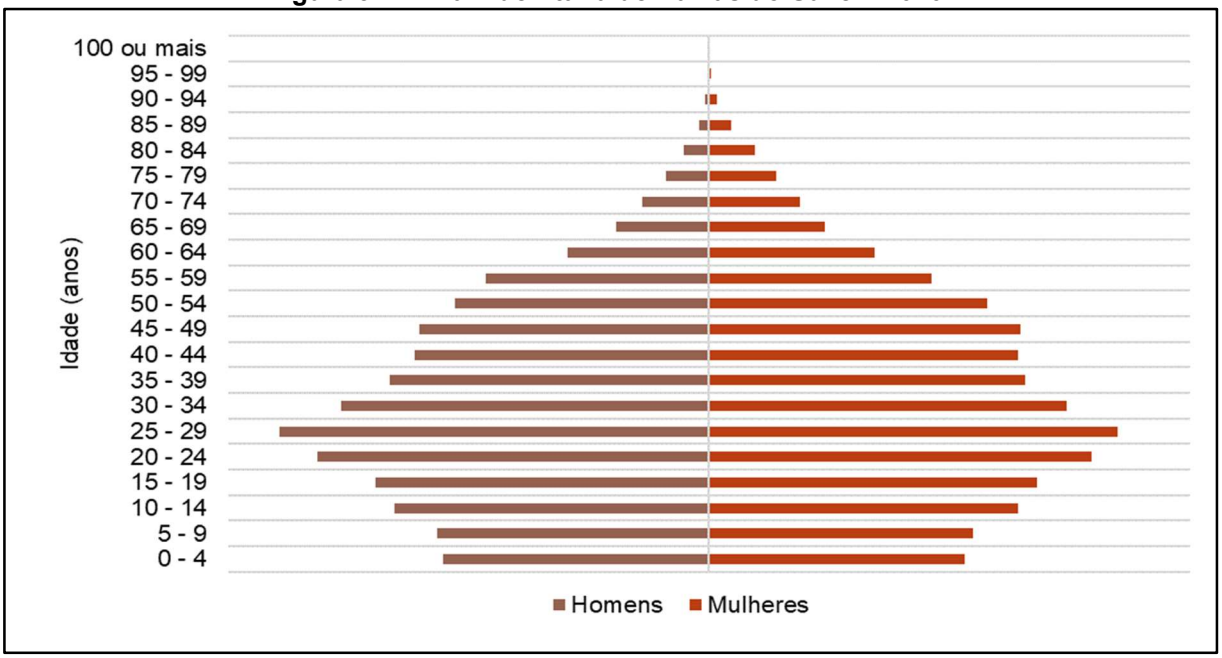
Tabela 54. População em Caxias do Sul entre os anos 1970 a 2010.

Ano	Urbana	%	Rural	%	Total
1970	114.008	78,70%	30.863	21,30%	144.871
1990	259.031	90,99%	25.643	9,01%	284.674
2000	333.391	92,50%	27.028	7,50%	360.419
2010	419.406	96,30%	16.158	3,70%	435.564

Fonte: FEEDADOS (2015).

As características etárias da população caxiense acompanham as médias nacionais, com predominância de população com idades entre 20 e 34 anos, tanto para homens quanto mulheres, conforme ilustrado na Figura 344. A divisão de gênero da população é composta por cerca de 51% de mulheres e 49% de homens, incluindo área rural e urbana.

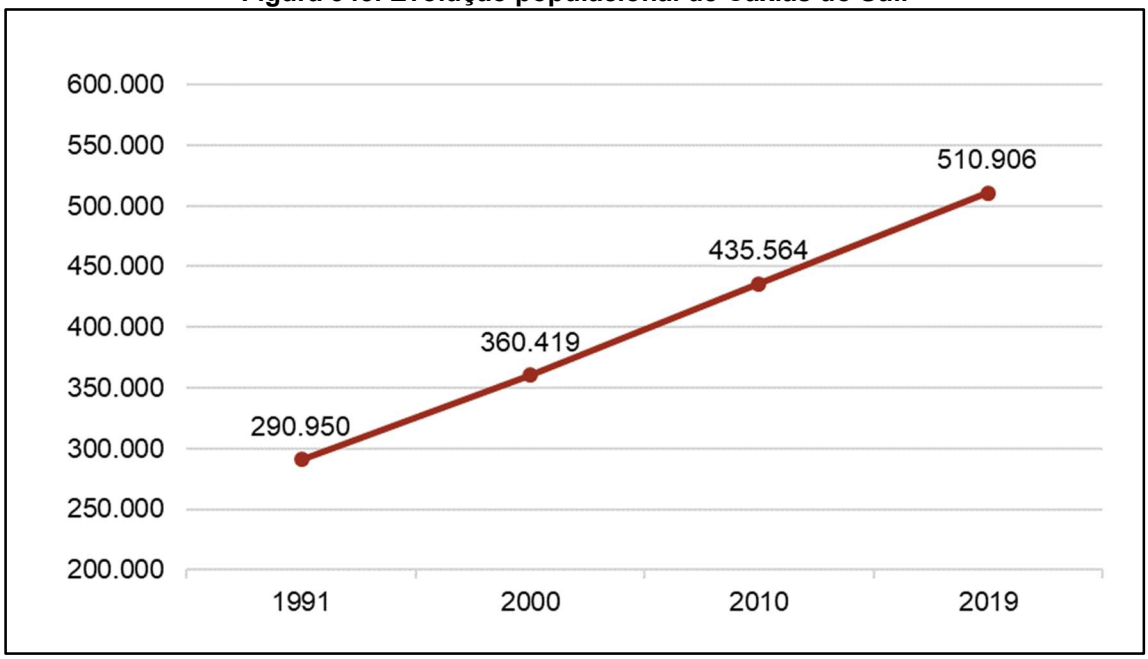
Figura 344. Pirâmide Etária de Caxias do Sul em 2010.



Fonte: IBGE (2010).

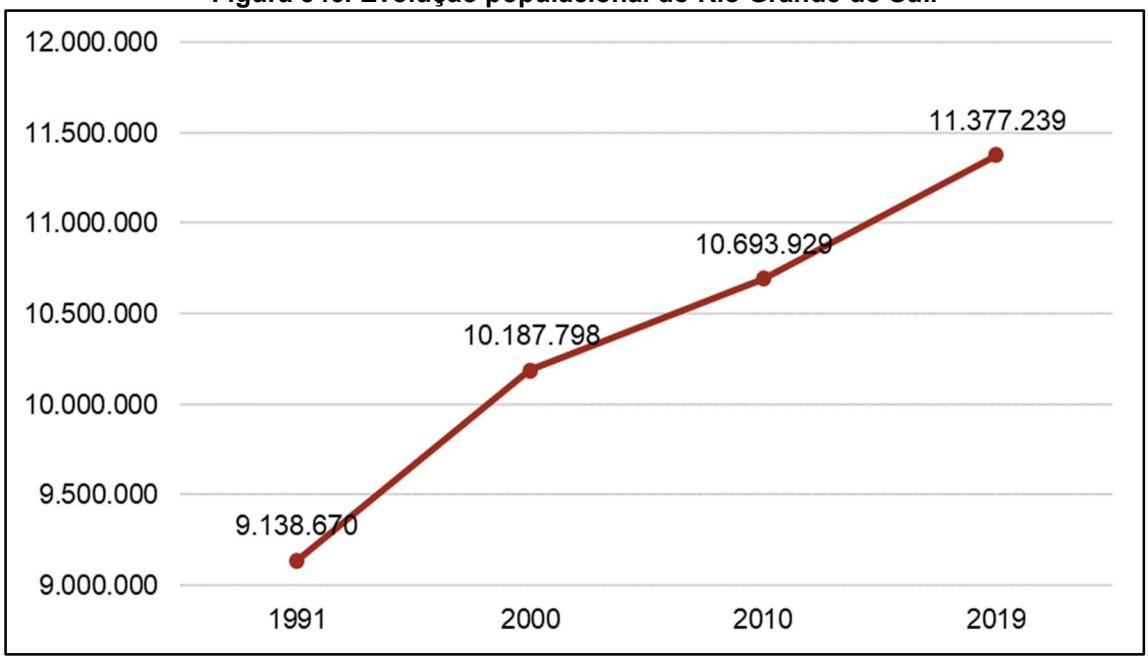
A evolução da população de um determinado local é demonstrada através da curva de crescimento populacional. A Figura 345 e a Figura 346 representam o crescimento da população para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2019 no município de Caxias do Sul e no estado do Rio Grande do Sul, respectivamente. A curva de crescimento demonstra que a população de Caxias do Sul está em constante desenvolvimento, seguindo o padrão do estado.

Figura 345. Evolução populacional de Caxias do Sul.



Fonte: IBGE (2019).

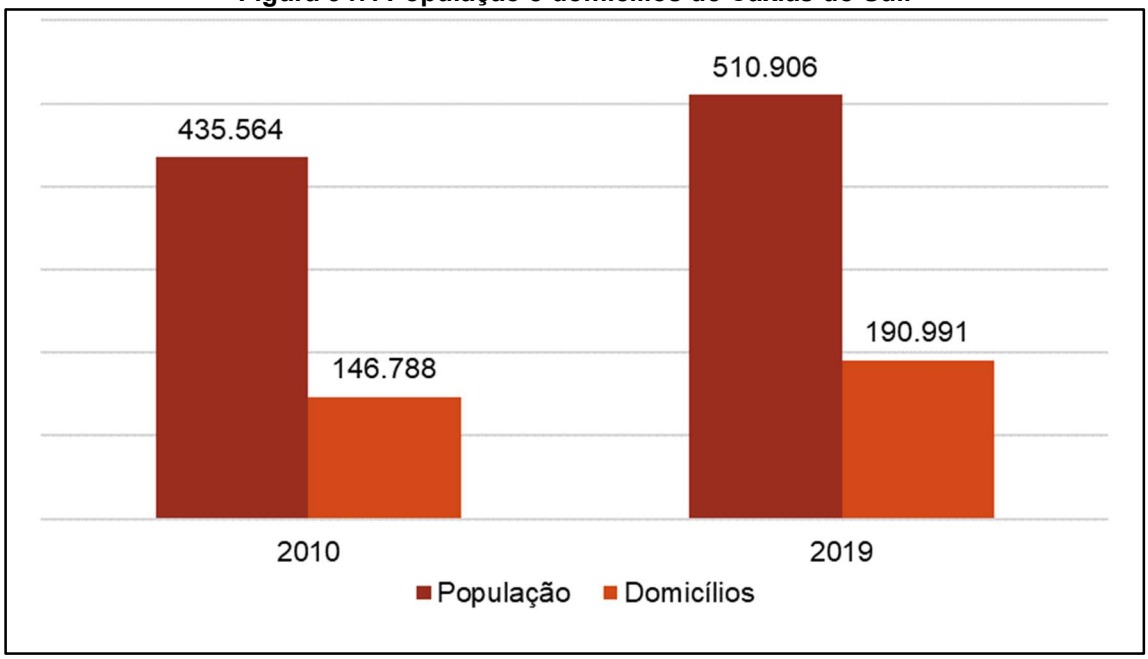
Figura 346. Evolução populacional do Rio Grande do Sul.



Fonte: IBGE (2019).

Acerca da quantidade de domicílios no município em relação ao número de habitantes, a figura abaixo demonstra que de acordo com o último Censo em 2010 havia uma média de 2,97 habitantes por domicílio. No entanto, se considerar a população estimada para 2019, e o aumento do número de domicílios, segundo o Perfil das Cidades Gaúchas 2019 do Sebrae, a média cai para 2,67 habitantes por domicílio.

Figura 347. População e domicílios de Caxias do Sul.



Fonte: IBGE (2019) / Sebrae - Perfil das Cidades Gaúchas (2019).

A Área de Influência Direta (AID) do empreendimento é formada pelos bairros Santa Fé, Serrano, Brandalise, Pedancino, Maestra e pela localidade rural de Nossa Senhora das Dores. Com relação a população inserida na AID, a Tabela 55 demonstra a quantidade de habitantes por região, de acordo com o Censo 2010.

Tabela 55. População da AID.

Bairro	População	%
Santa Fé (urbano)	20.019	58,7
Serrano (urbano)	11.826	34,7
Brandalise (urbano)	1.482	4,3
Pedancino (urbano)	414	1,2
Maestra (urbano)	262	0,8
Nossa Senhora das Dores (rural)	112	0,3
Total	**34.115**	**100**

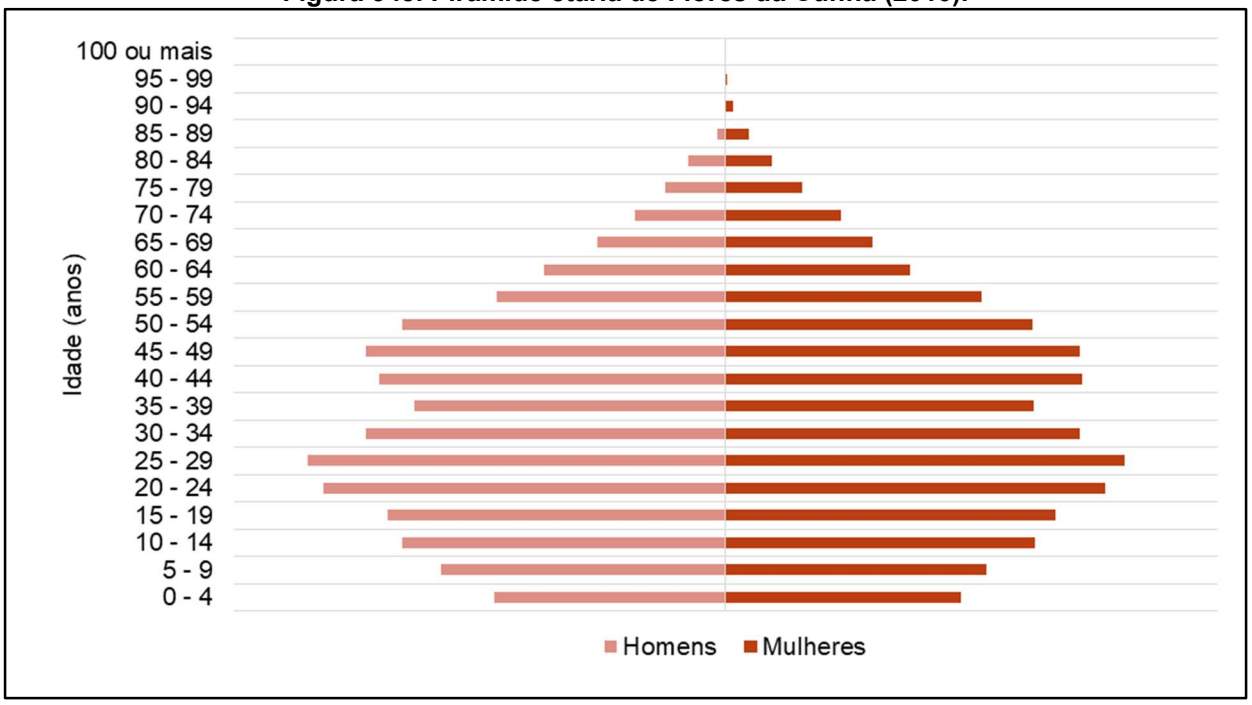
Fonte: IBGE (2010).

Flores da Cunha possui uma população de 27.126 habitantes de acordo com o Censo 2010 e uma com estimativa de crescimento de 31.367 pessoas para o ano de 2019. Segundo o IBGE, no ano de 2010 a população de Flores da Cunha dividia-se em 20.855 moradores da área urbana (77%) e 6.271 moradores da área rural (23%). Dados do Perfil das Cidades Gaúchas elaborado pelo Sebrae mostram que para o ano de 2019 a divisão estaria em 24.018 habitantes da zona urbana e 7.349 da zona rural.

Com relação a divisão por gênero, em 2010 o município dividia-se em 13.552 homens e 13.574 mulheres. Levantamentos para o ano de 2018 do Sebrae mostram que houve um crescimento de 15.448 homens e 15.395 mulheres.

As características etárias da população de Flores da Cunha podem ser observadas na imagem abaixo, onde é possível observar que existe predominância de população com idades entre 20 a 29 anos, tanto para homens quanto mulheres.

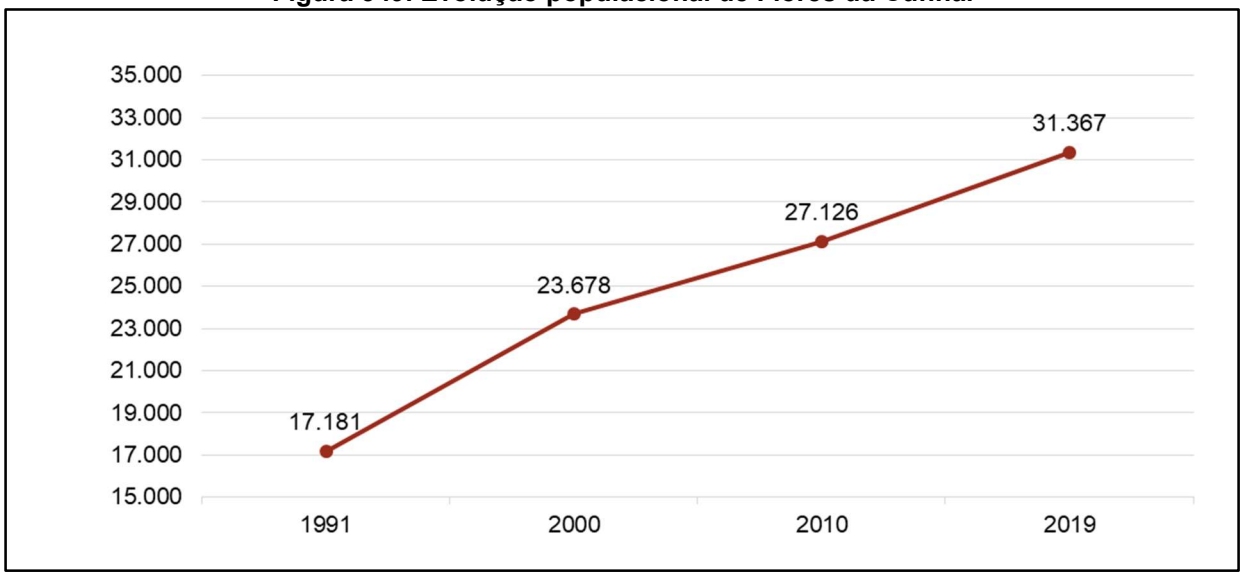
Figura 348. Pirâmide etária de Flores da Cunha (2010).



Fonte: IBGE (2010).

Em relação a evolução populacional, o município vem apresentando um crescimento constante como mostram dados obtidos nos últimos Censos. Quanto a situação dos domicílios, no ano de 2010 existiam cerca de 6.900 residências em área urbana e em 1.899 área rural. No ano de 2019, houve em crescimento de 8.625 domicílios em área urbana e 1.902 em área rural.

Figura 349. Evolução populacional de Flores da Cunha.



Fonte: IBGE (2019).

Quanto a população moradora de Flores da Cunha que faz parte da AII, de acordo com os setores censitários do IBGE, é possível afirmar que a região possui cerca de 16.173 habitantes.

2.3.4.3 Economia

Dados do IBGE mostram que no ano de 2010 o rendimento dos 146.788 domicílios em Caxias do Sul era composto da seguinte maneira:

Tabela 56. Rendimento mensal domiciliar em 2010.

Rendimento mensal domiciliar	Domicílios
Sem rendimento	3.396
Até ½ salário mínimo	762
½ a 1 salário mínimo	4.147
1 a 2 salários mínimos	15.361
a 5 salários mínimos	56.355
5 a 10 salários mínimos	41.959
10 a 20 salários mínimos	18.375
Mais de 20 salários mínimos	6.433

Fonte: IBGE (2010).

No município de Caxias do Sul as atividades econômicas caracterizam-se principalmente pelo setor de Comércio e Serviços (R$ 7.345,090), seguido de Indústria (R$ 5.624.756), Administração Pública (R$ 2.151,478) e Agricultura (R$ 204.213). O

percentual de participação dos setores da economia no PIB municipal do ano de 2010 pode ser observado na Figura 350.

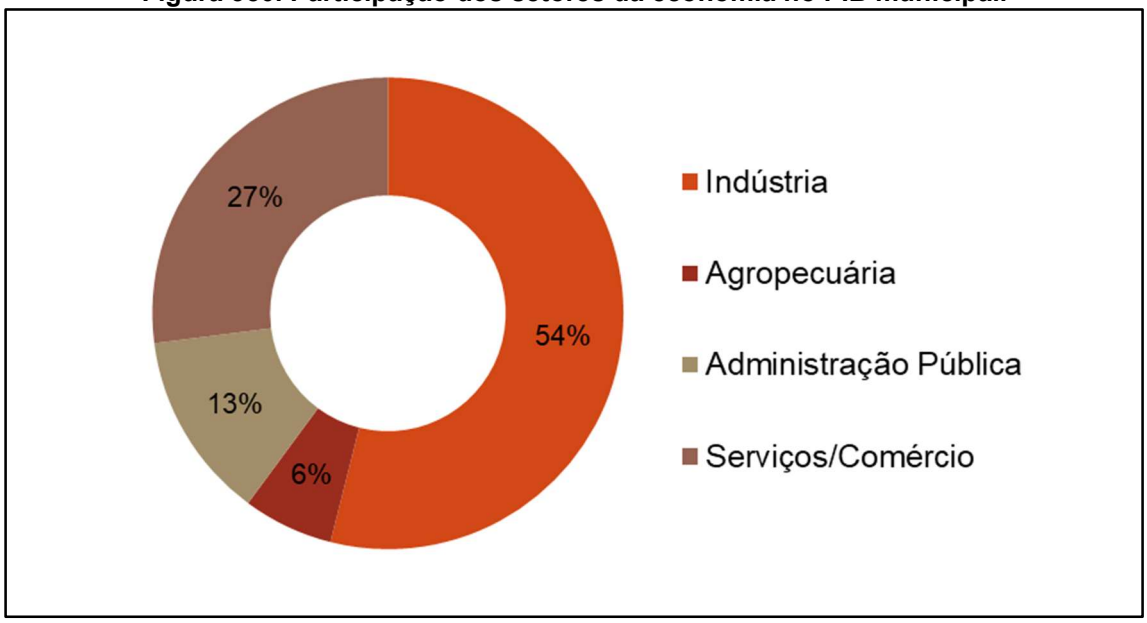
Sobre produção primária, é possível realizar a análise de alguns indicadores. Segundo informações obtidas junto ao SEBRAE e área plantada em 2017 soma um total de 12.600 hectares, correspondendo a 7,66% do território de Caxias do Sul, e valor estimado da produção para este mesmo ano foi de 248milhões. Tendo em vista o rendimento médio por hectare de produção agrícola, que em 2017 foi de R$19.693, é possível relacionar que a produção agrícola dentro da AID representa 0,40% do total de receita deste setor no município.

Sobre o setor secundário, a indústria caxiense teve oscilações nos últimos anos. Danos entre 2012 e 2015 indicam que o crescimento parou em 2015, quando a receita média bruta das empresas diminui de R$ 236.497 para R$ 219.803, entretanto, no mesmo período houve aumento de 556 empresas. Já dados de setembro de 2019, mostram que o setor tem aumento de 12% em comparação com o mesmo período de 2018, mostrando recuperação.

A relação e dependência do caxiense é forte principalmente no setor secundário, tendo em vista que as empresas deste setor têm os maiores quadros de funcionários, e em momentos de crise são as mais impactadas. No ano de 2017 tinha-se uma perspectiva de que neste setor cerca de 12.000 pessoas ficaram desempregadas. Em comparação, no somente no primeiro trimestre de 2019 esta atividade teve um aumento de 3.200 vagas, mostrando que quando há crise é o setor mais impactado, mas é o setor de demostra o crescimento mais rápido quando da sua recuperação.

Ainda sobre empreendedores, dados de 2019 demonstram que aproximadamente 4.448 empresas são de pequeno porte, 21.651 são microempresas, 27.314 são empreendedores individuais e 4.627 são os demais portes. A economia do município de Caxias do Sul é composta principalmente por Comércio 17%, Serviços 29,60% e Industria 53,40%.

Figura 350. Participação dos setores da economia no PIB municipal.



Fonte: IBGE (2010).

A relação e dependência na região é forte principalmente no setor secundário, tendo em vista que as empresas deste setor têm os maiores quadros de funcionários, e em momentos de crise são as mais impactadas. No ano de 2017, em Caxias do Sul, tinha-se uma perspectiva de que neste setor cerca de 12.000 pessoas ficaram desempregadas. Em comparação, no somente no primeiro trimestre de 2019 esta atividade teve um aumento de 3.200 vagas, mostrando que quando há crise é o setor mais impactado, mas é o setor de demostra o crescimento mais rápido quando da sua recuperação.

No mapeamento do uso do solo da AID, representado na Figura 461 e na PRANCHA 16 é possível observar que existem poucas áreas de produção primária, sendo somente a própria área da Pedreira Caxiense (mineração) e algumas poucas propriedades com plantações e lavouras (agricultura), que somam aproximadamente 102,49 hectares. No tocante da produção secundária existem algumas industriais. Entretanto, na AID o maior setor é o terciário, envolvendo comércio e serviços, pois existem diversos estabelecimentos espalhados por todos os bairros.

Com relação aos vetores de crescimento regional, em material publicado pela CIC Caxias, o acumulado do crescimento da economia em 2019 foi de 5%. Indicativos mostram que o comércio caxiense foi o maior expoente no ano em questão, com um crescimento acumulado de 11,5%, seguido pelo setor de serviços com crescimento

acumulado de 10,3% e a Industria, com crescimento acumulado de 0,1%, se mantendo praticamente estabilizada.

Flores da Cunha teve sua origem através da colonização italiana por volta de 1876, quando recebeu os primeiros imigrantes. Atualmente o município mantém as suas tradições através das vinícolas, gastronomia e na arquitetura europeia das edificações preservadas.

Com relação à economia de Flores da Cunha, no ano de 2017 o município possuía um PIB de R$ 1.481.282,08, sendo o PIB per capta de R$ 50.038,24, de acordo com a FEE. Dados do Perfil das Cidades Gaúchas revelam que a participação dos setores da economia no PIB municipal é composta por 46% pela Indústria, 43% por Serviços e 10% pela Agropecuária. A economia municipal é formada basicamente pela avicultura, fruticultura, indústria, comércio e turismo.

No centro da cidade localiza-se a Igreja Matriz Nossa Senhora de Lourdes, concluída no ano de 1914 e ao lado da igreja encontra-se um campanário de 55 metros de altura, construído em 1949, todo em pedras de basalto, e tombado patrimônio histórico e cultural do município.

No limite norte do perímetro urbano localiza-se o Parque da Vindima Elóy Kunz, onde acontece desde 1967 a Festa Nacional da Vindima, que celebra a colheita da uva e proporciona aos visitantes vivenciar aspectos da cultura italiana. No local se encontra o monumento do Galo, símbolo do município.

Figura 351. Igreja Matriz e Campanário de pedra no centro a cidade



Figura 352. Monumento do Galo, Parque da Vindíma.



Fonte: Ache Tudo na Serra (2020).

Na zona rural, dentre os principais pontos turísticos destacam-se o Parque da Gruta no Distrito de Otávio Rocha, localizado a cerca de 12 km da cidade, onde uma cachoeira cai em cima de uma gruta e é possível circular por trás da queda d'água. O

Mirante Gelain, onde é possível observar o vale do Rio das Antas e a Cascata Bordin. O Mirante Gaio, que proporciona vista do encontro das águas do Rio Tega com o Rio das Antas.

Figura 353. Mirante Gelain.

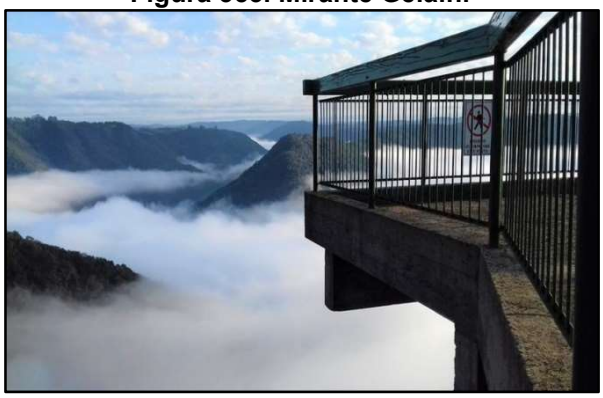
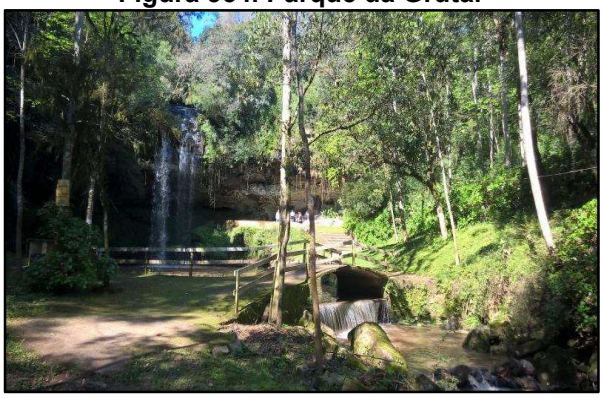


Figura 354. Parque da Gruta.



Fonte: Turismo Flores (2020).

Além disso, Flores da Cunha é a maior produtora de vinhos de mesa do Brasil e possui diversas vinícolas abertas à visitação que oferecem degustação, como a Vinícola Boscato, Monte Reale, Panizzon, e a Vinícola Luiz Argenta.

O município é o maior produtor brasileiro de vinhos, com 197 vinícolas produzindo mais de 100 milhões de litros/ano de vinhos finos e de mesa, além disso, na região ocorre o crescimento da indústria metalomecânica, seguindo o padrão da cidade de Caxias do Sul, localizada a cerca de 19 km.

Ao longo da AID do empreendimento são encontradas atividades de todos os três setores da economia. No setor primário, onde encontram-se as atividades voltadas para agricultura, pecuária e extrativismo, ocorre a presença de pequenas propriedades de agricultura familiar, onde emprega como mão de obra os membros da família e se destina a subsistência do produtor rural. No mapa de uso do solo da AID (PRANCHA 16) é possível observar que essas áreas encontram-se próximas ao limite de Flores da Cunha, onde essa atividade é bastante comum por se tratar de área rural.

No setor secundário, ocorre a presença de indústrias de grande porte, de diversos ramos como fabricação de plástico, motores elétricos, gerenciamento de energia e transportes. Essas indústrias empregam diversos trabalhadores da região da AID, bem como do município de Caxias do Sul e de Flores da Cunha.

O setor terciário é o que mais se destaca no interior da AID, com diversos serviços de comércio, como supermercados, lojas de vestuário, mecânica de

automóveis, venda de produtos para animais domésticos, etc. Além disso, existem diversos profissionais liberais, como médicos, advogados, dentistas e profissionais autônomos como pintores, encanadores, eletricistas, etc. Esse é o setor que mais emprega a população da AID.

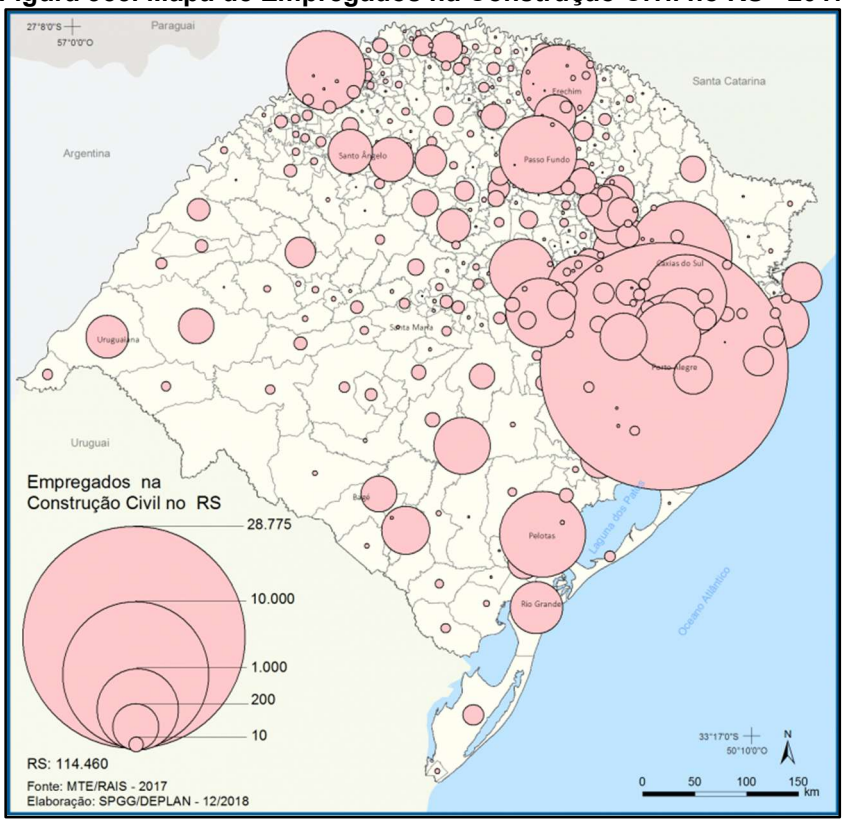
Neste contexto, cabe ressaltar que a atividade do empreendimento em questão é caracterizada como extrativismo mineral, uma das atividades produtivas do Setor primário. Entretanto, a matéria prima gerada é uma das bases da construção civil, atividade do setor secundário e a ampliação da área de lavra da mina auxiliará na consolidação/crescimento do setor de serviços, visto que o fornecimento de matéria prima continuará a ser fornecido.

O setor de construção civil está em constante crescimento. De acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo, o PIB da construção civil no país teve um crescimento de 2% no ano de 2019 em comparação com 2018.

No Rio Grande do Sul o setor de construção apresenta desenvolvimento, principalmente no eixo Porto Alegre-Caxias do Sul. Segundo o Atlas de Desenvolvimento Econômico do RS, em 2017 o Rio Grande do Sul contava com 18.672 estabelecimentos de construção de civil distribuídos em 424 municípios, com destaque para Porto Alegre e Caxias do Sul que contabilizam juntas 3.392 estabelecimentos, equivalente a 18,2% do total.

Com relação a quantidade de trabalhadores no setor, a Figura 355 demonstra como se dá a distribuição dos empregados no ramo da construção civil no estado. A região de Porto Alegre e a região de Caxias do Sul possuem o maior número de empregados quando comparados com os demais municípios. Esses dados vêm de encontro com a crescente demanda por matéria prima para construção civil em toda a região da serra.

Figura 355. Mapa de Empregados na Construção Civil no RS - 2017



Fonte: Altas do Desenvolvimento Econômico do RS (2017).

2.3.5 Infraestrutura de saneamento

Caxias do Sul é a primeira cidade do Rio Grande do Sul e a 39º no Brasil no ranking nacional de saneamento, segundo o Instituto Trata Brasil, que tem como base as informações fornecidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O levantamento, referente aos registros entre 2009 e 2013, baseia-se na qualidade de atendimento em água e esgoto entre as 100 maiores cidades do país. No entanto, a preocupação com esgotamento sanitário na cidade é recente.

Segundo informações do Instituto Trata Brasil, no ano de 2011, 10,57% da cidade era atendida por sistemas de esgoto; no ano seguinte, a cidade apresentou índice de 27,79%. Em 2013, os sistemas de coleta de esgoto atendiam 88,1% da cidade. Atualmente, este percentual já ultrapassa 90% do total de domicílios.

Cabe destacar que estes dados se referem aos sistemas de coleta de esgoto, porém isto não é garantia de que o mesmo é tratado antes de ser descartado nos recursos hídricos.

O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), criado pela Lei nº 1.474, de 5 de janeiro de 1966, é responsável por projetar e executar - diretamente ou mediante contratação de serviços terceirizados - obras relativas à construção, ampliação

e remodelação dos sistemas públicos de abastecimento de água potável e de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

2.3.5.1 Esgotamento Sanitário

A primeira Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Caxias do Sul foi a Rivadávia Azambuja Guimarães, localizada no Bairro Serrano, e inaugurada em 1996. Após a conclusão da barragem do arroio Faxinal, no começo dos anos 1990, o SAMAE havia resolvido grande parte do problema de captação de distribuição de água no município. O tratamento de esgoto, no entanto, ainda era bastante precário, contando com apenas quatro quilômetros de redes na zona central, comprometendo a qualidade das águas dos arroios da cidade. Após o sucesso da implantação da primeira ETE, outras duas foram planejadas e construídas: a ETE Marianinha de Queiróz e a ETE Dal Bó.

Atualmente, o município possui 10 (dez) Estações de Tratamento de Esgoto (Figura 356). Por definição, ETE é um conjunto de unidades de tratamento, equipamentos e estruturas auxiliares que visam remover os poluentes presentes no esgoto para devolver ao meio ambiente água livre de contaminantes.

As principais ETE's são a Dal Bó, Tega, Pinhal, Belo, Samuara e Serrano. O sistema Samuara, juntamente aos sistemas Belo, Pena Branca, Tega, e Pinhal faz parte do Plano de Esgotamento Sanitário e Despoluição de Arroios, realizado em Caxias do Sul desde 2005, com a construção de estações de tratamento de esgoto e implantação de redes coletoras e interceptoras. Na Tabela 57 são representados os principais dados referentes a cada ETE:

Tabela 57. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Caxias do Sul.

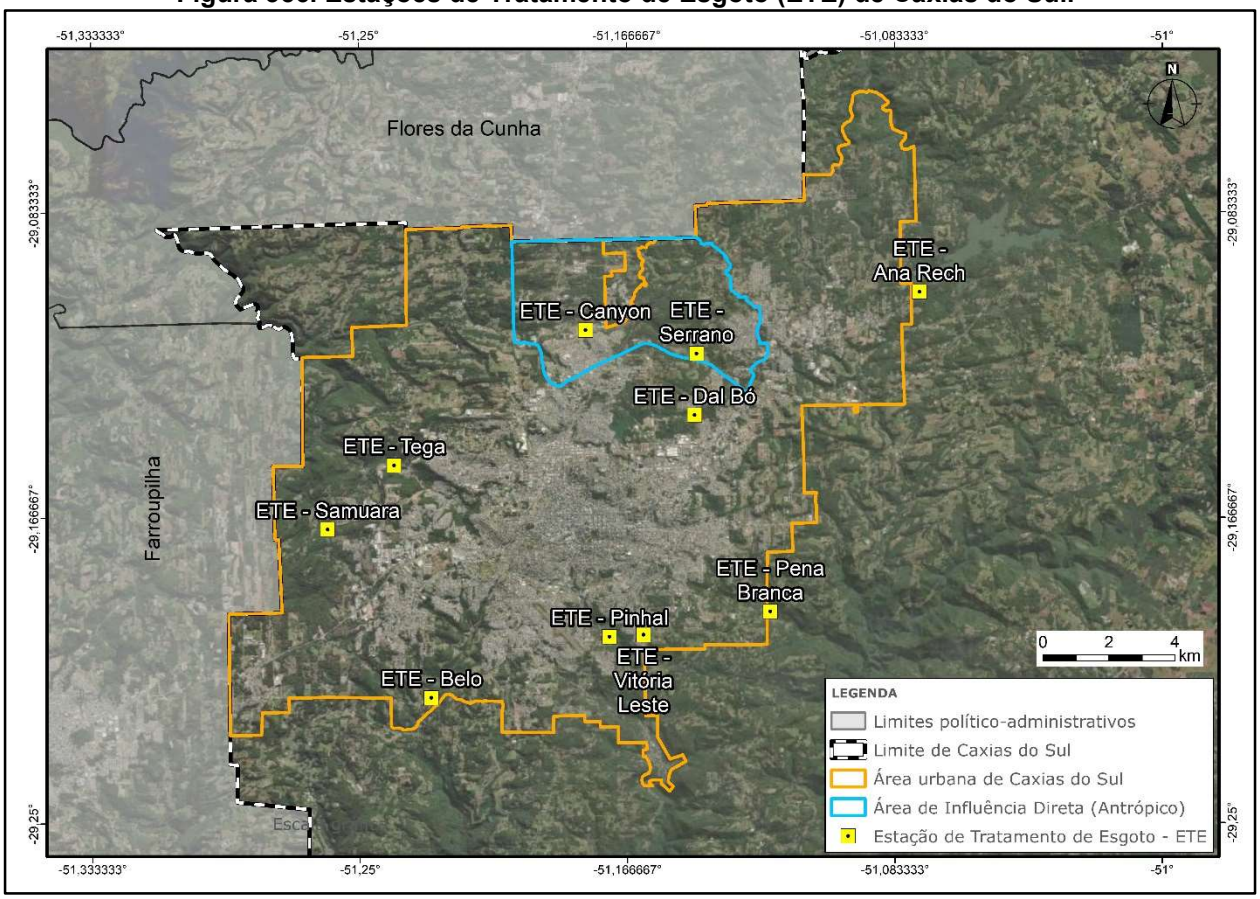
Nome	Início de funcionamento (Ano)	Beneficia (População)	Capacidade de Tratamento (L/s)
Rivadávia Azambuja Guimarães (Serrano)	1992	25 mil pessoas	25
Dal Bó	2003	12 mil pessoas	19
Vittória	2006	4,5 mil pessoas	7,5
Canyon (Santa Fé)	2007	30 mil pessoas	42
Ana Rech	2008	2,5 mil pessoas	10
Belo	2012	38 mil pessoas	120
Samuara	2012	15 mil pessoas	60
Tega	2012	200 mil pessoas	440

Nome	Início de funcionamento (Ano)	Beneficia (População)	Capacidade de Tratamento (L/s)
Pinhal	2014	130 mil pessoas	240
Pena Branca	2014	40 mil pessoas	120

Fonte: Samae Caxias (2019).

As 10 Estações de Tratamento de Esgoto estão localizadas na área urbana do município, sendo que as ETE's Rivadávia Azambuja Guimarães e Canyon encontram-se no interior da AID, nos bairros Serrano e Santa Fé, como pode ser observado na Figura 356. O tratamento de esgoto do bairro Serrano é feito pela própria ETE Rivadávia. No bairro Santa Fé não existe rede do tipo separador absoluto. Assim, parte do esgoto é coletado e transportado para tratamento da ETE Canyon, que também recebe o esgoto do Bairro Maestra. Segundo informações do SAMAE, os bairros Brandalise e Pedancino não são atendidos por sistemas de coleta e tratamento de esgoto coletivo.

Figura 356. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 357. ETE Serrano.



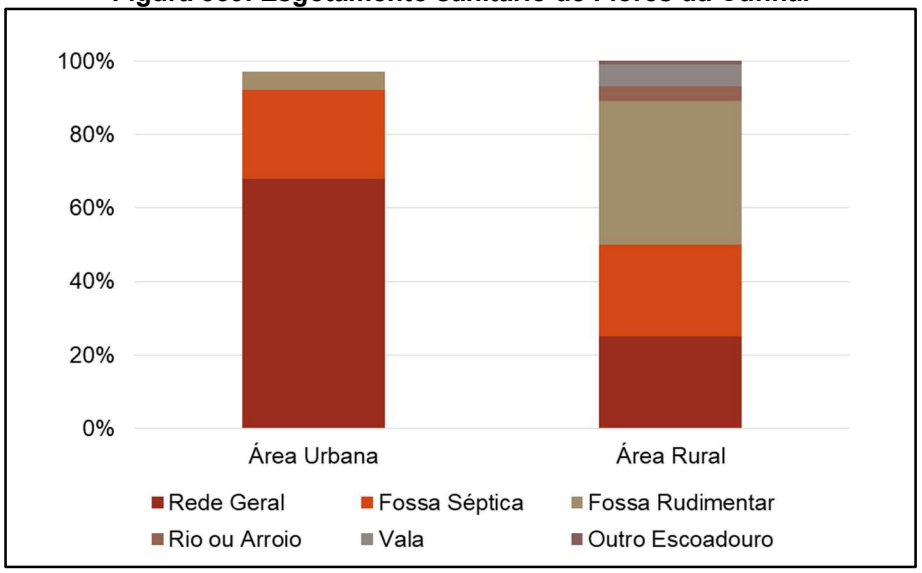
Figura 358. ETE Canyon.



Fonte: Samae Caxias (2019).

O esgotamento sanitário de Flores da Cunha também é realizado pela Corsan. O município possui 68% dos domicílios em área urbana ligados a rede geral de esgoto, 24% das residências possuem fossa séptica, 5% fazem uso de fossa rudimentar e 3% depositam os dejetos em rio ou arroio. Com relação à zona rural, 25% das residências estão ligadas a rede geral, 25% possuem fossa séptica, 39% utilizam fossa rudimentar, 4% fazem uso de rio ou arroio para descarte dos resíduos, 6% utilizam vala e 1% em outros tipos de escoadouro.

Figura 359. Esgotamento sanitário de Flores da Cunha.



Fonte: Infosanbas.org (2020).

2.3.5.2 Abastecimento de Água

O abastecimento de água do município é feito a partir do represamento de pequenos arroios. A água captada nos lagos artificiais é bombeada para as Estações de

Tratamento de Água (ETA). Após a execução de processos físicos e químicos para torná-la própria ao consumo humano, a água é armazenada em reservatórios e então levada até o consumidor por meio de um complexo de sistema de tubulações formado por adutoras, subadutoras e distribuidoras. (SAMAE, 2016)

Os primeiros passos no setor hidráulico de Caxias do Sul foram dados na década de 1920 com a implantação de um novo sistema de captação, tratamento e distribuição de água. As obras iniciaram no ano de 1926 e findaram em 1928, quando foi inaugurada a Hidráulica Municipal Borges de Medeiros, a Represa São Miguel e a rede de distribuição. Começava a funcionar, assim, o Sistema Dal Bó.

Entre os anos de 1943 e 1950, após um período de estiagem severa – que ocasionou a utilização da represa em níveis extremos - foi inaugurada a Barragem São Pedro, à jusante da anterior. Ocorreu, ainda, a ampliação da estação de tratamento e a construção de uma terceira barragem do sistema, a Barragem São Paulo. Na década de 1950, com a ampliação da Represa São Miguel, foi oficialmente concluído o Complexo Dal Bó, ainda em funcionamento.

Na década de 1960 começou a ser construída a Represa Maestra (que se situa dentro da AID do empreendimento e muito próxima à ADA) e a Estação de Tratamento de Água (ETA) Dr. Celeste Gobbato, que ficou pronta em 1971.

Na década de 1970, iniciou-se a primeira etapa de implantação do Sistema Faxinal e a construção da ETA Parque da Imprensa. No entanto, na época, Caxias do Sul passava por uma das piores crises hídricas da sua história e em 1981 o racionamento de água afetou toda a cidade. As obras da primeira e segunda etapa do Sistema foram concluídas apenas no ano de 1992, levando 14 anos para ser totalmente concluído. (SAMAE, 2016)

Após a conclusão do Sistema Faxinal já se sabia que a demanda hídrica no município tenderia a aumentar durante os anos 2000. Assim, em 2009 iniciou-se a implantação do Sistema de Abastecimento de Água Marrecas, inaugurado no ano de 2014, com projeção de garantir o abastecimento de água por mais 25 anos em Caxias do Sul. Atualmente, Caxias do Sul conta com 8 Estações de Tratamento de Água, conforme Tabela 58.

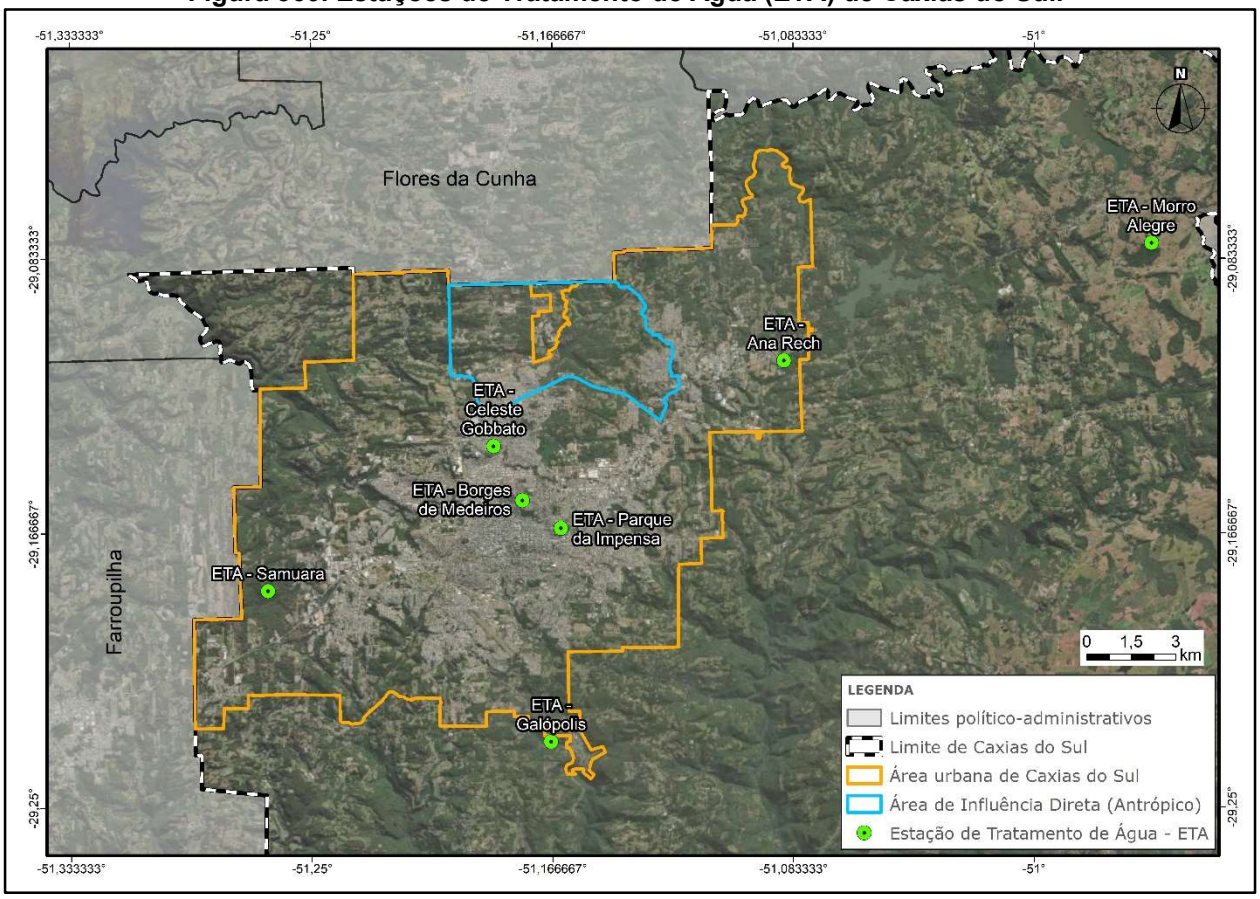
Tabela 58. Estações de Tratamento de Água (ETA) de Caxias do Sul.

Nome	Início de funcionamento (Ano)	Beneficia (População)	Capacidade de tratamento (L/s)
Ana Rech	Década 1950	22 mil pessoas	80
Borges de Medeiros	1928	-	100
Galópolis	Década 1950	2 mil pessoas	10
Samuara	Década 1950	2 mil pessoas	45
Celeste Gobatto	1964	95 mil pessoas	300
Parque da Imprensa	1981	290 mil pessoas	1.100
Ildefonso Shroeber	2014	10 mil pessoas	50
Morro Alegre	2014	35 mil pessoas	1.000

Fonte: Samae Caxias (2019).

Na Figura 360 pode ser observado que não existem Estações de Tratamento de Água no interior da AID. No entanto, os bairros que fazem parte da AID são atendidos por diferentes ETA's: o Bairro Serrano recebe água tratada da ETA Morro Alegre, que começou suas atividades no ano de 2014 e pertence ao Sistema Marrecas. Os bairros Vila Maestra, Brandalise, Pedancino, parte do bairro Santa Fé (região Canyon e Belo Horizonte) são atendidos pela ETA Ildenfonso Schroeber (inaugurada em 2014), batizada em homenagem ao primeiro engenheiro contratado do SAMAE.

Figura 360. Estações de Tratamento de Água (ETA) de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 361. ETA Celeste Gobato.

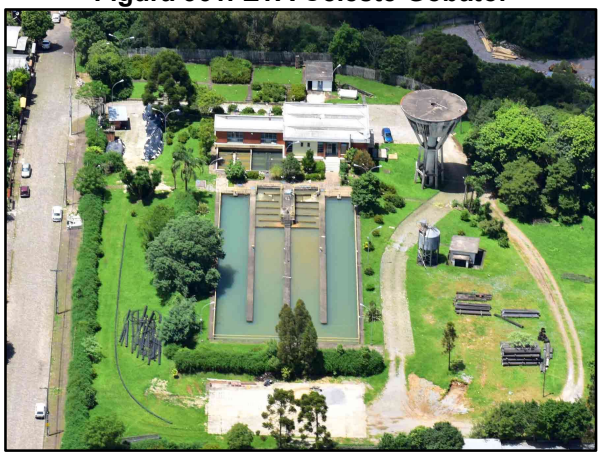
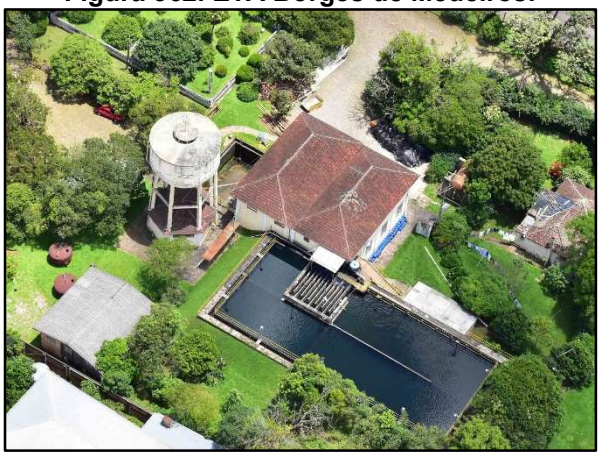


Figura 362. ETA Borges de Medeiros.



Fonte: Samae Caxias (2019).

A forma de utilização da água pode ser explorada a partir da análise do uso do solo. A utilização de água para lavouras/plantio é pouco significativa, tendo em vista que esta característica de uso do solo representa somente 1,9% da área total da AID, como pode ser observado na Figura 461.

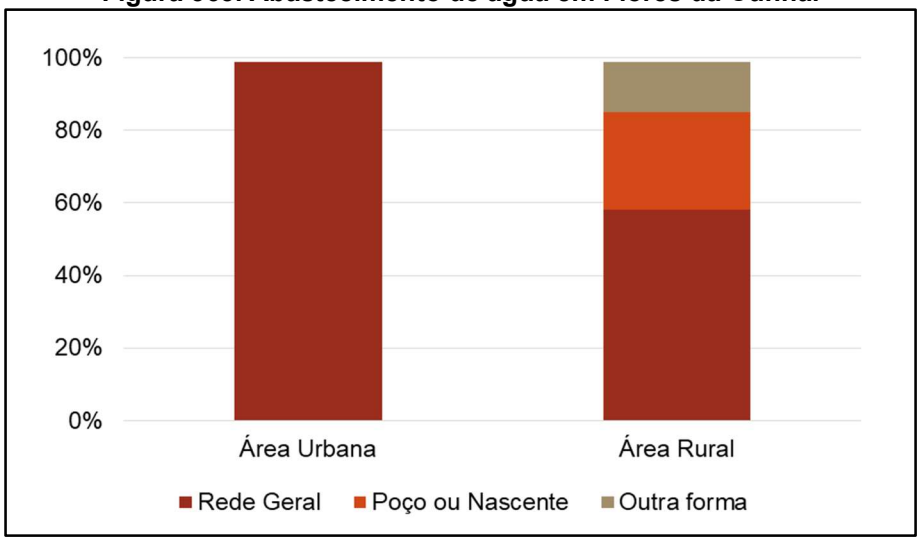
Neste contexto o maior consumo de água é feito pelo consumo humano, tendo em vista à ocupação urbana composta pelos bairros Santa Fé, Serrano, Brandalise, Pedancino e Maestra que somam uma população aproximada de 34.0003 habitantes, de acordo com informações do Censo IBGE do ano de 2010. O consumo estimado para esta população é de 6.800,6m³ de água por dia, considerando um consumo de 0,2 m³ de água habitante/dia.

Dentro da AID existe o Lago da Barragem da Bacia do Maestra, com 1.526,50 hectares, em funcionamento desde 1968 e tem vazão de 310 litros por segundo. A água desta represa é encaminha para a Estação de Tratamento de Água – ETA Celeste Gobbato, localizado no bairro Pioneiro, e dos bairros que estão dentro da AID somente o Santa Fé recebe águas tratadas nesta ETA.

O Bairro Serrano é abastecido pelas águas tratadas na ETA Morro Alegre que recebe água da represa Faxinal. Já os bairros Pedancino, Brandalise e Vila Maestra, recebem águas tratadas pela ETA Idelfonso Schroeber, que recebe água da represa do Marrecas. Dentro da AID não existem áreas destinadas à pesca.

O serviço de abastecimento de água de Flores da Cunha é realizado pela Companhia Rio Grandense de Saneamento (CORSAN). Praticamente 100% dos domicílios urbanos do município são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que na área rural, 58% das residências possuem ligação com a rede geral, 27% são abastecidos por poço ou nascente e apenas 14 % possuem outro tipo de abastecimento, como mostra a Figura 363.

Figura 363. Abastecimento de água em Flores da Cunha.



Fonte: Infosanbas.org (2020).

2.3.5.3 Coleta de lixo

O serviço de coleta de lixo em Caxias do Sul é realizado pela empresa Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul (CODECA). Caxias conta com abrangência de coleta de 100% do município. A empresa possui cerca de 314 funcionários e 44 caminhões, divididos em 4 turnos de seis horas cada. Desde 2007, o município conta com a coleta mecanizada, que consiste em um sistema de containers específicos que juntamente com caminhões mecanizados realiza a coleta.

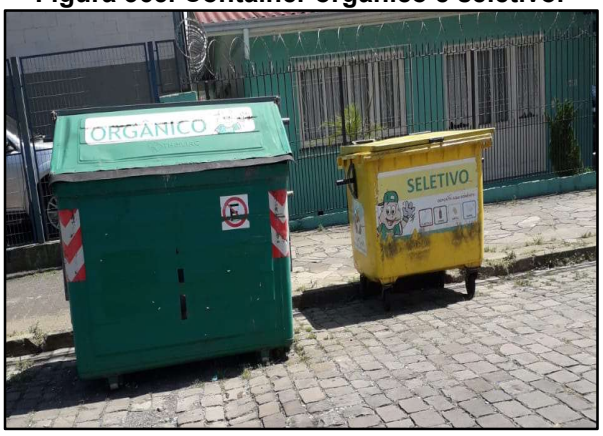
Atualmente são 2 mil pares de containers, 1.000 verdes para lixo orgânico e 1.000 amarelos para o lixo seletivo. No total são 1.340 quadras atendidas, com alcance que chega a 205 mil pessoas, o que representa aproximadamente 45% da população. Com implantação realizada em quatro etapas, 2007, 2008, 2010, e 2012, as demais regiões receberão tal serviço de forma gradual.

Figura 364. Caminhão com coleta mecanizada.



Fonte: Codeca (2017).

Figura 365. Container orgânico e seletivo.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Segundo informações fornecidas pela CODECA, a coleta de lixo orgânico alcança cerca de 360 toneladas diárias. Na região central a coleta é diária, já nos demais bairros (incluindo os bairros que compõem a AID), a coleta é realizada 3 vezes por semana. No interior, a coleta é feita uma ou duas vezes por semana, variando o local.

Com relação a coleta de lixo, a empresa Novo Mundo, do município de São Luiz Gonzaga é a responsável pela coleta de resíduos sólidos urbanos (orgânicos e recicláveis) na zona urbana e rural de Flores da Cunha. A empresa também é responsável pela manutenção dos containers dispostos em vias públicas. As coletas são realizadas de segunda a sábado da zona urbana e em dias alternados na zona rural. O município não possui possuí Plano Municipal de Saneamento Básico.

Figura 366. Caminhões de coleta de lixo da empresa Novo Mundo.



Fonte: Prefeitura Municipal de Flores da Cunha (2020).

Figura 367. Containers de lixo em Flores da Cunha.



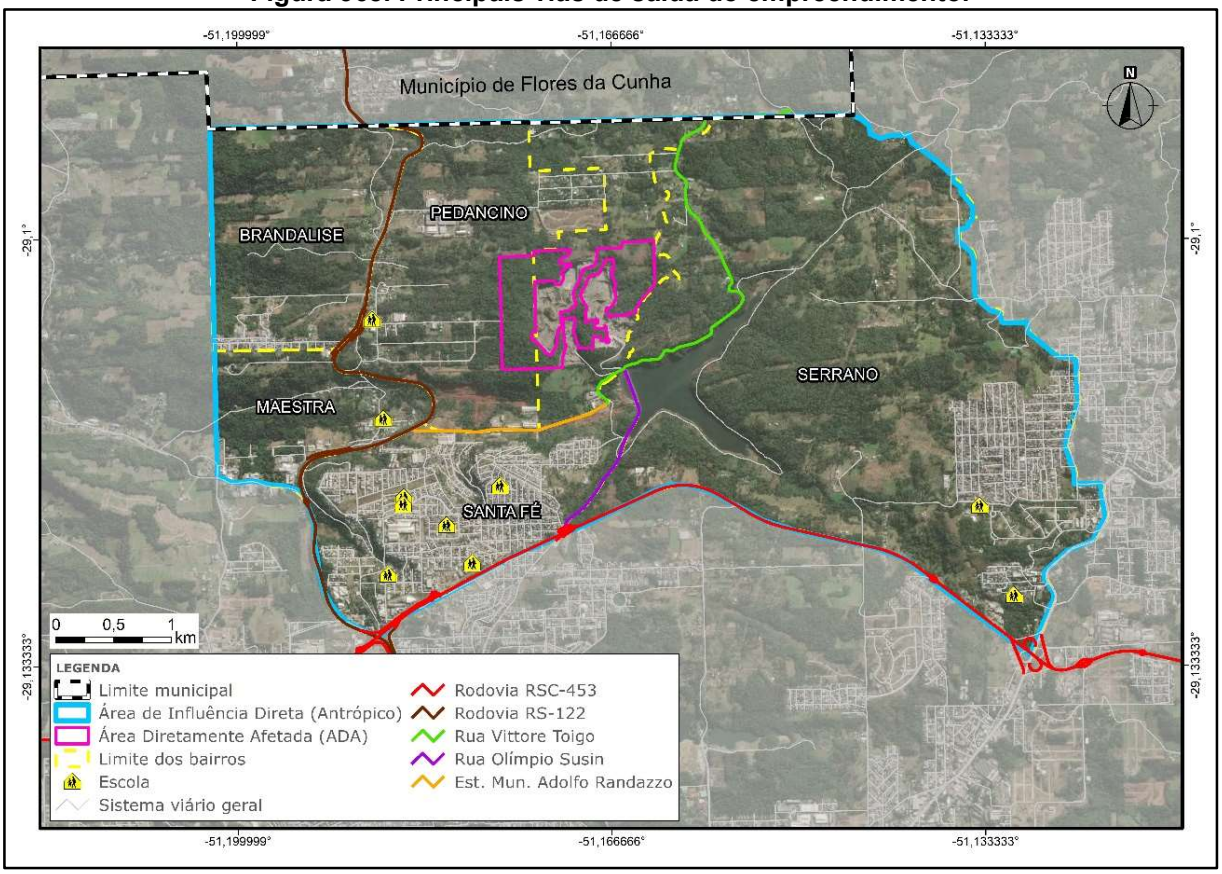
Fonte: Jornal Pioneiro (2019).

2.3.6 Geração de tráfego e demanda por transporte público

A empresa Pedreira e Concretos Caxiense Ltda não possui transporte coletivo para os funcionários. Os mesmos utilizam veículo próprio para deslocamento até o local de trabalho, tendo como horário de chegada por volta das 7 horas e de saída às 18 horas.

Com relação ao trajeto dos caminhões que levam os produtos da pedreira, não existem escolas ou hospitais nas vias por onde os mesmos transitam na AID. Todos os hospitais de Caxias do Sul estão localizados na região central, sendo que, o mais próximo localiza-se a uma distância de 7,4 km e as escolas inseridas na AID não se encontram nas vias de passagem dos caminhões, considerando que a saída de veículos da pedreira se dá pelas Ruas Vittore Toigo e Olímpio Susin e pela Estrada Municipal Adolfo, Randazzo, que fazem ligação com as rodovias RSC-453 e RS-122.

Figura 368. Principais vias de saída do empreendimento.



Fonte: Garden Projetos (2020).

2.3.6.1 Estudo de Tráfego

Empreendimentos de qualquer porte podem causar impactos ao seu redor que podem interferir ou não no tráfego da região. Como forma de mitigar os impactos indesejáveis gerados pelo empreendimento, são feitos estudos para identificar os pontos críticos de análise.

O estudo contempla informações relacionadas ao número de veículos que circula naquele determinado ponto de análise e busca conhecer a origem e destino de cada veículo. Assim, é possível estabelecer os trajetos que demonstram um maior fluxo de veículos. Para esta análise, buscou-se identificar o impacto que o empreendimento, objeto de estudo, gera nas vias de ligação junto ao acesso do mesmo.

No local de estudo, já existe um polo gerador de tráfego, que compreende a área atual de lavra. O empreendimento conta com um acesso único que possui ligação com a Rua Vittore Toigo, Rua Olímpio Susin e via sem denominação oficial que dá acesso à área do depósito municipal e área da usina de asfalto da CODECA. A primeira é um dos principais acessos dessa região para o município de Flores da Cunha enquanto que a segunda é sobre a Barragem da Maestra e dá acesso à Rodovia RSC-453. Todas as

vias de interseção são pavimentadas, sendo a Rua Olímpio Susin em paralelepípedo e as demais em pavimentação asfáltica, como demonstram as Figuras 369, 370, 371 e 372.

Figura 369. Vista da rua de acesso ao empreendimento.



Figura 370. Vista da Rua Vittore Toigo (lado sudoeste da interseção) e acesso ao depósito municipal.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 371. Vista da Rua Vittore Toigo (lado nordeste da interseção).



Figura 372. Vista da Rua Olímpio Susin.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A Rua Vittore Toigo é classificada como uma Estrada Regional, a qual compreende, segundo definição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), as vias de importância regional, cujas características geométricas permitem grande capacidade de escoamento e que podem servir como alternativa de ligação das sedes distritais e das comunidades rurais à sede urbana, servindo para escoamento de cargas oriundas da produção rural e de outros Municípios. As demais vias são classificadas como Vias Locais, que possuem função de acesso estritamente local, com elevada

acessibilidade e baixo volume de tráfego, sendo caracterizadas por interseções em nível não semaforizadas, para trânsito em baixa velocidade, o que condiz com o fluxo observado no local. Das vias da interseção, a Rua Olímpio Susin é a única que possui passeio público consolidado. Ainda, todas encontram-se em boas condições de trafegabilidade, possuindo largura oficial da faixa de domínio de 20 metros e previsão de alargamento de 40 metros, além de serem pistas de mão dupla, conforme demonstram as Figuras 373 e 374. Essas condições fazem com que muitos motoristas optem por essa rota para seu deslocamento.

Figura 373. Placas de sinalização da Rua Vittore Toigo e acesso ao depósito municipal.



Figura 374. Placa de sinalização da Rua Olímpio Susin.



Fonte: Garden Projetos (2019).

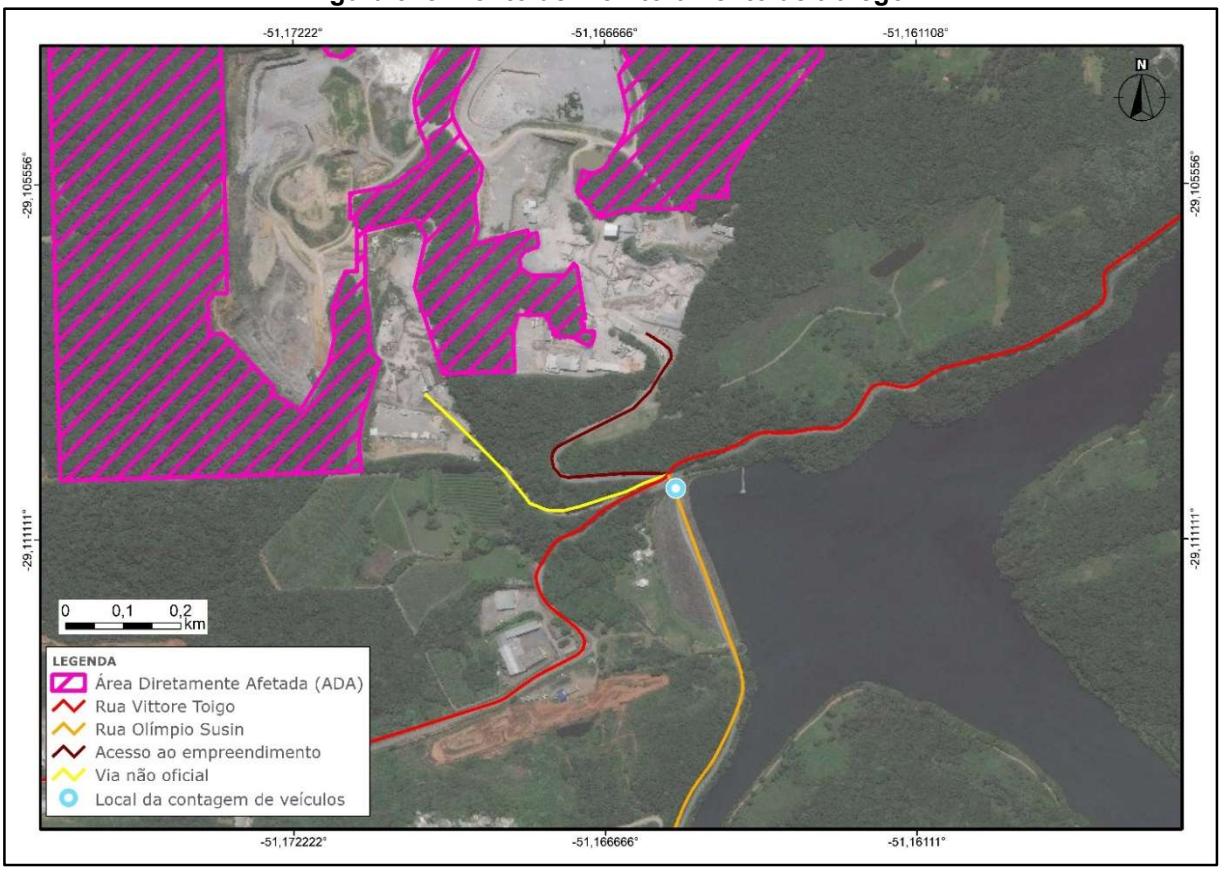
Para uma análise do tráfego local, um dos fatores a ser levantado é o volume de tráfego, que consiste no número de veículos que passa em uma determinada faixa da via durante um determinado período de tempo, e se caracteriza como um dado não uniforme. O volume de tráfego tem variações dentro da hora, do dia, da semana, do mês e do ano.

Segundo o Manual de Estudos de Tráfego (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, 2006), os horários mais comuns para a pesquisa são aqueles em que ocorrem os maiores fluxos, pois é nestes momentos que a interseção está sob solicitação máxima. Para a determinação do horário da pesquisa, buscou-se identificar a hora pico do local, que compreende o período do dia com os maiores volumes de veículos na via. Segundo o DNIT, esse parâmetro varia de local para local, mas tende a se manter estável em um mesmo local, no mesmo dia da semana, enquanto que o volume varia dentro da semana e ao longo do ano.

2.3.6.2 Metodologia do monitoramento de tráfego

Sabendo-se o horário aproximado do pico, através de dados anteriormente analisados, engloba-se o tempo em seu entorno para uma melhor visualização da ocorrência do pico. Desta forma, o monitoramento do tráfego buscou atender o horário provável de pico, em que abrangeu a entrada da maioria dos funcionários juntamente com a entrada e saída dos caminhões de brita e concreto. Desta forma, o horário determinado para o monitoramento foi das 6h15min às 10h15min, de uma quinta-feira, dia 28 de novembro de 2019 (ainda em período letivo), no ponto demonstrado na Figura 375, demonstrando-se como o período mais significativo do dia.

Figura 375. Ponto de monitoramento de tráfego.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Conforme informações do empreendedor, o fluxo de entrada e saída de veículos próprios não varia de forma significativa durante os dias da semana, por esta questão o monitoramento foi realizado em um dia aleatório da semana.

O monitoramento de tráfego ocorreu através de contagens dos veículos que trafegam naquele local, havendo distinção de origem e destino e do tipo de cada um. O levantamento em campo ocorreu de forma manual utilizando-se como auxílio o aplicativo

Traffic Survey, operado por contadores capacitados e treinados. As contagens foram feitas em intervalos de 15 minutos, tempo considerado ideal para não haver superdimensionamento ou subdimensionamento do tráfego.

Figura 376. Contagem de tráfego.



Figura 377. Contagem de tráfego.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Para a classificação dos veículos utilizou-se as convenções definidas no aplicativo, sendo Car = veículos de passeio, Moto = motocicletas, Bus = ônibus, LCV = Caminhão betoneira, LGV = Caminhão caçamba de brita, HGV = Demais veículos pesados e Other = Caminhão leve.

Figura 378. Exemplo de caminhão betoneira.



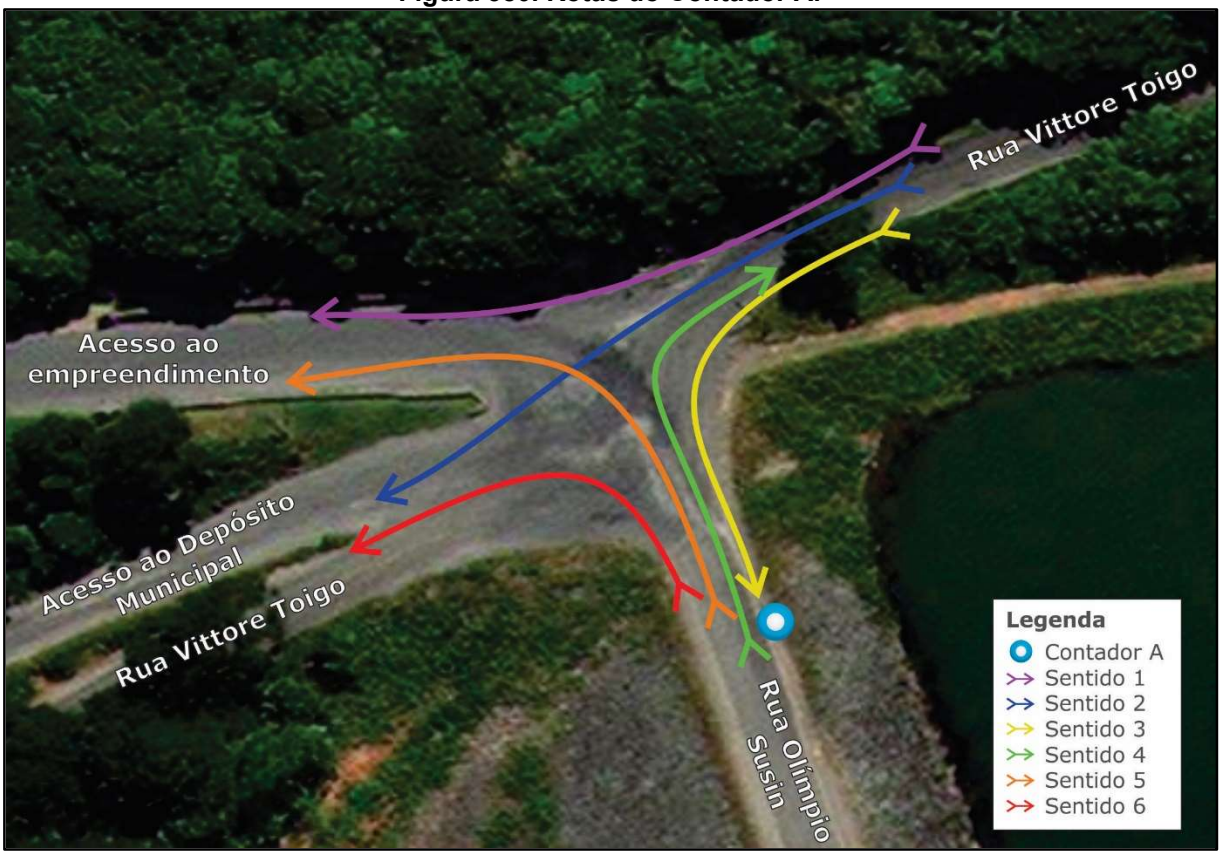
Figura 379. Exemplo de caminhão caçamba para brita.



Fonte: Caxiense Fagundes (2019).

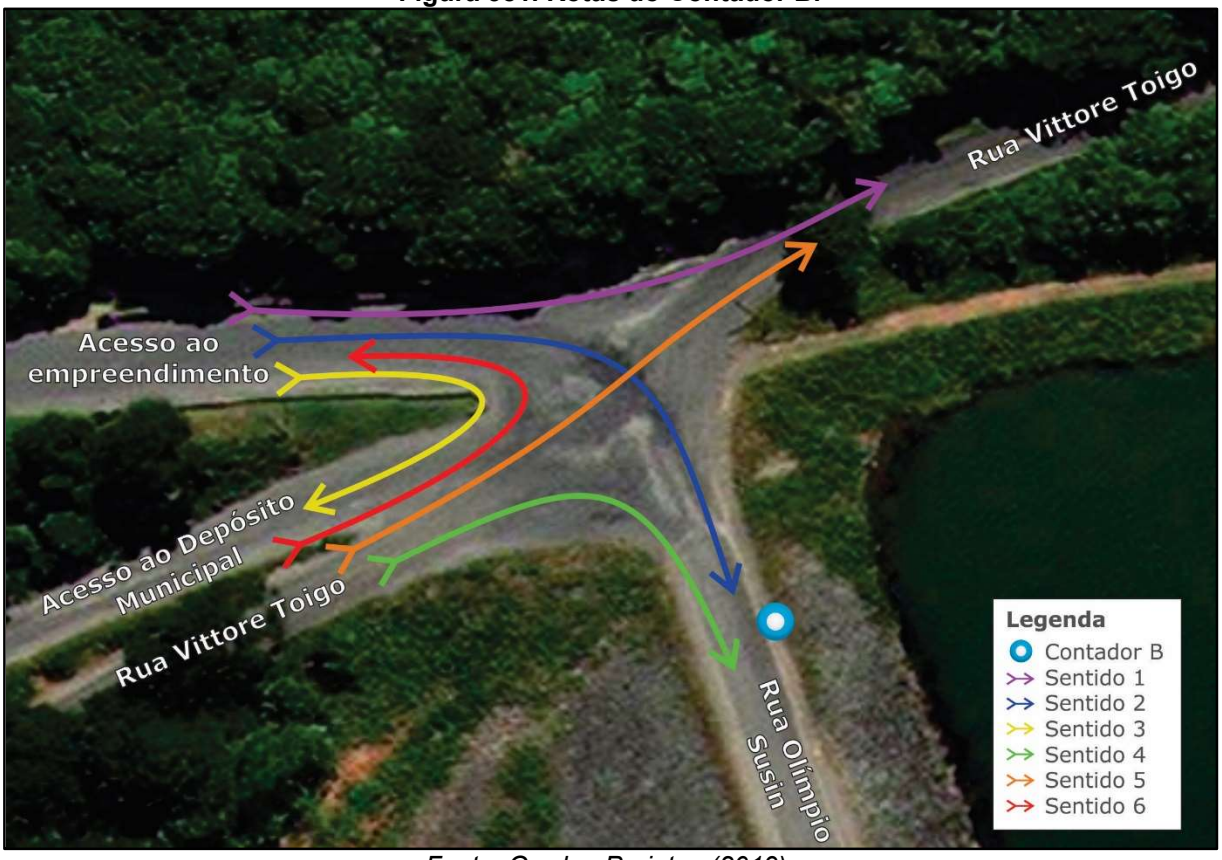
Cada contador efetuou a contagem de 6 rotas distintas abrangendo as possibilidades de ligação entre duas vias. Sendo assim, a Figura 380 e a Figura 381 demonstram as rotas de cada contador.

Figura 380. Rotas do Contador A.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 381. Rotas do Contador B.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Conforme análise de classificação das vias, identificou-se que o fluxo de veículos no acesso ao depósito municipal se mostraria irrelevante diante do volume total levantado. Diante disso, considerou-se a Rua Vittore Toigo no lado sudoeste da interseção e o acesso ao depósito municipal como uma via única, de forma que o resultado não interferiria na análise de influência do empreendimento no trânsito local.

2.3.6.3 Resultados

Após o levantamento em campo, fez-se o estudo dos dados de contagem, de forma que se obteve os resultados demonstrados nas Tabela 59 e Tabela 60, conforme relatórios do ANEXO 30.

Tabela 59. Resultados da contagem do contador A.

Sentido / Veículo	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 4	Sentido 5	Sentido 6	Total
Veículos de passeio	4	69	249	98	48	50	518
Motocicleta	0	8	33	8	17	6	72
Ônibus	0	4	19	13	0	2	38
Caminhão Betoneira	0	0	0	0	6	0	6
Caminhão Caçamba Brita	4	1	0	0	53	19	77
Demais Veículos Pesados	0	0	3	5	1	2	11
Caminhão Leve	0	9	12	16	5	19	61
Total	**8**	**91**	**316**	**140**	**130**	**98**	**783**

Fonte: Garden Projetos (2019).

Tabela 60. Resultados da contagem do contador B.

Sentido / Veículo	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3	Sentido 4	Sentido 5	Sentido 6	Total
Veículos de passeio	1	14	5	38	46	7	111
Motocicleta	0	2	0	1	5	2	10
Ônibus	0	1	0	6	8	0	15
Caminhão Betoneira	1	9	0	0	0	0	10
Caminhão Caçamba Brita	7	54	6	20	3	11	101
Demais Veículos Pesados	0	2	0	5	2	0	9
Caminhão Leve	0	5	3	10	6	2	26
Total	**9**	**87**	**14**	**80**	**70**	**22**	**282**

Fonte: Garden Projetos (2019).

Com os resultados obtidos, nota-se que a maior parte do fluxo ocorreu nos trajetos entre a Rua Olímpio Susin e Rua Vittore Toigo, representado como Sentido 3 e Sentido 4 no Contador A, reiterando a importância desta última via como ligação entre o município de Flores da Cunha, apresentando a principal e maior contribuição para o fluxo local.

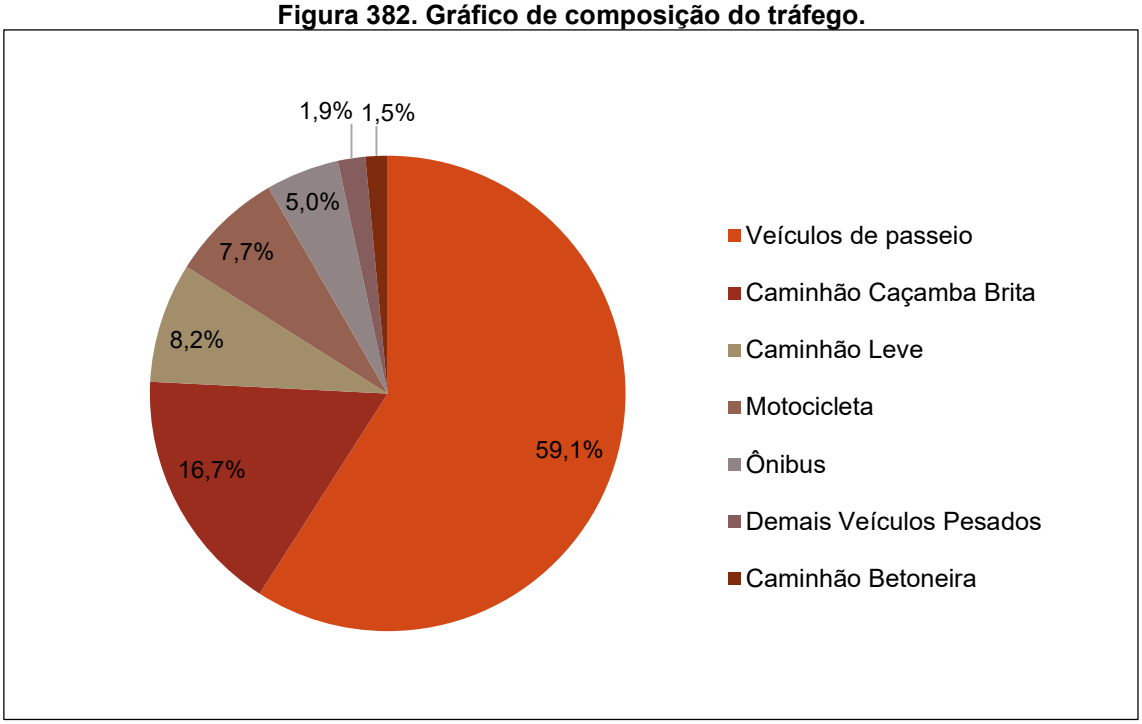
Em observações feitas em campo, notou-se que a interseção funciona de forma a atender o fluxo local, sem formação de longos trechos de fila. Poucos momentos apresentaram algum aglomerado de veículos, não ultrapassando 3 veículos por via. O fluxo de entrada e saída do empreendimento não influenciou na formação desses aglomerados.

Para a contagem, não se levou em consideração que os caminhões caçamba de brita contabilizados para um dos sentidos poderiam passar novamente no local em um outro trajeto. Por conseguinte, notam-se resultados semelhantes de trajetos opostos, como apresenta o Sentido 5 do Contador A e o Sentido 2 do Contador B, que representa a entrada e saída dos mesmos no empreendimento, sendo assim, muitos desses caminhões podem ter sido apurados mais de uma vez ao longo da contagem.

No Sentido 6, referente ao Contador A, com a origem dos veículos sendo a Rua Olímpio Susin e o destino podendo ser a Rua Vittore Toigo ou o acesso ao depósito municipal, cerca de 90% dos caminhões caçamba (modelo utilizado para o carregamento de brita) contabilizados se direcionavam para o acesso ao depósito municipal. Quanto aos veículos de passeio, cerca de 20% fizeram o mesmo trajeto.

Do total de veículos contabilizados, mais da metade caracterizou-se como veículo de passeio (cerca de 59%), enquanto que os caminhões caçamba para brita somaram 16,7%, como demonstra o gráfico da Figura 382.

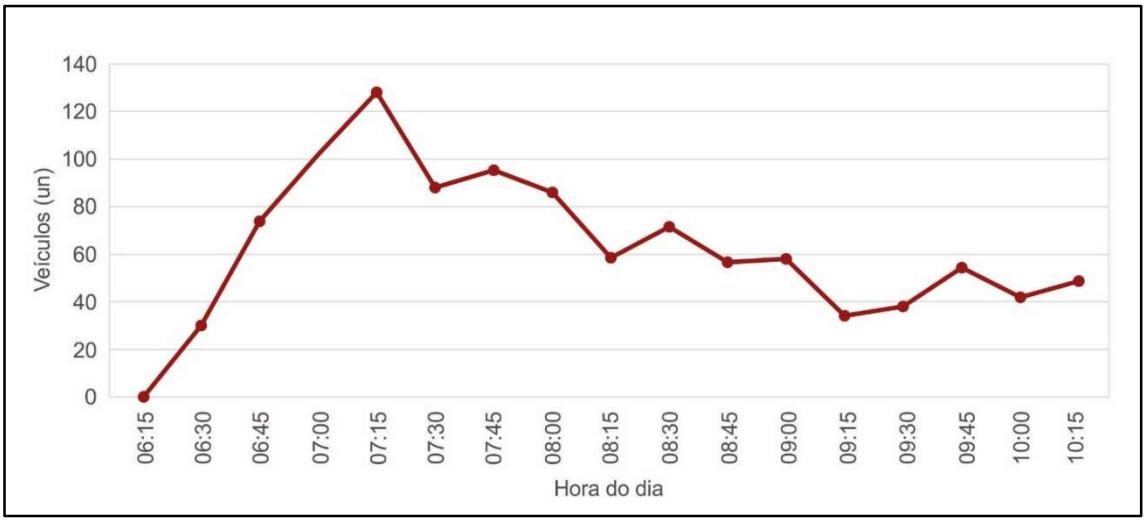
Figura 382. Gráfico de composição do tráfego.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Com os dados obtidos da quantidade de veículos que passaram no intervalo de 15 minutos, fez-se a curva de tráfego ao longo das horas de contagem, conforme demonstrado na Figura 383.

Figura 383. Curva de tráfego.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Observou-se que a hora de pico local se encontra no entorno das 07h15min, o que reflete o horário de pico característico do município, pois muitos dos funcionários das empresas locais deslocam-se também nesse horário, além de ser também o horário

da maioria das escolas, tanto de educação infantil quanto de ensino fundamental e médio. Atentou-se também ao fato de que o volume de tráfego diminui significativamente conforme distanciamento desse horário, o que caracteriza a curva de volume de tráfego, mostrando coerência nos dados levantados. Ainda, isso mostra que a atividade do empreendimento não influencia no comportamento normal do tráfego.

A ampliação do empreendimento não influenciará de forma significativa o trânsito local, pois o empreendimento em questão difere-se pelo fato de já possuir um polo gerador de tráfego, não ocorrendo a criação de um. A ampliação ocasionará uma oferta maior de matéria prima, por consequência, haverá um aumento singelo em relação à movimentação de caminhões nas vias de acesso, porém tal mudança não acarretará em uma exaustão da capacidade viária local. Portanto, não haveria a necessidade de uma reclassificação viária, pois a capacidade atual já atenderia ao fluxo futuro.

2.3.6.4 Circulação e Transporte

A circulação urbana diz respeito aos movimentos de pessoas e produtos, realizados por vias públicas, vias férreas, calçadas. É um fator relevante para a reprodução e consolidação de espaços urbanos, que termina, pois, por intermediar a relação entre as atividades desenvolvidas no espaço intra-urbano (VASCONCELLOS, 2001).

Ainda segundo Vasconcellos (2001), o sistema de circulação intra-urbano é uma peça chave no que se refere à dinâmica de mobilidade da massa trabalhadora. Tal aspecto é considerado tendo em vista a separação entre os espaços de produção e reprodução, ou seja, lugares de trabalho, habitação e lazer.

Dentro da AID observa-se que a Rodovia RS-122 e a Rodovia RSC-453, classificadas como corredores de tráfego, servem como principal sistema de circulação também para o transporte público que atende a população dos bairros da região. Em relação a isto, cabe destacar que a cidade de Caxias do Sul é atendida por apenas uma empresa de transporte coletivo, que atende todo o perímetro urbano da sede municipal e por uma empresa de táxi-lotação. De acordo com a empresa que presta o serviço de transporte coletivo no município, as linhas/itinerários que atendem a população na AID são: L16-Santa Fé, L18-Santa Fé/Vila Ipê/Belo Horizonte/São Ciro II, L27-Vila Ipê, L34-Belo Horizonte, L45-Pedancino/Brandalise, L57-Serrano, L60 Canyon e L75-Vila Maestra. Nenhuma linha de taxi-lotação possui rota no interior da AID.

A Figura 386 representa a disposição dos pontos de transporte coletivo nos bairros que formam a AID. Como é possível observar, todos os aglomerados urbanos possuem boa distribuição de pontos de ônibus, compatível com a densidade demográfica local. Os pontos de ônibus são identificados através de placas de sinalização e/ou paradas com cobertura, como mostram as figuras abaixo.

Figura 384. Placa de sinalização de ônibus no Bairro Santa Fé.

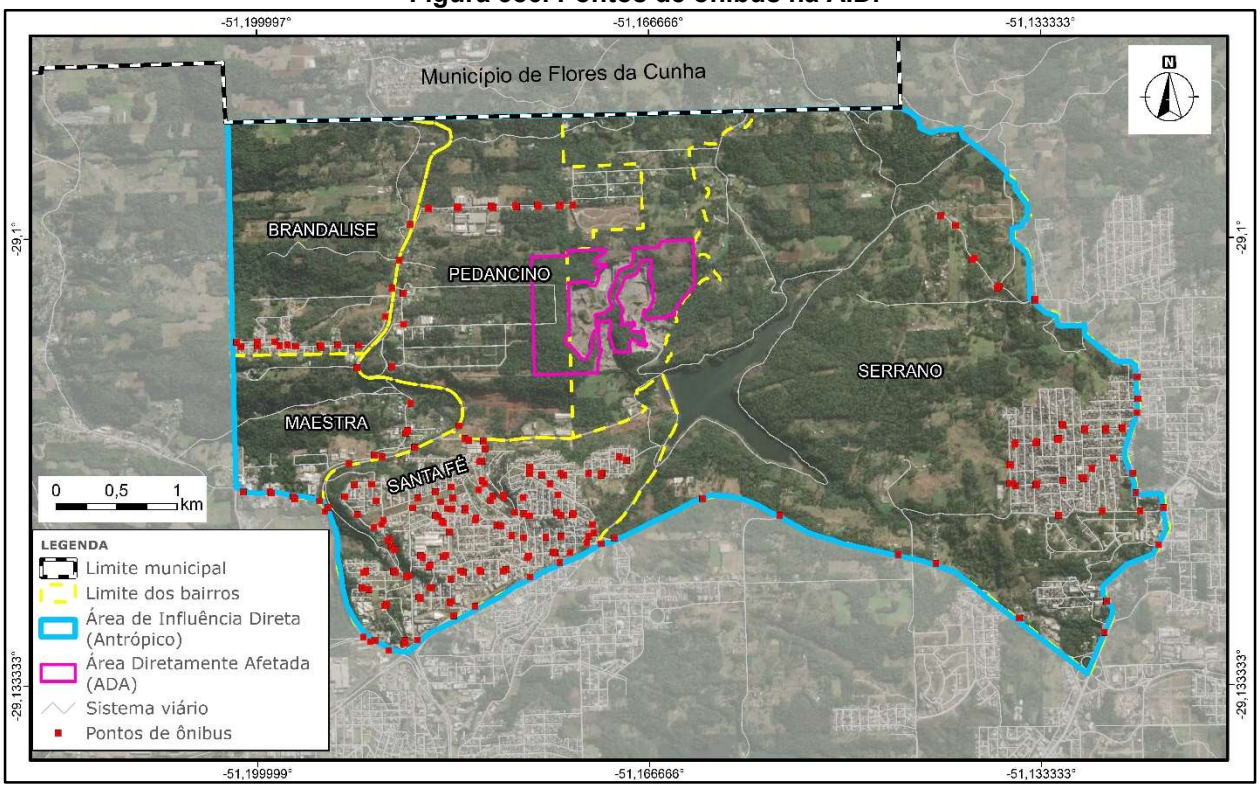


Figura 385. Ponto de ônibus com cobertura no Bairro Santa Fé.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 386. Pontos de ônibus na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.7 Alteração na demanda por empregos

Dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2018, desenvolvido pelo Ministério da Economia demostram que 157.341 pessoas estão empregadas no município de Caxias do Sul. O setor primário, que engloba atividades de agricultura e extração mineral utiliza 1,2% da mão de obra contratada do município, e soma 1.991 empregados. Na sequência, o setor secundário, que é caracterizado pela atividade industrial ocupa 41,8% da população empregada, com 65.704 empregos. Neste setor, destaque a Indústria de Transformação, que por si só representa 40,78% do percentual total de população empregada.

Figura 387. Gráfico População ocupada no Setor Primário.



Figura 388. Gráfico População ocupada no Setor Secundário.



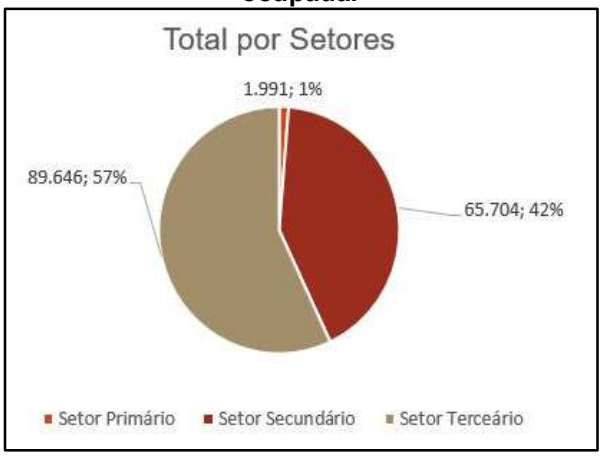
Fonte: Adaptado do Perfil Socioeconômico de Caxias do Sul – SMECS (2017).

Por fim o Setor terciário, que envolve atividades dos setores de comércio e serviços, emprega 89.646 pessoas, totalizando 57% do total de empregados. Nos gráficos abaixo é possível observar a relação de empregados por atividade de cada setor. Dados da CIC Caxias e IBGE indicam que ainda há uma e diminuição no número de empregados em comparação com 2013, onde o município tinha um total de 183.173. Cabe salientar que neste período a população residente aumentou em 45 mil habitantes.

Figura 389. Gráfico População ocupada no Setor Terciário.



Figura 390. Gráfico Total de população ocupada.



Fonte: Adaptado do Perfil Socioeconômico de Caxias do Sul – SMECS (2017).

Sabe-se que o aumento na demanda por empregos é um dos fatores que mais causa expectativas na população quando se iniciam obras de um novo empreendimento ou na ampliação de um já existente. Normalmente, um novo projeto exige mão de obra capacitada de diversos setores e a busca por profissionais é comumente realizada na região do empreendimento, pois, torna-se mais barato e rápido.

Atualmente a Pedreira e Concretos Caxiense emprega cerca de 88 funcionários fixos e 3 estagiários. Dentre as funções executadas pelos funcionários da pedreira estão os motoristas, operadores de máquinas, concreteiros, engenheiro de minas, engenheiro civil, geólogo, além dos trabalhadores dos setores administrativos, comercial, de recursos humanos, segurança do trabalho e limpeza.

No entanto, a expansão da área de lavra não prevê aumento no quadro de funcionários, tendo em vista, que as operações realizadas no interior da pedreira não irão aumentar e sim expandir para áreas que ainda possuem rocha a ser minerada.

2.3.8 Relação área e uso rural/ área uso urbano, estrutura comunitária

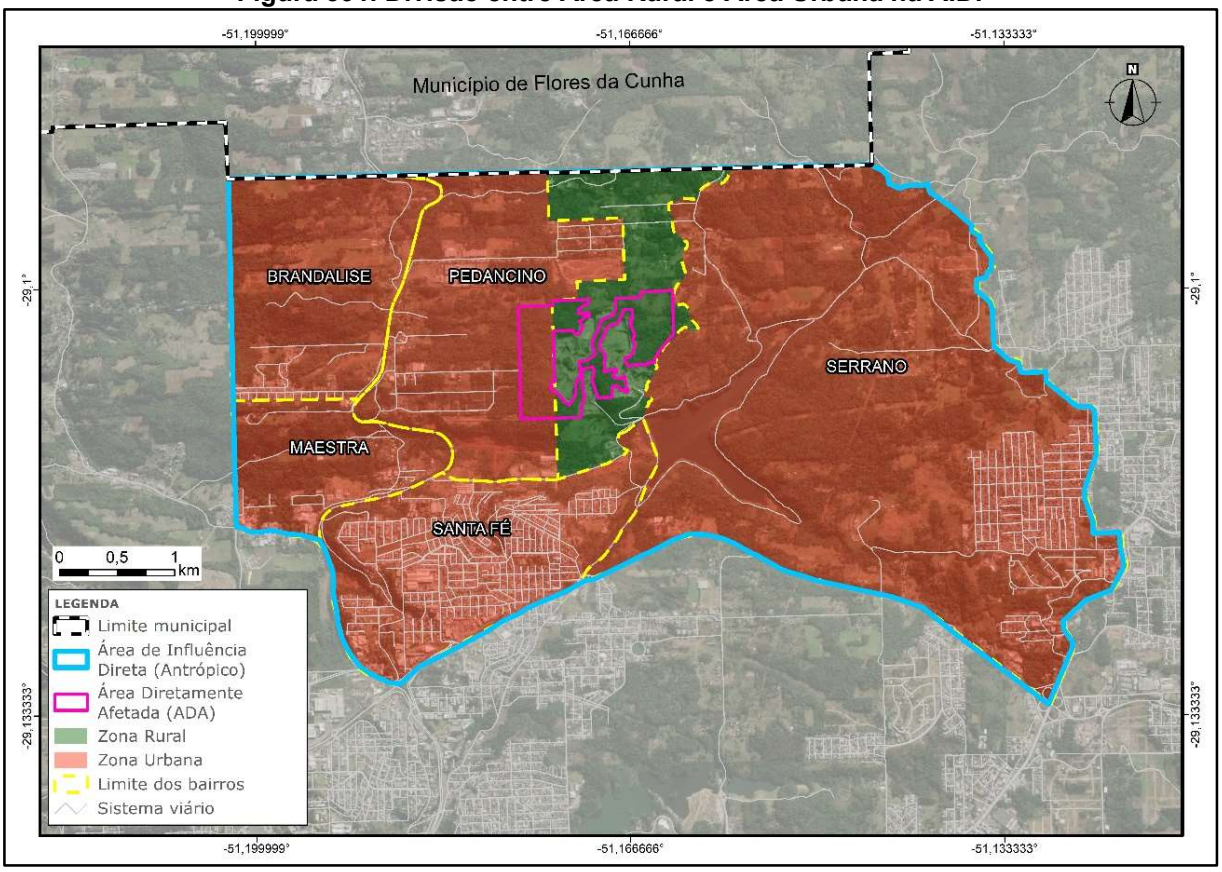
A área do empreendimento está inserida em uma região de transição da zona urbana e rural de Caxias do Sul. A maior parte da AID é composta pelos bairros Brandalise, Maestra, Pedancino, Santa Fé e Serrano, localizados no perímetro urbano do município. Além disso, a AID ainda é formada por cerca de 220 hectares em zona rural, onde existe uma localidade denominada Nossa Senhora das Dores.

Tabela 61. Divisão entre Área Urbana e Área Rural na AID.

Área	Área Urbana (ha)	Área Rural (ha)	Total (ha)
Área de Influência Direta (AID)	2.353,60	176,47	2.530,07
Área Diretamente Afetada (ADA)	28,84	43,58	72,42
Total (ha)	**2.382,44**	**220,04**	**2.602,48**

Fonte: GeoCaxias (2020).

Figura 391. Divisão entre Área Rural e Área Urbana na AID.



Fonte: Garden Projetos (2020).

A relação da área do empreendimento com os usos urbano e rural, bem como seu entorno, está descriminada nos Itens 2.3.14.1, 2.3.14.2 e 2.3.14.10 que caracterizam o uso do solo nas áreas de influência, e apontam onde se encontram no zoneamento do Plano Diretor Municipal, Lei Complementar nº 589/2019, conforme ANEXO 07.

2.3.9 Ventilação, geração de ruído e partículas em suspensão

A rigidez locacional eminente de atividades envolvendo fatores geológicos, como é o caso da extração mineral em que a limitação se dá pela localização da jazida, faz que com empreendimento desse porte tenham uma vida útil longa. O fator tempo e o crescimento das cidades sem o devido planejamento, faz com que aglomerados urbanos

ocupem áreas próximas a esses empreendimentos. Essa proximidade resulta um número maior de pessoas sentindo os impactos gerados.

A atividade de lavra de rocha consiste no decapeamento do material estéril que recobre a jazida, desmonte da rocha com o uso de explosivos, carregamento e transporte da rocha desmontada e britagem. Todas essas etapas apresentam geração de ruídos através dos equipamentos ou métodos utilizados. Além dos ruídos, algumas das etapas podem gerar suspensão de partículas residuais.

Sendo assim, ruído é definido como o resultado da vibração acústica capaz de produzir sensação auditiva. Ainda, a propagação de uma onda elástica pelo ar é definida como sobrepressão atmosférica. Para o empreendimento em questão, estas definições estão relacionadas, principalmente, às ondas de choque provenientes da detonação de cargas explosivas e manuseio de máquinas e equipamentos durante todas as etapas do beneficiamento da rocha.

Os estudos sobre ventilação, geração de ruído e partículas em suspensão apresentados no EIA foram elaborados no ano de 2018, por isso, utilizam medições realizadas nos anos anteriores (2015, 2016 e 2017). Os relatórios dos monitoramentos são apresentados no ANEXO 16.

Conforme a NBR 10.151 (ABNT, 2019) que dispõe sobre medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas, o limite de pressão sonora estabelecido com a finalidade de uso e ocupação do solo local, visando a saúde humana e o sossego público, é de 134 dB. Ainda, segundo a mesma norma, as medições devem ser realizadas obrigatoriamente em áreas habitadas vizinhas ao empreendimento ou, na ausência destas, as medições podem ser realizadas apenas nas áreas mais próximas ao empreendimento. Os pontos de monitoramento para o empreendimento em questão foram uma residência a norte da pedreira, o Condomínio Residencial Vicino, também a norte, e a Vila Pedancino, a oeste. O detalhamento do monitoramento e dos resultados obtidos encontram-se no Item 2.1.8 deste Estudo de Impacto Ambiental.

De acordo com os resultados das medições realizadas durante os anos de 2015, 2016 e 2017, fica clara a conformidade com o limite definido, exceto por duas medições, uma no dia 13/01/2015, em que a medição atingiu 137 dB e outra no dia 01/11/2016 atingindo 138 dB. Esses resultados, apesar de estarem dentro dos limites da norma, podem causar algum desconforto para os moradores do entorno.

O efeito da sobrepressão nas edificações se dá pela vibração de paredes e janelas, sendo um efeito bastante confundível com o da vibração. Esta última tem como

efeito nas edificações trincas e fissuras nas paredes além do tremor no terreno. Esses efeitos são sentidos apenas em áreas muito próximas às detonações, porém os efeitos podem tornar-se insignificante quando tomados os devidos cuidados.

Os ruídos dependem principalmente do grau de confinamento do explosivo e das condições atmosféricas, visto que em dias nublados a pressão acústica tende a ser maior. Desta forma, a pressão acústica possui maior dificuldade de previsibilidade, porém ações como utilização de acessórios de linha silenciosa, correto tamponamento, controle de afastamentos e cobertura de espoletas expostas garantem a operacionalidade das atividades da pedreira evitando adversidades no aspecto de sobrepressão e vibrações. Ainda, conforme Licença Ambiental em vigor, as detonações ocorrerão até às 17h00min, de forma a não acarretar em maiores transtornos ao sossego público.

Outro impacto relacionado com a atividade de lavra à céu aberto é a emissão de material particulado. A atividade do empreendimento apresenta essas características nas etapas de desmonte da rocha, carregamento com uso de equipamentos e circulação de veículos e beneficiamento da rocha. Conforme demonstrado no Item 2.1.1.1.2, os ventos predominantes na região são advindos do norte, ou seja, a ventilação no local faz com que, caso os devidos cuidados não sejam tomados, os impactos relacionados às partículas em suspensão aconteçam no aglomerado urbano mais ao sul do empreendimento. A fim de se evitar os efeitos deste impacto, a empresa realiza a umectação do solo e dos equipamentos com frequência.

Mesmo com todas as medidas de segurança adotadas, alguns efeitos continuam sendo sentidos pela população do entorno, conforme apresentado nas entrevistas feitas em campo no Item 2.3.12.3.

Também cabe ressaltar que, a partir de observações de imagens de satélite fica evidenciado que não houveram mudanças significativas no entorno da área do empreendimento que pudessem alterar a propagação e a percepção de som e/ou vibrações sentidas pela população do entorno ao empreendimento.

Figura 392. Imagem de satélite do ano de 2015.



Fonte: Google Earth (2015).

Figura 393. Imagem de satélite do ano de 2016.



Fonte: Google Earth (2016).

Figura 394. Imagem de satélite do ano de 2017.



Fonte: Google Earth (2017).

Figura 395. Imagem de satélite do ano de 2018.



Fonte: Google Earth (2018).

Figura 396. Imagem de satélite do ano de 2019.



Fonte: Google Earth (2019).

Figura 397. Imagem de satélite do ano de 2020.



Fonte: Google Earth (2020).

2.3.10 Paisagem natural

Conceitua-se paisagem natural os elementos da natureza que não sofreram nenhuma modificação antrópica ou que foram pouco alteradas pelo homem. Pode-se dizer que:

> *A paisagem natural refere-se aos elementos combinados de geologia, geomorfologia, vegetação, rios e lagos, enquanto que a paisagem cultural, humanizada, inclui todas as modificações feitas pelo homem, como nos espaços urbano e rural. (SILVEIRA, 2009).*

A paisagem natural da área onde está inserida a AID encontra-se bastante modificada. Por se tratar de uma região onde situam-se bairros consolidados há vários anos e também uma área de crescimento urbano, as transformações no espaço decorrentes da urbanização podem ser observadas em diversos pontos da AID, como mostra o mapa de uso do solo (PRANCHA 16).

Ao norte do empreendimento, no Bairro Pedancino e em parte da localidade de Nossa Senhora das Dores, localiza-se um condomínio residencial de alto padrão, com casas grandes e propriedades bem cuidadas. Logo após o condomínio encontra-se o limite dos municípios de Caxias do Sul e Flores da Cunha em uma área pouco urbanizada, com grandes faixas de vegetação. A comunidade rural de Nossa Senhora das Dores possui características rurais, com casas espaçadas em terrenos grandes.

A leste do empreendimento, no Bairro Serrano, localiza-se a Barragem Maestra, e devido ao fato do bairro ter parte do seu território localizado dentro da Zona das Águas, em razão da bacia de captação de água, a região possui uma legislação diferente quanto ao uso e ocupação do solo, restringindo o corte da vegetação e a urbanização desenfreada da área. Trata-se da região mais preservada da AID e com a presença de vegetação florestal em grande parte do bairro. O núcleo populacional do Bairro Serrano encontra-se a cerca de 3,5 km e não pode ser visualizado da área do empreendimento, devido ao revelo e a vegetação fechada.

O local que melhor representa as alterações feitas pelo homem na natureza, com a paisagem modificada de forma permanente, é a Barragem Maestra. Inaugurada em 1971 pelo SAMAE, opera até hoje abastecendo cerca de 38 bairros, sendo uma das principais represas para fornecimento de água do município.

Figura 398. Vista da Barragem Maestra.



Fonte: Samae Caxias (2019).

Figura 399. Vista da Barragem Maestra.



Fonte: Panorama News (2019).

Ao sul, o bairro Santa Fé, um dos mais tradicionais de Caxias do Sul, possui a maior parte do seu território ocupado por residências e aglomeração humana irregular. Parte do bairro possui topografia com grande declividade, apresentando paredões de rocha exposta. Muitas das moradias localizam-se nessas áreas íngremes em situação de risco de deslizamento. A porção norte do Bairro Santa Fé possui vista para o empreendimento, onde os moradores mais antigos puderam acompanhar as mudanças na paisagem decorrentes da abertura da área de lavra.

Na porção oeste, os bairros Pedancino, Maestra e Brandalise possuem características semelhantes quanto as ocupações urbanas. São bairros relativamente novos e por isso ainda não possuem grandes áreas de aglomerados populacionais. No entanto, nessa região existem diversas indústrias, dos mais variados tipos de produtos, que alteram a paisagem dos bairros. Ao norte do Bairro Brandalise, próximo ao limite de Flores da Cunha existem áreas de cultivo agrícola.

A caracterização da paisagem específica para cada bairro formador da AID pode ser encontrada no Item 2.3.14.2, denominado Uso e Ocupação do Solo na AID.

2.3.11 Mapeamento da ocorrência de sítios do patrimônio natural e cultural

2.3.11.1 Comunidades tradicionais, quilombolas e indígenas

Comunidades tradicionais

Conforme consulta realizada junto ao banco de dados dos órgãos: Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e Fundação Cultural Palmares, não foram identificadas presenças de comunidades tradicionais na região, tais como quilombolas e/ou indígenas no município.

A solicitação quanto a anuência da FUNAI de que não existem comunidades silvícolas na Área de Influência Direta do empreendimento ou na possibilidade de o empreendimento influenciar o modo de vida de tais comunidades foi protocolada sob o número 08773.001307/2019-15, tendo sido emitido o Ofício 325/2020 do referido órgão (ANEXO 28) concedendo anuência para encaminhamento e os devidos licenciamentos por não estarem em áreas silvícolas ou terras indígenas

Quanto a manifestação da Fundação Cultural Palmares de que não ocorre a presença de comunidades quilombolas na Área de Influência Direta do empreendimento ou na eventual influência do empreendimento no modo de vida das mesmas, houve a elaboração de um parecer técnico com base em consulta aos sítios oficiais atestando para o devido licenciamento não estarmos em áreas quilombolas (ANEXO 29)

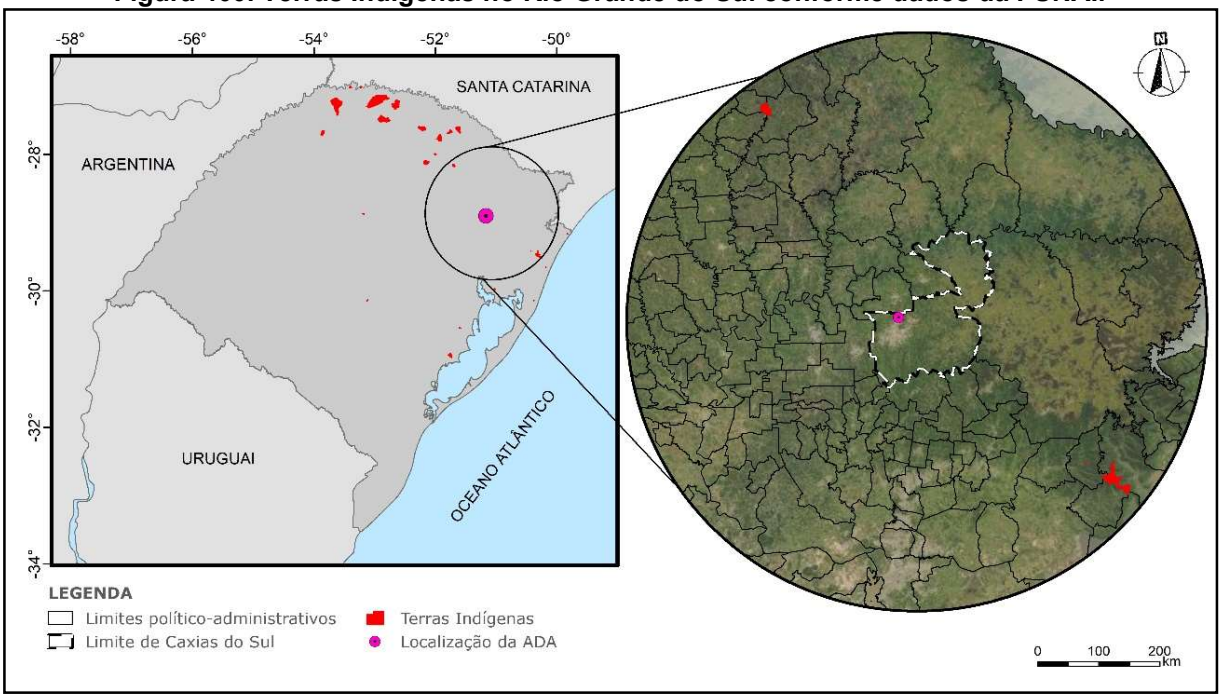
Conforme consulta realizada junto ao banco de dados dos órgãos: Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e Fundação Cultural Palmares, não foram identificadas presenças de comunidades tradicionais na região, tais como quilombolas e/ou indígenas no município.

Além disso, em contato com os representantes dos bairros que compõem a AID, fica evidenciado que não existem comunidades tradicionais não oficializadas. O contato dos representantes dos bairros está apresentado no item 2.3.11.2 desta complementação.

Mapeamento e caracterização das terras indígenas, territórios ou áreas afetadas

De acordo com a FUNAI não existem terras indígenas nos limites de Caxias do Sul e Flores da Cunha. A instituição informa que a reserva indígena mais próxima a área do empreendimento localiza-se a uma distância de 92,45 km no município de Riozinho-RS.

Figura 400. Terras Indígenas no Rio Grande do Sul conforme dados da FUNAI.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Principais características culturais, étnicas, históricas e ecológicas (coletivos/comunidades indígenas)

Conforme mencionado no item 2.3.11, não existem comunidades indígenas no interior da AII, bem como na região da Serra Gaúcha.

2.3.11.2 Patrimônio arqueológico, histórico, artístico e cultural

O patrimônio arqueológico brasileiro é constituído pelo conjunto de bens materiais e imateriais e, por essa razão a legislação vigente prevê os estudos arqueológicos antes da implantação de qualquer empreendimento que implique em alterações no uso do solo.

No Brasil, a salvaguarda dos vestígios do passado ocorre por meio do IPHAN, órgão regulamentador responsável por preservar, divulgar e fiscalizar os bens culturais. O Instituto do Patrimônio Histórico Nacional (IPHAN) é uma instituição federal vinculada ao Ministério do Turismo atualmente. A administração desses patrimônios é feita por meio de diretrizes, planos, instrumentos de preservação e relatórios que informam a situação dos bens e o que ainda deve ser feito com esses (IPHAN, 2014).

O Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos CNSA/SGPA apresenta os sítios arqueológicos brasileiros cadastrados no IPHAN, com todo o detalhamento técnico e

filiação cultural dos Sítios Arqueológicos. No município de Caxias do Sul/RS há no CNSA 56 registros de sítios arqueológicos (Tabela 62).

Tabela 62. Sítios Arqueológicos/CNSA/SGPA cadastrados em Caxias do Sul.

CNSA	Nome	Município	UF
RS00006	RS-126	Caxias do Sul	RS
RS00789	RS-34: Aldo Francisco Andreazza	Caxias do Sul	RS
RS00790	RS-37: Antônio Vergani	Caxias do Sul	RS
RS00791	RS-38: Antônio Vergani e Guilherme Andreazza	Caxias do Sul	RS
RS00792	RS-35: Escola de Bemtevi	Caxias do Sul	RS
RS00793	RS-36: Joaquim Pfeifer	Caxias do Sul	RS
RS00794	RS-39: Caverna da Furna	Caxias do Sul	RS
RS00795	RS-40: Fazenda de São Marcos	Caxias do Sul	RS
RS00796	RS 41: Fazenda Bernardino/Dr. Karan	Caxias do Sul	RS
RS00797	RS-C-41: Normélio Kauer	Caxias do Sul	RS
RS00798	RS-C-56: Nova Palmira	Caxias do Sul	RS
RS00799	RS-64: Angelim Rech	Caxias do Sul	RS
RS00800	RS-65: Francisco Andriollo/ Faustiano Dalpiaz	Caxias do Sul	RS
RS00801	RS- 66: Júlio Vicenzi	Caxias do Sul	RS
RS00802	RS-67: Gruta de São Gotardo	Caxias do Sul	RS
RS00803	RS-68:Domingos Lorandi	Caxias do Sul	RS
RS00804	RS-69: Sítio Dr. Brugger	Caxias do Sul	RS
RS00805	RS-70: Nadir Camassola	Caxias do Sul	RS
RS00806	RS-73: Adenor Brito Ramos	Caxias do Sul	RS
RS00807	RS-74: Casa de Férias dos Irmãos Lassalistas	Caxias do Sul	RS
RS00808	RS-75: Walmor Bertussi	Caxias do Sul	RS
RS00809	RS-76: Alcides Rech	Caxias do Sul	RS
RS00810	RS-C-69: Dorvalino Gallioto	Caxias do Sul	RS
RS00811	RS-78: Leovergílio Fidelis Gomes	Caxias do Sul	RS
RS00812	RS-77: Viuva Maria Silveira Ramos	Caxias do Sul	RS
RS00813	RS-79: Gruta de Leovergídio Fidélis Gomes	Caxias do Sul	RS
RS00814	RS-80: João Fidélis Ramos	Caxias do Sul	RS
RS00815	RS-101: Escola Normal Regional Murialdo	Caxias do Sul	RS
RS00816	RS-103: Silvestre Andreollo	Caxias do Sul	RS
RS00817	RS-104: Julio Vicenzi	Caxias do Sul	RS
RS00818	RS-105: Miguel Pezzoli	Caxias do Sul	RS
RS00819	RS-106: Oswaldo Vicenzi e casa das Irmãs	Caxias do Sul	RS
RS00820	RS-107: Viuva Nair Eberle	Caxias do Sul	RS

CNSA	Nome	Município	UF
RS00821	RS-108: Lôlo	Caxias do Sul	RS
RS00822	RS-117: Adenor Brito Ramos	Caxias do Sul	RS
RS00823	RS-120: Domingos Lorandi	Caxias do Sul	RS
RS00824	RS-121: Avelino Cosme	Caxias do Sul	RS
RS00825	RS-118: Isidro Bernardo da Silva	Caxias do Sul	RS
RS00826	RS-119: José Aloisio Brugger	Caxias do Sul	RS
RS00827	RS-122: Antonio Fioravante Argenta	Caxias do Sul	RS
RS00828	RS-123: Jaime Pereira	Caxias do Sul	RS
RS00829	RS-124: José Vinha Rodrigues Barrote	Caxias do Sul	RS
RS00830	RS-125: Aldo Francisco Andreazza	Caxias do Sul	RS
RS00831	RS-129: Alcides Braghini	Caxias do Sul	RS
RS00832	RS-130: Ernesto Scopel	Caxias do Sul	RS
RS00833	RS-131: Guilherme Andreola	Caxias do Sul	RS
RS00834	RS-132: Faustino Dal'Piaz e Francisco Andreollo	Caxias do Sul	RS
RS00835	RS-133: João Dalla Santa	Caxias do Sul	RS
RS00836	RS-134: Verino Andreolo	Caxias do Sul	RS
RS01123	RS-S-A: Chapada 2	Caxias do Sul	RS
RS01147	RS-128: Ari Andreazza	Caxias do Sul	RS
RS01201	RS-127: Antônio Vergani	Caxias do Sul	RS
RS01202	RS-102: Loteamento	Caxias do Sul	RS
RS02518	Toca Santa	Caxias do Sul	RS
RS02747	Sítio Barranco	Caxias do Sul	RS
RS02748	Sítio das Macieiras	Caxias do Sul	RS

Fonte: Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos CNSA / SGPA (2019).

No município de Flores da Cunha/RS há no CNSA 08 registros de sítios arqueológicos, conforme Tabela 63.

Tabela 63. Sítios Arqueológicos/CNSA/SGPA cadastrados em Flores da Cunha.

CNSA	Nome	Município	UF
RS0868	RS-71: Reinaldo Novello	Flores da Cunha	RS
RS00869	RS-115: Claudinho Dall'Alba	Flores da Cunha	RS
RS00870	RS-110: Firmino Venturini	Flores da Cunha	RS
RS00871	RS-111: Estação de Enologia e Viti-vinicultura	Flores da Cunha	RS
RS00872	RS-112: Adilio Boniatti	Flores da Cunha	RS
RS00873	RS-113: Alcides Otubelli	Flores da Cunha	RS
RS00874	RS-116: Reinaldo Novello	Flores da Cunha	RS

CNSA	Nome	Município	UF
RS00875	RS-72: Claudino Dall'Alba	Flores da Cunha	RS

Fonte: Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos CNSA / SGPA (2020).

Quanto a manifestação do IPHAN referente à área de ampliação do empreendimento (ANEXO 09), o órgão informa que não existem sítios arqueológicos na área em questão, apresentando parecer favorável a anuência de licenças ambientais.

No caso do estado do Rio Grande do Sul é o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado (IPHAE) e, no município de Caxias do Sul ocorre através do Conselho Municipal do Patrimônio Histórico e Cultural (COMPACH), na Prefeitura Municipal.

O Município de Caxias do Sul iniciou o interesse pela preservação do seu patrimônio histórico-cultural a partir da década de 1980, mais precisamente em 1987, quando foi sancionada a Lei Municipal n° 3.152, de 20 de agosto de 1987, que dispunha sobre a proteção do patrimônio histórico-cultural da cidade, e no Decreto nº 616, de 22 de dezembro de 1987. Em consulta realizada junto à Secretaria Municipal da Cultura de Caxias do Sul, não existem bens tombados, patrimônio artístico e cultural na Área Diretamente Afetada do empreendimento. Na tabela abaixo é apresentada a síntese dos Bens Tombados pelo Patrimônio Histórico e Cultural de Caxias do Sul, inscritos e com lançamento do respectivo Livro de Tombo.

Tabela 64. Síntese da relação de Relação de Bens Tombados pelo Patrimônio Histórico e Cultural de Caxias do Sul.

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
1	Casa Saldanha	Av. Júlio de Castilhos, n° 1944 - Centro. Quadra nº 0023, lote nº 001.	9.504/85	Livro do Tombo em 14/04/1988, às fls.004.	Antiga residência da família Saldanha. Obra do arquiteto italiano Luigi Valiera, concluída em 1930.
2	Painel "Do Itálico Berço à Nova Pátria Brasileira"	Centro Administrativo Municipal Vinícius Ribeiro Lisboa. Rua Alfredo Chaves, n° 1333 - Exposição. Quadra nº 1843, lote nº 001.	1999/17618-4	Livro do Tombo em 08/05/2001, às fls. 006.	Antigo Pavilhão da Festa da Uva. Obra consiste num mural pintado a óleo sobre reboco pelo artista italiano Aldo Locatelli.
3	Moinho Sul-Brasileiro (Moinho Germani)	Rua Coronel Flores, n° 810 - São Pelegrino. Quadra nº 1739, lote nº 012.	2000/22878-1	Livro do Tombo em 08/05/2001, às fls. 007.	Antigo Moinho Sul-Brasileiro. Conjunto composto pela unidade industrial de processamento do

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
					trigo, inaugurado em 1928.
4	Museu Municipal	Rua Visconde de Pelotas, n° 568 - Centro. Quadra nº 0021, lote nº 018.	1999/17620-9 e 2000/21811-0	Livro do Tombo em 28/11/2001, às fls. 008.	Antiga Intendência e Prefeitura Municipal. Casa em estilo eclético, construída em 1880.
5	Capitel da Mariana	Rua Matheo Gianella, nº 499 - Santa Catarina. Quadra nº 0894, lote nº 018.	2000/16499-2	Livro do Tombo em 28/05/2002, às fls. 009.	Construído por Giovanni Micheli em 1881 em retribuição a uma graça alcançada.
6	Capela de Nossa Senhora do Rosário	Rua Benjamin Custódio de Oliveira, s/nº - Charqueadas - Loteamento Vila do Rosário. Quadra nº 3966, lote nº 010.	1999/25030-2	Livro do Tombo em 08/10/2002, às fls. 010.	Edificação construída em 1931, na localidade denominada Mato Queimado.
7	Casa da Família Scopel - Museu de São Brás	Capela de São Brás - Ana Rech. Travessão Cremona. Lote rural nº 006.	2001/1868-1	Livro do Tombo em 21/10/2002, às fls. 011.	Antiga residência da Família Bacchi Scopel, construída na década de 1930.
8	Arquivo Histórico Municipal João Spadari Adami	Av. Júlio de Castilhos, n° 318 - Nossa Senhora de Lourdes. Quadra nº 085, lote nº 028.	1999/17619-0	Livro do Tombo em 22/10/2002, às fls. 012.	Antiga casa de comércio e mais tarde o Hospital Carbone.
9	Moinho da Cascata	Rua Luís Covolan, s/nº - Santa Lúcia. Quadra nº 2838, lote 001.	2000/27625-4	Livro do Tombo em 14/11/2002, às fls. 013.	Antigo Moinho Ítalo Brasileiro (Fábrica de Massas Alimentícias), construído a partir de 1905.
10	Museu Casa de Pedra	Rua Matteo Gianella, s/nº - Santa Catarina. Quadra nº 3897, lote nº 001.	1999/17622-1 e 2000/21812-7	Livro do Tombo em 30/06/2003, às fls. 014.	Antiga moradia de Giuseppe Lucchese e seus filhos, construída no final do século XIX.
11	Lanifício Matteo Gianella	Rua Professor Marcos Martini, s/nº - Santa Catarina. Quadra nº 3893, lotes nº 002 e 003.	2001/13443-8	Livro do Tombo em 30/06/2003, às fls. 015.	Antigo Lanifício e Tecelagem Matteo Gianella e Residência da Família.
12	Marco em Memória às Moças Operárias	Rodovia BR 116, n° 1018 - Petrópolis. Quadra nº 0870, lote nº 003.	2002/20429-9	Livro do Tombo em 30/06/2003, às fls. 016.	Monumento registra o trágico episódio de 22/07/1943 quando sete jovens trabalhadoras morreram devido à explosão no setor de fabricação de material bélico.

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
13	Capela de São Roque	Localidade de Capela São Roque - Fazenda Souza. Estrada Municipal que une as localidades de Fazenda Souza e Zona Lise.	1999/5346-3 e 2000/18817-1	Livro do Tombo em 22/08/2003, às fls. 017.	Antiga Capela de Vila Oliva, construída em 1936, remontada no ano de 1948 em São Roque.
14	Residência da Família Bedin	Rua Coronel Flores, n° 717 - São Pelegrino. Quadra nº 1740, lote nº 021.	2002/20427-6	Livro do Tombo em 08/09/2003, às fls. 018.	Antiga moradia da Família Bedin, construída na década de 1910.
15	Patronato Agrícola	Rua Professora Maria D'Ávila Pinto, n° 55 - Marechal Floriano. Quadra nº 0309, lote nº 015.	2002/20431-3	Livro do Tombo em 08/09/2003, às fls. 019 e 020.	Era um internato de meninos órfãos e carentes. Inaugurado em 1928 por Getúlio Vargas, foi o primeiro prédio construído exclusivamente para assistência social.
16	Moinho Progresso	Rua Coronel Flores, n° 603 - São Pelegrino. Quadra nº 1737, lotes nºs 001, 002, 003 e 004.	2002/20432-0	Livro do Tombo em 08/09/2003, às fls. 021.	Prédio com influência da arquitetura industrial europeia construído na década de 1920. Antigamente serviu para armazenamento e moagem de milho e aveia.
17	Banco Mercantil	Av. Júlio de Castilhos, n° 1781 - Centro. Quadra nº 0031, lote nº 004.	2002/20430-7	Livro do Tombo em 18/12/2003, às fls. 022.	Antigo Banco Francês e Italiano para a América do Sul. O projeto em estilo renascentista, característico da arquitetura comercial no estado do Rio Grande do Sul, ano de 1924.
18	Residência da Família Scotti - "Farmácia Central"	Av. Júlio de Castilhos, n° 1691 - Centro. Quadra nº 0031, lote nº 010.	2002/20423-0	Livro do Tombo em 25/08/2004, às fls. 023.	Inicialmente foi residência e depois se tornou o banco popular. Construída na década de 1920, destacando-se elementos do neoclássico.
19	Residência da Família Sassi	Av. Júlio de Castilhos, n° 1803 - Centro. Quadra nº 0031, lote nº 002.	2002/20424-7	Livro do Tombo em 25/10/2004, às fls. 024.	Antiga moradia da Família Sassi, construída em 1922.

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
20	Cantina Pão e Vinho	Rua Ludovico Cavinato, nº 1757 - Santa Catarina. Quadra 1554, lote nº 007.	2005/20416-0	Livro do Tombo em 10/11/2005, às fls. 025 e 026.	Antiga Cantina e Residência José Andreazza. Conjunto formado pela edificação em pedra e alvenaria de tijolos (1916) e por mais uma em pedra (1920).
21	Capela do Santo Sepulcro	Av. Júlio de Castilhos, s/nº - Nossa Senhora de Lourdes. Quadra nº 82, lote nº 015.	2005/11218-4	Livro do Tombo em 10/01/2005, às fls. 027 e 028. Retificação às fls. 048.	Edificação construída em 1937, contém elementos da arquitetura gótica.
22	Metalúrgica Abramo Eberle	Rua Sinimbu, nº 1670 - Centro. Os cinco lotes estão localizados no quarteirão formado pelas Ruas Sinimbu, Borges de Medeiros, Marquês do Herval e Os Dezoito do Forte.	2005/20418-2	Livro Tombo em 06/01/2006, às fls. 029.	Conjunto de prédios sobre cinco lotes contíguos, onde se destaca aquele encimado pela torre do relógio. Construídos em épocas distintas entre os anos 1930 a 1950.
23	Residência de Abramo Eberle	Rua Sinimbu, nº 1549 - Centro. Quadra nº 50, lote nº 002.	2005/20417-6	Livro do Tombo em 06/01/2006, às fls. 030.	Antiga moradia da família Eberle. Construída em 1938, com detalhes do renascimento italiano.
24	Monumento Nacional ao Imigrante	Rodovia BR 116 - Petrópolis. Quadra nº 1658, lote nº 002.	1999/17621-5	Livro Tombo em 19/10/2007, às fls. 031.	Inaugurado em 28/02/1954 pelo Presidente da República Getúlio Vargas.
25	Clube Juvenil	Av. Júlio de Castilhos, nº 1677 - Centro. Quadra 40, lote urbano nº 002.	2007/7980-4	Livro Tombo em 12/12/2007, às fls. 032.	Há quase 90 anos permanece como sede do Clube Juvenil. Desde 8/12/1928, a sede própria da entidade (fundada em 1905).
26	Auto Palácio	Rua Sinimbu, nº 1345. Quadra nº 59, lotes nº s 008 e 010.	2006/14856-3	Livro Tombo em 12/12/2007, às fls. 033.	Antigamente foi uma revenda de carros da General Motors, inaugurado em 1946.
27	Residência Finco	Av. Júlio de Castilhos, nº 688. Quadra nº 82, lote nº 040.	2005/26793-0	Livro Tombo em 12/12/2007, às fls. 034.	Antiga moradia de Benvenuto Conte e família, construção

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
					de estilo eclético, do início do século XX.
28	Capela de Santa Lúcia	Rua Jacob Luchesi, s/nº. Quadra 2753, parte do atual lote nº 003.	2007/7554-5	Livro Tombo em 12/12/2007, às fls. 035.	Inaugurada em 1914, construção apresenta elementos do estilo neo-românico.
29	Edificações do Recreio da Juventude	-Av. Júlio de Castilhos, nº 1729, Quadra nº 31, lote nº 14 (antigo Cine Central). -Rua Pinheiro Machado, nº 1762, Quadra nº 31, parte do lote nº 07 (Sede Social). -Esquina das ruas Pinheiro Machado e Marquês do Herval, Quadra nº 31, parte do lote nº 09 (o prédio conhecido como "toca")	2008008781	Livro Tombo em 15/12/2008, às fls. 036 e 037.	Antigo Cine Central (Cinema Central). Inaugurado em 1928, foi maior casa de espetáculos do centro da cidade, na época. Parte do conjunto do antigo Cine Central, prédio A Toca, do Recreio da Juventude (abriga a Toca, espaço de carteado do clube).
30	Igreja Matriz de Galópolis	Lote rural nº 43, Travessão Solferino, 3° Distrito - Galópolis.	2008033061	Livro Tombo em 01/072010, às fls. 038.	Igreja do Nª Sª Rosário de Pompéia. A construção da Igreja Matriz realizou-se entre os anos de 1938 a 1947.
31	Moinho de Cereais Boca da Serra	Terreno rural situado no lugar denominado "Boca da Serra", 5° Distrito.	2009006896	Livro Tombo em 01/07/2010, às fls. 039.	Antigo Moinho de Cereais Boca da Serra, construído entre os anos de 1920 a 1930.
32	Residências de Hercules Galló	Lote rural nº 72, Travessão Santa Rita, 3ª Légua - Galópolis.	2009/043317-0	Livro Tombo em 01/07/2010, às fls. 040 e 041.	Transformada em museu em Galópolis, conjunto formado por duas edificações de madeira, construídas em 1904.
33	Residência Cesa Valduga	Rua Bento Gonçalves, nº 1843, esquina com a rua Dr. Montaury, Lote nº 2, Quadra nº 29.	2010024924	Livro Tombo em 07/12/2010, às fls. 042.	Antiga moradia da família de Cesa Valduga, construída na segunda década do século XX.
34	Capela da Beata Virgem Maria da Rocca	Travessão Hermínia - São Virgílio da 6° Légua.	2009014520	Livro Tombo em 20/01/2011, às fls. 043.	Inicialmente uma capela em madeira, e, depois no templo de pedras.

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
					Inaugurada em 04/08/1892.
35	Moinho Nossa Senhora do Carmo	Rua Quinze de Novembro esquina com a Rua Júlio de Castilhos, parte dos Lotes nºs 07 e 09 da Quadra nº 02 - Criúva.	2011010298	Livro Tombo em 28/11/2011, às fls. 044.	Pontuando o desenvolvimento econômico de Criúva, inaugurado em 1952.
36	Antigo Armazém Fachini	Rua 15 de Novembro. Quadra nº 05, Lote nº 01 - Criúva.	2010042147	Livro Tombo em 19/12/2011, às fls. 045.	Edificação de 1910, antigo comércio familiar com residência ao lado.
37	Campus 8 da Universidade de Caxias do Sul - Cidade das Artes	Av. Frederico Segalla. Quadra nº 2889, Lote nº 02.	2011041040	Livro Tombo em 20/12/2012, às fls. 046.	Antigo Colégio Santa Francisca Xavier Cabrini. O projeto foi finalizado na década de 1950 e a inauguração ocorreu em 1961.
38	Antiga Residência Zandomeneghi	Rua Feijó Júnior, nº 953 - São Pelegrino. Quadra nº 126, Lote nº 40.	2012031774	Livro Tombo em 28/11/2013, às fls. 047.	Antiga residência de Zandomeneghi. Casa recebeu em 1960 um segundo pavimento, obra do arquiteto italiano João Viel
39	Cooperativa Vitivinícola Forqueta	Rua Luiz Franciosi Sério - Forqueta. Quadra nº 3278, Lote nº 01.	2011033368	Livro Tombo em 26/12/2013, às fls. 049.	Segue como cooperativa e abriga um museu junto a Rede Ferroviária Federal S.A.
40	Antiga Residência e Cartório Balen	Rua Alfredo Chaves, nº 777 e nº 779 - Centro. Quadra nº 050, Lote nº 20.	2012038302	Livro Tombo em 10/03/2014, às fls. 050.	Antiga residência no pavimento superior e cartório no pavimento inferior.
41	Cooperativa São Victor Ltda	Rua Dr. Augusto Pestana, nº 55. Quadra nº 1.740, Lote nº 18.	2011037410	Livro Tombo em 20/03/2015, às fls 051-2.	Antiga Cooperativa São Victor. O terreno foi adquirido em 1932, para facilitar o transporte e distribuição dos produtos.
42	Antiga Residência Sanvitto	Av. Júlio de Castilhos, nº 1989 - Centro. Quadra nº 013, Lote nº 8.	2014005892	Livro Tombo em 20/05/2015, às fls. 053.	Antiga moradia da Família Sanvitto. Casa em estilo eclético, com colunas jônicas.
43	MAESA - Metalúrgica Abramo Eberle S.A - Fábrica 2	Ruas Plácido de Castro, Dom José Barea, Pedro Tomasi e 13 de maio.	201101667	Livro Tombo em 02/06/2015, às fls. 054-6.	Inaugurado em 1948, concentrava os trabalhos de fundição, mecânica,

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
					forja e produção de talheres.
44	Antigo Hotel Casara	Av. Rio Branco, nº 566 - Rio Branco. Quadra nº 0134, Lote nº 8.	2015/42447	Livro Tombo em 30/09/2016, às fls. 057.	Construído pela Família Casara em 1927 (antigo Hotel Avenida). Foi destruído por um incêndio em 27/05/2018.
45	Hidráulica Municipal Borges de Medeiros	Rua Professora Viero, s/nº - Madureira. Quadra nº 0831, Lote nº 001.	2015/37131	Livro Tombo em 26/12/2016, às fls. 058.	Instalada entre 1919 e 1921, a partir da captação da água de quatro vertentes localizadas nas terras de Antônio Giuriolo, atual Parque Getúlio Vargas.
46	Antiga Residência Reisner/Nienow	Distrito de Vila Cristina	2016/47879	Livro Tombo em 28/12/2016, às fls. 059. Retificação às fls. 063.	Construída nos idos de 1860 pelo imigrante alemão Carl Reisner e cujo último morador foi Ernesto Nienow. Atual espaço cultural História & Memória de Vila Cristina.
47	Antiga Residência Rizzi	São Virgílio - Forqueta.	2016/47511	Livro Tombo em 29/05/2017, às fls. 060 e 061.	-
48	Antiga Residência Sebben	Rua Os Dezoito do Forte, nº 1652, Lote 08, Quadra 43.	2015/47791	Livro Tombo em 29/05/2017, às fls. 062.	-
49	Antiga Chácara Ungaretti	Rua Os Dezoito do Forte.	2016/32031001 e 2017/23595001	Livro Tombo em 01/12/2017, às fls. 064, 065 e 066.	Antiga propriedade da família Ungaretti/Triches desde os anos 1950.
50	Antiga Residência Família Stedile	Rua Sinimbu, n° 1128.	2013/050034	Livro Tombo em 28/12/2017, às fls. 067.	-

Fonte: Adaptado de Bisol (2019).

De acordo com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado (IPHAE), existe no município de Flores da Cunha a presença de apenas um bem histórico tombado.

Tabela 65. Bem Tombado Patrimônio Histórico e Artístico do Estado.

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
1	**Casarão dos Veronese**	**Área Rural, Distrito de Otávio Rocha.**	**34.010-19.00/86**	**Livro do Tombo em 23/12/1986.**	**Antiga residência da família Veronese. Construído em 1898 pelo imigrante italiano Felice Veronese**

Fonte: IPHAN (2020).

No entanto, de acordo com o Patrimônio Histórico do município de Flores da Cunha, ainda existem outros três patrimônios tombados.

Tabela 66. Síntese da Relação de Relação de Bens Tombados pelo Patrimônio Histórico e Cultural de Flores da Cunha.

N°	Referência	Localização	Processo Administrativo	Lançamento	Informações Gerais
1	Campo Santo dos Imigrantes	Estrada Municipal Ricardo Panizzon, s/nº	-	Tombando em agosto de 2018.	Antigo cemitério da capela São Martinho.
2	Museu e Arquivo Histórico Pedro Rossi	Av. Vinte e Cinco de Julho, 1608 - Centro	-	Tombado em novembro de 2018.	Museu de memória e história da cultura dos imigrantes italianos fundando em 1976.
3	Campanário da Igreja Matriz Nossa Senhora de Lourdes	R. John Kennedy, 2220 - Centro	-	Tombado em setembro de 2019.	Campanário da Igreja Matriz de Flores da Cunha construído em 1946.

Fonte: Prefeitura Municipal de Flores da Cunha (2020).

Em relação à ocorrência de sítios com potencial arqueológico na região, constatou-se que nas áreas de influência do empreendimento não existem vestígios, conforme atestado em certidões emitidas pelo IPHAN (ANEXO 09) e pelo IPHAE (ANEXO 10).

Identificação das lideranças

A maioria dos bairros que compõem a AID possuem Associação dos Moradores de Bairros (AMOBs), que representam a população. Os representantes das AMOBs são escolhidos pelos moradores como liderança ativa para garantir os direitos da população.

Apenas o Bairro Pedancino e a comunidade rural de Nossa Senhora das Dores não possuem liderança. Na Tabela 67 pode ser observado o nome e telefone de contado dos presidentes das AMOBs:

Tabela 67. Lideranças comunitárias da AID.

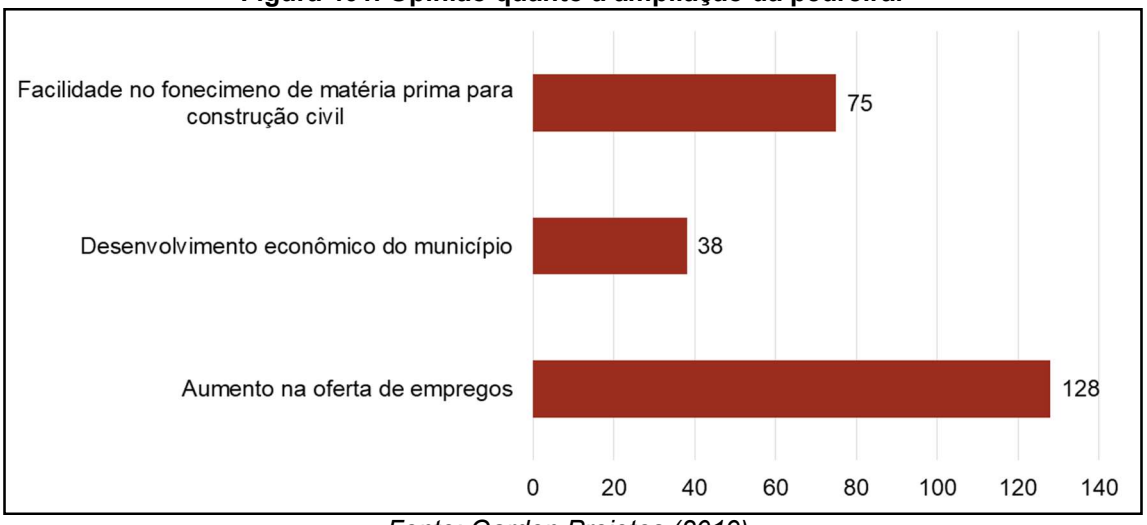
Bairro	Presidente AMOB	Telefone
Santa Fé	Joevil Reis da Silva	(54) 99678-2988
Vila Ipê (Santa Fé)	Zita Girardi	(54) 99199-1284
Belo Horizonte (Santa Fé)	Valdir Vieira da Silva	(54) 99607-4972
Canyon (Santa Fé)	Marciano Correa da Silva	(54) 99934-3418
Serrano	Clovis Danei Alves da Silva	(54) 99121-6274
Brandalise	Homero Lindomar Ramos	(54) 99622-6110
Maestra	Elisangela da Silva Ribas	(54) 99630-3653
Pedancino	-	-
Nossa Senhora das Dores	-	-

Fonte: Garden Projetos (2020).

Expectativas e inquietações da comunidade.

Em conversa com a população moradora da região e nos resultados da pesquisa populacional aplicada na AID, fica evidenciado que a comunidade apresenta forte expectativa em relação a geração de novas vagas de emprego com a expansão da área da pedreira. Diversos entrevistados também afirmaram acreditar que o crescimento da área em questão possa vir a trazer maior facilidade no fornecimento de matéria prima para a construção civil e até mesmo o desenvolvimento econômico da região.

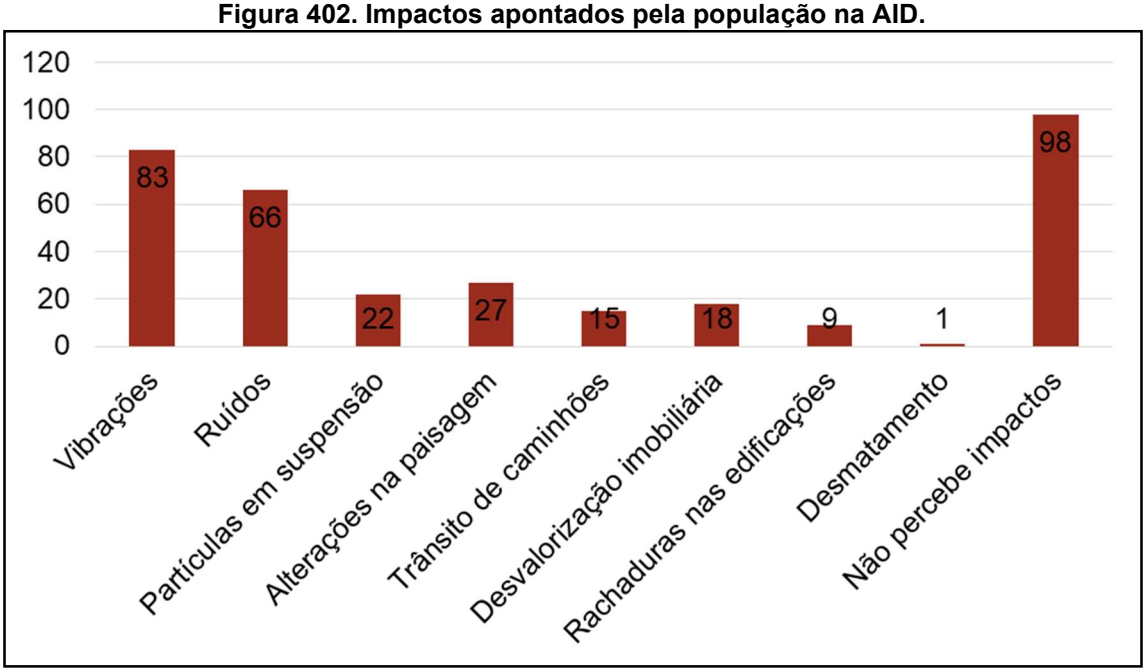
Figura 401. Opinião quanto a ampliação da pedreira.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Já em relação a inquietação que o crescimento de um empreendimento desse porte causa na população, os motivos são principalmente os impactos causados ou agravados na região. Dos 181 entrevistados, 65 se posicionaram contra a expansão da área. Para esses moradores, além de causar danos ambientais, o crescimento da pedreira pode prejudicar as residências mais próximas com os impactos apontados na pesquisa populacional.

Figura 402. Impactos apontados pela população na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.12 Identificação e caracterização de aglomerados humanos no entorno do empreendimento e os impactos sociais decorrentes do empreendimento

Para caracterizar a população e o conhecimento quanto ao empreendimento e suas expectativas com relação a ampliação do mesmo, a pesquisa qualitativa foi definida como metodologia a ser adotada, a partir de definição de diferentes autores. Além disso, a pesquisa serviu para identificar os possíveis impactos percebidos pelos moradores no entorno da área de mineração.

2.3.12.1 Metodologia para Aplicação de Questionários

Considera-se a abordagem qualitativa de um problema como uma forma de compreender a natureza de um fenômeno social. Em geral as pesquisas voltadas para

uma análise qualitativa têm como tema situações complexas ou particulares (RICHARDSON, 1985). O mesmo autor diz que “A pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como a tentativa de uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas pelos entrevistados” (1985, p.90).

Ainda para o autor, o questionário é o instrumento mais comum para coleta de informações acerca de grupos sociais, permitindo observar características de um grupo ou indivíduo. Questionários não são limitados a um número definido de perguntas, mas sim dependentes do grau de complexidade das informações que serão coletadas (RICHARDSON, 1999).

O autor também afirma que questionários de perguntas abertas são aqueles caracterizados por questões ou afirmações que levam o entrevistado a responder com utilização de frases ou orações. Utilizam-se perguntas abertas quando o pesquisador busca determinado tema, mas não está familiarizado com a população a ser entrevistada. A grande vantagem de um questionário com perguntas abertas é a liberdade com que o entrevistado pode responder às mesmas, ajudando o pesquisador quando este possui pouca informação (RICHARDSON, 1999).

O contato direto é o método mais adequado para aplicar os questionários de pesquisa. Para Richardson (1999), isto ocorre quando o pesquisador, ou a equipe treinada por ele, aplicam diretamente as questões, sendo possível explicar e discutir objetivos da pesquisa ou responder dúvidas.

Segundo Sampieri; Collado e Lucio (2006), a pesquisa qualitativa permite profundidade aos dados, dispersão e riqueza interpretativa contextualizando o ambiente. O estudo qualitativo busca a compreensão de seus fenômenos de estudo em ambiente usual. “Os estudos qualitativos não pretendem generalizar de maneira intrínseca os resultados para populações mais amplas, nem necessariamente obter amostras representativas” (SAMPIERI; COLLADO E LUCIO, 2006).

As ciências em geral são caracterizadas pela utilização de métodos científicos, porém não são considerados ciência todos os ramos de estudos que empregam estes métodos (MARCONI E LAKATOS, 2001). Para as autoras, o método é definido como sendo um grupo de atividades sistêmicas e racionais favorecendo a realização de metas, ajudando o pesquisador nas tomadas de decisões. Para Gil (2010, pág. 8) o método científico é definido “como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento”.

Para considerar um fenômeno científico deve-se determinar o método que possibilitou chegar a este conhecimento. O método é definido para se chegar a determinado fim (GIL, 2010). O método fenomenológico, segundo Gil (2010), trata-se de um método que o pesquisador procura mostrar e esclarecer os dados que são coletados considerando o que está na consciência dos entrevistados.

Para identificar a opinião e percepção da população moradora na Área de Influência Indireta (AII) quanto a ampliação do empreendimento, optou-se pela aplicação do questionário eletrônico. Essa forma de aplicação mostra-se viável, pois, atinge de forma rápida diversos pontos da AII onde seria difícil alcançar presencialmente e torna as respostas mais variadas, considerando que a área de influência é composta por todo o município de Caxias do Sul e parte de Flores da Cunha.

Diversos estudos mostram que questionários eletrônicos podem ser importantes ferramentas para coleta de dados, considerando que:

As abordagens tradicionais de coleta de informações dos participantes da pesquisa, como entrevistas presenciais, telefone e questionários impressos, nem sempre conseguem gerar resultados rápidos e com custos economicamente viáveis, além de não acompanharem a tendência tecnológica e dinâmica das populações. (FALEIROS *et al.,* 2016).

Para Faleiros *et al.* (2016), a internet pode ser utilizada como excelente recurso para troca e disseminação de informações, considerando que permite agilidade no processo da pesquisa. Além disso, a aplicação de questionários de forma online permite que o entrevistado tenha mais tempo para responder, podendo pensar melhor sobre o tema da pesquisa, o que reflete na qualidade informacional apresentada.

Para Evans e Mathur (2005) e Hipólito *et al.* (1996) dentre as principais vantagens do questionário online, em relação às modalidades tradicionais, destacam-se:

- agilidade na aplicação, no controle e follow-up das respostas;
- agilidade na tabulação dos resultados;
- facilidade de utilizar maiores amostras;
- flexibilidade e diversidade na elaboração de questões;
- baixo custo de implementação;
- exigência de resposta completa.

Sendo assim, o instrumento de coleta de dados para a população da AII foi um questionário elaborado através da ferramenta Google Forms, que permite a criação de formulários com diversos tipos de perguntas realiza a tabulação dos dados automaticamente. O questionário apresenta 20 questões com perguntas abertas e fechadas, referentes ao conhecimento prévio do entrevistado quanto ao empreendimento, sua opinião com relação a expansão da área e avaliação de serviços públicos do município.

O compartilhamento da pesquisa foi realizado através de e-mail e aplicativo de mensagens para representantes de bairros, que fizeram a divulgação e distribuição do formulário para a população local. As respostas recebidas eram automaticamente registradas e tabuladas em uma planilha da própria ferramenta online.

2.3.12.2 Resultados das Entrevistas para AII

A Área de Influência Indireta (AII) é formada por todo o município de Caxias do Sul e parte da porção sul de Flores da Cunha. Dessa forma, o questionário foi aplicado de forma online, com distribuição através de meio eletrônico por aplicativo de mensagens e e-mail. Foram aplicadas um total de 104 pesquisas nos dois municípios com cerca de 93,3% de participação para Caxias do Sul (97 pessoas) e 6,7% para Flores da Cunha (07 pessoas). Dentre os entrevistados, 93,3% são moradores de Zona Urbana e 6,7% de Zona Rural, como mostra os gráficos abaixo.

Figura 403. Município de residência do entrevistado (AII).

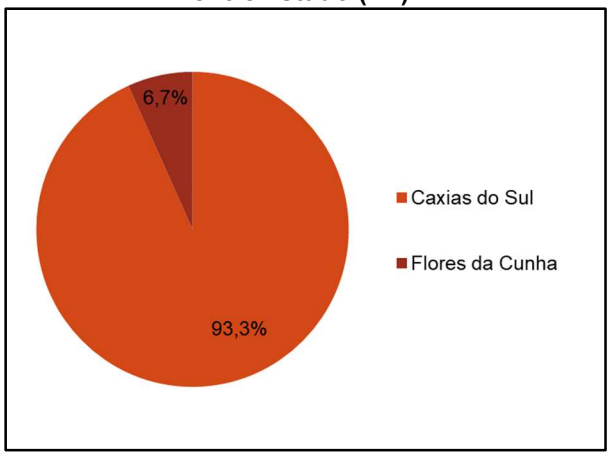
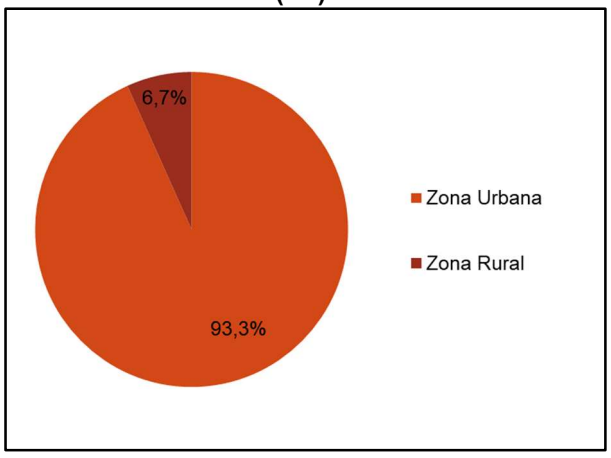


Figura 404. Local de moradia do entrevistado (AII).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Para caracterizar o perfil dos entrevistados, foi solicitado que respondessem perguntas referentes a faixa etária, escolaridade, renda familiar mensal, quantidade de moradores por domicílio e perfil e situação de moradia.

Com relação a faixa etária, cerca de 37% dos entrevistados possuem entre 18 e 30 anos, seguido de 26% dos entrevistados com 31 a 40 anos. Somente essas duas faixas já somam mais da metade dos participantes. Quanto ao nível de escolaridade, cerca de 30% dos entrevistados possuem Ensino Superior Completo, seguido por 21,2% para Ensino Superior Incompleto e Ensino Médio Completo igualmente.

Figura 405. Faixa etária do entrevistado (All).

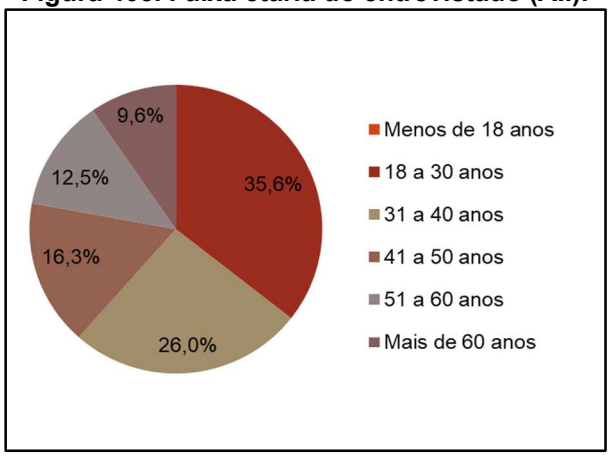
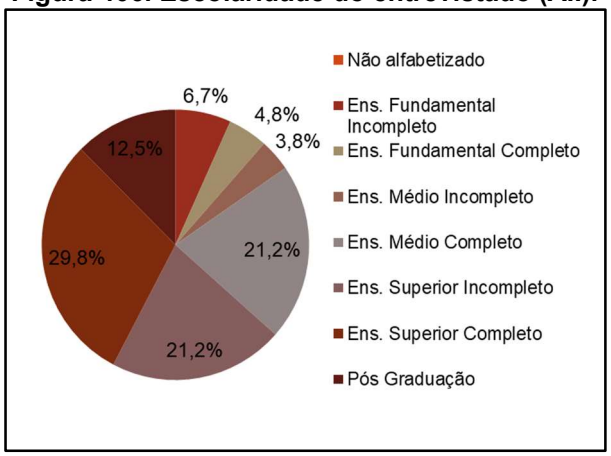


Figura 406. Escolaridade do entrevistado (All).



Fonte: Garden Projetos (2019).

As Figuras 407 e 408 demonstram respectivamente a renda familiar mensal e o número de moradores nos domicílios dos entrevistados. É possível observar que a classe em destaque para a renda é de 4 a 10 salários mínimos com mais de 40% das respostas. Quanto ano número de moradores por residência, mais da metade dos entrevistados informaram de 3 a 5 pessoas.

Figura 407. Renda familiar mensal do entrevistado (All).

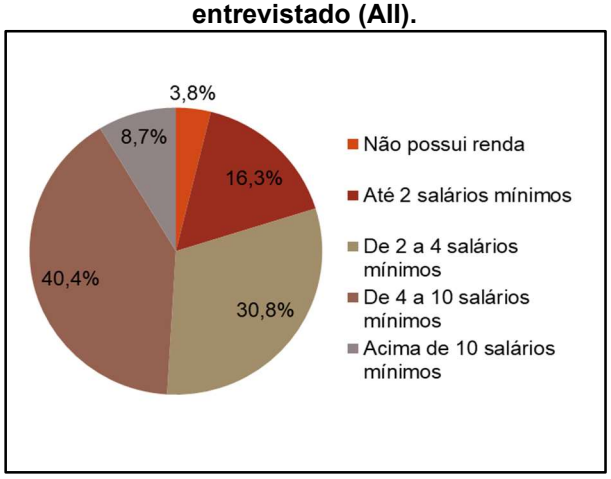
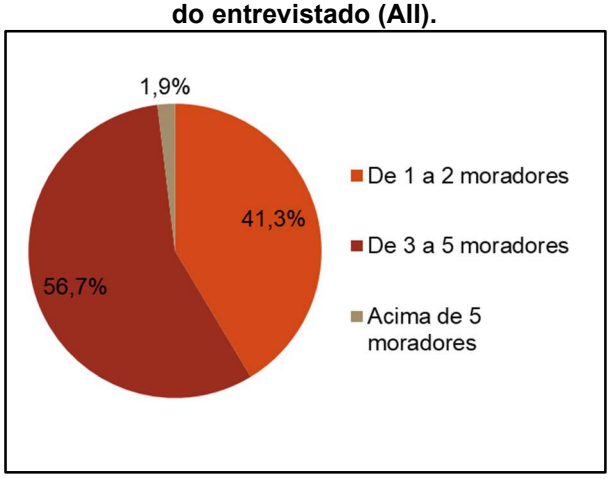


Figura 408. Número de moradores no domicílio do entrevistado (All).



Fonte: Garden Projetos (2019).

A respeito da moradia dos 104 entrevistados, 76 responderam residir em casa própria, o que representa um total 74% dos participantes. Já com relação ao perfil da residência, cerca de 55% informaram morar em casa de alvenaria, seguido por 35% que moram em apartamento.

Figura 409. Situação da moradia do entrevistado (All).

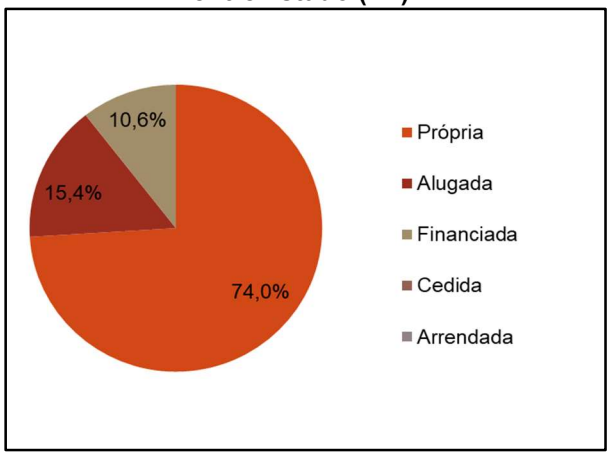
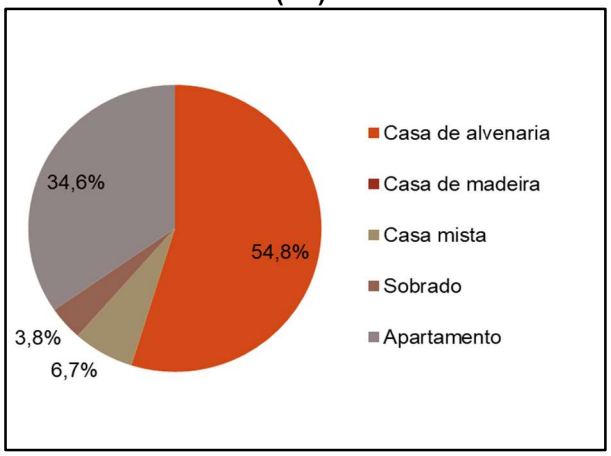


Figura 410. Perfil da moradia do entrevistado (All).

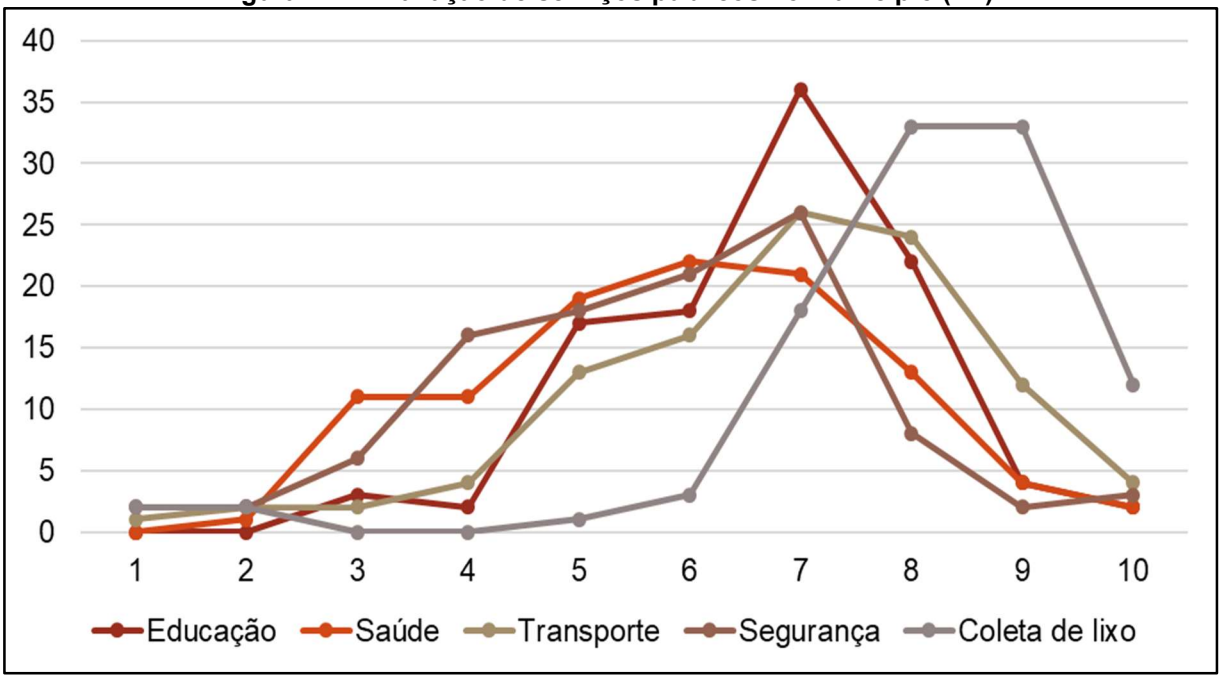


Fonte: Garden Projetos (2019).

A fim de identificar a percepção dos moradores com relação aos serviços públicos do município de residência, foi solicitado que dessem uma nota de 1 a 10 para educação, saúde, transporte, segurança e coleta de lixo. No tocante da educação pública, a nota mais alta foi 7 para 35% dos entrevistados. Com relação a saúde pública municipal, cerca de 21% deram nota máxima de 6 para o serviço. Já para o transporte público e segurança, 25% dos entrevistados consideraram 7 como maior nota. Quanto

ao serviço de coleta de lixo, as notas 8 e 9 ficaram empatadas com 32% das respostas. O gráfico abaixo demostra distribuição dos valores concedidos para cada serviço.

Figura 411. Avaliação de serviços públicos no município (All).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Além da identificação do perfil do entrevistado e da percepção dos mesmos quanto aos serviços públicos municipais, a aplicação do questionário verificou a posição da população quanto a ampliação da área de extração mineral. De acordo com os entrevistados, 75% das pessoas possuem algum conhecimento prévio sobre a Pedreira Caxiense como sua localização e ou/os serviços executados na empresa. Quanto a opinião sobre a ampliação, 66% mostraram-se a favor, seguido por 28% que relataram ser indiferentes à expansão da área e 6% manifestaram-se contra.

Figura 412. Conhecimento do entrevistado em relação a Pedreira Caxiense (All).

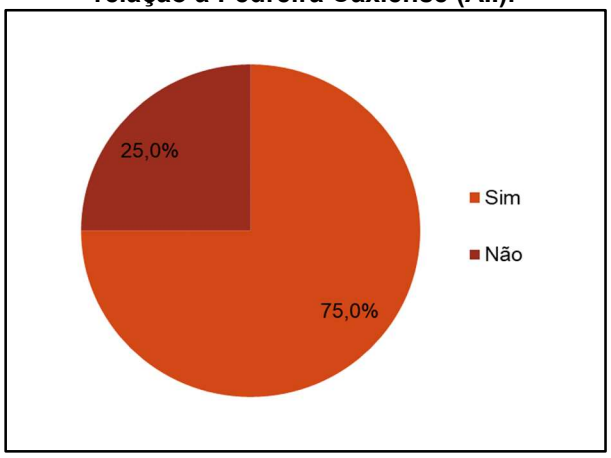
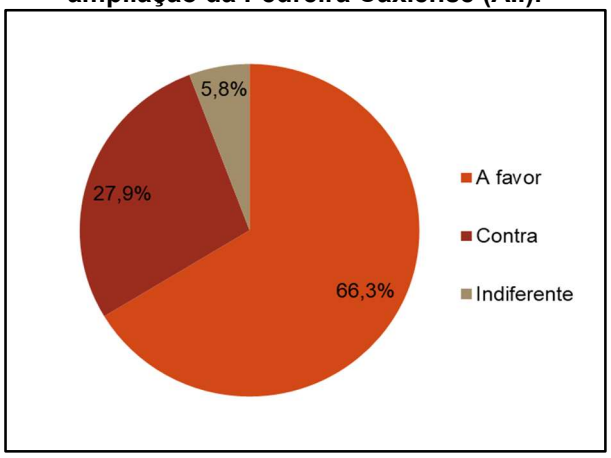


Figura 413. Opinião do entrevistado quanto à ampliação da Pedreira Caxiense (All).



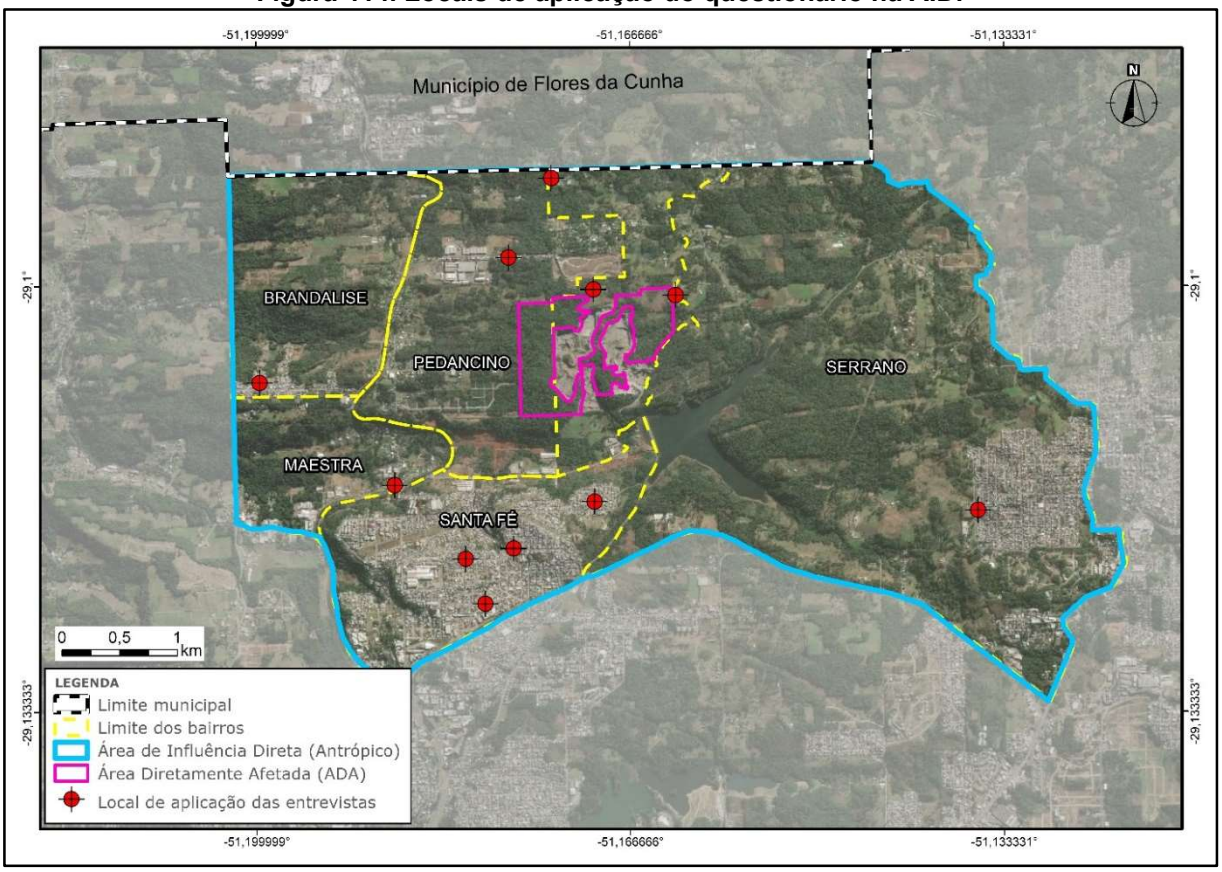
Fonte: Garden Projetos (2019).

O relatório das pesquisas realizadas de forma online gerado pela ferramenta Formulários Google pode ser visualizado no ANEXO 31.

2.3.12.3 Resultados das Entrevistas para AID

Quanto a aplicação do questionário na Área de Influência Direta (AID), as entrevistas foram realizadas presencialmente nos bairros que formam a AID. A distribuição dos questionários contou com a colaboração dos presidentes das Associações dos Moradores dos Bairros (AMOB), que identificaram os melhores pontos para realização das pesquisas, como pode ser observado na Figura 414. Os locais escolhidos para aplicação do questionário foram pontos com maior circulação de pessoas, por estarem próximos a equipamentos públicos como praças, unidades de saúde e centros comunitários. A proposta da ampliação do empreendimento foi explicada para os moradores com a utilização de imagem de satélite, a fim de garantir o melhor entendimento dos mesmos, quanto ao futuro projeto.

Figura 414. Locais de aplicação do questionário na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 415. Aplicação de questionário na AID em área urbana.



Figura 416. Aplicação de questionário na AID em área rural.



Fonte: Garden Projetos (2019).

As entrevistas foram aplicadas em todos os bairros que compõem a AID e no limite dos municípios de Caxias do Sul e Flores da Cunha (Figura 417). Dessa forma, dentre os 181 entrevistados, 95% são moradores de Caxias do Sul e os demais residem em Flores da Cunha.

Os moradores de Flores da Cunha residem no Bairro São Gotardo e possuem vínculo de trabalho no interior da AID. O bairro com maior participação foi o Santa Fé, com mais de 50% dos entrevistados, seguido pelo Bairro Brandalise, com 24% de participação e o Bairro Pedancino com 14%. A Figura 418 representa a participação dos bairros nas entrevistas.

Figura 417. Município de residência do entrevistado (AID).

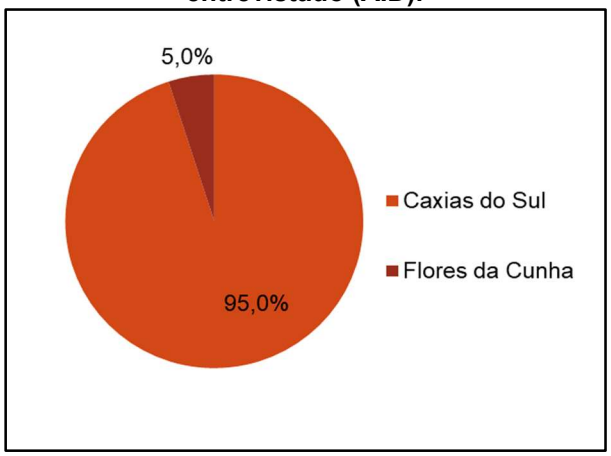
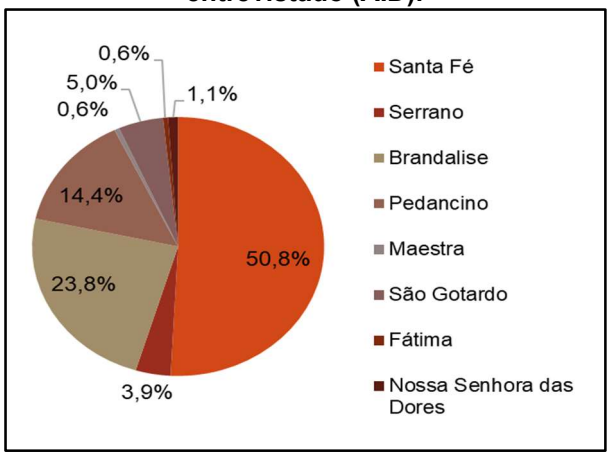


Figura 418. Bairro de residência do entrevistado (AID).



Fonte: Garden Projetos (2019).

A fim de identificar a percepção dos moradores quanto a alterações na paisagem advindas da instalação do empreendimento, foi questionado há quanto tempo residiam na AID. Dessa forma, moradores com mais tempo poderiam descrever com melhor precisão as transformações ocorridas na área ao longo dos anos. Sendo assim, cerca de 82% dos entrevistados relataram morar há mais de 10 anos no interior da AID.

Quanto a idade dos entrevistados, as faixas etárias são bem distribuídas como mostra a Figura 419. Cerca de 27% das pessoas informaram ter entre 41 e 50 anos, seguido pelas faixas de 31 a 40 anos e 18 a 30 anos com 18% de participação cada. Aproximadamente 17% de entrevistados relataram ter mais de 60 anos, enquanto que, 16% informaram possuir entre 51 e 60 anos e com menor participação, 4% dos entrevistados disseram ter menos de 18 anos. Destaca-se que, a idade limite para os entrevistados menores de idade foi de 16 anos.

Figura 419. Tempo de residência do entrevistado (AID).

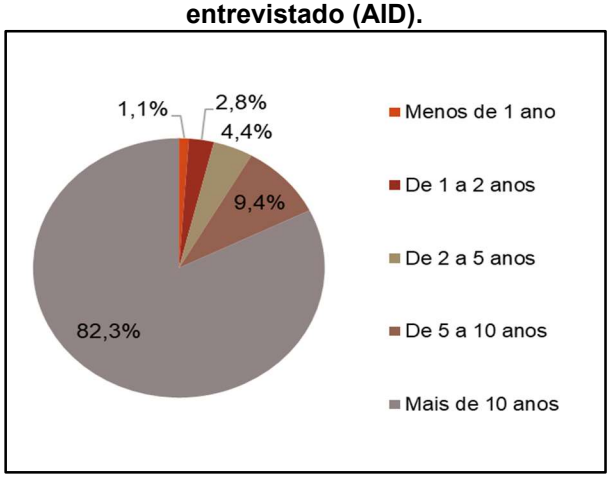
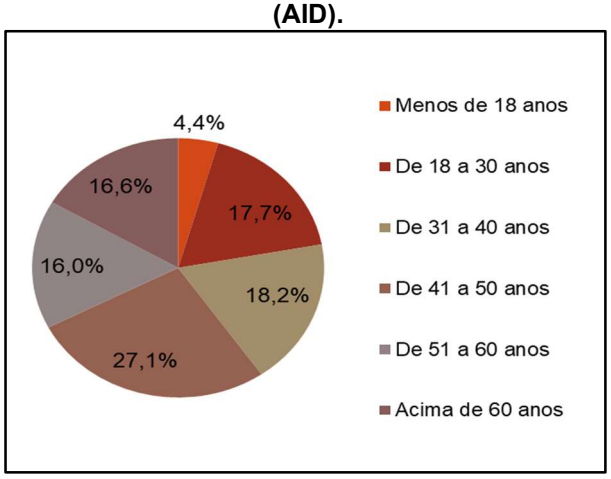


Figura 420. Faixa etária do entrevistado (AID).



Fonte: Garden Projetos (2019).

A Figura 421 e a Figura 422 demonstram o nível de escolaridade e renda familiar mensal da população entrevistada respectivamente. Para o nível de escolaridade, tiveram como destaque as classes “Ensino Fundamental Incompleto” e “Ensino Médio Completo”, ambas com cerca de 30% de participação e quanto a renda, mais da metade da população informou possuir até 2 salários mínimos (52%), seguido por 2 a 4 salários para 33% os entrevistados.

Figura 421. Nível de escolaridade do entrevistado (AID).

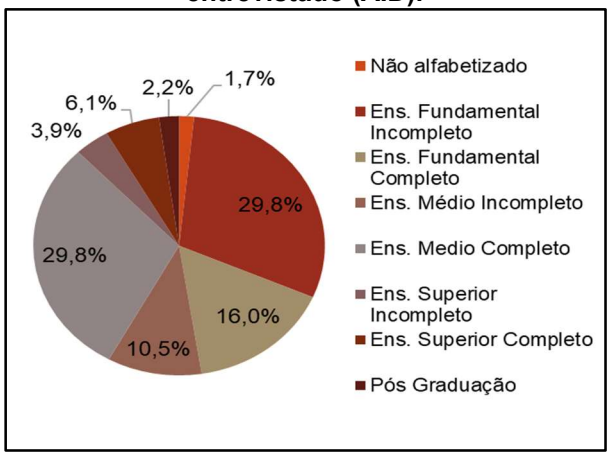
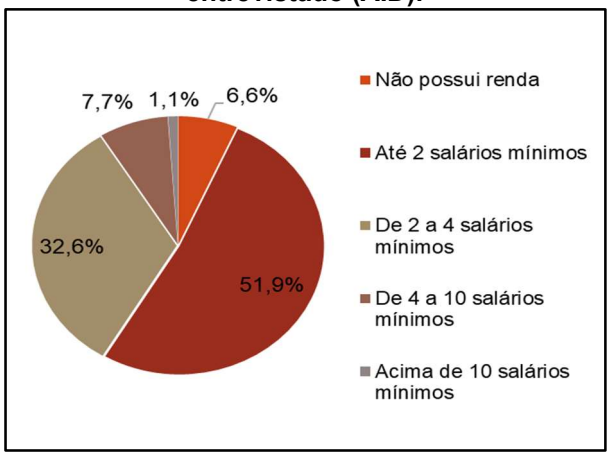


Figura 422. Renda familiar mensal do entrevistado (AID).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Outro fator considerado na pesquisa para caracterizar a população da AID é o número de moradores por residência. De acordo com os resultados do questionário, foi identificado que 61% dos entrevistados vivem em residências com 2 a 5 pessoas, 25% das residências possuem entre 1 e 2 moradores, seguido por 14% que possuem mais de 5 moradores.

Quanto ao perfil das moradias, os bairros que compõem a AID possuem características bastante diversificadas. Enquanto no Bairro Santa Fé é comum encontrar casas de baixo padrão, construídas com material aproveitado e em locais considerados impróprios para moradia, nos bairros Serrano e Brandalise ocorrem edificações regulares, construídas em alvenaria e/ou madeira e em lotes de tamanho padrão. Já nos bairros Pedancino e Maestra as edificações normalmente são maiores que nos demais bairros, comumente construídas em alvenaria em terrenos maiores, com a presença de cercas e muros e inclusive com a existência de um condomínio residencial de alto padrão com segurança 24 horas. Na Figura 423 é possível observar que 50% das casas são construídas em alvenaria, enquanto que 30% são mistas (alvenaria e madeira) e 17% são feitas em madeira. Não existem muitos edifícios residenciais nos bairros da AID, apenas 2% dos entrevistados residem em apartamento e 1% em casas no estilo sobrado.

Figura 423. Perfil da moradia do entrevistado (AID).

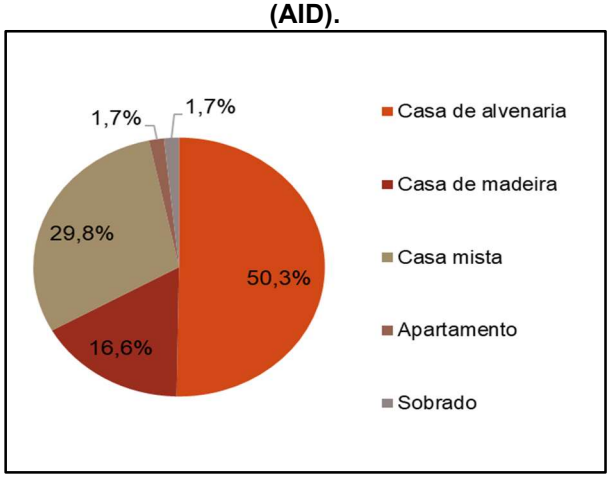
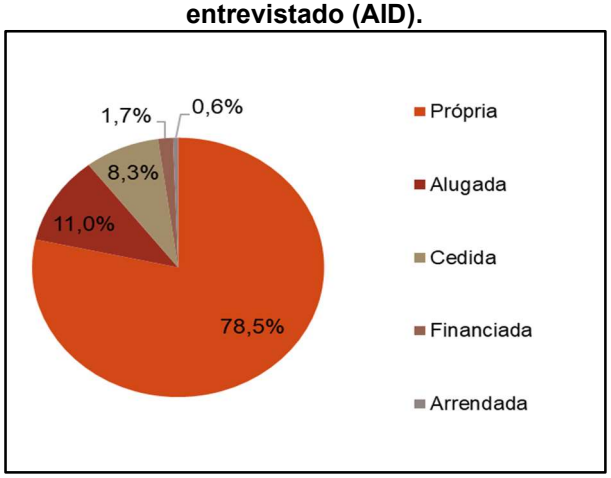


Figura 424. Situação da moradia do entrevistado (AID).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Após a análise da primeira etapa, onde foram coletados dados gerais dos moradores com o objetivo de caracterizar a população, foram identificadas as informações referentes as perspectivas e conhecimentos dos entrevistados com relação ao empreendimento atual e sua expansão. Cerca de 67% das pessoas relataram conhecer a Pedreira Caxiense, enquanto que 33% disseram não ter conhecimento da localização do empreendimento. Com relação a ampliação do empreendimento, quase metade dos entrevistados, cerca de 46%, mostraram-se indiferentes quanto a proposta de expansão, já 36% das pessoas relataram ser contra, enquanto que 18% posicionaram-se a favor. A imagem abaixo demonstra o percentual das opiniões apresentadas na pesquisa com a população da AID. Os entrevistados também foram

questionados quanto a sua posição em relação a ampliação da área de mineração. Quase metade dos entrevistados, cerca de 46%, mostraram-se indiferentes quanto a proposta de ampliação, já 36% das pessoas relataram ser contra, enquanto que 18% posicionaram-se a favor.

Figura 425. Conhecimento do entrevistado em relação a Pedreira Caxiense (AID).

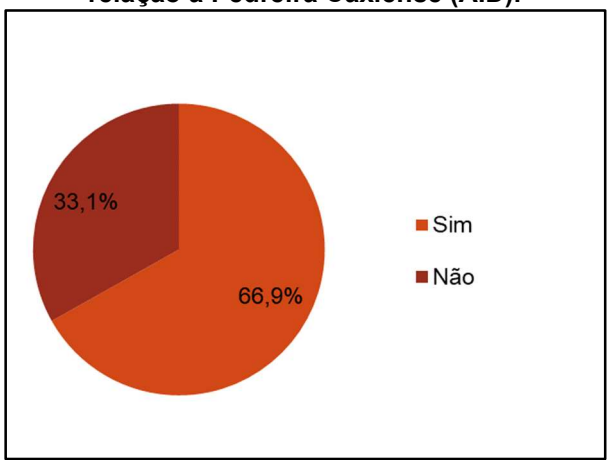
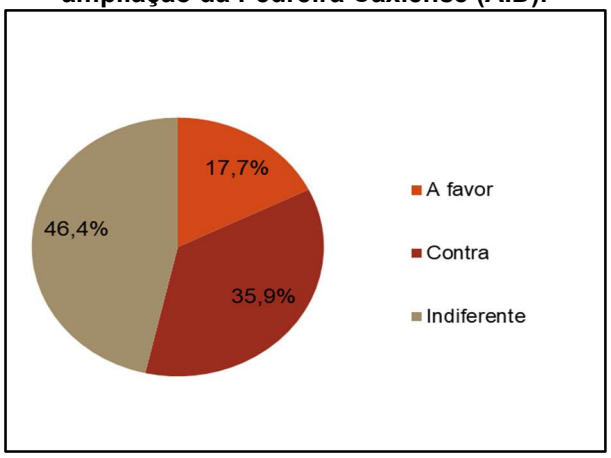


Figura 426. Opinião do entrevistado quanto a ampliação da Pedreira Caxiense (AID).



Fonte: Garden Projetos (2019).

Os motivos pelo qual os entrevistados se mostraram a favor, indiferentes ou contra a ampliação do empreendimento são variados. Muitos preferiram se abster de expressar suas opiniões, no entanto, os relatos das pessoas que declararam ser indiferentes ao projeto seguem o mesmo padrão, a maioria informou não conhecer o suficiente para poder opinar quanto a ampliação da Pedreira: *"Sem muito conhecimento"* (entrevistado 27), *Não tenho conhecimento sobre"* (entrevistado 49), *"Não conheço o espaço de extração"* (entrevistado 131), *"Não tenho uma opinião formada"* (entrevistado 137). Outros afirmaram serem indiferentes à ampliação da área pois não são afetados pela mesma: *"Porque não me afeta o aumento da mesma"* (entrevistado 46), *"Não fica perto onde moro"* (entrevistado 55), *"Não faz diferença"* (entrevistado 67), *"Não conheço, mas desde que não atrapalhe meu sossego, ok"* (entrevistado 172), *"Não interfere em nada"* (entrevistado 178), *"Não interfere no meu cotidiano"* (entrevistado 179).

De acordo com aqueles que são a favor da ampliação a principal vantagem que o empreendimento pode trazer para a comunidade é a geração de novos empregos na região: *"Vai gerar empregos"* (entrevistado 1), *"Não influencia na minha área e gera novos empregos"* (entrevistado 3), *"O desenvolvimento de Caxias depende da mineração"* (entrevistado 11), *"Porque se ampliar vai abrir mais vagas de emprego"* (entrevistado 106), *"Mais oportunidade de trabalho"* (entrevistado 134).

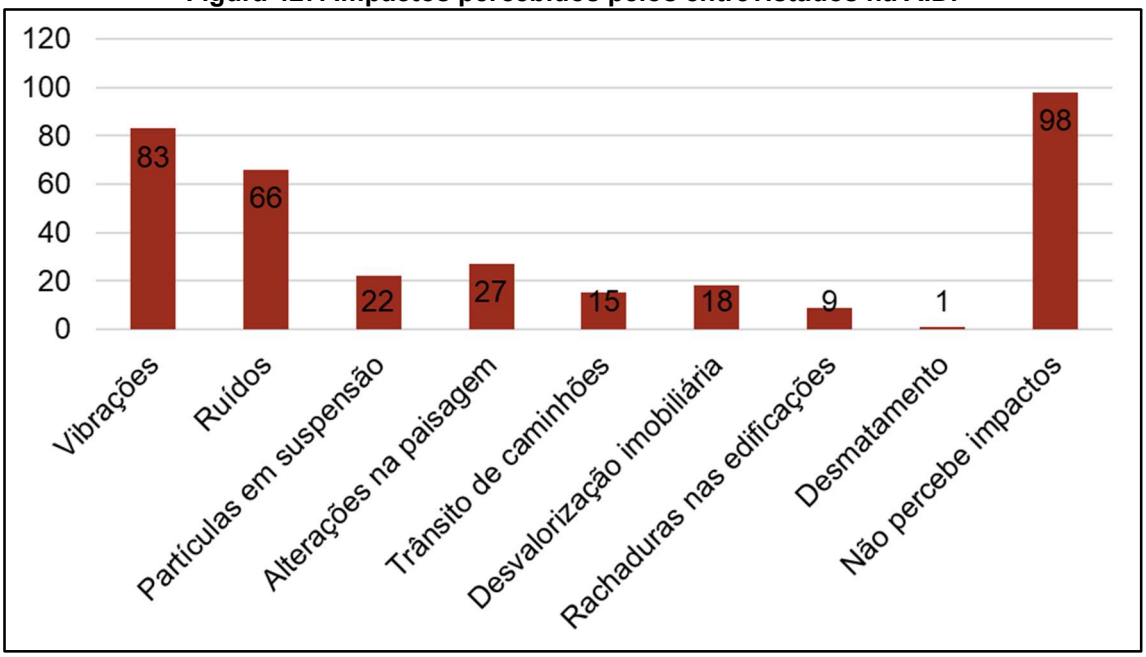
Para os entrevistados que se posicionaram contra a ampliação, os motivos foram principalmente relacionados aos impactos que uma área de mineração pode trazer para o seu entorno: *"Perigo de rachaduras nas casas"* (entrevistado 19), *"Muito próximo as casas e bairros"* (entrevista 23), *"Porque sentimos muita vibração"* (entrevistado 90), *"Faz muito pó e muito barulho"* (entrevistado 98), *"Porque os ruídos e detonações são ouvidos e sentidos dentro de casa"* (entrevistado 115), *"Poluição, barulho, desmatamento*" (entrevistado 168).

Denomina-se Área de Influência Direta (AID) a região onde poderão ocorrer impactos advindos de alterações na paisagem, fluxo de veículos, geração de ruídos e vibrações, entre outros. Para identificar os impactos sentidos pela população que possam ser causados pelo empreendimento, foi questionado quanto aos eventos percebidos pelos entrevistados que são relacionados a uma área de mineração. As opções vibrações, ruídos, partículas em suspensão, alterações na paisagem, trânsito de caminhões e desvalorização imobiliária foram pré-estabelecidas no questionário. Para 83 pessoas o maior impacto causado pelo empreendimento são as vibrações, seguido pelos ruídos para 66 entrevistados. Um total de 27 pessoas responderam perceber alterações na paisagem, principalmente para aqueles que residem próximo à área da Pedreira há mais de 10 anos.

Havia também a opção de o entrevistado adicionar outros impactos percebidos no bairro onde reside. Apenas os impactos "rachaduras nas edificações" e "desmatamento" foram acrescentados. Os entrevistados que relataram perceber rachaduras nas edificações são aqueles que residem em área próxima ao empreendimento.

Apesar de um número considerável de entrevistados relatarem sentir impactos causados pelo empreendimento, os resultados das entrevistas mostram que mais da metade da população entrevistada não percebe impactos advindos da atividade de mineração. Esses dados podem ser visualizados na imagem abaixo.

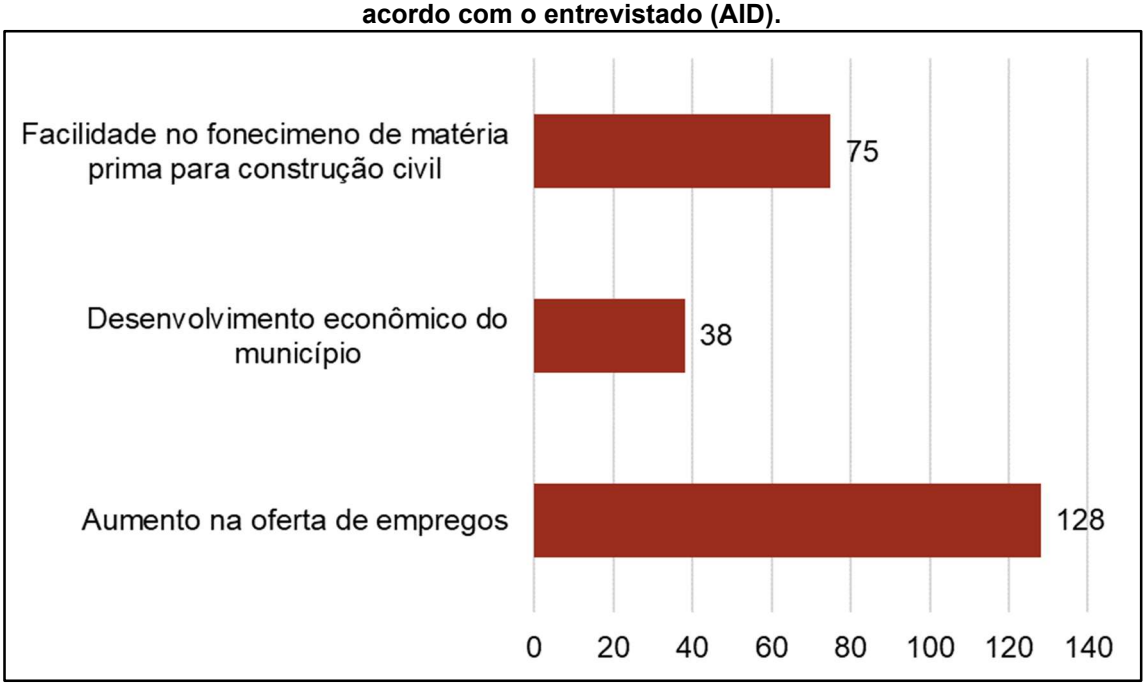
Figura 427. Impactos percebidos pelos entrevistados na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Com o objetivo de identificar entre a comunidade local os aspectos positivos que a ampliação da Pedreira Caxiense pode trazer para o município, os entrevistados foram questionados quanto a importância da expansão da área e extração do basalto para Caxias do Sul e região. O questionamento foi feito inclusive para aqueles que se posicionaram contra a ampliação do empreendimento, dando a oportunidade de se negarem a responder, caso não concordassem com as opções. Dessa forma, os resultados da pesquisa mostram que para 128 entrevistados a facilidade no fornecimento da matéria prima para construção civil na região é o ponto mais importante para levar em consideração ao expandir a área da lavra. Já para 75 pessoas, o aumento na oferta de empregos é o mais importante, considerando que atualmente a Pedreira Caxiense emprega diretamente cerca de 91 funcionários, enquanto que na opinião de 38 entrevistados destaca-se o desenvolvimento econômico do município como principal fator para ampliação.

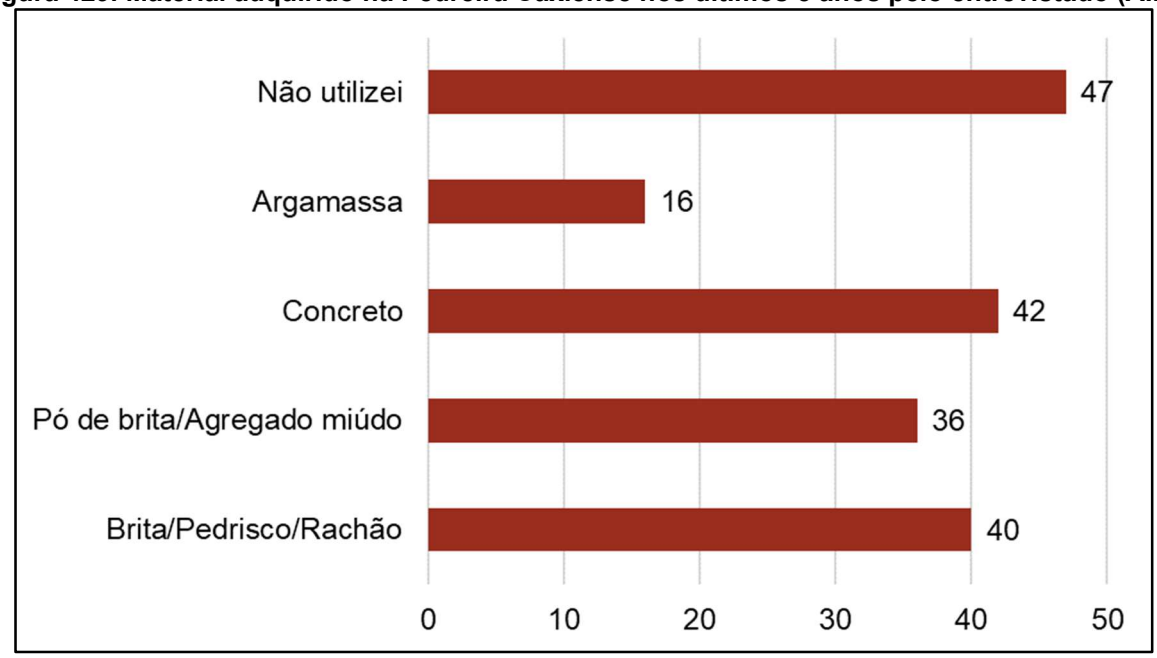
Figura 428. Importância da ampliação da atividade de extração de basalto para o município de acordo com o entrevistado (AID).



Fonte: Garden Projetos (2019).

A Pedreira Caxiense é a maior empresa no ramo de mineração de Caxias do Sul e uma das referências para o setor no estado. Além de fornecer brita e concreto para construção civil em empresas privadas, é a única fonte de matéria prima para construção civil do poder público municipal que fomenta a construção de obras públicas. Dessa forma, o material produzindo pela empresa é bastante conhecido no município e muito procurado por construtores. Visando identificar a participação do material gerado pela Pedreira nas edificações da AID, foi questionado se o entrevistado já havia utilizado nos últimos 5 anos algum produto originário da Pedreira Caxiense. Sendo assim, 40 entrevistados afirmaram já ter adquirido brita/pedrisco/rachão e 42 pessoas relataram ter utilizado concreto originário da Pedreira. Além disso, 36 entrevistados disseram já ter feito uso de pó de brita/agregado miúdo advindo da Pedreira Caxiense e 16 pessoas afirmaram ter comprado argamassa da empresa. Os resultados do questionário ainda indicam que 47 entrevistados não adquiriram nenhum produto originário da Pedreira Caxiense nos últimos 5 anos.

Figura 429. Material adquirido na Pedreira Caxiense nos últimos 5 anos pelo entrevistado (AID).



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.13 Caracterização dos equipamentos urbanos presentes e necessários e a estrutura urbana básica/redes de abastecimento de água e esgoto sanitário, drenagem, energia elétrica, telecomunicações, sistema viário e de transporte, linhas de transmissão de energia elétrica, etc., tendo em vista o contraponto com as demandas advindas do empreendimento minerário proposto

2.3.13.1 Educação

Segundo dados da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul, Caxias do Sul apresentava, no ano de 2014, os seguintes números quanto aos estabelecimentos educacionais.

Tabela 68. Estabelecimentos de ensino/matrículas em Caxias do Sul.

Nível de Ensino	Nº de estabelecimentos/cursos	Matrícula inicial
Educação Infantil	436 estabelecimentos	13.576
Ensino Fundamental	148 estabelecimentos	54.716
Ensino Médio	44 estabelecimentos	16.497
Ensino Superior (2009)	108 cursos	29.630
Ensino Especial	04 estabelecimentos	339
Ensino Jovem Adulto	28 estabelecimentos	6.836

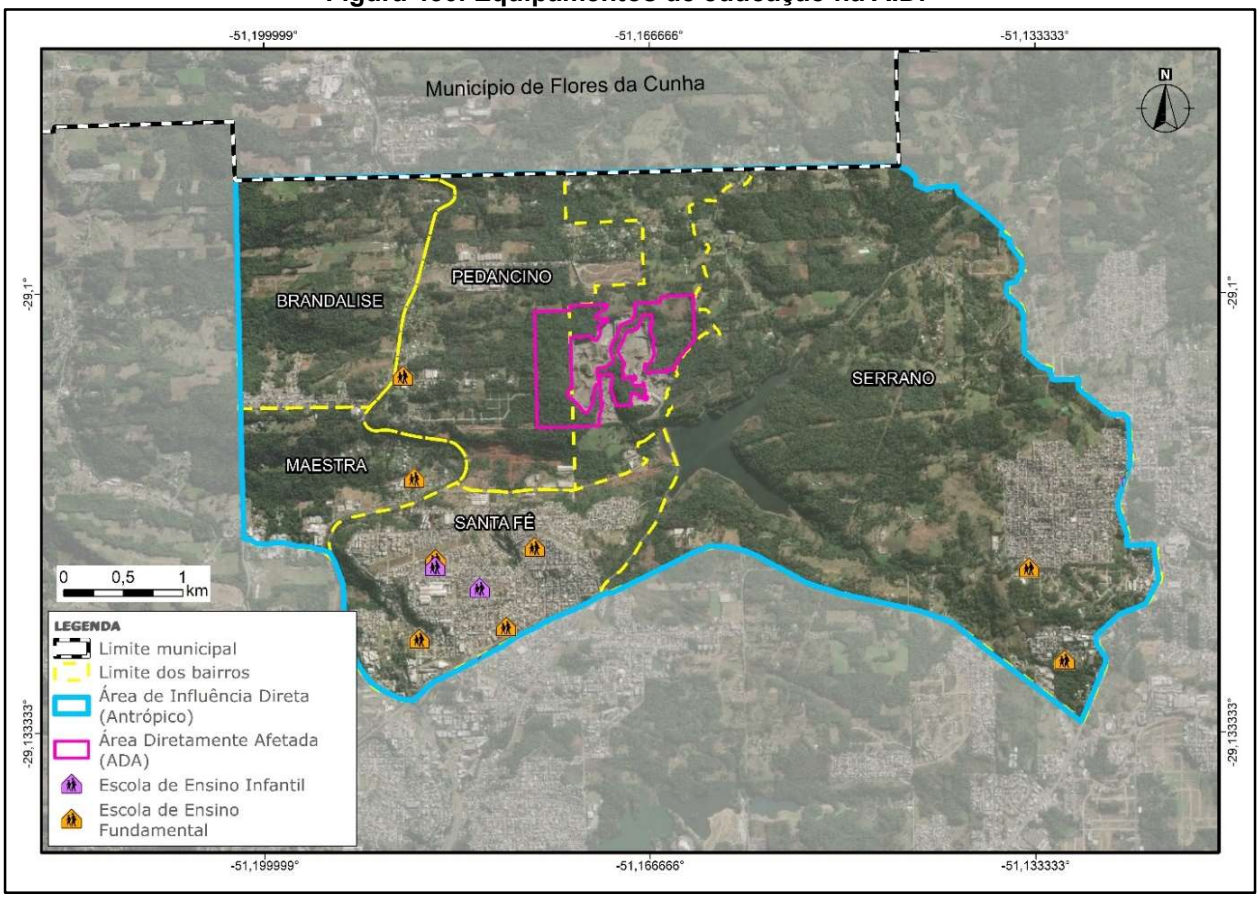
Fonte: FEEDADOS (2014).

Conforme dados da FEE, a taxa de abandono no Ensino Fundamental é de apenas 1,2% e no Ensino Médio de 9,6%. Em relação ao analfabetismo, no ano de 2010 apenas 2,36% da população acima de 15 anos se encontrava nesta situação. Observa-se, assim, que grande parte da população recebe incentivos para frequentar instituições de ensino, seja em idade escolar ou após a maioridade, quando os Núcleos de Ensino de Jovens e Adultos (NEJA) desempenham papel de fundamental importância. A disposição dos equipamentos de educação para a AII pode visualizada na PRANCHA 06B.

Em relação aos bairros abrangidos pela AID, destaca-se que no Santa Fé concentra-se o maior número de entidades de ensino, sendo quatro escolas municipais de ensino fundamental (Escola Municipal de Ensino Fundamental Professora Ilda Clara S. Barazzetti, E.M.E.F. Presidente Tancredo Neves, E.M.E.F. Angelina Sassi Comandulli e E.M.E.F. Ruben Bento Alves) e duas escolas infantis (Escola de Educação Infantil São Francisco de Assis e E.E.I. Carinha de Anjo.

No Bairro Serrano existe duas escolas de ensino fundamental (E.E.E.F. Victorio Webber e E.E.F. São José). Já nos bairros Maestra e Pedancino há apenas uma escola de ensino fundamental em cada um bairro: E.M.E.F. José Bonifácio e E.M.E.F. Luiza Morelli respectivamente. A localização das escolas pode ser visualizada na imagem abaixo e na PRANCHA 06A.

Figura 430. Equipamentos de educação na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A localização dos equipamentos urbanos e comunitários de Flores da Cunha podem ser visualizadas na PRANCHA 06C.

Com relação aos equipamentos de educação, de acordo com dados fornecidos pela Fundação de Economia e Estatística (FEE) e pelo IBGE, o município de Flores da Cunha possui, 23 escolas de ensino infantil, 18 escolas de ensino fundamental, 2 escolas de ensino médio e 1 escola de educação especial.

Tabela 69. Estabelecimentos de educação de Flores da Cunha.

	Ensino Infantil	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ensino Especial
Matrículas	1.072	3.174	786	43
Docentes	99	226	46	9
Estabelecimentos	23	18	2	1

Fonte: FEE DADOS/IBGE (2020).

Dados do Censo revelam que, no município, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola era de 89%, em 2010. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental era de 90%, a proporção de

jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 59% e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 47%. Flores da Cunha não possui instituições de ensino superior, no entanto, dentre jovens adultos de 18 a 24 anos, 23% estavam cursando o ensino superior em 2010.

Figura 431. EMEF São José.



Figura 432. EEEM Frei Caneca.



Fonte: Jornal O Florense (2020).

2.3.13.2 Saúde

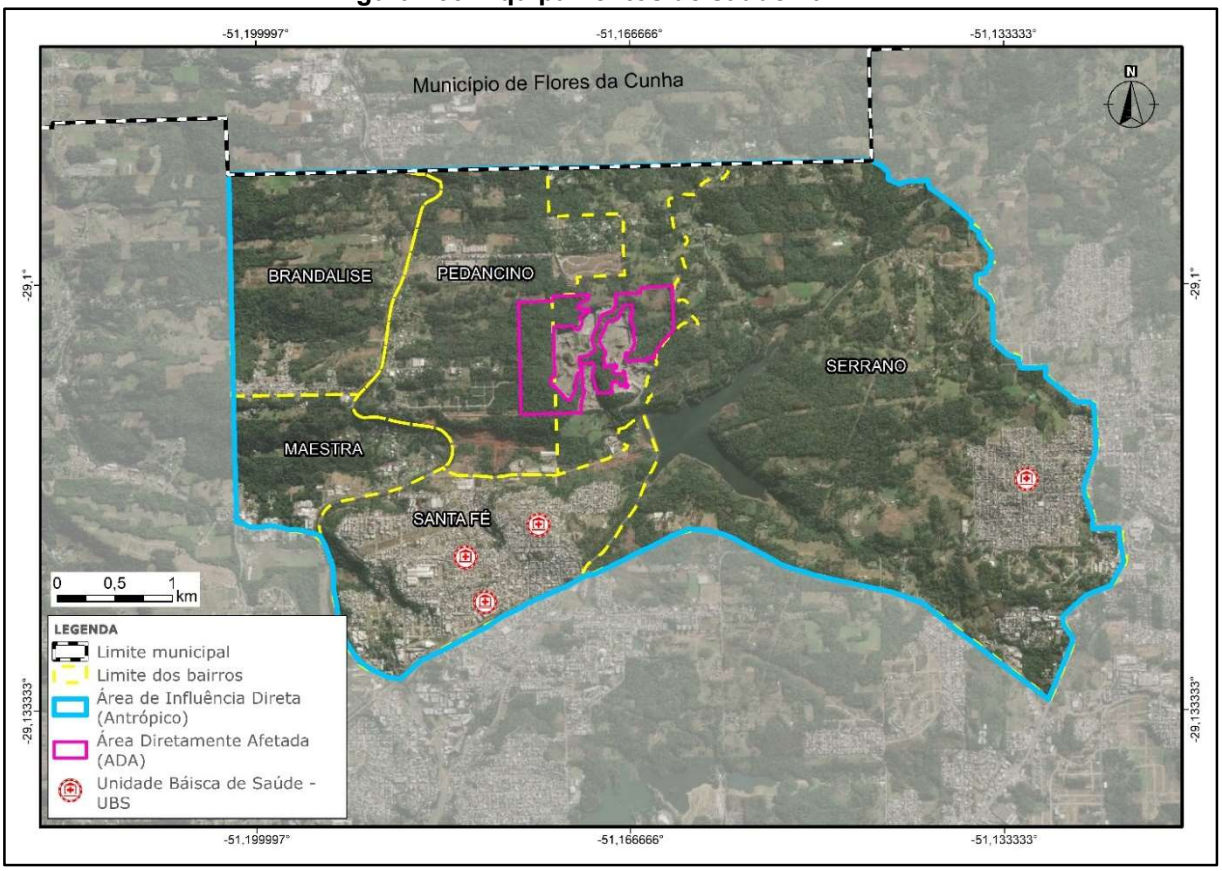
Caxias do Sul conta com 218 estabelecimentos de saúde, sendo 162 privados, 56 municipais e nenhum estadual ou federal. A Secretaria Municipal da Saúde (SMS) é responsável pela gestão do Sistema Único de Saúde (SUS) no município e tem como objetivo prestar atenção integral à saúde da população da cidade, através de 48 Unidades Básicas de Saúde, 1 Pronto Atendimento 24 horas, 1 Unidade de Pronto Atendimento (UPA Zona Norte), Central de Exames Complementares, Hemocentro Regional de Caxias do Sul – HEMOCS, Pronto Socorro do Hospital Pompéia e Hospital Geral, além do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU.

O município possui 6 hospitais, que representam cerca de 2,6 leitos por 1.000 habitantes, sendo que destes, apenas 1,2 leitos por 1.000 habitantes são para atendimentos via SUS, ficando abaixo da meta estabelecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), de 3 leitos para cada 1.000 habitantes.

De acordo com dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Caxias do Sul, constatou-se que, entre os bairros pertencentes à AID, apenas Santa Fé e Serrano possuem Unidade Básica de Saúde (UBS), que oferecem atendimento de médicos de diversas especialidades e realizam serviços primários de saúde, curativos, vacinas, fornecimento de medicação básica e outros. Para atendimentos de urgência e gravidade elevados, a população é direcionada à Unidade de Pronto Atendimento da Zona Norte.

Como pode ser observado na Figura 433, no Bairro Santa Fé existem 3 (três) Unidades Básicas de Saúde, localizadas em pontos estratégicos da região, atendendo a população do bairro e dos núcleos Canyon e Belo Horizonte. No Bairro Serrano a Unidade Básica de Saúde está inserida no centro do aglomerado urbano.

Figura 433. Equipamentos de saúde na AID.

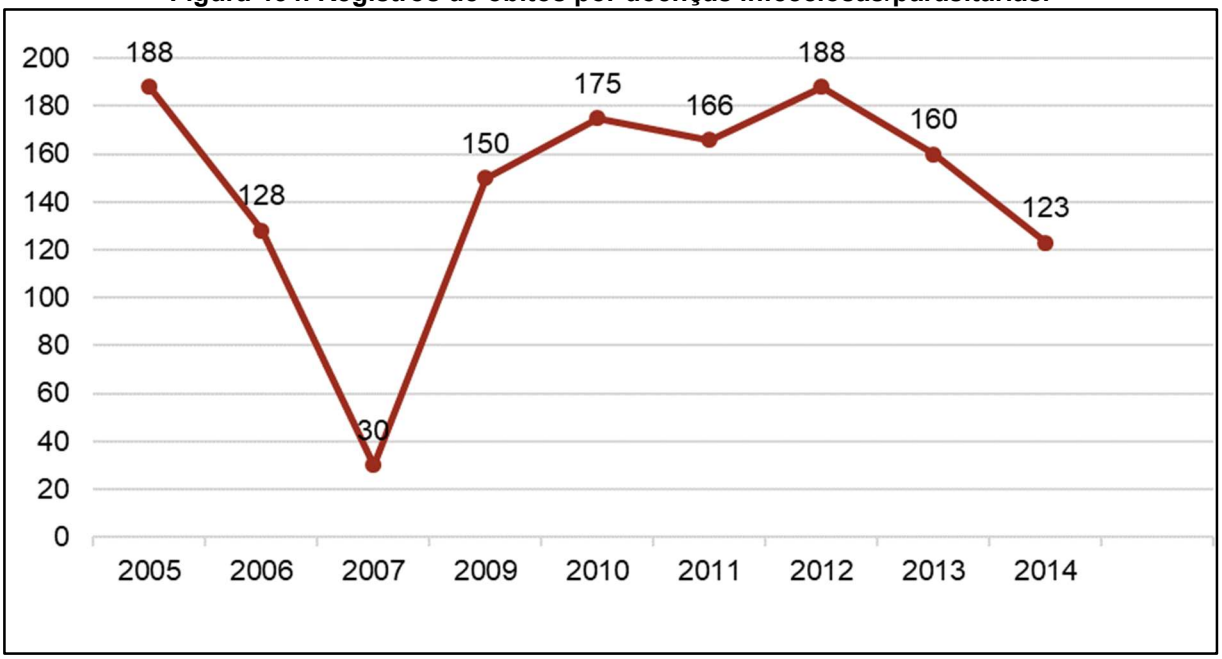


Fonte: Garden Projetos (2019).

A taxa de mortalidade de menores de 5 anos no município teve gradual diminuição desde 2013, quando alcançou 15,02 mortos por cada 1.000 nascidos vivos. No ano de 2016 a taxa caiu para 10,7, ficando no nível intermediário (entre 5,7 e 12 mortes para cada 1.000 nascidos vivos) de acordo com o Ministério da Saúde. O município tem como meta cair para 5,6 mortes para cada 1.000.

Com relação aos casos de óbito por doenças infecciosas e/ou parasitárias, dados do IBGE revelam que entre os anos de 2005 e 2014 foram registradas cerca de 1.308 mortes.

Figura 434. Registros de óbitos por doenças infecciosas/parasitárias.



Fonte: IBGE (2014).

Quanto aos casos de Dengue, Zica Vírus e Chikungunya no município, de acordo com dados divulgados pela Prefeitura Municipal de Caxias do Sul e monitorados pela Vigilância Ambiental em Saúde e pela Vigilância Epidemiológica, foram registrados no período de 01/01/2019 a 30/09/2019 cerca de 27 casos, entre positivos, negativos e que estão aguardando resultado (Tabela 70). Segundo o Boletim de Vigilância em Saúde publicado pela Secretaria Municipal da Saúde (SMS), não foram registrados focos do mosquito transmissor nos bairros que compõem a AID, no entanto, foram encontrados um ou mais focos do mosquito em 12 bairros, considerando como infestada a situação do município.

Tabela 70. Casos registrados de Dengue, Zika Vírus e Chikungunya em 2019.

	Dengue	Zika Vírus	Chikungunya
Positivos	5	0	0
Negativos	9	0	3
Aguardado resultado	5	0	5

Fonte: Prefeitura Municipal de Caxias do Sul (2019).

De acordo com informações divulgadas pelo IBGE e pela prefeitura municipal, Flores da Cunha possui 9 estabelecimentos de saúde pública. Além disso, o município conta com serviços realizados pela Vigilância Ambiental, Vigilância Epidemiológica,

Vigilância Sanitária, Farmácia Especializada e o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU).

Tabela 71. Estabelecimentos de saúde pública de Flores da Cunha.

Saúde	Total
Unidades Básicas de Saúde	7
Hospital	1
Centro de Atenção Psicossocial (CAPS)	1
Médicos	26
Enfermeiros	25
Leitos	51

Fonte: Prefeitura Municipal de Flores da Cunha/IBGE (2020).

A taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 13.19 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 0.7 para cada 1.000 habitantes.

Figura 435. UBS Bairro União.



Fonte: Tua Rádio (2020).

Figura 436. Centro de Saúde.



Fonte: Rádio Solaris (2020).

2.3.13.3 Assistência Social

O serviço de assistência social de Caxias do Sul é realizado pela Fundação de Assistência Social – FAS, que é uma entidade da Administração Indireta do Poder Executivo Municipal, com personalidade jurídica de Direito Público. A FAS tem como objetivos coordenar o Sistema Municipal de Assistência Social; supervisionar, monitorar e avaliar as ações sociais de âmbito local, desenvolvendo diferentes tipos de programas junto à sociedade, como:

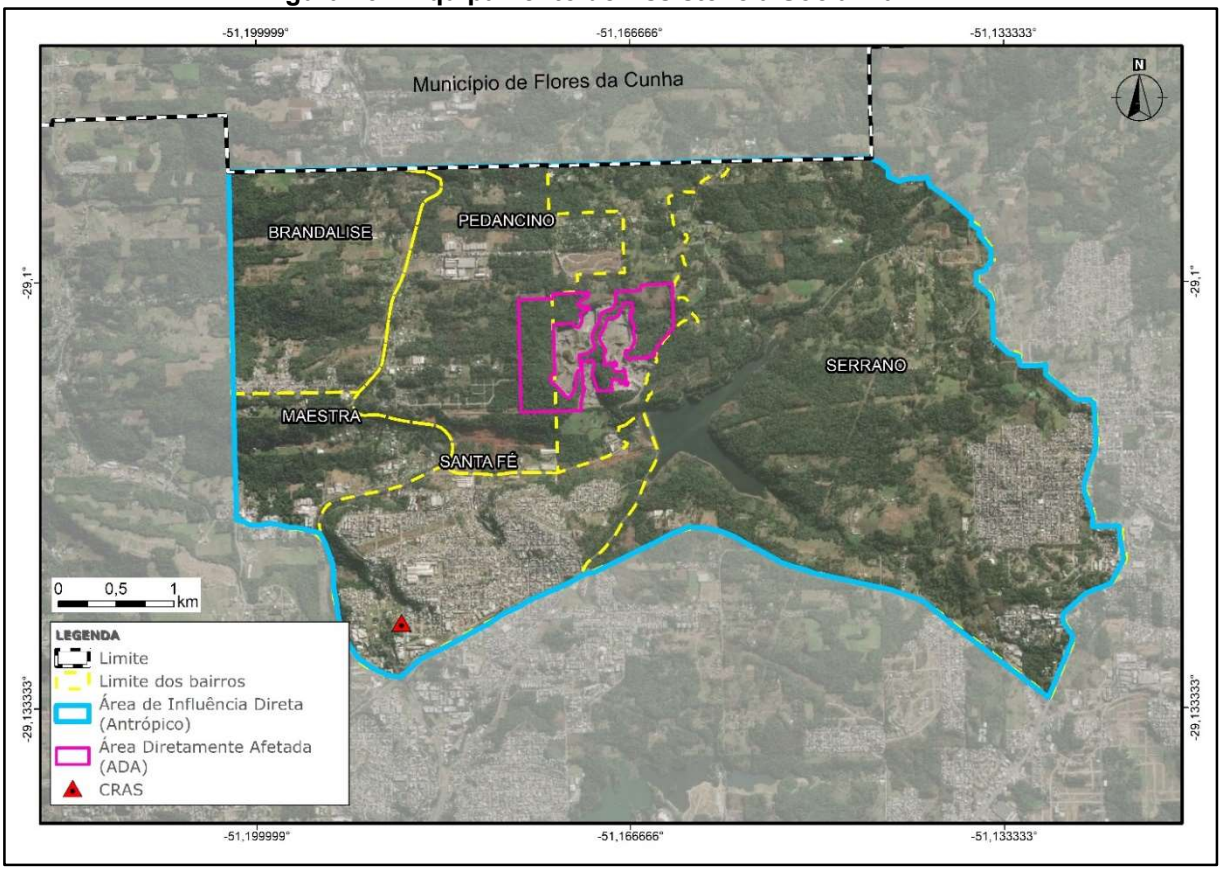
- De proteção básica: ações de caráter preventivo e fortalecedoras de vínculos familiares e comunitários (Unidades e Serviços: Cadastro Único; Inclusão

Social; Pronatec; Casa Brasil; Centro de Referência de Assistência Social - CRAS, entre outros);

- De Média Complexidade: desenvolvidos quando os direitos do indivíduo já foram violados, mas ainda existe vínculo familiar (Unidades e Serviços: CREAS – Medidas Sócio Educativas; Centro Pop Rua; Centro Dia; Serviço de Proteção Especial ao Idoso), e
- De Alta Complexidade: atende situações nas quais os direitos do indivíduo foram violados e o mesmo encontra-se desamparado do afeto familiar. Para estes casos, a Fundação conta com casas de acolhimento.

A FAS também recebe e faz doação de móveis, roupas e alimentos a famílias necessitadas, tendo papel de extrema importância junto às comunidades socialmente vulneráveis. A atuação da Fundação acontece a partir de sua sede, localizada na região central da cidade, e a partir de unidades avançadas nos bairros, chamadas de Centro de Referência de Assistência Social (CRAS). Na AID encontra-se o CRAS Norte, localizado no Bairro Santa Fé, que atua como elo de ligação entre a FAS e a comunidade.

Figura 437. Equipamento de Assistência Social na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.13.4 Esporte e Lazer

Em Caxias do Sul é possível realizar atividades esportivas e de lazer em diferentes áreas espalhadas pelos bairros e distritos do município. Recentemente, foram revitalizados parques e praças e criados novos espaços para atender à demanda das comunidades.

No centro da cidade, os principais locais para a prática de esportes e momentos de lazer são o Parque Municipal Getúlio Vargas e o Parque Cinquentenário. O Parque Municipal Getúlio Vargas, popularmente conhecido como Parque dos Macaquinhos, foi inaugurado na década de 1950 e é o parque público com maior fluxo de usuários no município. Diariamente a população de diversos locais da cidade utilizam as quadras de esportes, ciclovia, pistas de corrida e de skate, parque infantil e Academia da Melhor Idade (AMEI) disponíveis. O Parque Cinquentenário, o mais antigo da cidade, inaugurado em 1925, em homenagem aos 50 anos da colonização italiana na Serra Gaúcha, é utilizado pelo público para caminhadas e também possui uma unidade da AMEI. Durante a Semana Farroupilha são organizados no parque eventos tradicionais da cultura gaúcha.

Figura 438. Parque Getúlio Vargas (Macaquinhos).



Fonte: Jornal Pioneiro (2016).

Figura 439. Parque Cinquentenário.



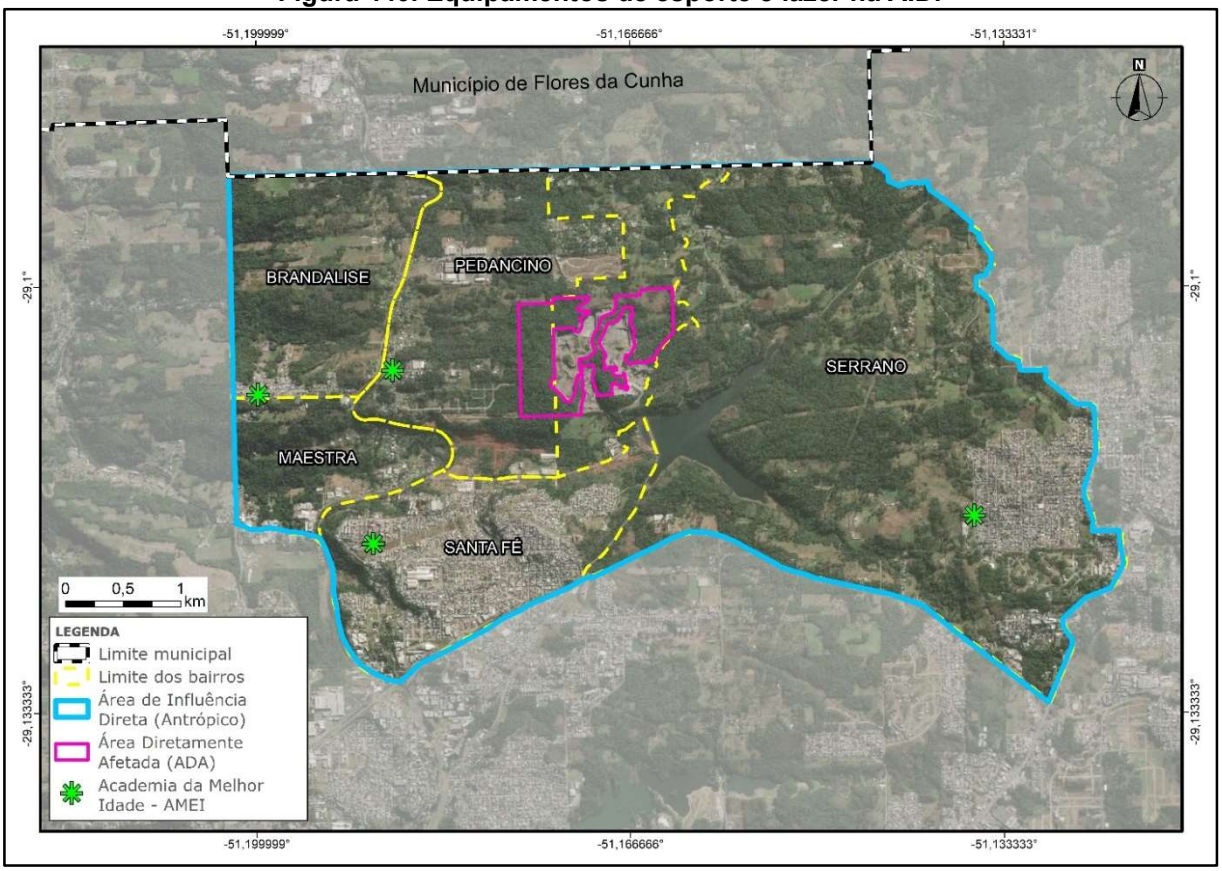
Fonte: Jornal Pioneiro (2018).

A uma distância de apenas três quilômetros da rótula de acesso ao Bairro Santa Fé, encontram-se o Parque Dr. Celeste Gobatto e o Jardim Botânico Armando Alexandre Biazus (localizados junto ao Complexo Dal Bó), configurando-se em ótimas alternativas de lazer para os moradores da região e de outras partes da cidade. Os parques são

arborizados, conservados, e oferecem boa infraestrutura física e de segurança, contando com a constante presença de agentes de segurança pública e privada.

Na AID existem diversas áreas para pratica de esportes e lazer da comunidade. No Bairro Santa Fé encontra-se a Praça Nayr Novello Balbinot que conta com uma AAMEI, com diversos aparelhos de ginástica comunitários. Os bairros Serrano, Brandalise e Pedancino também possuem unidades da AMEI, além de parques infantis.

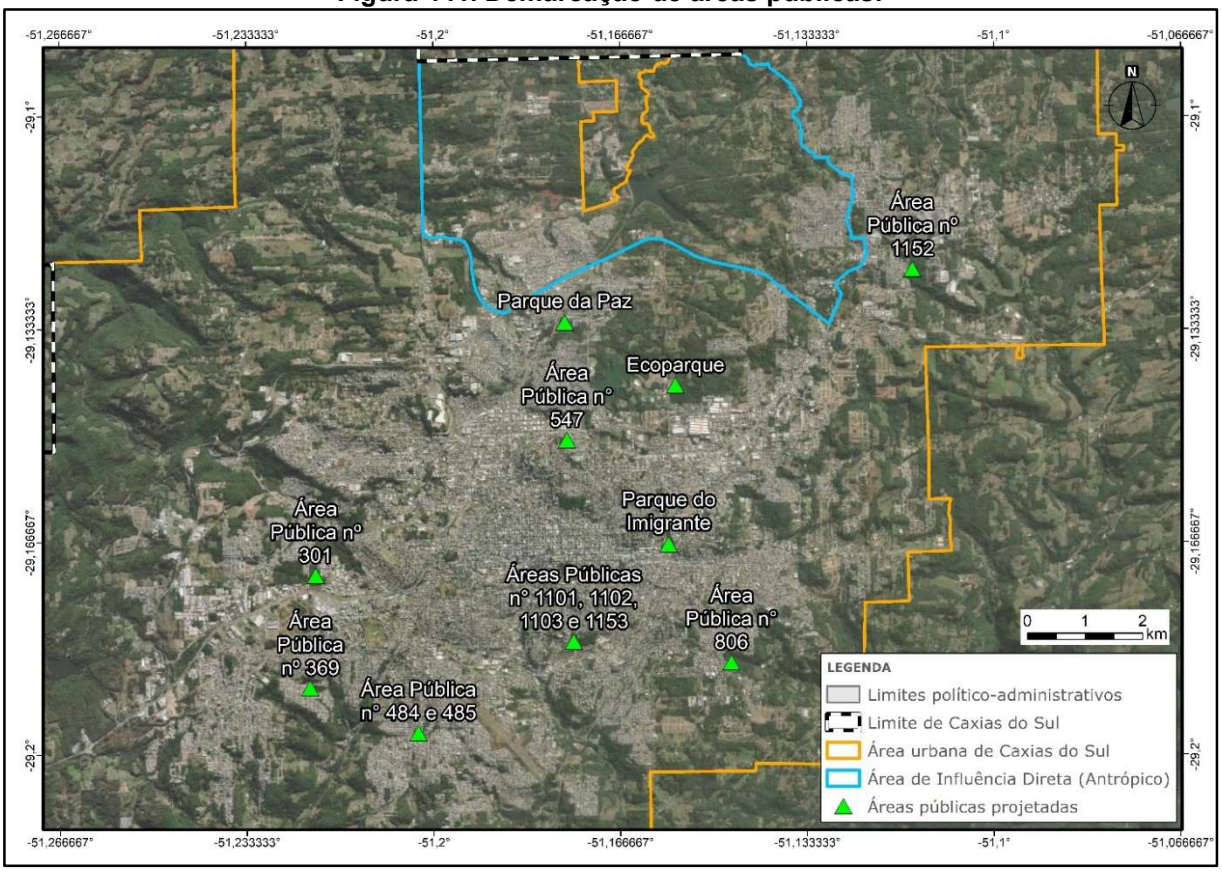
Figura 440. Equipamentos de esporte e lazer na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Referente aos potenciais futuros, na Figura 441 é possível observar que dentro da AID não existem previsões de áreas de lazer público para os próximos anos. Entretanto as informações adquiridas junto ao Plano Diretor Municipal, Lei Complementar n° 589/2019, indicam que na AII estão previstos diversos investimentos, tanto na área de lazer, como infraestrutura e mobilidade, com a implantação de novos tanques de detenção, Praças e Parques, Estações de Tratamento de Esgoto e Estações de transbordo do transporte coletivo.

Figura 441. Demarcação de áreas públicas.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Não existe registro dentro do município, tanto de fontes hidrominerais, quanto de condições climáticas especiais. Entretanto, o município de Caxias do Sul proporciona diversos ambientes naturais para contemplação turística e prática de atividades de recreação, e os que mais se destacam são o Cânion Palanquinhos, Parque das Araucárias, Parque SESI e Parque Mato Sartori.

Localizado no Distrito de Criúva, o Cânion Palanquinhos é uma Unidade de Conservação municipal desde novembro de 2012 e um forte atrativo turístico do município. O Cânion é formado por paredões de 150 metros de altura e conta com opções de trilhas, diversos espaços de contemplação além de vegetação nativa vasta e diversificada.

Outro local que busca relacionar espaço de lazer e contemplação com a natureza é o Parque das Araucárias. Inaugurado em 07/12/2019, o parque localiza-se junto ao Complexo Dal Bó, no bairro Nossa Srª do Rosário. O parque conta com espaços como pistas de caminhada, academia ao ar livre, playgrounds infantis, espaço pet e diversas outras atrações. A utilização do parque vai de encontro de um movimento municipal de

melhor utilizar os espaços próximos aos lagos que foram o Complexo Dal Bó, os quais outrora já abastecerem grande parte do município.

Figura 442. Cânion Palanquinhos.



Fonte: Site Trip dos Paralelos (2016).

Figura 443. Parque das Araucárias.



Fonte: Garden Projetos (2019).

No mesmo complexo está o Parque do SESI – Centro Esportivo Jacintho Maria de Godoy, local onde acontecem o estimulo e fomento público pela prática profissional de práticas esportivas. Além de contar com espaços como quadras poliesportivas, pistas de atletismo e academias, um dos lagos do complexo Dal Bó é utilizado para treinamento de equipes de canoagem, remo e outras modalidades aquáticas.

O Parque Municipal Mato Sartori, é um pulmão verde no centro urbano de Caxias do Sul. Localizado no bairro centro, próximo ao estádio Alfredo Jaconi, o parque tem como objetivo encaminhar o visitante à uma imersão na flora nativa regional, proporcionando experiências que unem conhecimento e atividades diversas. O local tem 6,6ha e as visitas são feitas durante o ano todo, principalmente por grupos de estudantes de escolas, tendo em vista a estrutura qualificada que o local proporciona.

Figura 444. Parque do SESI.



Fonte: Gilmar Gomes (2018).

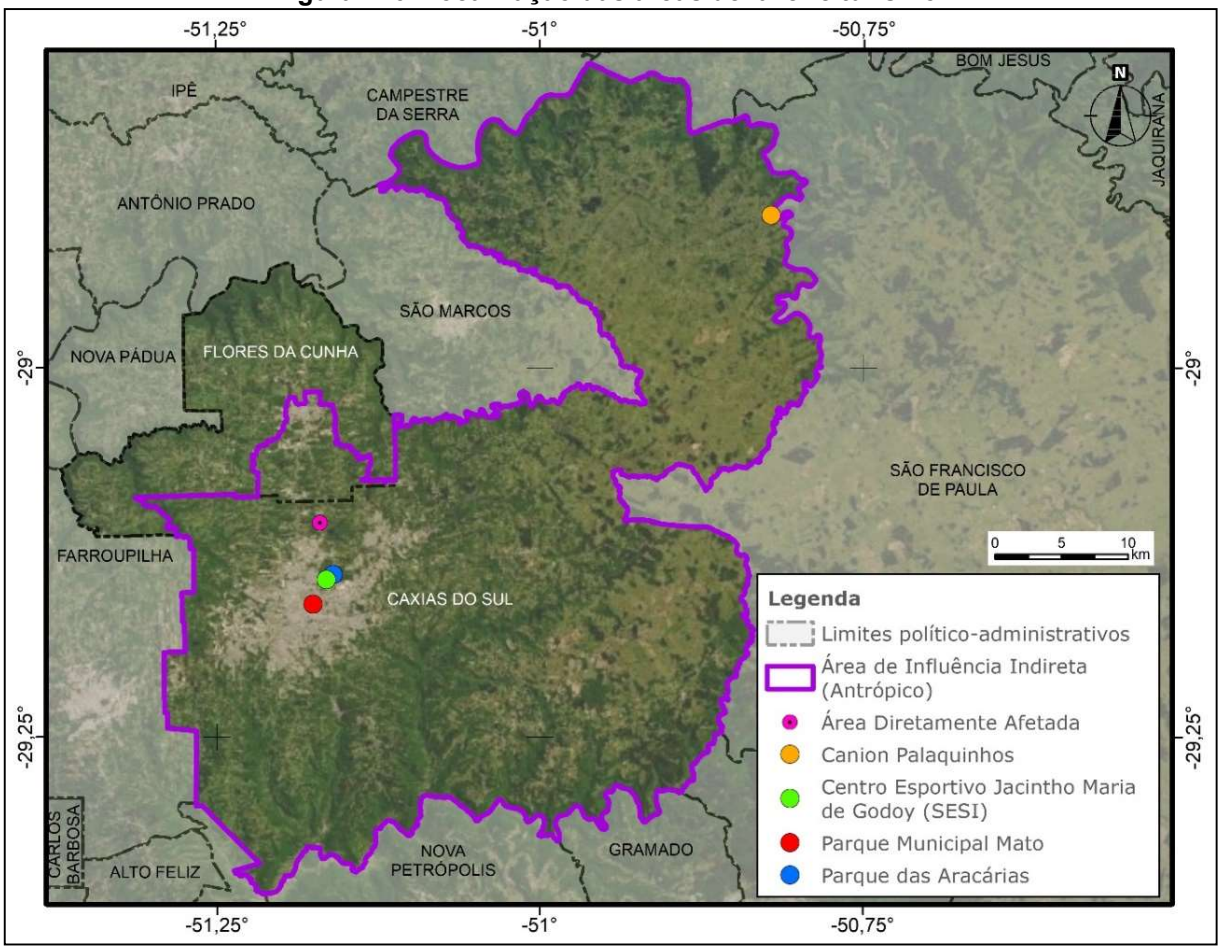
Figura 445. Parque Mato Sartori



Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul (2010).

A localização das áreas de lazer e turismo mencionadas acima podem ser visualizadas a seguir. Essas áreas estão inseridas no município de Caxias do Sul e cabe ressaltar que não existem locais semelhantes em Flores da Cunha na região que integra a AII.

Figura 446. Localização das áreas de lazer e turismo.



Fonte: Garden Projetos (2020).

2.3.13.5 Segurança Pública

O policiamento ostensivo de Caxias do Sul é realizado pela Brigada Militar e recebe apoio da Guarda Municipal. A Brigada Militar possui aproximadamente dez postos de policiamento espalhados em diferentes locais da cidade, assim como os postos do Corpo de Bombeiros, localizados na área central, zona sul, zona norte e zona leste do município. A Guarda Municipal tem como competência geral a proteção dos bens, serviços e logradouros públicos municipais, tendo sua sede localizada no centro da cidade.

No âmbito da administração municipal, em 2005 foi criada a Secretaria Municipal de Segurança Pública e Proteção Social (SSPPS), que tem como objetivo elaborar e

executar políticas municipais integradas, com foco na prevenção e combate à violência em todos os bairros e distritos do município. A Secretaria abriga: a Diretoria de Segurança Alimentar - responsável pela gestão de restaurantes comunitários; a Coordenadoria da Mulher; a Coordenadoria da Juventude - gestora de ações educativas e preventivas; a Coordenadoria da Igualdade Racional, e também é responsável pela gestão das atividades da Guarda Municipal. No ano de 2017 foi inaugurada em Caxias do Sul uma nova Central de Polícia Civil, localizada no Bairro Jardim América, a cerca de 6,4 km da AID, além disso, ainda existem outras duas unidades de Polícia Civil no centro da cidade. Atualmente não existem postos de policiamento nos bairros que compõem a AID.

Figura 447. Central de Polícia Civil.



Fonte: Portal Leouve (2017).

Figura 448. Posto da Guarda Municipal.



Fonte: Rádio Caxias (2019).

2.3.13.6 Organização Comunitária

Em Caxias do Sul existem cerca de 208 Associações de Moradores dos Bairros (AMOB) distribuídas em vários bairros e loteamentos do município. As AMOBs exercem papel fundamental na representatividade dos moradores junto ao poder público. As ações feitas pelas associações auxiliam a comunidade como um todo e organizam demandas que futuramente podem ser executadas pela prefeitura. Atividades de integração também são de extrema importância, tendo em vista o caráter comunitário destas instituições. Existe também a União das Associações de Bairro (UAB), que trabalha em união com as AMOBs, fortalecendo o vínculo das comunidades com o poder público.

Dentre os cinco bairros que compõem a AID, apenas o Bairro Pedancino não tem AMOB, os demais possuem liderança comunitária ativa e sede física inserida no território dos bairros.

2.3.13.7 Cultura e Religião

Em relação aos aspectos culturais, Caxias do Sul tem exercido papel de destaque no cenário nacional, tendo recebido o título de Capital Nacional da Cultura no ano de 2008 e o 1º lugar no índice de Gestão Municipal em Cultura.

A Secretaria Municipal da Cultura administra a Casa de Cultura Percy Vargas de Abreu e Lima, localizada no centro da cidade e que abriga a Biblioteca Pública Municipal, o Teatro Pedro Parenti e a Galeria de Arte Gerd Bornheim. Há também o Departamento de Memória e Patrimônio Cultural, que congrega o Museu Municipal, o Departamento do Arquivo Histórico, o Museu da Casa de Pedra, o Memorial Atelier Zambelli, o Museu da Uva e do Vinho Primo Slomp, o Museu dos Ex-Combatentes da II Guerra Mundial, o Patrimônio Tombado e o Monumento ao Imigrante. A cidade também dispõe de um centro de cultura, localizado na zona central, o Centro de Cultura Dr. Henrique Ordovás Filho, que abriga o Telecentro, a sala de cinema Ulysses Geremia, o Salão de Arte e Sala de Exposições.

Figura 449. Museu da Casa de Pedra.



Fonte: Prefeitura de Caxias do Sul (2015).

Figura 450. Centro de Cultura Dr. Henrique Ordovás Filho.



Prefeitura de Caxias do Sul (2019).

Caxias do Sul foi colonizada, principalmente, por imigrantes italianos e isto trouxe a crença religiosa, principalmente a católica, como um dos pilares da sociedade que foi constituída. O município abriga templos de diferentes religiões, tendo destaque no

cenário turístico a Igreja São Sepulcro, Igreja São Pelegrino, a Catedral Diocesana Santa Teresa, entre outras inúmeras capelas centenárias existentes em localidades do interior.

Figura 451. Igreja de São Pelegrino.



Fonte: CAU/RS (2019).

Figura 452. Catedral Diocesana Santa Teresa.



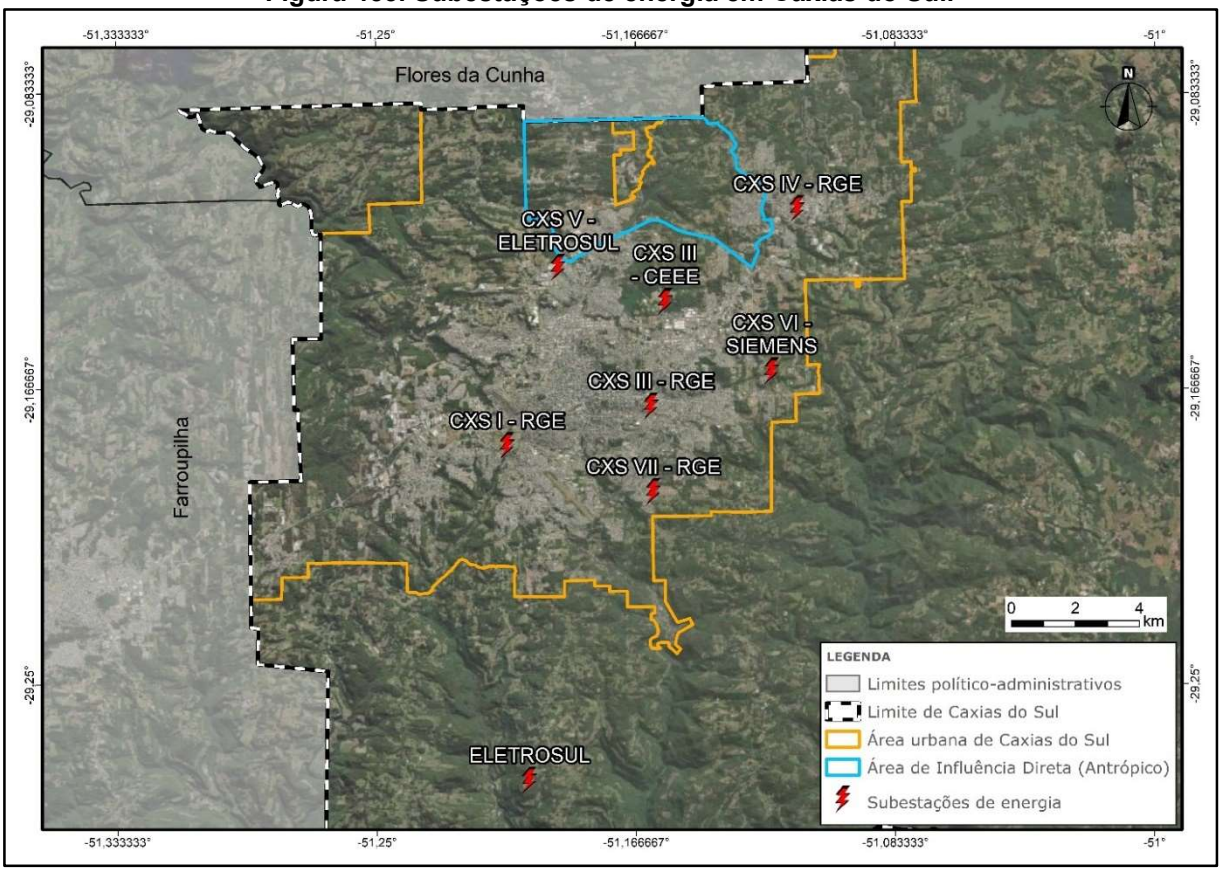
Fonte: Jornal Pioneiro (2016).

Na AID existem igrejas de diferentes religiões localizadas em todos os bairros que foram a área de influência. Estes espaços religiosos, muitas vezes, têm sua sede dentro de pequenas residências, com isso não é possível precisar exatamente quantos existem na área. Na AID não há registros de espaços culturais.

2.3.13.8 Energia Elétrica

A concessão dos serviços de energia elétrica em Caxias do Sul pertence a Rio Grande Energia (RGE), com sede local, que também atende outros 27 municípios na região. De acordo com dados disponibilizados pela Prefeitura de Caxias do Sul, o suporte de energia elétrica no município é oriundo do sistema interligado brasileiro e se dá na tensão de 230/60 KV. As subestações de propriedade da RGE (Figura 453), totalizam potência instalada de 204 MVA. A extensão de rede concedida existente no município é de 5,3 mil quilômetros (considerando rede de média e baixa tensão). A seguir pode ser observado que não existem subestações no interior da AID. As demais estão localizadas em diversos pontos da área urbana do município.

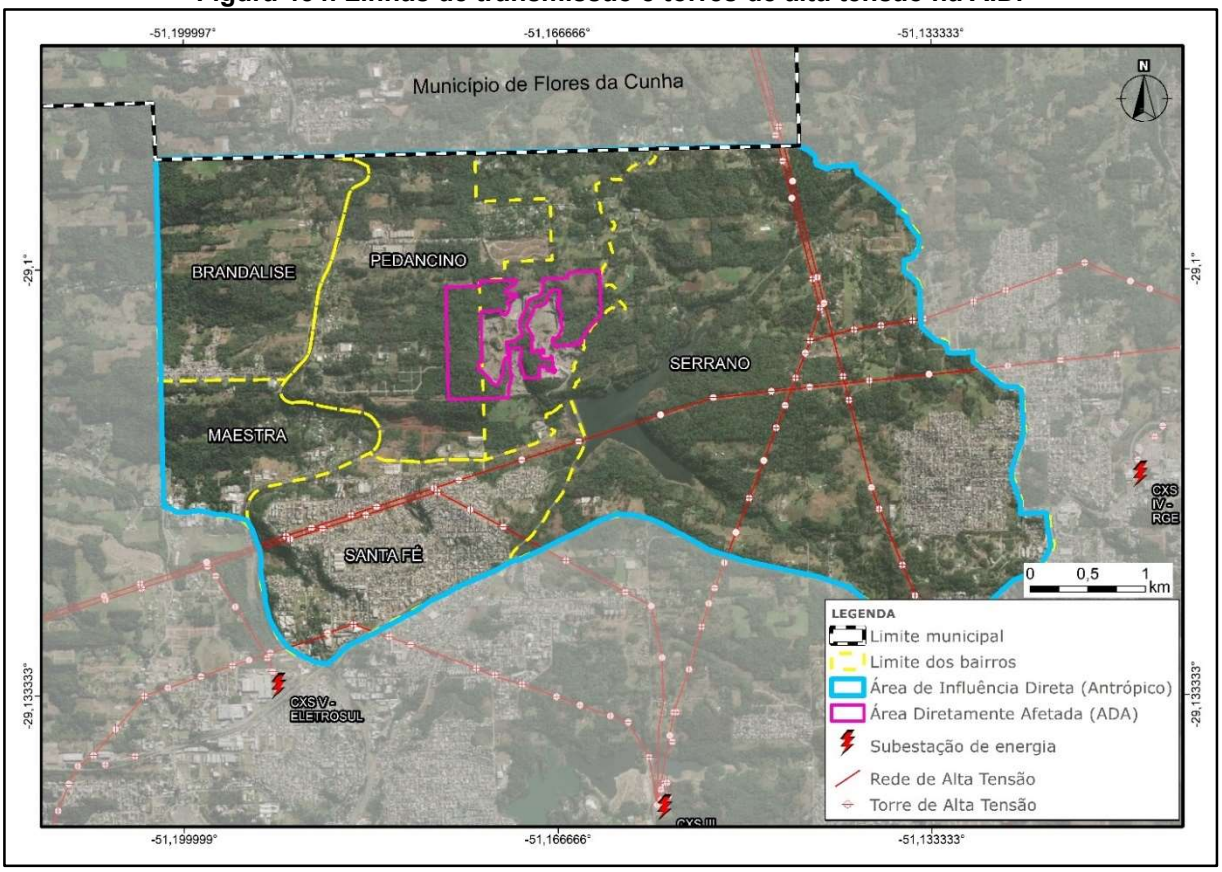
Figura 453. Subestações de energia em Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Em relação à AID, buscou-se identificar as linhas de transmissão de energia elétrica e torres de alta tensão existentes. Foram mapeadas, 47 torres e um total de 19,33 km de extensão de linhas de alta tensão que passam por essa região. A localização delas pode ser observada na Figura 454.

Figura 454. Linhas de transmissão e torres de alta tensão na AID.



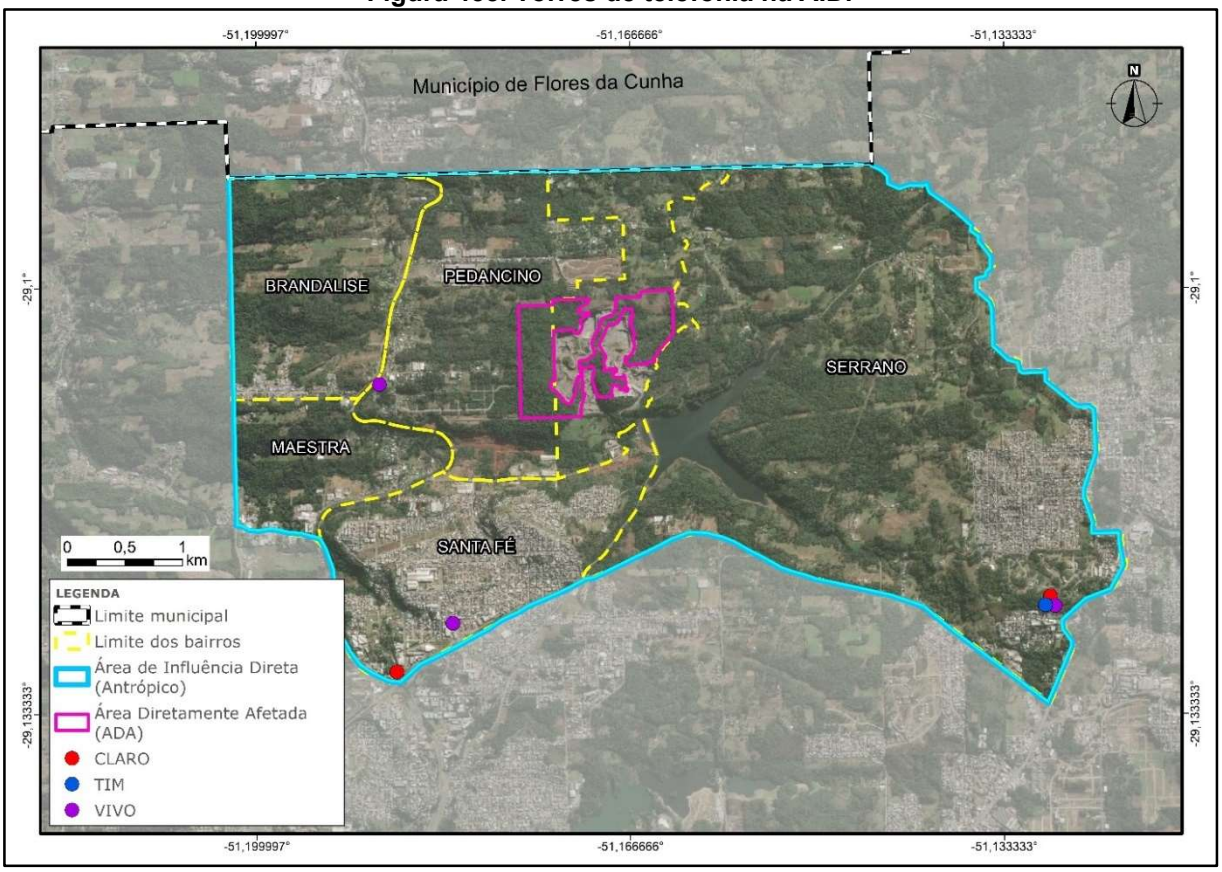
Fonte: Garden Projetos (2019).

Não irão ocorrer aberturas de acesso e instalação de canteiros de obras, considerando que se trata da expansão de uma área de lavra de rocha já existente. Não existem na área do empreendimento linhas de transmissão, rodovias, dutos e pontes. As linhas de transmissão mais próximas ao empreendimento podem ser observadas na Figura 27 e a Figura 28 demonstra a situação das rodovias e pontes no entorno da área de estudo.

2.3.13.9 Telefonia

O município conta com cobertura das maiores redes de telefonia fixo e móvel do país, com sinais de redes disponíveis na AID. Além da empresa NET (Claro) que opera no município, a empresa Vivo atua em duas tecnologias, rede de fibra ótica e cabeamento de cobre e a tecnologia wireless e a empresa OI/Brasil Telecom S.A. também opera no município, porém é a única que não possui torre de telefonia na AID, como mostra a Figura 455.

Figura 455. Torres de telefonia na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.13.10Áreas para fins turísticos e de lazer

A localização das áreas de lazer da AID pode ser observada na Figura BJ Esses locais tratam-se de áreas públicas ocupadas por academias para prática de esportes denominadas Academia da Melhor Idade (AMEI). AS AMEIS contam com aparelhos de ginástica que possibilitam a realização de movimentos corporais com uso de sobrecarga, movimentando os grandes grupos musculares e o sistema cardiorrespiratório. A responsabilidade do projeto é da Secretaria do Esporte e Lazer (SMEL), que adquire o equipamento, instala e realiza a manutenção. Um ponto fundamental desse trabalho é a existência de orientação aos praticantes, realizada por estudantes de educação física que atuam de forma gratuita para a população local.

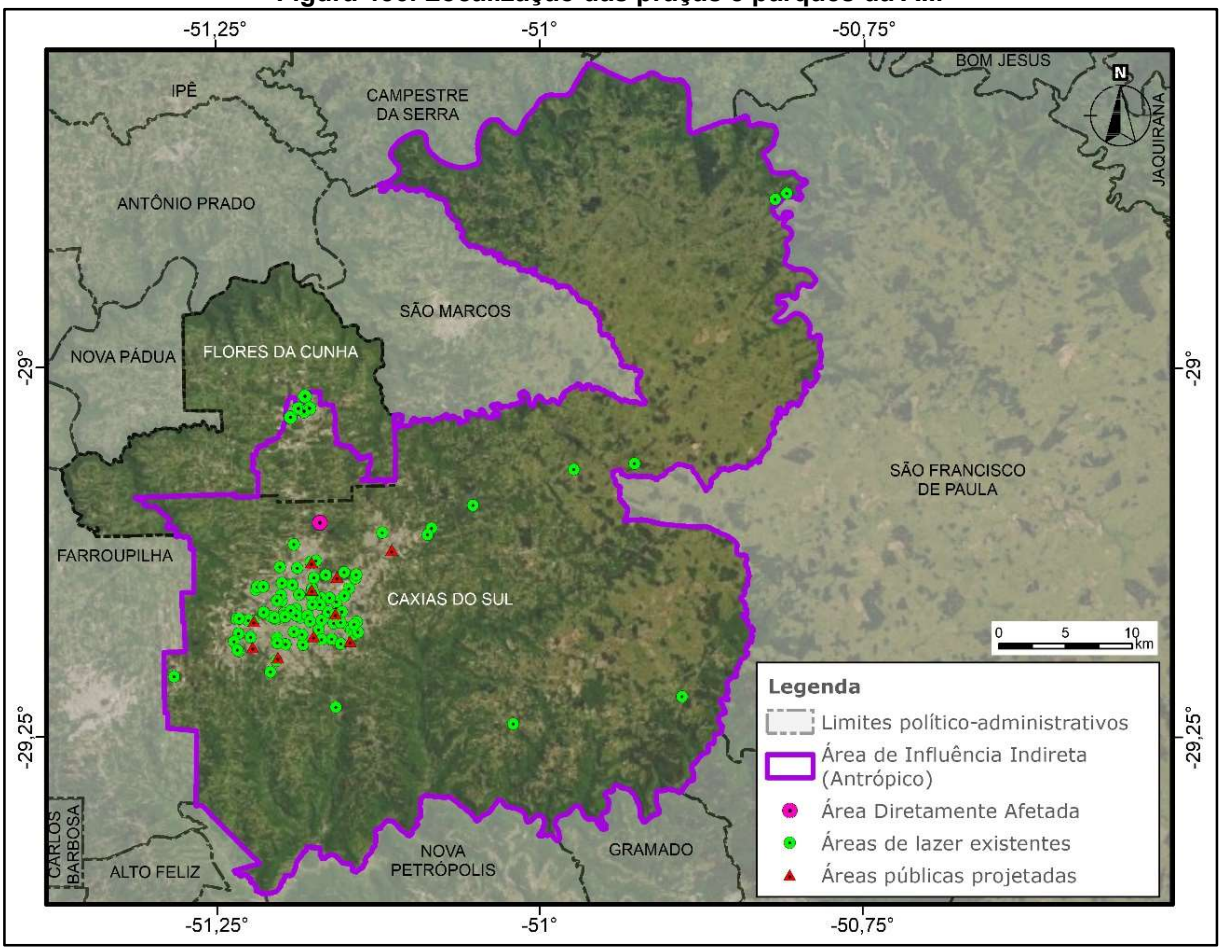
Tabela 72. Localização das áreas de lazer na AID.

AMEI	Endereço
Brandalise	Avenida Pinheiros, nº 943, B. Brandalise
Pedancino	Travessão Vitor Emanuel, s/nº, B. Pedancino
Santa Fé	Avenida Santa Fé, s/nº, B. Santa Fé
Serrano	Rua Anacleto Vidor, nº 1617, B. Serrano

Fonte: SMEL (2020).

As áreas de uso para fins turísticos e de lazer, bem como as de potencial futuro, localizadas na AID e AII são apresentadas na figura abaixo. Foram mapeados todos os parques, praças e áreas públicas destinadas a prática de exercícios, recreação, dos municípios de Caxias do Sul e Flores da Cunha inseridos na AII. Os equipamentos de lazer podem ser observados também nas PRANCHAS 06B e 06C.

Figura 456. Localização das praças e parques da AII.



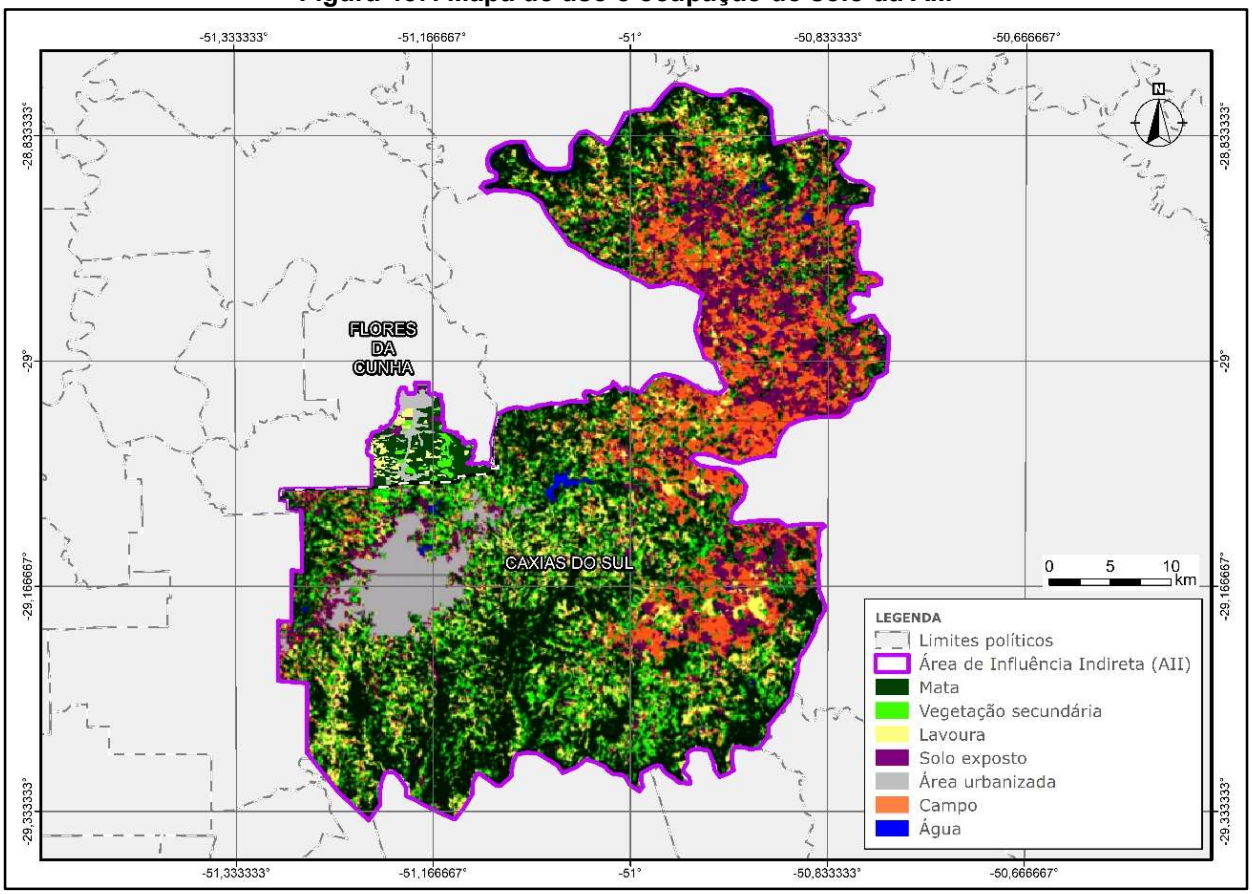
Fonte: Garden Projetos (2020).

2.3.14 Descriminação dos usos do solo nas áreas de influência do empreendimento

2.3.14.1 Uso e Ocupação do Solo na AII

Para o estudo de uso e ocupação do solo na AII considerou-se a integração de dados de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), conforme Schlindwein *et al*. (2007, p. 1103-1107).

Figura 457. Mapa de uso e ocupação do solo da AII.

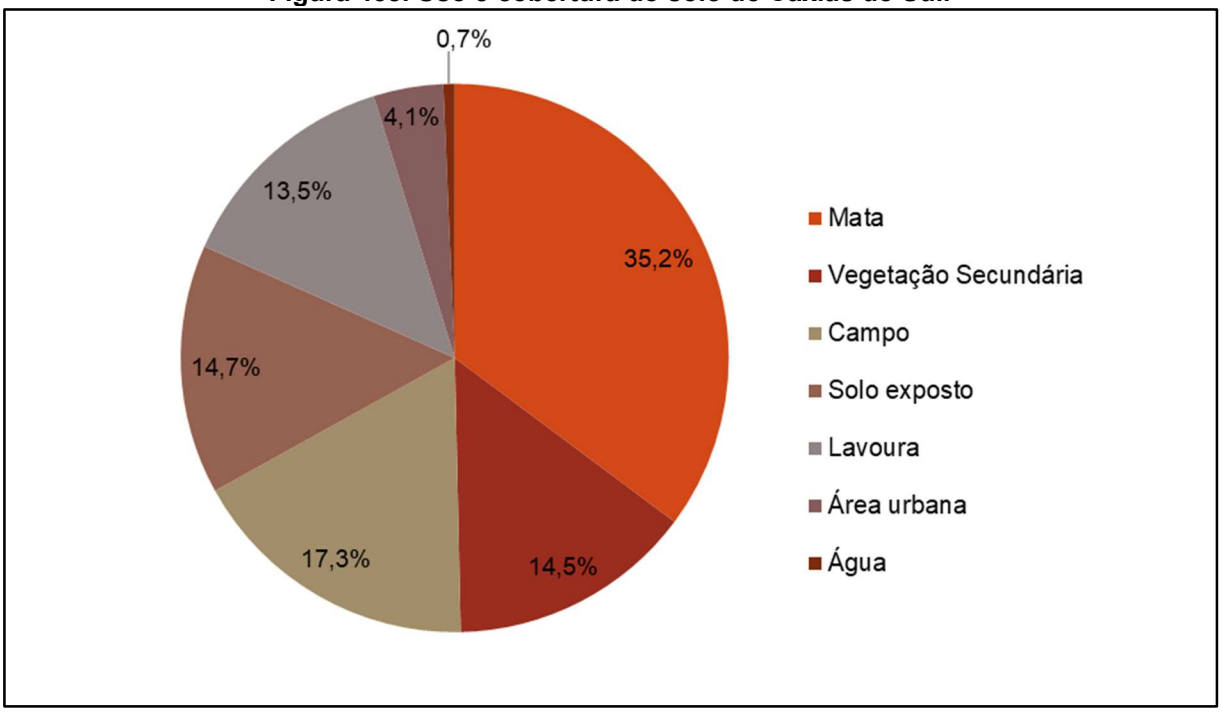


Fonte: Adaptado de Schlindwein et al. (2007)

Conforme dados extraídos do estudo, a cobertura do município se dá principalmente por mata, compondo 35,21% da área municipal. Na porção nordeste do município concentra-se a maior parte da vegetação rasteira representada pelo campo, o que caracteriza 17,25% da área de cobertura. Ainda, cerca de 14% caracteriza-se como vegetação secundária, encontrada principalmente no entorno dos rios e arroios.

Pode-se observar que a parcela de solo exposto e lavoura representam 14,73% e 13,56% respectivamente, somando 28,29%. Enquanto o solo exposto representa a área de preparação de cultivo, as lavouras são áreas com um cultivo efetivamente implantado. A área urbana do município representa 4,11% e a cobertura por águas 0,67%, onde observa-se grandes áreas de reservatórios, conforme demonstra a Figura 458.

Figura 458. Uso e cobertura do solo de Caxias do Sul.



Fonte: Adaptado de Schlindwein et al. (2007)

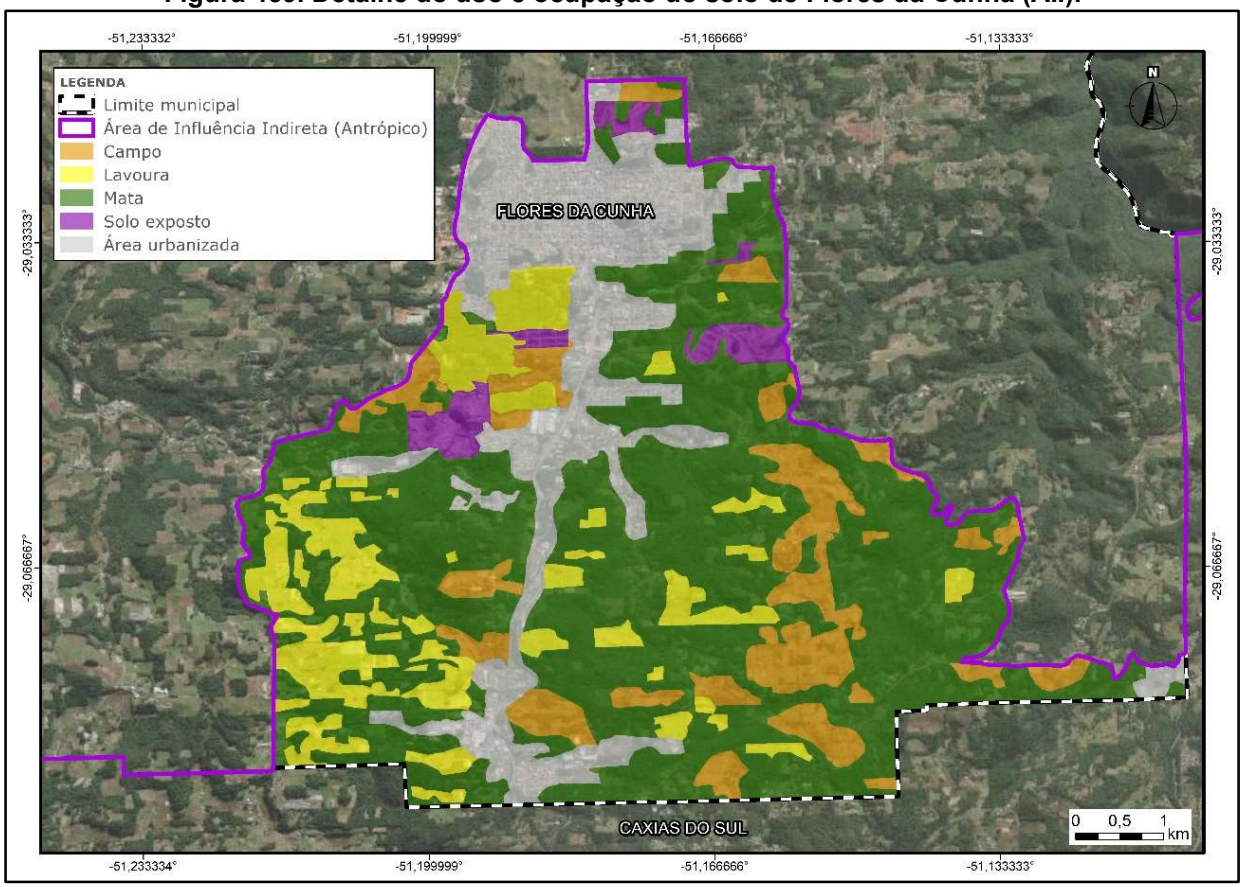
Flores da Cunha possui uma extensão territorial de aproximadamente 272.7 km². No entanto, apenas uma porção do município de 47,7 km² compõe a AII. Com relação ao uso e ocupação do solo dessa região, grande parte está inserida em área de mata. As áreas urbanizadas também ocupam boa parte da AII, considerando que praticamente toda zona urbana do município foi levada em consideração para delimitar a AII do meio socioeconômico. As áreas de lavoura também se destacam no uso do solo de Flores da Cunha, tendo em vista que, a região possui diversas propriedades de agricultura familiar, que exercem um forte papel na economia do município. As áreas de solo exposto localizam-se em diversos pontos do município, principalmente em terrenos em fase de urbanização. As áreas de uso e ocupação do solo podem ser observadas na tabela abaixo.

Tabela 73. Uso e ocupação do solo de Flores da Cunha (AII).

Uso e Ocupação do Solo	Área (m²)	Percentual (%)
Mata	25.593.107,48	53,6
Área urbanizada	9.349.342,12	19,6
Lavoura	5.915.781,40	12,4
Campo	5.540.046,18	11,6
Solo exposto	1.310.304,30	2,7
Total:	**47.708.581,49**	**100,0**

Fonte: Google Earth (2020).

Figura 459. Detalhe do uso e ocupação do solo de Flores da Cunha (All).



Fonte: Garden Projetos (2020).

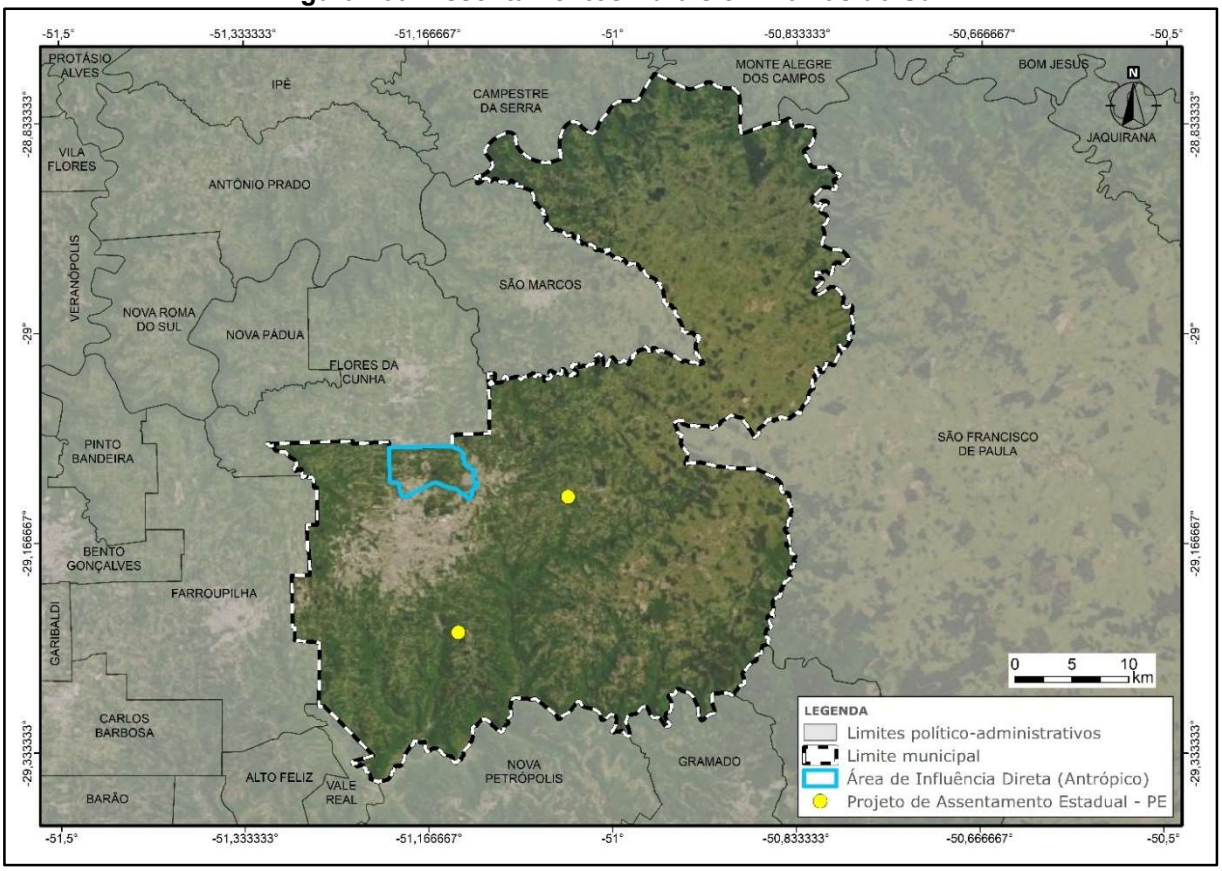
Conforme o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), assentamento rural é um conjunto de unidades agrícolas independentes, chamadas de parcelas, lotes ou glebas, que são entregues pelo INCRA a uma família sem condições econômicas para adquirir e manter um imóvel rural. Os trabalhadores rurais comprometem-se a morar e explorar a parcela para o seu sustento utilizando a mão de obra familiar.

Conforme dados do INCRA, há dois assentamentos rurais no município de Caxias do Sul. Eles encontram-se sob responsabilidade do estado e são enquadrados na modalidade de Projetos de Assentamento Estadual (PE).

Um dos assentamentos é denominado PE Alto da Serra e localiza-se em área rural próxima ao Bairro Galópolis, conforme demonstra a Figura 460. Este possui capacidade de assentar 11 famílias, porém encontra-se ocupado por 15 unidades familiares, segundo as Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária. Possui área de 291,243 hectares e sua criação foi em 15 de maio de 2002.

O outro assentamento encontrado no município é denominado PE Zumbi dos Palmares II e localiza-se no distrito de Fazenda Souza. A capacidade deste é de 11 famílias, porém está sendo ocupado por 5. Ainda, conforme dados do INCRA, possui área de 33,625 hectares e sua criação foi em 30 de agosto de 2004.

Figura 460. Assentamentos Rurais em Caxias do Sul



Fonte: Garden Projetos (2020).

Conforme observa-se na figura anterior, os assentamentos não se encontram dentro do limite da AID.

2.3.14.2 Uso e Ocupação do Solo na AID

A Área de Influência Direta (AID) possui cerca de 2.602,48 hectares e é formada pelos bairros Santa Fé, Serrano, Brandalise, Pedancino e Maestra. Além disso, parte da AID está localizada em área rural, próximo a localidade de Nossa Senhora das Dores. Quanto a comunidades rurais, apenas a comunidade de Nossa Senhora das Dores está inserida em área rural. Os bairros que formam a AID possuem características diversas e foram consolidados em épocas diferentes.

Nos bairros Santa Fé, Brandalise, Pedancino e Serrano existem a presença de Academias da Melhor Idade (AMEI), voltadas para a prática de esportes, que estão instaladas em áreas públicas. Esses locais são configurados como áreas de lazer da comunidade e ficam abertos ao público em tempo integral. No interior da AID não existem áreas voltadas para o turismo e paisagens de beleza cênica.

Com relação ao uso do solo na AID, foram identificadas em imagem de satélite (ano de 2018), as principais classes de uso e ocupação e analisadas as características individuais de cada bairro, sendo elas: área urbanizada, vegetação arbórea, vegetação herbácea (campo, gramínea, arbustos, etc.), lavoura, solo exposto e os corpos d'água.

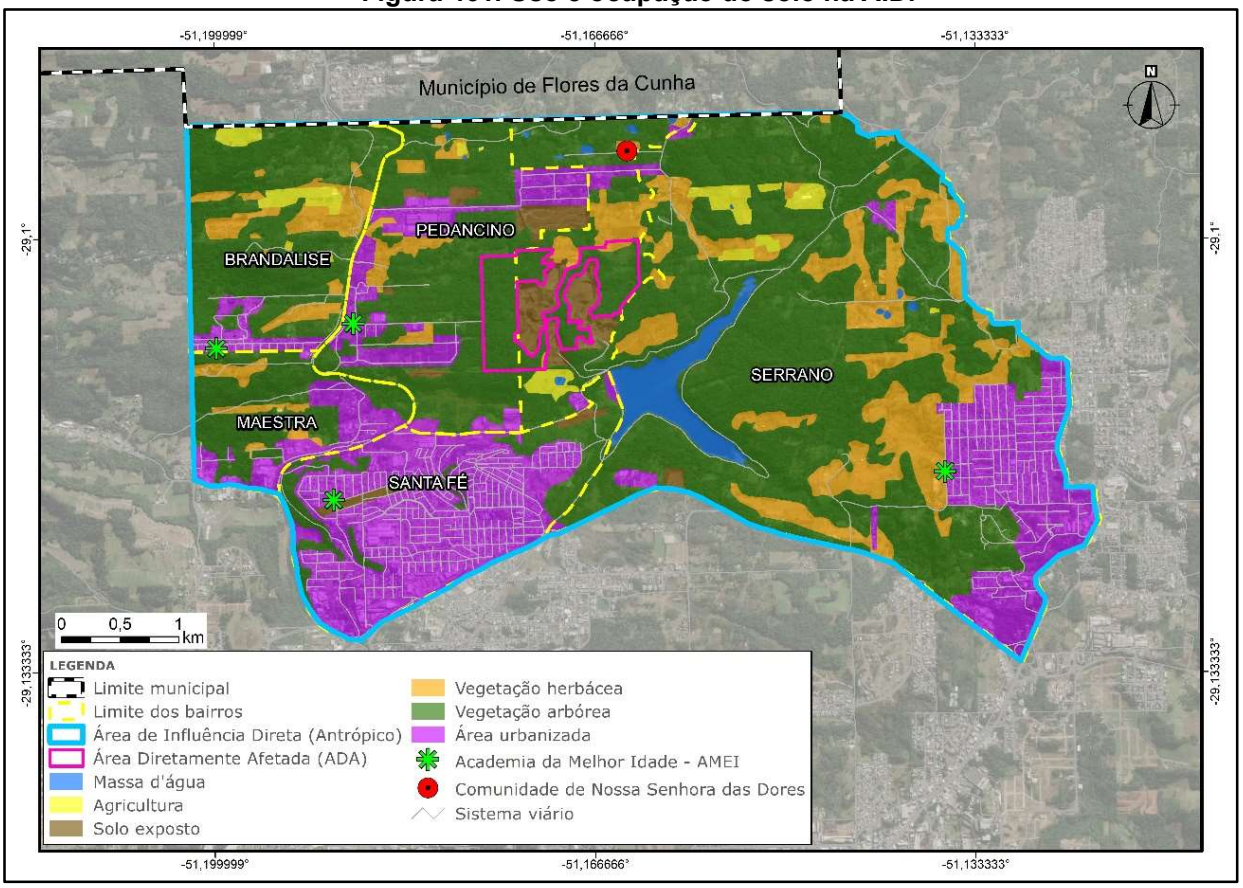
Dessa forma, é possível afirmar que, embora esteja inserida em zona predominantemente urbana, mais da metade da AID é coberta por vegetação arbórea. Todos os bairros, exceto o Santa Fé, possuem uma extensa área arborizada, com destaque para o Bairro Serrano, que possui mais da metade do seu território (aproximadamente 59%) coberto por árvores nativas e exóticas.

Quanto as áreas urbanizadas, dentre os bairros que compõem a AID, o Bairro Santa Fé possui a maior área ocupada pela população, com cerca de 78% do espaço. Os bairros Maestra, Brandalise e Pedancino possuem aglomerados urbanos pequenos, devido ao fato de serem relativamente novos.

É possível observar também que na AID existem áreas utilizadas para lavouras em pequenas propriedades de agricultura familiar. Essas áreas são encontradas nos bairros Brandalise, Pedancino e Serrano. Também são identificadas áreas com solo exposto, nos bairros Santa Fé e Pedancino, principalmente em terrenos destinados para implantação de novos condomínios e loteamentos.

A distribuição das principais classes de uso e ocupação do solo na AID estão representadas na Figura 461.

Figura 461. Uso e ocupação do solo na AID.



Fonte: Garden Projetos (2020)

Tabela 74. Uso e ocupação do solo na AID.

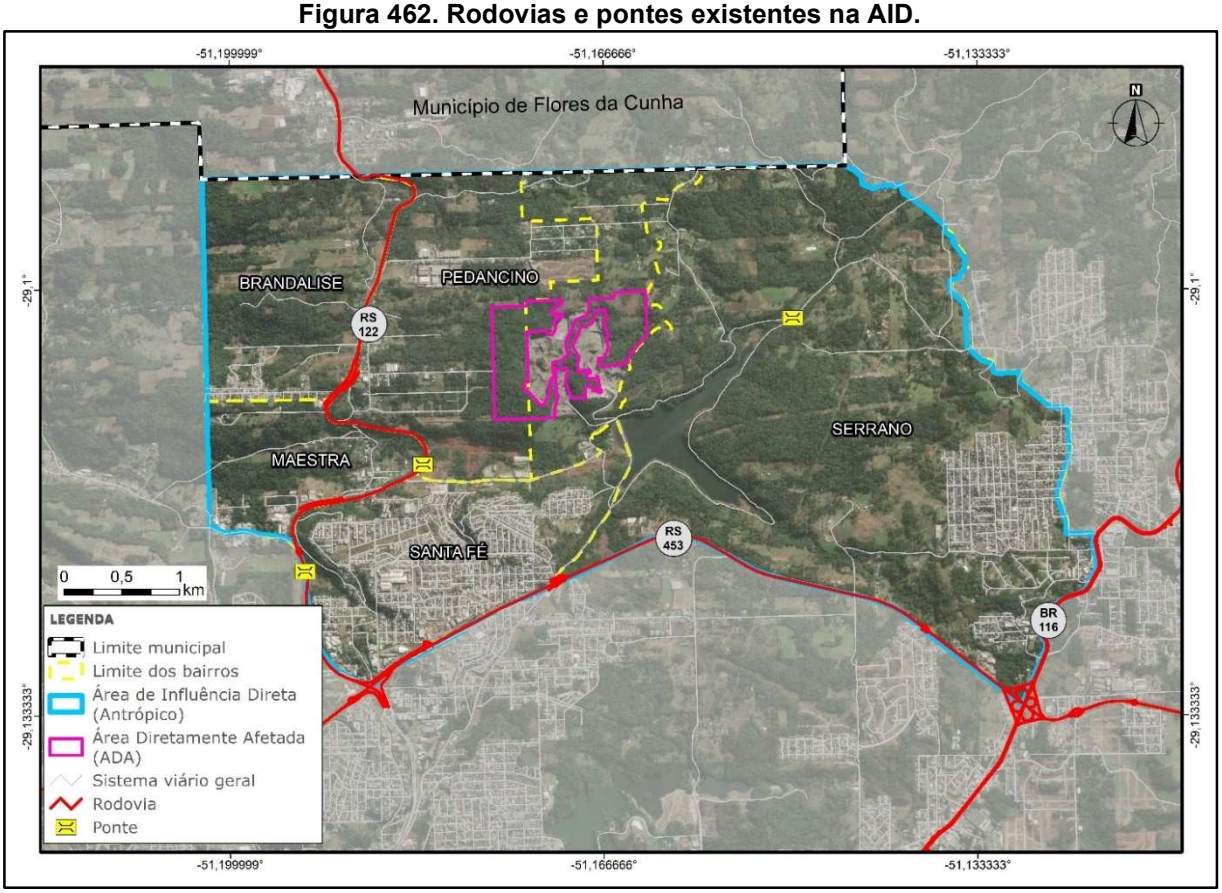
Uso do Solo na AID	Área na AID (hectares)	Percentual de uso na AID (%)
Vegetação arbórea	1.467,99	56,4
Área urbanizada	624,19	24,0
Vegetação arbustiva/herbácea	332,16	12,8
Solo exposto	61,16	2,4
Massa d'água	53,39	2,1
Agricultura	50,07	1,9
Solo exposto	13,53	0,5
TOTAL	**2.602,48**	**100,0**

Fonte: Google Earth (2019).

Com relação ao sistema viário da AID, existem cerca de 125,76 km de vias locais entre todos os bairros e uma extensão rodoviária de 19,17 km. Seguindo a hierarquia viária, as vias de maior importância são as Rodovias. Estas fazem as ligações entre os diversos municípios do estado e também podem fazer a ligação destes em âmbito nacional. Dentre as Rodovias de maior importância, a BR-116, RSC-453, e RS-122 passam pela AID, conforme demonstrado na Figura 462. Ainda, conforme a mesma

figura, é possível observar a existência de infraestruturas fundamentais para as ligações de vias sobre os cursos de água existentes, as pontes localizadas na Rodovia RS-122 e na Estrada Municipal Ernesto Suliani.

Figura 462. Rodovias e pontes existentes na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O mapa de uso e ocupação do solo na Área de Influência Direta (PRANCHA 16) mostra a delimitação dos bairros que compõe a AID. Além disso, no uso do solo são representadas as aglomerações populacionais, delimitados como “área urbanizada”. Nas áreas urbanizadas encontram-se as concentrações urbanas onde, de maneira geral, vivem a população dos bairros em questão.

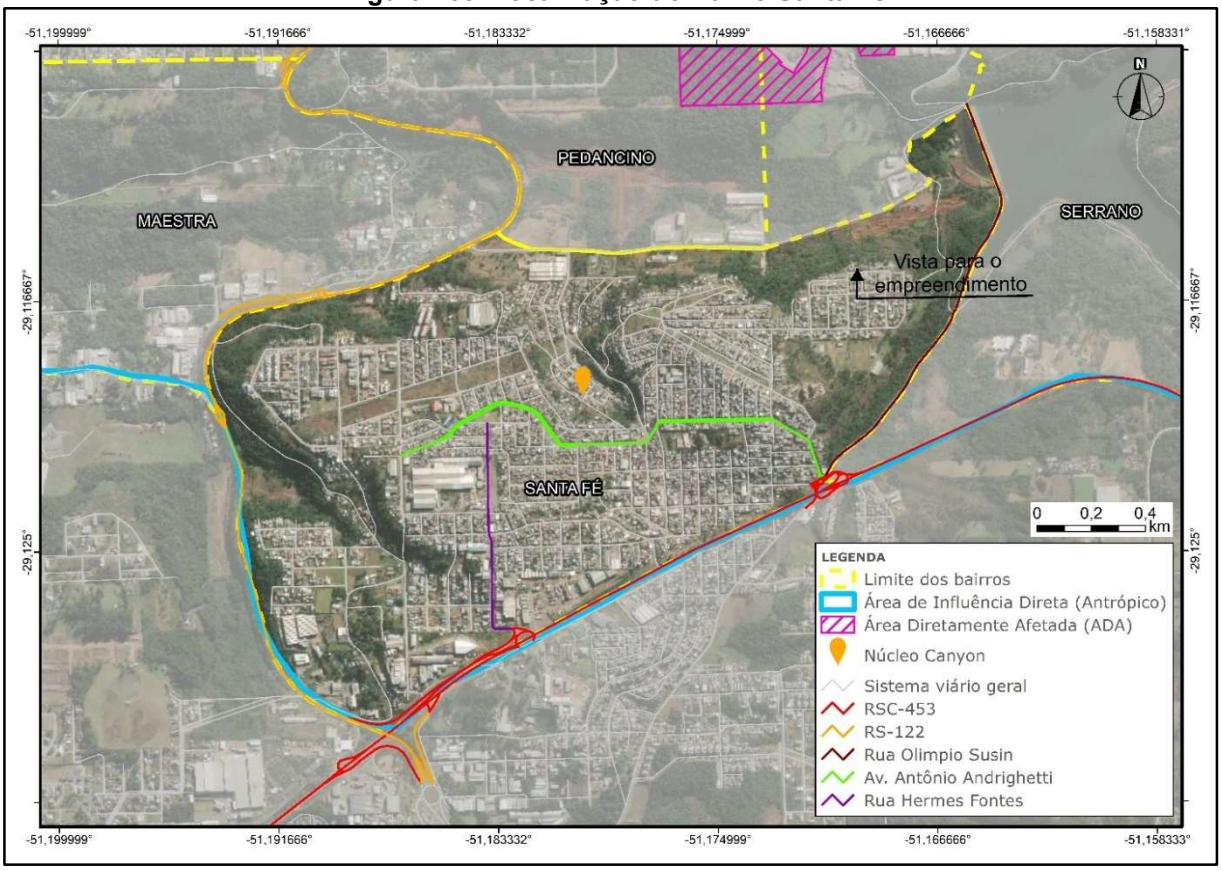
2.3.14.3 Bairro Santa Fé

O Bairro Santa Fé está localizado ao sul da ADA e tem como principal acesso à Rodovia RSC-453. Além disso, a Rua Hermes Fontes e a Avenida Antônio Andrighetti são importantes vias locais que ligam a Rodovia RSC-453 a área central do bairro.

O Santa Fé surgiu no ano de 1968 como uma ocupação irregular (na época conhecido como Núcleo Santa Fé) e ficava isolado da área urbana de Caxias do Sul.

Atualmente, conforme Censo 2010, o Santa Fé é o bairro mais populoso do município, com 20.019 habitantes.

Figura 463. Localização do Bairro Santa Fé.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Dentro do bairro, em sua porção norte, se desenvolveu mais tarde uma nova aglomeração humana irregular, em área denominada Núcleo Canyon, que recebe este nome devido à sua forma similar a um “canyon”. A região possui topografia com grande declividade, apresentando paredões de rocha exposta, um arroio na porção sul e uma rede de alta tensão que corta o interior do Núcleo. Estas características tornam inadequada ao uso residencial em 70% de sua área, segundo técnicos da Secretaria Municipal da Habitação (SMH).

O núcleo se desenvolveu, ilegalmente, em área verde destinada aos loteamentos vizinhos. Segundo a SMH, as primeiras moradias surgiram em 1985, mas a maior ocupação aconteceu a partir de 1992. No ano de 1995, haviam 220 famílias e em 1996, cerca de 443. No ano de 1998 a área do Canyon foi descaracterizada, tendo seu status de área verde alterado para área de uso habitacional, conforme Lei Municipal 5.040/98, para fins de regularização da região. Atualmente o núcleo é constituído por

aproximadamente 600 casas, sendo 300 delas em setor de risco efetivo de deslizamento (SMH, 2012).

Figura 464. Avenida Antônio Andrighetti, Bairro Santa Fé.



Figura 465. Núcleo Canyon, Bairro Santa Fé.



Fonte: Garden Projetos (2019).

No limite nordeste do Bairro Santa Fé pode-se visualizar a área atual do empreendimento e a ADA com facilidade. A região encontra-se a uma distância de 1,12 km do centro da ADA.

Figura 466. Vista para a área do empreendimento do Bairro Santa Fé



Figura 467. Vista para a área do empreendimento do Bairro Santa Fé.



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.14.4 Bairro Serrano

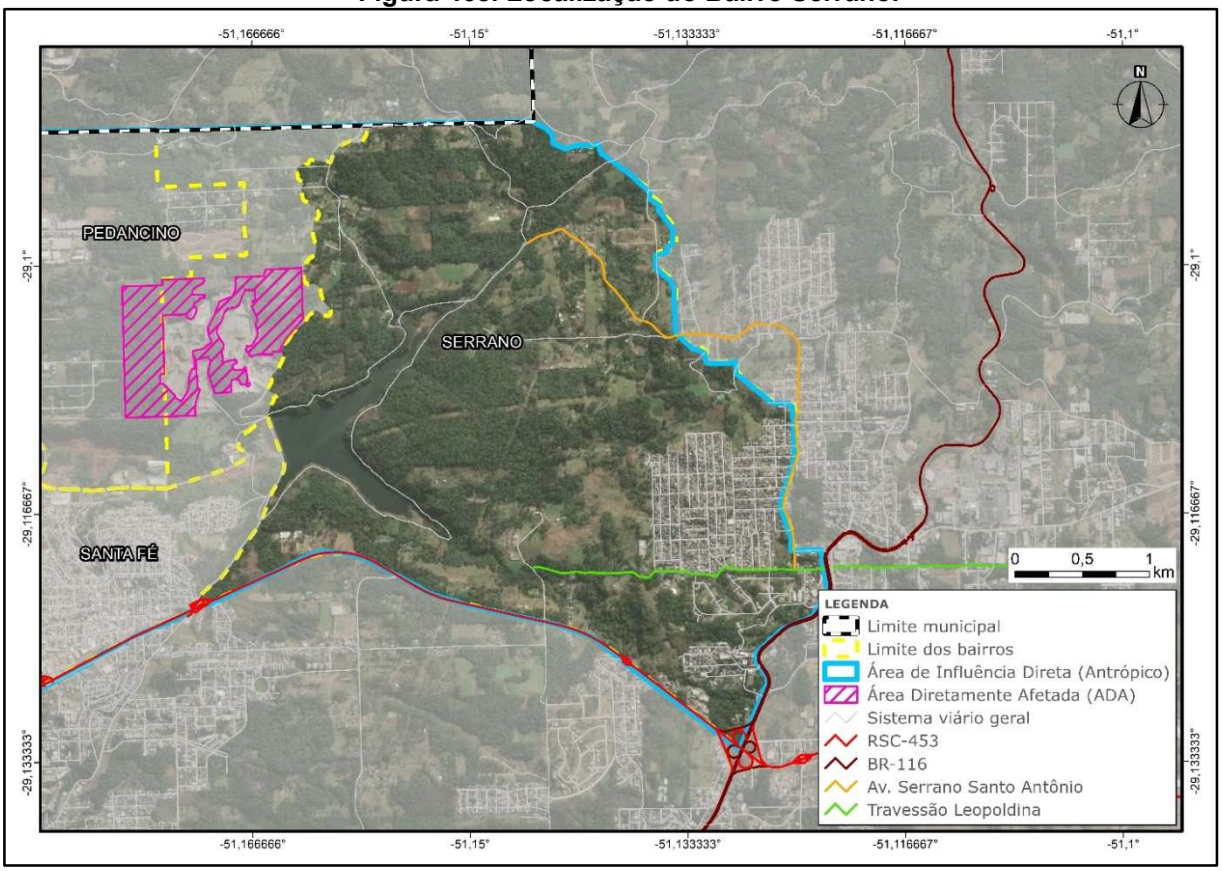
Outro importante aglomerado urbano formador da AID é o Bairro Serrano, que possui uma população de aproximadamente 12.000 habitantes. O Bairro Serrano está localizado a leste da área do empreendimento e pode ser acessado principalmente pelas

rodovias RSC-453 e BR-116. As principais vias no interior do bairro são a Avenida Serrano Santo Antônio e o Travessão Leopoldina, como mostra a Figura 468.

O Serrano foi ocupado no final da década de 70 por pessoas originárias da região dos Campos de Cima da Serra, remetendo a este fato a sua denominação. Inicialmente, o bairro surgiu como loteamento irregular, mas no ano de 2005 foi regulamentado com o Programa Serrano Legal, que visa a regularização fundiária e arquitetônica para uma área que compreende 2.060 lotes.

O aglomerado urbano do Bairro Serrano é o que está mais longe da ADA, dentre todos da AID (cerca de 3,9 km), como mostra a Figura 468. Dessa forma, é possível dizer que a população do Serrano é a menos afetada pelos possíveis impactos que o empreendimento possa causar.

Figura 468. Localização do Bairro Serrano.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 469. Rua Vitor Borges Vieira, Bairro Serrano.



Fonte: Garden Projetos (2019).

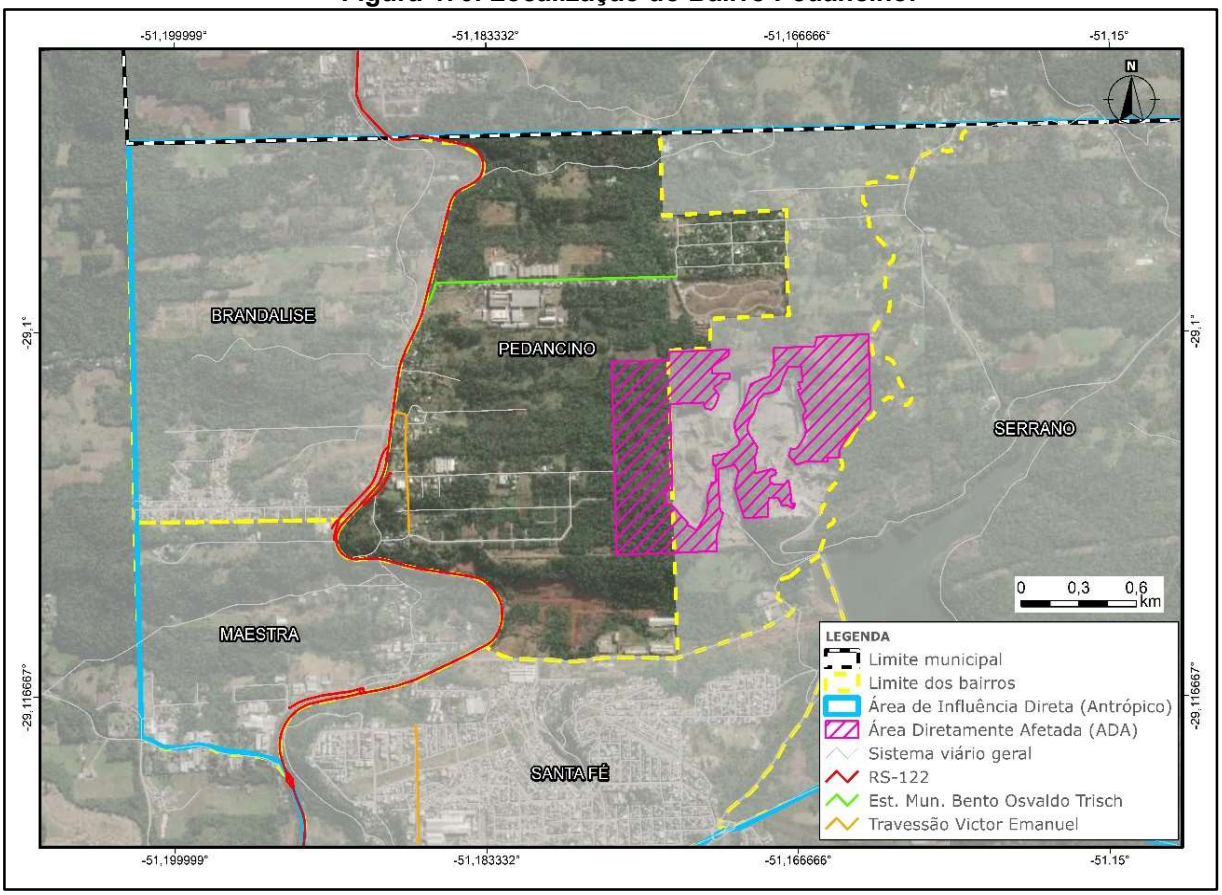
2.3.14.5 Bairro Pedancino

O Bairro Pedancino localiza-se a oeste da área do empreendimento, tendo como principal via de acesso à RS-122. O bairro possui dois pequenos núcleos urbanos que podem ser acessados pela Estrada Municipal Bento Osvaldo Trisch e pelo Travessão Victor Emanuel. A população total dessas áreas é de aproximadamente 414 habitantes, segundo o Censo 2010.

O Bairro Pedancino é ocupado por residências de porte médio e por um condomínio particular de alto padrão que está localizado a norte da ADA. Além disso, existem diversas indústrias de grande porte, de diversos ramos como fabricação de plástico, motores elétricos, gerenciamento de energia e transportes.

Como pode ser observado na Figura 470, grande parte da Área Diretamente Afetada do empreendimento está inserida no Bairro Pedancino.

Figura 470. Localização do Bairro Pedancino.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 471. Estrada Municipal Bento Osvaldo Trisch, Bairro Pedancino.



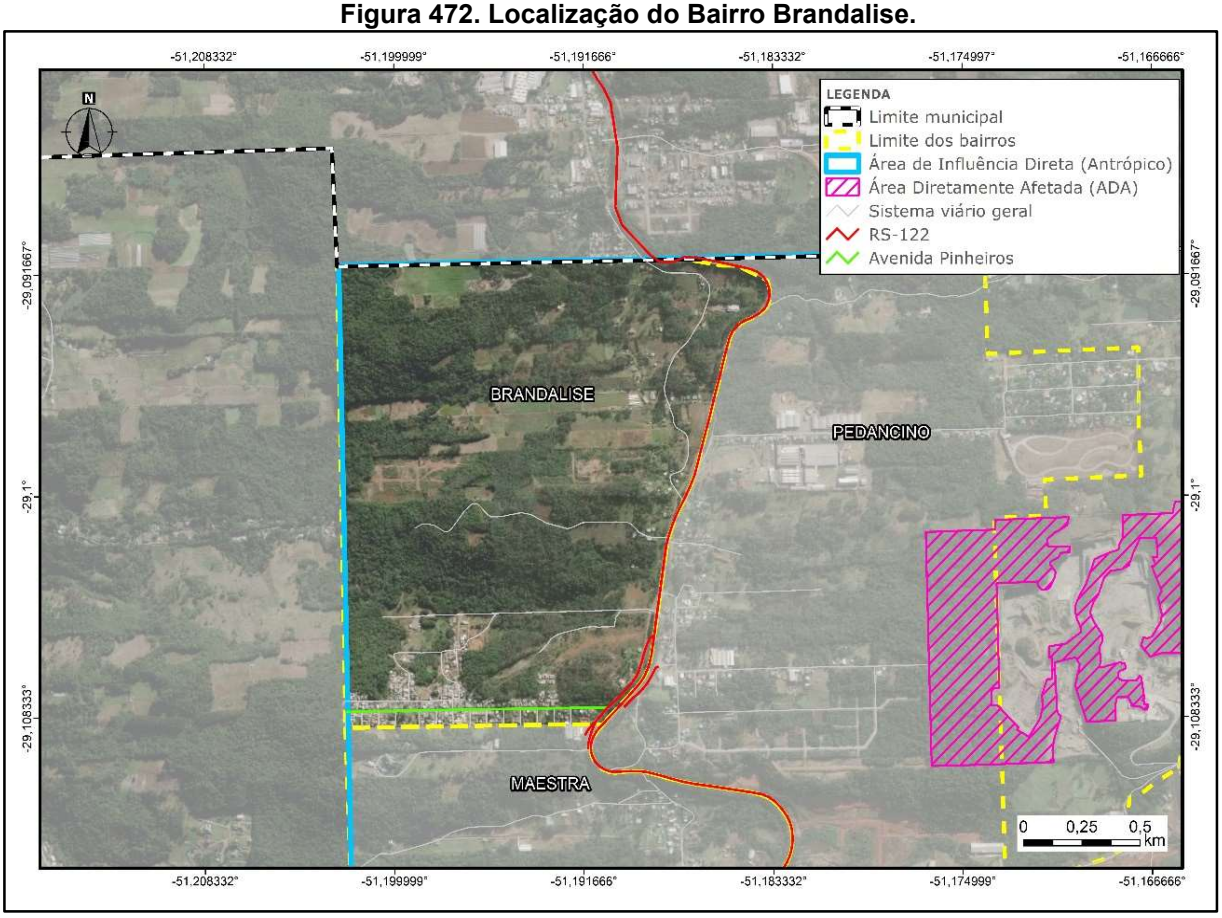
Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.14.6 Bairro Brandalise

O Bairro Brandalise está localizando a noroeste do empreendimento e tem como principal via de acesso à Rodovia RS-122. O Brandalise possui um aglomerado urbano pequeno, inserido na porção sul do território, com cerca de 1.482 habitantes. A Avenida Pinheiros é a principal via local e cruza toda a extensão da área urbanizada do bairro.

Na sua porção norte o bairro faz divisa com o município de Flores da Cunha e é ocupada por propriedades rurais. A figura abaixo demonstra a localização do Bairro Brandalise em relação a ADA.

Figura 472. Localização do Bairro Brandalise.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 473. Avenida Pinheiros, Bairro Brandalise.



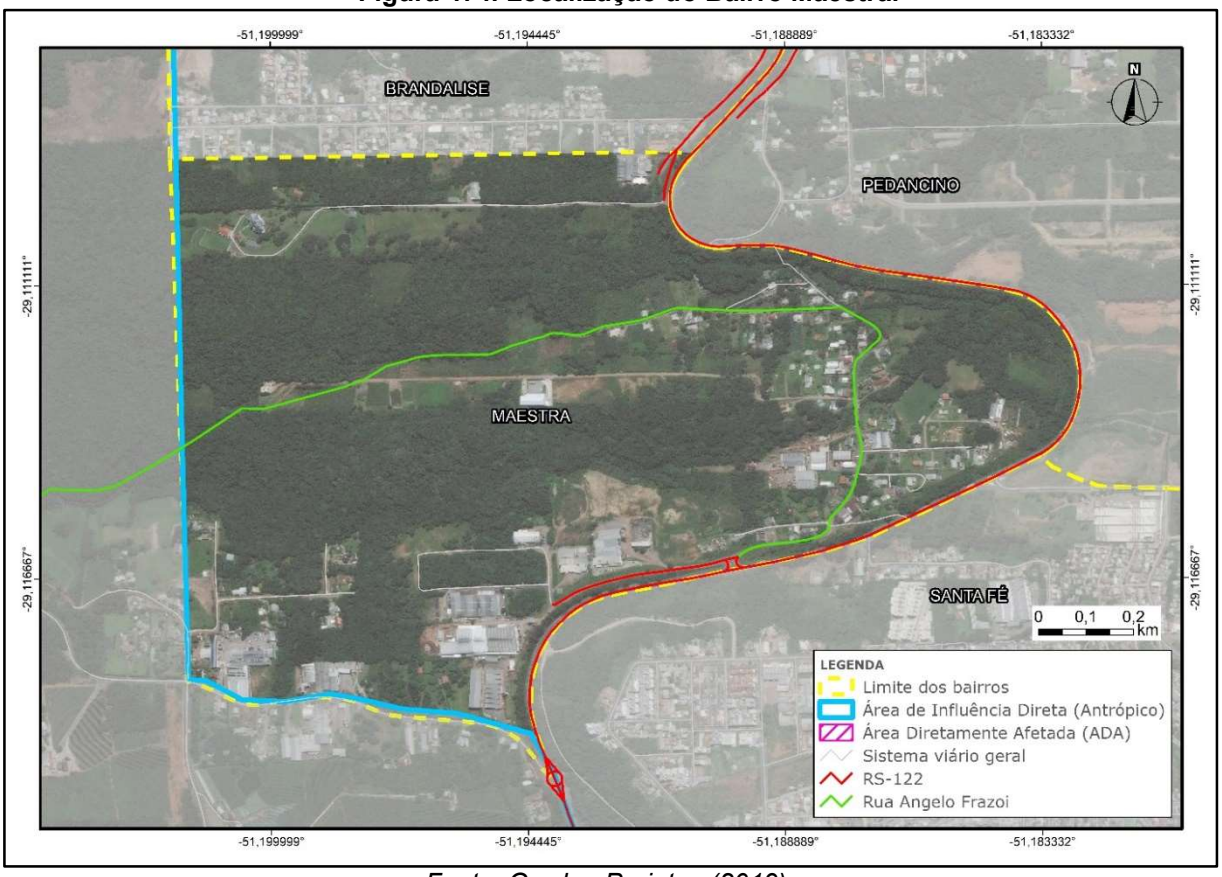
Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.14.7 Bairro Maestra

O último bairro formador da AID é o Bairro Maestra. Este, localiza-se a sudoeste do empreendimento e tem como principal via de acesso à Rodovia RS-122. A via interna que faz ligação com a rodovia e o principal núcleo urbano do bairro é a Rua Angelo Franzói. O Bairro Maestra possui a menor população dentre todos na AID, com cerca de 262 habitantes e é um dos bairros mais novos do município.

Semelhante ao Bairro Pedancino, o Maestra também possui diversas indústrias no seu interior. É possível encontrar principalmente empresas no ramo de fabricação de plásticos e borrachas. Na Figura 474 pode ser visualizada a localização do Bairro Maestra.

Figura 474. Localização do Bairro Maestra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 475. Rua Angelo Franzói, Bairro Maestra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

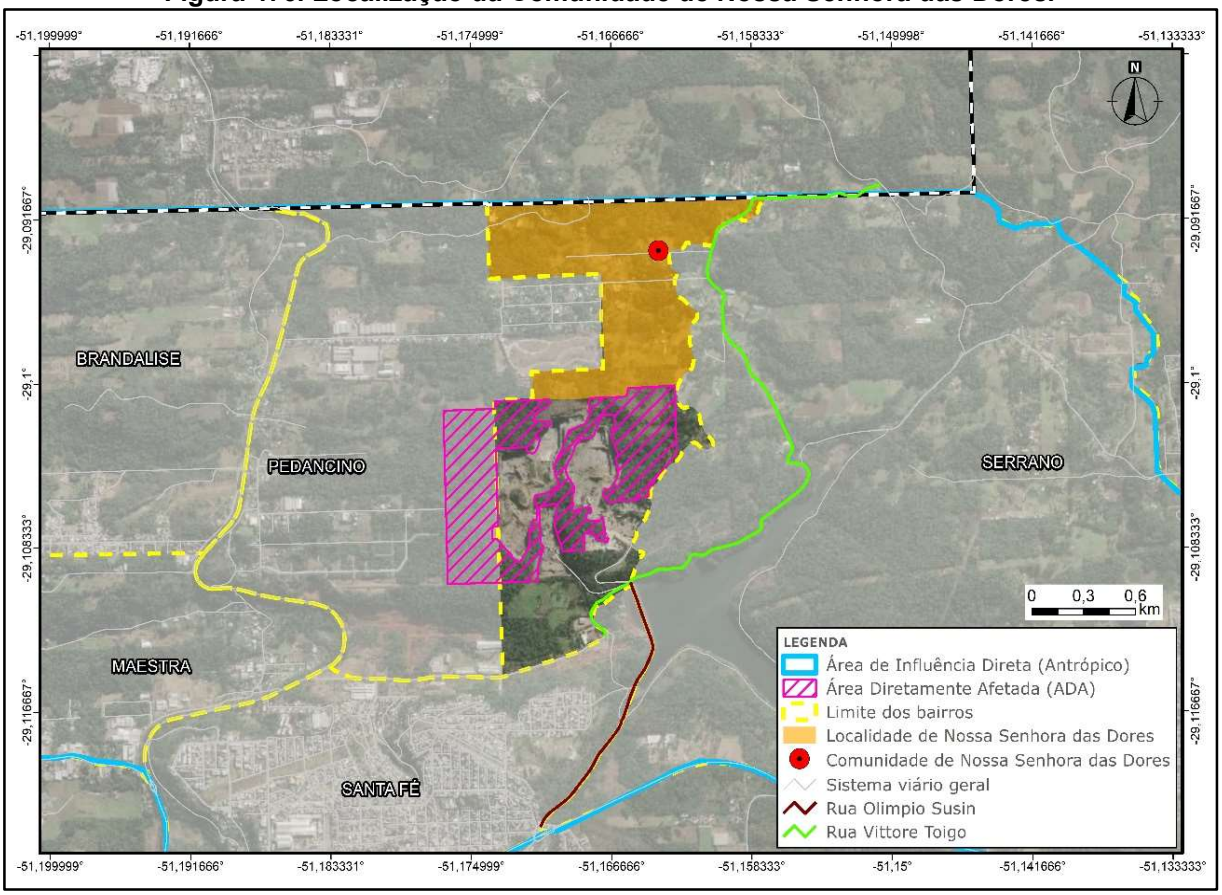
2.3.14.8 Comunidade de Nª Senhora das Dores

A comunidade rural de Nossa Senhora das Dores localiza-se a norte da ADA e faz divisa ao norte com o município de Flores da Cunha, a leste com o Bairro Serrano, ao sul com o Bairro Santa Fé e a leste com o Bairro Pedancino. Mais da metade da ADA está inserida nessa região, que é acessada principalmente pela Rua Vittore Toigo.

A localidade de Nossa Senhora das Dores é constituída pela porção em área rural localizada ao norte do empreendimento até o limite de Flores da Cunha, como é mostrado na Figura 476. A comunidade rural onde se localiza o aglomerado populacional encontra-se a cerca de 1,4 km da ADA.

O Bairro São Gotardo do município de Flores da Cunha é o núcleo urbano mais próximo da localidade. Devido à proximidade, os moradores de Nossa Senhora das Dores possuem forte vínculo com Flores da Cunha, inclusive utilizando os serviços públicos do município.

Figura 476. Localização da Comunidade de Nossa Senhora das Dores.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 477. Igreja Nossa Senhora das Dores.



Figura 478. Comunidade Nossa Sra. das Dores.



Fonte: Garden Projetos (2015).

A residência mais próxima da ADA localiza-se na localidade de Nossa Senhora das Dores, a cerca de 605 metros do centro área. Nesse local podem ser observadas todas as operações de trabalho executadas na pedreira além disso, os impactos causados pelo empreendimento podem ser sentidos com mais facilidade.

Figura 479. Vista para o empreendimento, de moradia na Localidade de Nª Sª das Dores.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Figura 480. Vista para o empreendimento da Localidade de Nossa Senhora das Dores.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A Área de Influência Direta (AID), por representar uma extensão expressiva, acaba por cruzar zonas distintas do Plano Diretor, conforme demonstra o Anexo 12 do PDDI. Dentre as zonas identificadas na AID (além da Zona de Mineração), conforme a Lei Complementar nº 589 de 19 de novembro de 2019, estão:

> *IV - ZC 4: Zona de Corredor de Desenvolvimento, constituída pelas vias principais de ligação BR-116, RS-122, RS-453 e pela diretriz prevista denominada Contorno Sul, integrante do terceiro anel viário, com estímulo à economia mista, de acordo com os parâmetros de ZUM, tendo como base os imóveis lindeiros das vias mencionadas, respeitando 500m (quinhentos metros) de largura do eixo da via.*
> *[...]*
> *I - ZR 1: destinada ao incentivo de atividades habitacionais de baixa densidade, sítios de recreio e áreas de lazer, comércio e serviços de apoio à habitação, sendo estes de pequeno porte;*
> *[...]*
> *IV - ZR 4: destinada aos espaços urbanos para média densificação, tendo como função dar suporte ao uso residencial e a atividades complementares à habitação, sendo permitido parcelamento de interesse social pela iniciativa privada;*
> *[...]*
> *Art. 53. A ZI é aquela destinada, preferencialmente, a empreendimentos de grande porte, bem como a dar suporte às atividades industriais, de transportes, comerciais e de serviços.*
> *Art. 54. A ZUM compreende áreas de ocupação mista, de média densidade habitacional, com incentivo às atividades de comércio e serviços e a indústrias de médio porte, sendo admitido parcelamento de interesse social pela iniciativa privada.*
> *Art. 55. A ZA é composta pelas bacias hidrográficas que têm por função a captação e acumulação de água para o abastecimento público do Município.*
> *[...]*
> *I - Zona Especial de Interesse Social (ZEIS): compreende as áreas sujeitas a critérios especiais de parcelamento, uso e ocupação do solo, onde há interesse público em ordenar a ocupação por meio de urbanização e regularização fundiária, implementar ou complementar programas habitacionais de interesse social, [...].*
> *[...]*

> *Art. 57. ZOC: compreende as áreas de grandes declividades, sujeitas a riscos geotécnicos, matas ou formações vegetais nativas, corpos de água ou drenagens, nas quais se pretende garantir a preservação e a manutenção de características, mediante o estabelecimento de parâmetros de uso e ocupação do solo compatíveis com a proteção ambiental. (CAXIAS DO SUL, 2019)*

O Bairro Brandalise (noroeste da AID), está inserido na Zona Residencial 1 nas porções norte e sul, enquanto que a porção central está inserida na Zona de Uso Misto. Sua parte leste é formada pelas Zonas Industrial e Central 4. O Bairro Maestra (porção oeste) insere-se, quase em sua totalidade, na Zona Residencial 1, enquanto que seu limite leste é formado pelas Zonas Industrial e Central 4. O Bairro Pedancino (porção centro – norte) é formado pela Zona de Uso Misto em sua porção norte, Zona Residencial 1 em sua porção sul, enquanto que na parte central do limite leste está inserido na Zona de Mineração. Seu limite oeste é formado pelas Zonas Industrial e Central 4. O Bairro Serrano (porção leste da AID), insere-se quase que totalmente em Zona de Águas, possuindo apenas uma pequena área de Zona Residencial 4 próximo ao seu limite sudeste.

O zoneamento apresentado no Bairro Santa Fé (sudoeste da AID) é o que apresenta maior diversidade. A Zona Residencial 4 representa a maior área do bairro, enquanto que seus limites noroeste, sudoeste e sudeste ocupam a Zona Central 4, além da Zona Industrial também no limite norte. Esta última, apresenta uma área significativa na porção sul. Além disso, na porção oeste, apresenta parte de Zona de Ocupação Controlada (Declividade) e, na porção leste, insere-se parte em Zona de Águas. Outro zoneamento presente com área significativa é o de Zona Especial de Interesse Social, onde encontra-se localizado o Núcleo Habitacional do Canyon, na área central do bairro Santa Fé.

2.3.14.9 Usos atuais da água na AID

A região onde está inserido o empreendimento, bem como a AID localiza-se na Bacia Hidrográfica dos Rios Taquari-Antas. Em relação aos usos atuais da água na região, de acordo com o plano de bacia, os tipos de uso da água são classificados em dois grandes grupos: usos consuntivos e usos não-consuntivos.

Usos consuntivos são aqueles usos da água em que há perda entre o que é retirado do corpo d'água e o que retorna a ele, como nos abastecimentos doméstico e industrial, na irrigação e na limpeza pública. Já os usos da água não-consuntivos são

aqueles em que não há necessidade da retirada da água de seu local de origem, como para geração de energia, transporte e navegação, lazer e piscicultura, por exemplo.

A água na região é utilizada apenas de forma consuntiva. Dentro os usos mais importantes destacam-se o abastecimento público, a irrigação para agricultura e o uso industrial.

A Bacia da Maestra possui seu reservatório para abastecimento público nas proximidades da ADA e segundo o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) os bairros Santa Fé, Maestra e Brandalise são abastecidos por esse sistema. Os demais bairros da AID não fazem uso da água da Bacia Maestra.

Quanto aos usos industriais, empresas de grande porte, de diversos ramos como fabricação de plástico, motores elétricos, gerenciamento de energia e transportes fazem uso da água em seus processos de produção

Não existem atividades de pesca na região como fonte de renda da comunidade. A pesca é proibida nas represas de Caxias do Sul de acordo com a Lei nº 246, de 6 de dezembro de 2005, assim como atividades de recreação e navegação.

2.3.14.10Uso e Ocupação do Solo na ADA

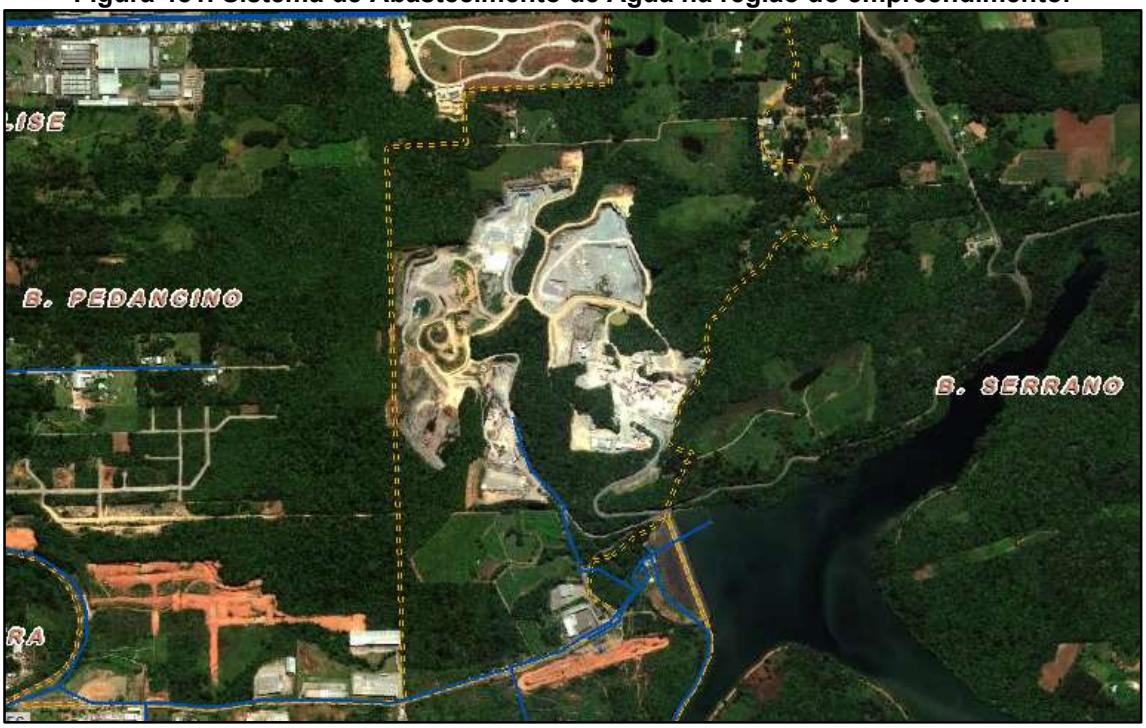
Com relação ao uso e ocupação do solo na ADA, como o acesso ao empreendimento permanecerá o mesmo, não haverá a necessidade de abertura de um novo acesso. Portanto, não irão ocorrer aberturas de acesso e instalação de canteiros de obras, considerando que se trata da expansão de uma área de lavra de rocha já existente.

Como demonstrado anteriormente na Figura 462, em relação ao sistema viário local, não há passagem de Rodovias ou pontes no perímetro da ADA e não existe infraestrutura de saneamento interceptada pelo empreendimento. Da mesma forma, não foram encontradas torres de alta tensão ou linhas de transmissão passando sobre a área, tampouco a incidência de faixas não edificantes estabelecidas por essas linhas. Portanto, não existem na área do empreendimento linhas de transmissão, rodovias, dutos e pontes.

Quanto ao abastecimento de água, a base online GeoCaxias mostra que há uma tubulação que chega até a área do depósito de materiais de obra pertencente à Prefeitura Municipal, além da tubulação decorrente da barragem da Maestra que abastece a Estação de Tratamento de Água Idelfonso Schroeber.

Ademais, não há indícios de passagem de tubulação de água ou rede de distribuição de Gás Natural passando sobre a ADA, conforme Figura 481, retirada da base online GeoCaxias.

Figura 481. Sistema de Abastecimento de Água na região do empreendimento.



Fonte: GeoCaxias (2019).

O GeoCaxias também mostra que não há ocorrência de rede geral de esgoto na área ou no entorno da ADA.

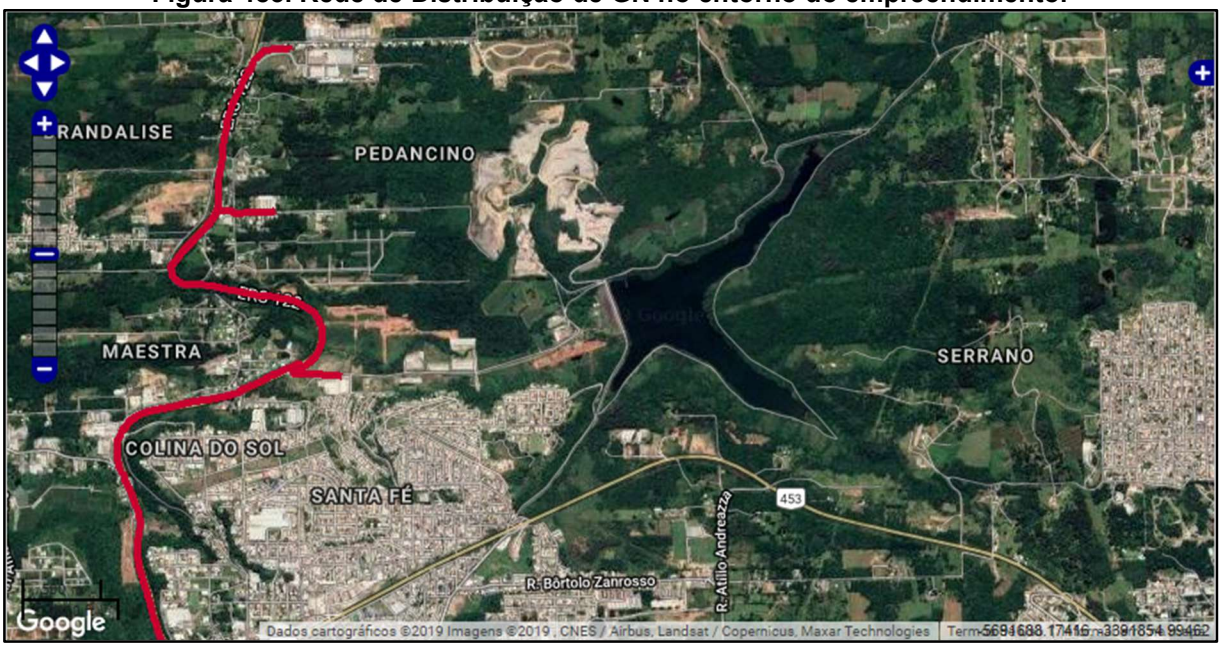
Figura 482. Sistema de esgoto sanitário na região do empreendimento.



Fonte: GeoCaxias (2020).

Ademais, também não há indícios de passagem de rede de distribuição de Gás Natural passando sobre a ADA, conforme Figura AF, retirada do site da empresa Sulgás.

Figura 483. Rede de Distribuição de GN no entorno do empreendimento.

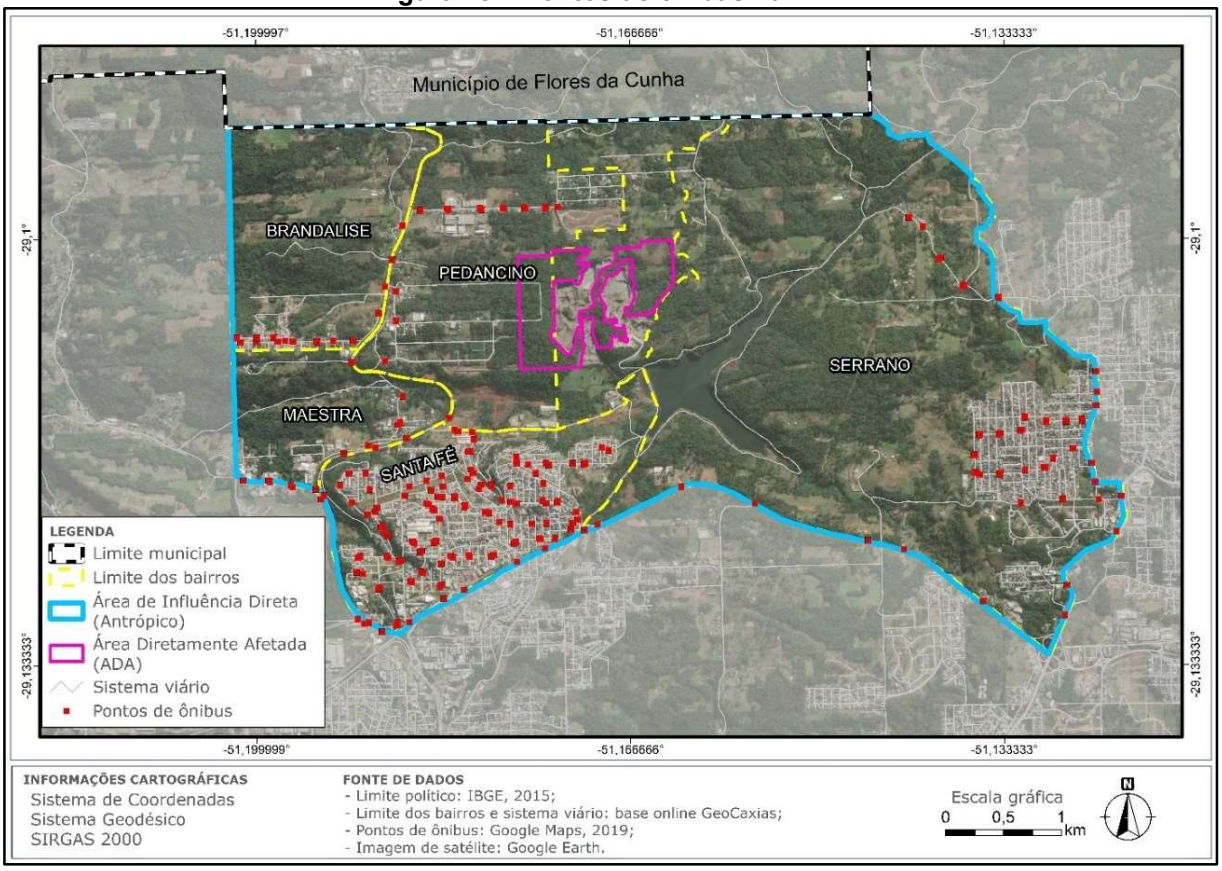


Fonte: Sulgás (2019).

Com relação a malha de transportes, o item 2.3.6.4 do EIA referente a Circulação e Transporte, mostra que todos os aglomerados urbanos possuem boa distribuição de

pontos de ônibus, compatível com a densidade demográfica local. No entanto, não existem pontos de ônibus na área da ADA ou no seu entorno.

Figura 484. Pontos de ônibus na AID.



Fonte: Garden Projetos (2019).

No mapeamento de edificações existentes na ADA, conforme mostra a PRANCHA 09A.3, na porção leste da ADA, há uma edificação, conforme demonstra a Figura 485 e Figura 486.

Figura 485. Imagem aérea da edificação na porção leste da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2019).

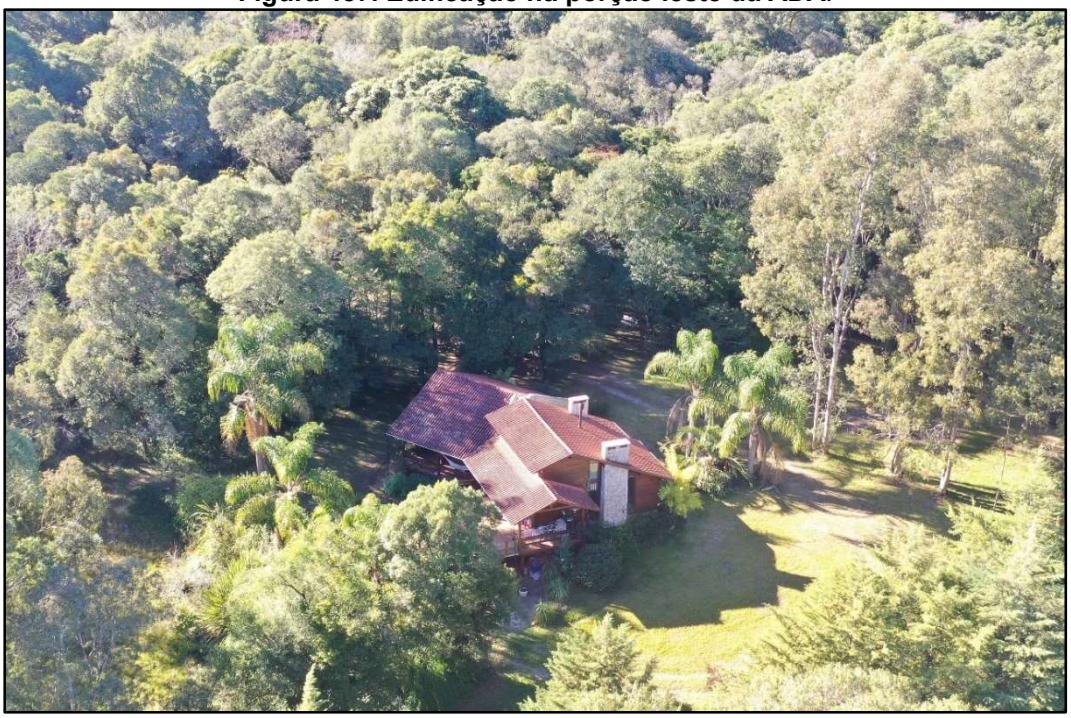
Figura 486. Edificação na porção leste da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2019).

A edificação apontada no EIA, trata-se de uma residência de aproximadamente 184,00 m², localizada no limite da ADA. A edificação não pertence à Pedreira Caxiense e está inserida na propriedade de Matrícula nº 36.062, como mostra a PRANCHA 02C e o ANEXO 05. A residência pode ser visualizada na PRANCHA 17 e está identificada como edificação 14. Conforme apresentada desde o início dos estudos, a Matrícula nº 36.062 onde está inserida a edificação possui previsão de desapropriação por parte da Pedreira Caxiense.

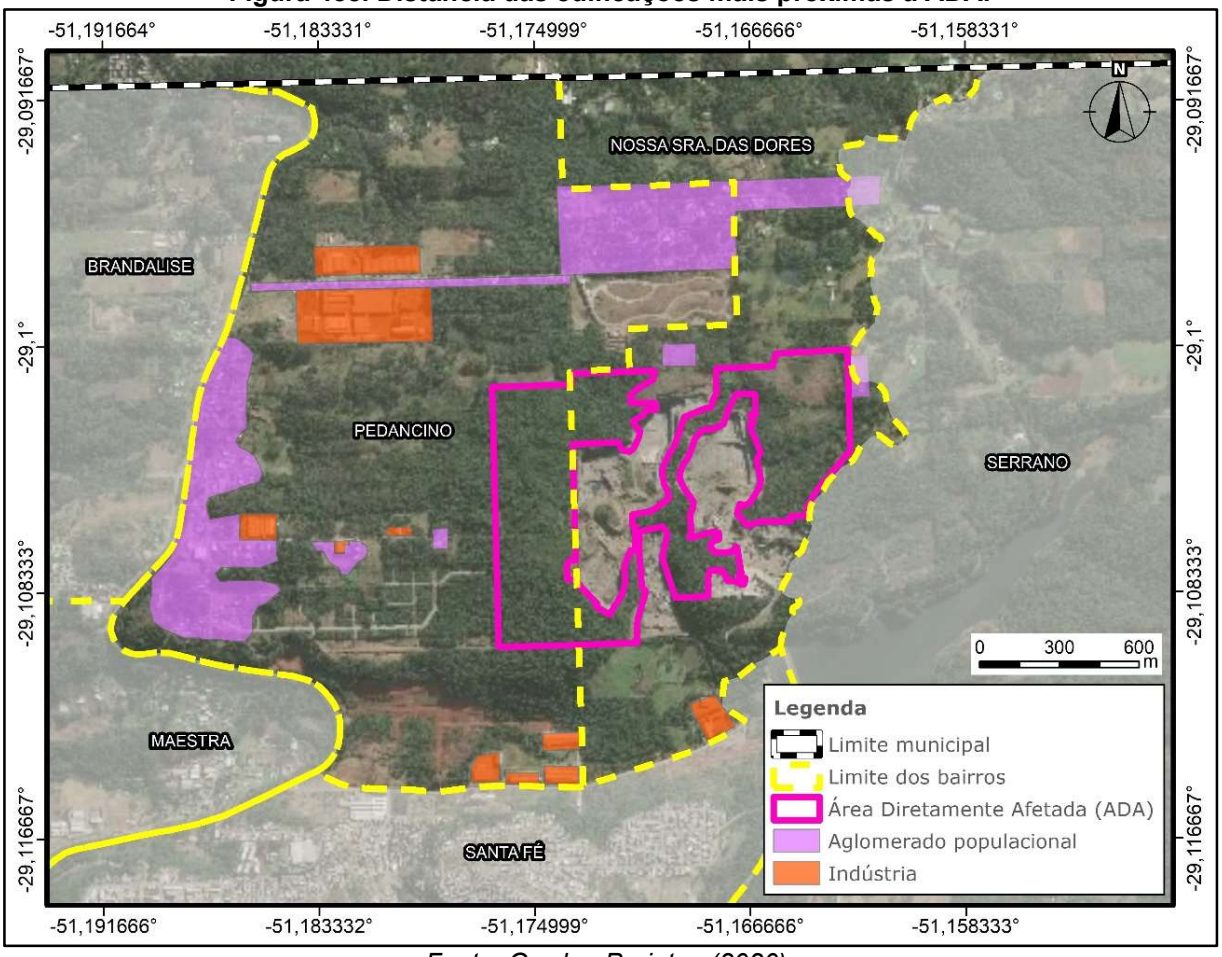
Figura 487. Edificação na porção leste da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Quanto as moradias, núcleos habitacionais e edificações do Bairro Pedancino e da Localidade Nossa Senhora das Dores, a imagem abaixo demonstra as distâncias das construções mais próximas com relação ao centro da ADA.

Figura 488. Distância das edificações mais próximas à ADA.



Fonte: Garden Projetos (2020).

As edificações no entorno do empreendimento foram georreferenciadas e tiveram sua distância identificada com relação a ADA e a área de lavra, como mostra Tabela J. O mapeamento com a localização das edificações pode ser visualizado na PRANCHA 16.

Tabela 75. Tabela J. Distância das edificações com relação à ADA e a poligonal de lavra.

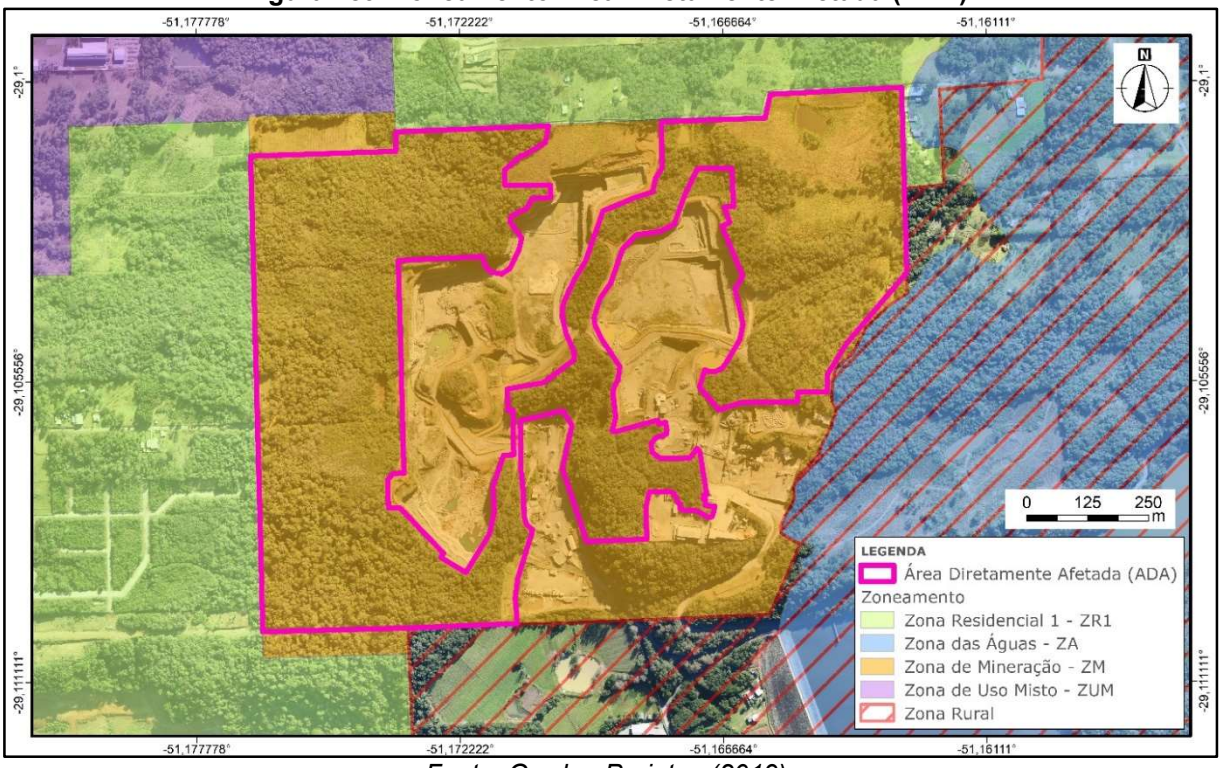
Edificação	Distância da Área Diretamente Afetada (m)	Distância da Poligonal de lavra (m)
1	32	47
2	43	58
3	52	67
4	71	96
5	97	112
6	34	59
7	10	35
8	21	46
9	28	53
10	14	39

Edificação	Distância da Área Diretamente Afetada (m)	Distância da Poligonal de lavra (m)
11	15	40
12	41	66
13	48	73
14	0	25
15	2	27

Fonte: Garden Projetos (2020).

Conforme Anexo 12 do PDDI (ANEXO 27), a Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento encontra-se totalmente inserida na Zona de Mineração – ZM, conforme demonstra a Figura 489. A Zona de Mineração, segundo Art. 61 da lei supracitada, tem como sua definição uma zona em que abriga jazidas minerais, cuja exploração é de interesse público. Ainda, é vetada qualquer obra de urbanização ou de edificação, exceto aquelas vinculadas à atividade de mineração. Cabe destacar que a delimitação da ADA respeitou, dentre os diversos fatores já apresentados, o limite da Zona de Águas (ZA), que percorre a região adjacente ao empreendimento em sua porção sudeste.

Figura 489. Zoneamento Área Diretamente Afetada (ADA).



Fonte: Garden Projetos (2019).

O mapa de uso e ocupação do solo da ADA é apresentado na PRANCHA 09A, bem como, pode ser observado em detalhe nas PRANCHAS 09A.1, 09A.2, 09A.3, 09A.4, 09A.5, 09A.6, 09A.7, 09A.8 e 09A.9, que representa a ADA dividida em quadrantes.

2.3.15 Descrição das interações socioambientais da população atingida na área de influência do empreendimento

As características sociais, culturais e econômicas das comunidades diretamente afetadas pelo empreendimento podem ser expressas pelas características da população dos municípios de Caxias do Sul e Flores da Cunha, considerando que a AII engloba todo o município de Caxias e parte de Flores da Cunha.

Tabela 76. Características socioeconômicas de Caxias do Sul e Flores da Cunha.

Características Socioeconômicas	Caxias do Sul	Flores da Cunha
População total (2010)	435.564 hab.	27.126 hab.
População estimada (2019)	510. 906 hab.	30.745 hab.
População em área urbana (2010)	419.406 hab.	20.855 hab.
População em área rural (2010)	16.158 hab.	6.271 hab.
População masculina (2010)	213.612 hab.	13.552 hab.
População feminina (2010)	221.952 hab.	13.574 hab.
Expectativa de vida ao nascer (2010)	76,58 anos	75,95 anos
Mortalidade infantil (2010)	2,4 / 1.000 nascidos	12,9 / 1.000 nascidos
População idosa (2010)	8,4%	7,1%
Razão de dependência (2010)	36,8%	37,4%
População ativa (2018)	71,7%	71,3%
População dependente (2018)	28,3%	28,7%
Taxa de atividade (2010)	75,25%	81,90%
Taxa de desocupação (2010)	3,80%	3,26%
Renda per capta (2010)	1.253,93	R$ 1.062,06
População pobre (2010)	1,72%	1,12%
População extremamente pobre (2010)	0,36%	0,48%
Taxa de analfabetismo (2010)	2,36%	3,16%
Número de domicílios urbanos (2019)	185.836	8.625
Número de domicílios rurais (2019)	5.155	1.902
Número de propriedades rurais (2017)	2.752	1.150

Fonte: IBGE/Sebrae/FEE/Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil.

Interações socioambientais nada mais são do que a relação entre os seres humanos e o ambiente ao seu redor. Dessa forma, pode-se afirmar que toda e qualquer comunicação do homem com a natureza, trata-se de uma interação socioambiental. Essas relações são percebidas na forma que o homem utiliza a natureza no seu entorno, sendo de cunho positivo ou negativo. O modo de vida das sociedades e as alterações realizadas no espaço são características socioambientais únicas, que dizem muito sobre a região onde estão inseridos.

Conforme apresentado no EIA, cada bairro formador da AID possui diferentes características de uso e interação com o meio ambiente. Existem bairros que ainda possuem grandes áreas de vegetação preservada, outros encontram-se completamente antropizados e ainda há aqueles que estão em fase de urbanização, com diversas áreas vazias esperando ocupação.

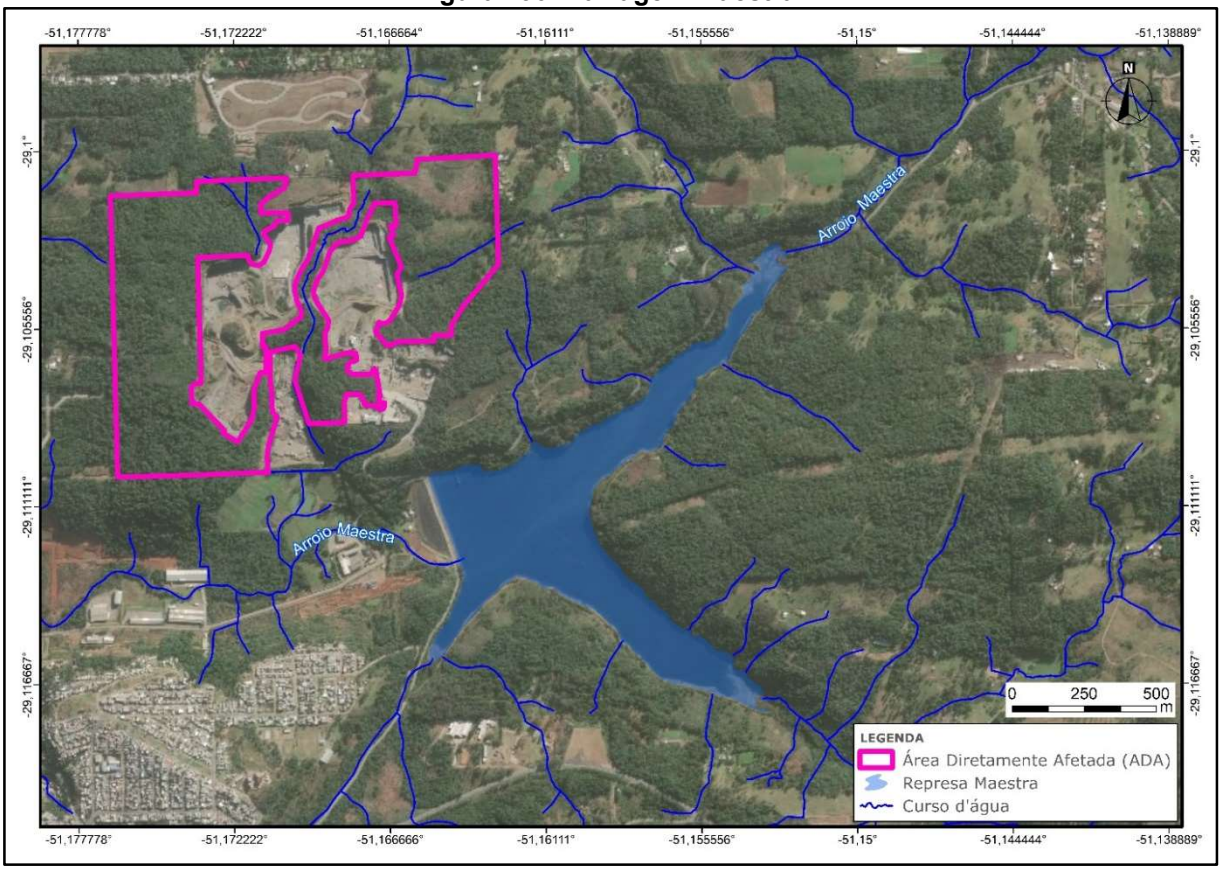
O Bairro Santa Fé está localizado ao sul da ADA e tem como principal acesso à rodovia RSC-453. Além disso, a Rua Hermes Fontes e a Avenida Antônio Andrighetti são importantes vias locais que ligam a RSC-453 a área central do bairro. O Santa Fé surgiu no ano de 1968 como uma ocupação irregular (na época conhecido como Núcleo Santa Fé) e ficava isolado da área urbana de Caxias do Sul. Atualmente, conforme Censo 2010, o Santa Fé é o bairro mais populoso do município, com 20.019 habitantes. No bairro existem diversas áreas de ocupação irregular e moradias em situação de risco de deslizamento.

Outro importante aglomerado urbano formador da AID é o Bairro Serrano, que possui uma população de aproximadamente 12.000 habitantes. O Bairro Serrano está localizado a leste da área do empreendimento e pode ser acessado principalmente pelas rodovias RSC-453 e BR-116. As principais vias no interior do bairro são a Avenida Serrano Santo Antônio e o Travessão Leopoldina. O Serrano foi ocupado no final da década de 70 por pessoas originárias da região dos Campos de Cima da Serra, remetendo a este fato a sua denominação. Inicialmente, o bairro surgiu como loteamento irregular, mas no ano de 2005 foi regulamentado com o Programa Serrano Legal, que visa a regularização fundiária e arquitetônica para uma área que compreende 2.060 lotes.

No Bairro Serrano localiza-se a Barragem da Maestra, para abastecimento público no município e devido ao fato do bairro ter parte do seu território localizado dentro da Zona das Águas, em razão da bacia de captação de água Maestra, a região possui

uma legislação diferente quanto ao uso e ocupação do solo, restringindo o corte da vegetação e a urbanização desenfreada da área.

Figura 490. Barragem Maestra.



Fonte: Garden Projetos (2019).

O Bairro Pedancino é ocupado por residências de porte médio e por um condomínio particular de alto padrão que está localizado a norte da ADA. Além disso, existem diversas indústrias de grande porte, de diversos ramos como fabricação de plástico, motores elétricos, gerenciamento de energia e transportes

O Bairro Brandalise está localizando a noroeste do empreendimento e tem como principal via de acesso à rodovia RS-122. O Brandalise possui um aglomerado urbano pequeno, inserido na porção sul do território, com cerca de 1.482 habitantes. A Avenida Pinheiros é a principal via local e cruza toda a extensão da área urbanizada do bairro.

O último bairro formador da AID é o Bairro Maestra. Este, localiza-se a sudoeste do empreendimento e tem como principal via de acesso à RS-122. A via interna que faz ligação com a rodovia e o principal núcleo urbano do bairro é a Rua Angelo Frazoi. O Bairro Maestra possui a menor população dentre todos na AID, com cerca de 262 habitantes e é um dos bairros mais novos do município. Semelhante ao Bairro

Pedancino, o Maestra também possui diversas indústrias no seu interior. É possível encontrar principalmente empresas no ramo de fabricação de plásticos e borrachas.

A localidade rural de Nossa Senhora das Dores localiza-se a norte da ADA e faz divisa ao norte com o município de Flores da Cunha, a leste com o Bairro Serrano, ao sul com o Bairro Santa Fé e a leste com o Bairro Pedancino. Mais da metade da ADA está inserida nessa região, que é acessada principalmente pela Rua Vittore Toigo.

O Bairro São Gotardo do município de Flores da Cunha é o núcleo urbano mais próximo da localidade. Devido à proximidade, os moradores de Nossa Senhora das Dores possuem forte vínculo com Flores da Cunha, inclusive utilizando os serviços públicos do município.

Além disso, na pesquisa de opinião pública aplicada com os moradores da região, não foram diagnosticados conflitos de usos nas áreas que compreendem a ADA e AID. Entretanto, sabe-se que no Bairro Santa Fé (um dos bairros formadores da AID), existem diversas áreas de ocupação irregular. Ao longo dos anos a Prefeitura Municipal de Caxias do Sul já regularizou diversas regularizações irregulares no bairro, porém, na região existem residências em áreas de risco de deslizamento que não são passíveis de regularização.

Nos demais bairros, principalmente no Maestra, Pedancino e Brandalise, existem diversas áreas livres destinadas para urbanização, bem como propriedades a venda.

2.3.16 Caracterização das vias de acesso e capacidade da infraestrutura viária na área de influência e localização e dimensionamento dos acessos específicos ao empreendimento (porte, pavimentação, fluxos nos horários de pico)

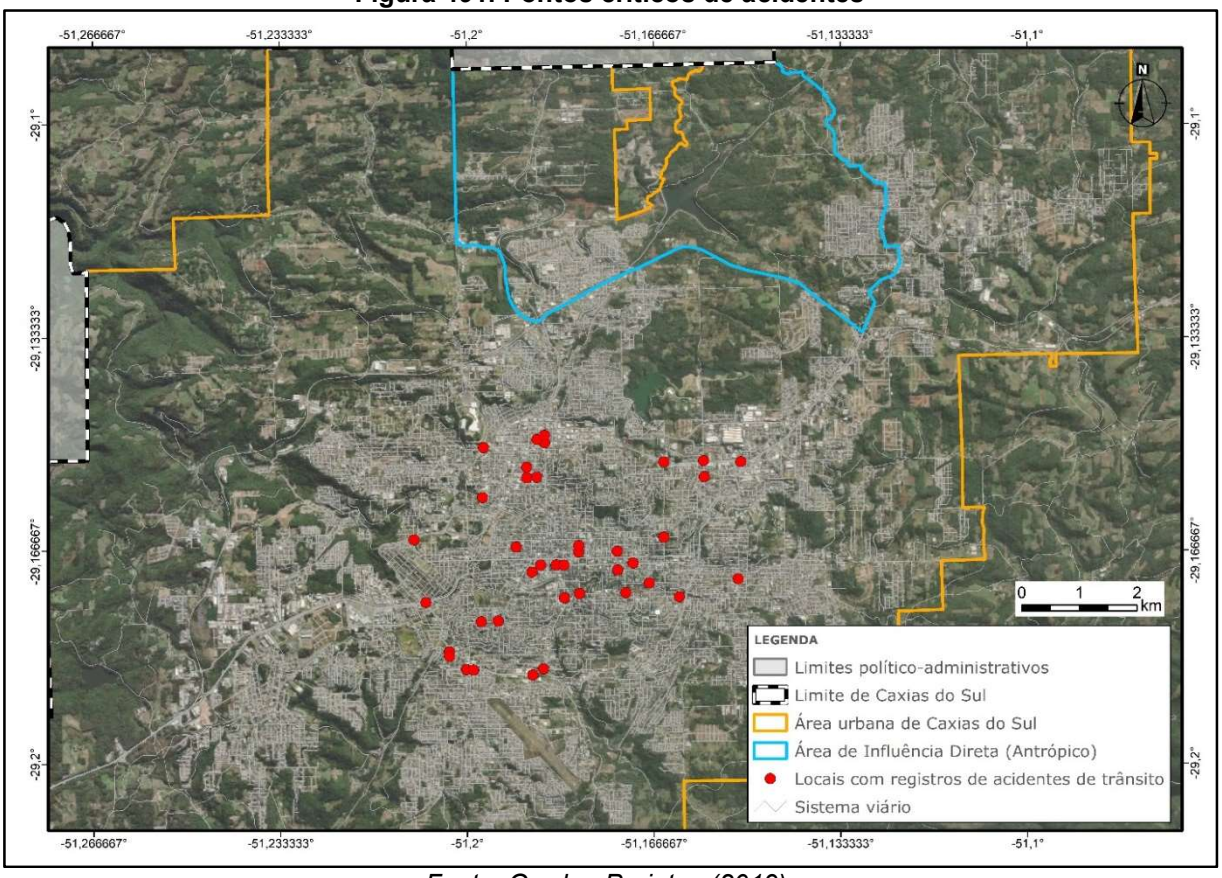
As principais vias de acesso ao empreendimento podem ser visualizadas na PRANCHA 01. Quanto a caracterização das mesmas, considerando porte, pavimentação fluxos nos horários de pico, etc., podem ser observadas no Item 2.3.6.1, denominado Estudo de Tráfego.

A data da contagem de veículos para medicação de tráfego foi em 28/11/2019, ainda em período letivo. Essa informação pode ser confirmada no relatório de contagem gerado pelo aplicativo *Traffic Survey* no ANEXO 30.

2.3.17 Indicação de possível alteração na classificação do sistema viário existente e fluxo de tráfego no entorno em decorrência da implantação do empreendimento e identificação de pontos vulneráveis a acidentes

A classificação do sistema viário da região e o fluxo de tráfego no entorno da área do empreendimento, está descriminada no Item 2.3.6.1. Com relação a identificação de pontos vulneráveis a acidentes, região não configura pontos críticos de ocorrências de acidentes de trânsito. Conforme dados da Secretaria Municipal de Trânsito, Transportes e Mobilidade (SMTTM), os pontos com maior número de atendimentos efetuados pela fiscalização de trânsito, com danos materiais, acontecem, principalmente, na área central do município e regiões que não possuem considerável proximidade com a área de estudo, conforme demonstram Figura 491 e o ANEXO 17. Os dados registrados pela SMTTM são referentes aos anos de 2016, 2017 e 2018.

Figura 491. Pontos críticos de acidentes



Fonte: Garden Projetos (2019).

2.3.18 Identificação de eventuais fontes de problemas socioambientais da região e levantamento de ativos ambientais da gleba destinada ao empreendimento

De acordo com os relatos da população moradora próxima ao empreendimento, é possível afirmar que os principais problemas socioambientais identificados na região da área de estudo estão relacionados com os impactos causados pelo mesmo, devido à natureza das atividades exercidas. Dentre os principais impactos causadores de problemas socioambientais identificados pelos moradores, segundo a pesquisa populacional realizada na AID (Item 2.3.12.3), destacam-se os ruídos e as vibrações. O detalhamento desses impactos está descriminado no Item 2.3.9 desse estudo. Além disso, foram apontados pelos moradores problemas causados por partículas em suspensão e rachaduras nas edificações no entorno do empreendimento.

Quanto aos investimentos em ativos ambientais realizados na gleba do empreendimento com a finalidade de controlar e/ou minimizar esses impactos, a Pedreira Caxiense realiza diversos procedimentos a fim de reduzir os problemas causados a população do entorno.

2.3.18.1 Monitoramento sismógrafo

Para verificar as interferências geradas pelas detonações em relação aos níveis de vibração e ruído são mantidos cronogramas de monitoramento sismógrafo. Os monitoramentos desempenham a função de auxiliar na preservação do bem-estar e segurança da comunidade e da integridade física das estruturas vizinhas ao empreendimento. De acordo com os relatórios dos últimos anos, todas as detonações respeitaram os limites de vibrações e ruídos estipulados pela Norma Técnica NBR 9653:2018 - Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Por meio destes monitoramentos é possível comprovar a inexistência de danos às propriedades lindeiras.

2.3.18.2 Ultralançamentos

Toda atividade de mineração é passível que ocorra ultralançamentos, que são definidos como arremesso de fragmentos de rocha, decorrente do desmonte com uso de explosivos, além da área de operação, isto é, do ponto de detonação.

Para garantir a segurança dentro da gleba do empreendimento e nas áreas vizinhas, todas as detonações passam por um rigoroso controle de área de risco e

isolamento. Também são adotadas medidas rígidas no planejamento e execução da temporização adotada entre os furos e quanto à altura do tampão, já que são fatores decisivos para o controle de ultralançamentos.

De acordo com os relatórios de monitoramentos realizados anualmente, é possível afirmar que não houveram nenhum episódio de ultralançamentos nos últimos anos, para fora dos limites da mina na forma de qualquer natureza bem como nenhum acidente relacionado ao uso de explosivos.

2.3.18.3 Sistema de aspersão e controle de poeira

Existe um sistema de controle de poeira implantado na planta de britagem, nos pátios e acessos internos da pedreira. Este controle visa diminuir a emissão desse particulado desde o desmonte da rocha, carregamento, transporte, britagem e peneiramento.

Para o funcionamento deste sistema se mantem atuante um caminhão pipa com capacidade de 8 mil litros de água, que faz aspersão da água nas vias e pátios na área interna da mina. Além deste está em operação um sistema de aspersão, aplicando à planta de britagem.

Durante as vistorias técnicas sempre é verificado a situação do material em suspensão, e se for necessário é intensificado os procedimentos de aspersão e umectação, bem como identificar a necessidade de manutenção ou implantação de melhorias e adequações às estruturas com o objetivo de reduzir a emissão de material particulado, conforme exemplo mostrado nas figuras abaixo.

Figura 492. Vias e pátio umectados para evitar geração de poeira.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 493. Sistema de aspersão sobre nos finais das correias de transporte.



Fonte: Garden Projetos (2018).

2.3.18.4 Placas com horário das detonações

Para garantir a segurança da população, existem placas indicando os dias e horários das detonações programadas na mina, dispostas nos acessos da área de mineração.

Figura 494. Vista de placa de horário das detonações.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 495. Vista de placa de horário das detonações



Fonte: Garden Projetos (2018).

2.3.18.5 Enlonamento de caminhões caçamba

A fim de evitar acidentes e problemas causados pela queda de material nas ruas e estradas, todos os caminhões basculantes que saem das dependências da mina carregados de minério ou agregado são informados sobre a necessidade de enlonamento da carga, mesmo que o transporte seja realizado por terceiros ou diretamente pelos proprietários.

Esse procedimento é feito pelo responsável da pesagem da carga, que é quem faz o contato com o motorista antes dele sair das dependências da empresa. O funcionário informa que é norma da empresa que todas as cargas saiam das dependências protegidas, além de que é boa pratica o uso da lona sobre a carga. No empreendimento há uma estrutura para facilitar a cobertura do caminhão, o local fica disponível para os transportadores “freteiros” e colaboradores enlonarem os caminhões com segurança.

Figura 496. Colaborador realizando enlonamento do caminhão.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 497. Caminhão enlonado saindo da pedreira com carga de brita.



Fonte: Garden Projetos (2018).

3 ANÁLISE INTEGRADA

A correlação entre os diferentes fatores abordados neste estudo objetiva descrever e analisar os resultados relacionados ao meio físico, biótico e socioeconômico, descrevendo a atual conjectura do ambiente estudado, ressaltando suas interações com as áreas de influência da ampliação da Pedreira Caxiense (Mina Maestra).

A análise integrada foi desenvolvida a partir da integração das características do empreendimento com os resultados do diagnóstico ambiental, explicitando as relações de dependência e ou sinergia entre os componentes socioeconômicos/socioambientais, bióticos e físicos avaliados nas áreas de influência citadas no trabalho, conforme a metodologia usada para estipulá-las.

Para o Meio Físico foram contemplados aspectos temáticos como climáticos e atmosféricos, geologia/ geomorfologia/ pedologia/ geotecnia e recursos hídricos, com informações sobre caracterização climática, pluviométrica, da temperatura e dos ventos na região; influência do regime de ventos predominantes e mais intensos; caracterização geológica e geomorfológica, identificando formações geológicas e sua distribuição, a caracterização e classificação geomorfológica; processos erosivos e de sedimentação; caracterização dos recursos hídricos; a caracterização qualitativa e avaliações do arroio e demais cursos d'água da área do empreendimento; a caracterização hidrológica com estimativas de vazões da curva de permanência e das vazões de cheia com período de retorno; caracterização da hidrografia e do comportamento hidrológico da ADA; caracterização da qualidade das águas e análise integrada ao Meio Antrópico dos eventos de desenvolvimento urbano que influenciaram as ocupações humanas nas áreas de influência.

O aumento do fluxo de águas pluviais para a hidrografia local será causado pela retirada da cobertura vegetal existente e pela impermeabilização causada pela intervenção abrupta do maciço basáltico. Os solos sofrerão os impactos mais diretos relacionados à atividade de ampliação da área de lavra, provocando alterações pedogenéticas e geotécnicas nos materiais movimentados.

Os desvios e intervenções nos arroios serão executados de forma imediata antes do início do avanço de cada etapa e já na sua configuração futura consolidada, de forma a já ser iniciado o processo de recuperação/ revitalização ao longo do tempo. Portanto, o Projeto de Canalização e Revitalização dos Corpos Hídricos Central e Oeste, apresenta o desvio do Córrego Oeste ligando este com o Córrego Central, fazendo com que o central seja o principal curso d'água existente. Com o projeto, as principais características naturais dos córregos serão recuperadas. O projeto de revitalização - e

consequente rebaixamento da base do leito do arroio - se justifica pela atual conformação das áreas adjacentes ao mesmo, todas já mineradas e com cotas de base bastante inferiores à cota do leito do rio. O projeto será realizado, dentro do plano de lavra a curto prazo, de acordo com o cronograma de projeto. Sendo assim, a consolidação do curso do Córrego Central e do Córrego Oeste se dará já na primeira etapa de beneficiamento.

Em relação à dispersão sonora, as atividades de ampliação e operação do Mina Maestra, como a movimentação de máquinas, equipamentos e veículos, detonação e funcionamento da planta de beneficiamento, promoverão a geração de ruídos, porém serão controlados e monitorados nos mesmos moldes executados na atual operação.

Em relação ao Meio Biótico foram abordadas as características dos principais ecossistemas da região, descrevendo seu estado de conservação, as comunidades vegetais e da fauna e as condições em que se encontram, com mapeamento da distribuição espacial; comentários sobre os ciclos de vida das principais espécies locais e indicação dos organismos quanto a abundância, raridade, os indicadores de qualidade ambiental, os grupos vulneráveis e as espécies ameaçadas.

No que tange a flora e vegetação da área de estudo, foi possível caracterizar a presença de manchas de vegetação florestal nativa em diferente estágio de regeneração, de inicial a avançado. Nos setores sul, leste e noroeste da área ocorrem as maiores manchas florestais em estágio avançado e médio de regeneração. O estudo demonstrou que a presença de espécies da flora ameaçadas de extinção e imunes ao corte ao longo da vegetação florestal, é frequente em toda a ADA, sendo as mais comuns, *Dicksonia sellowiana* (xaxim), *Syagrus romazoffiana* (jerivá), *Eythrina falcata* (corticeira-da-serra) e *Araucaria angustifolia* (araucária). Cabe citar que no quadrante E, a ocorrência de xaxins é muito frequente, sendo que foram levantados mais de 2.500 indivíduos. Além da flora e vegetação preservadas, neste quadrante há uma maior diversidade de espécies de fauna comparado com os outros. Como um todo, há uma grande quantidade de espécies sensíveis às alterações ambientais, inclusive algumas ameaçadas de extinção e bioindicadoras de qualidade ambiental.

Para a prosseguimento do processo de lavra da mina será necessária a supressão de grande parte de vegetação florestal presente na ADA. Apenas um setor do quadrante E ficará preservado, devido a densidade de espécies da flora ameaçadas e imunes, ocorrência de espécies da fauna sensíveis, conforme citado anteriormente, assim como a ocorrência de duas APP’s formadas por nascentes e córregos. Ademais, também será preservada uma faixa de vegetação florestal variando de 15 a 25 metros

de largura, circundando a poligonal útil, formando um corredor florestal que será de grande importância para o fluxo da fauna e para a preservação da vegetação local. A supressão da vegetação será um dos maiores impactos causados pelo empreendimento. Dentre as principais medidas a serem tomadas para mitigar e compensar estes impactos, estão aqueles presentes nos Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal, Programa de Compensação Ambiental, Programa de Reposição Florestal Obrigatória e Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora.

Em relação à fauna, a maior parte das espécies encontradas no local do empreendimento são generalistas e apresentam grande plasticidade e resiliência, ou seja, são espécies com maior capacidade de adaptação às intervenções locais. Contudo, algumas espécies mais especializadas no uso de recursos e com maiores exigências ecológicas, precisam ser vistas com cuidado, pois essas apresentam maior relação de dependência com o hábitat, principalmente com a vegetação e transposição de recursos hídricos poderão ser mais impactadas com as modificações. A geração de ruídos e material particulado por parte da atividade de mineração, poderá ainda ocasionar afugentamento das espécies mais sensíveis, bem como risco de atropelamento e óbito. Tendo em vista esse fato, diversas medidas mitigatórias serão contempladas no Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna e no Programa de Monitoramento, Reintrodução ou Relocação do gênero *Aegla,* afim de acompanhar as modificações na ADA e apresentar informações acerca de como reduzir ou mitigar os impactos desse ambiente modificado sobre a fauna.

Quanto ao Meio Socioeconômico, a análise levou em consideração contextos municipais de inserção e situação político-administrativa do empreendimento (considerando Caxias do Sul e Flores da Cunha); o processo histórico de ocupação da região; uso e ocupação do solo; aspectos demográficos; atividades econômicas - considerando as participações dos setores primário, secundário e terciário da economia municipal - o provisionamento em termos de infraestrutura física e social - entendidas estas como sistema viário, saneamento básico, energia elétrica, equipamentos de saúde, educação e segurança pública e as áreas especiais de proteção, as comunidades tradicionais, o patrimônio natural, histórico e arqueológico já demarcados legalmente pelas esferas de competência municipal, estadual ou federal.

Esses dados tiveram como objetivo identificar a ocupação e uso do solo nas diferentes áreas de influência do empreendimento, destacando as principais atividades econômicas e de lazer; a caracterização socioeconômica da população; dados da

opinião da população afetada na Área de Influência Direta (AID) e a opinião da população inserida na Área de Influência Indireta (AII), com relação a expansão da área.

Além disso, considerou-se que, por se tratar de um polo gerador de tráfego pode ocorrer o possível aumento na circulação de veículos no entorno da pedreira, impactando de forma negativa no trânsito. Dessa forma, buscou-se identificar os principais fluxos do trânsito e os horários de pico na região, bem como os horários de entrada e saída do empreendimento dos veículos de grande porte que, causam lentidão no trânsito local.

Conforme o diagnóstico do estudo Socioeconômico, o projeto de ampliação das áreas de lavra tem sua Área de Influência Direta delimitada por importantes vias regionais (conforme mostrado no item 2.3). Assim, a qualidade e manutenção das mesmas influencia diretamente no desenvolvimento da cidade de maneira geral e esta é a área que sofrerá maior demanda de melhorias na infraestrutura geral.

A partir de estudos pretéritos realizados na área, constatou-se a presença de reservas minerais de grande potencial para a continuação de exploração e expansão da pedreira, sem que haja a abertura de uma nova mina, evitando outros impactos ambientais significativos. Sendo assim, apesar dos impactos que serão gerados - os quais serão minimizados através dos programas ambientais e medidas compensatórias - existe a necessidade de expansão da lavra da mina, uma vez que a demanda por matéria prima para atender o mercado local e regional tende a crescer cada vez mais, caracterizando o empreendimento como alvo de interesse público.

Nesse sentido, refletindo sobre os potenciais e efetivos impactos gerados pela atividade, é necessária uma integração entre os meios físico, biótico e socioeconômico, de modo a permitir uma interface entre os programas ambientais propostos por cada um desses elementos, mitigando as possíveis interferências socioambientais negativas do empreendimento.

Desta forma buscou-se através da análise integrada obter recortes espaciais dos locais onde poderão ocorrer interferências com as intervenções pretendidas pela expansão da área de lavra da Mina da Maestra, sejam estas de natureza positiva ou negativa. Assim, este Estudo de Impacto Ambiental estará subsidiando a fase de identificação, análise e avaliação dos impactos ambientais, bem como na sequência dos estudos, resultando na construção do prognóstico ambiental de maneira a permitir a definição de medidas, programas e planos ambientais.

Conforme PRANCHA 9A7 e 9B7 a área de intervenção no Quadrante E foi revista e será significativamente diminuída, tendo em vista a presença excessiva de

indivíduos de xaxim, vegetação florestal preservada e duas principais APP's formada por córregos que cortam a área. A diminuição desta intervenção no Quadrante E, também irá reduzir o impacto causado a representantes da fauna nativa de intimamente associada a ambientes florestais e aquáticos como as espécies ameaçadas de extinção *T. tetradactyla, A. g. clamitans, L. guttulus, L. pardalis, D. azarae*, *Aegla serrana e Proceratophrys biggibosa*, entre outras que apresentam maior sensibilidade a alterações ambientais.

Conforme discussões técnicas, a área de intervenção no quadrante E foi revista, de fato, pela excessiva presença de indivíduos da espécie ameaçada de extinção, *Dicksonia sellowiana* (xaxim), e outras, como *Araucaria angustifolia* (araucária) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá). Além disso, a área apresenta extensa área de vegetação florestal preservada, sobretudo, em estágio avançado e médio, assim como duas principais APP's preservadas, formadas por córregos. As alterações das áreas de intervenção, que foram realizadas devido à importância para a preservação do ecossistema local, estão descritas no item 4.2.

Tendo em vista a importância ecológica desse quadrante tanto para a fauna e flora, como para os recursos hídricos que desaguam no Arroio Maestra, a intervenção desse quadrante foi reavaliada. Dessa forma, não haverá intervenção em uma área de 66.873,40 m² na porção sudoeste deste Quadrante onde ocorrem duas nascentes e boa parte da vegetação é classificada como Estágio Avançado de Regeneração.

Em relação ao Meio Socioeconômico, a análise levou em consideração contextos municipais de inserção e situação político-administrativa do empreendimento; o processo histórico de ocupação da região; uso e ocupação do solo; aspectos demográficos; atividades econômicas - considerando as participações dos setores primário, secundário e terciário da economia municipal - o provisionamento em termos de infraestrutura física e social - entendidas estas como sistema viário, saneamento básico, energia elétrica, equipamentos de saúde, educação e segurança pública e as áreas especiais de proteção, as comunidades tradicionais, o patrimônio natural, histórico e arqueológico já demarcados legalmente pelas esferas de competência municipal, estadual ou federal.

Esses dados tiveram como objetivo identificar a ocupação e uso do solo nas diferentes áreas de influência do empreendimento, destacando as principais atividades econômicas e de lazer; a caracterização socioeconômica da população; envolvimento e

participação social da empresa Pedreira Caxiense, junto à comunidade e dados da opinião da população afetada na Área de Influência Direta (AID).

Conforme o diagnóstico do estudo Socioeconômico, o projeto de ampliação das áreas de lavra tem sua Área de Influência Direta delimitada por importantes vias regionais (conforme mostrado no item 2.3). Assim, a qualidade e manutenção das mesmas influencia diretamente no desenvolvimento da cidade de maneira geral e esta é a área que sofrerá maior demanda de melhorias na infraestrutura geral.

A partir de estudos pretéritos realizados na área, constatou-se a presença de reservas minerais de grande potencial para a continuação de exploração e expansão da pedreira, sem que haja a abertura de uma nova mina, evitando outros impactos ambientais significativos. Sendo assim, apesar dos impactos que serão gerados - os quais serão minimizados através dos programas ambientais e medidas compensatórias - existe a necessidade de expansão da lavra da mina, uma vez que a demanda por matéria prima para atender o mercado local e regional tende a crescer cada vez mais, caracterizando o empreendimento como alvo de interesse público.

Nesse sentido, refletindo sobre os potenciais e efetivos impactos gerados pela atividade, é necessária uma integração entre os meios físico, biótico e socioeconômico, de modo a permitir uma interface entre os programas ambientais propostos por cada um desses elementos, mitigando as possíveis interferências socioambientais negativas do empreendimento.

Desta forma buscou-se através da análise integrada obter recortes espaciais dos locais onde poderão ocorrer interferências com as intervenções pretendidas pela expansão da área de lavra da Mina da Maestra, sejam estas de natureza positiva ou negativa. Assim, este Estudo de Impacto Ambiental estará subsidiando a fase de identificação, análise e avaliação dos impactos ambientais, bem como na sequência dos estudos, resultando na construção do prognóstico ambiental de maneira a permitir a definição de medidas, programas e planos ambientais.

Portanto a porção mais sensível ambientalmente do Quadrante E foi retirada do plano de lavra, isto é, não comporá mais a poligonal útil da mina ampliada (vide PRANCHA 9A7 e 9B7). Desta forma limita-se a intervenção neste quadrante à uma fração suficiente para possibilitar a configuração da lavra neste setor.

4 IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Este capítulo aborda os impactos ambientais causados ou associados ao empreendimento objeto do presente processo de licenciamento – “Ampliação da lavra de rocha na Mina da Maestra em Caxias do Sul” – tendo sido o mesmo desenvolvido à luz das informações contidas na caracterização do empreendimento, nas considerações dos dispositivos legais vigentes e no diagnóstico ambiental realizado.

Os impactos foram avaliados comparando-se a realidade atual e futura para a área do empreendimento. Foram estimados os verdadeiros impactos do empreendimento sobre as áreas de influência, considerando que os ambientes observados se mostram hoje antropizados.

Com base na localização, caracterização e diagnóstico ambiental do empreendimento, iniciou-se a avaliação dos impactos ambientais potenciais gerados pela sua instalação, operação e seus reflexos sobre o ambiente. Foram identificados os impactos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico (antrópico) para as diferentes fases do empreendimento, de acordo com o estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 01 (BRASIL, 1986).

Além disso, para dar suporte a planos e projetos ambientais relacionados com os impactos (benéficos ou adversos), foram estimados o efeito, duração, tempo e área de abrangência da influência do empreendimento no seu entorno, tendo em vista que alguns impactos perduram somente na fase das obras enquanto outros se estendem, bem como alguns se restringem apenas ao local enquanto outros são difundidos no entorno.

A finalidade da avaliação de impacto ambiental é considerar os impactos ambientais antes de se tomar qualquer decisão que possa acarretar significativa degradação da qualidade do meio ambiente. Para cumprir esse papel, a avaliação de impactos ambientais é organizada de forma que seja realizada uma série de atividades sequenciais, concatenadas de maneira lógica. A esse conjunto de atividades e procedimentos se dá o nome de processo de avaliação de impacto ambiental (SANCHES, 2006).

Os métodos de avaliação de impacto ambiental são mecanismos estruturados para coletar, analisar, comparar e organizar informações e dados sobre os impactos ambientais de uma proposta, projeto ou empreendimento. O início desta análise é a identificação das ações impactantes e dos impactos potencialmente decorrentes sobre cada um dos componentes ambientais em estudo.

As ações impactantes são separadas em 03 (três) grupos: planejamento (ações com início da fase pré-ampliação); instalação (ações durante a ampliação); operação (ações durante a operação).

Os componentes ambientais são, por sua vez, classificados em 03 (três) grupos: Componentes do meio físico; do meio biótico (fauna e flora) e do meio socioeconômico (antrópico).

A análise utiliza-se de uma Matriz de Interação (Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais) para a identificação de possíveis impactos ambientais, que consiste, basicamente, no resultado do cruzamento entre as ações potencialmente impactantes do empreendimento e os componentes ambientais passíveis de serem afetados pelas mesmas.

Trata-se de uma adaptação do procedimento inicialmente desenvolvido por Leopold *et al.* (1971), aqui utilizado exclusivamente para a identificação de impactos potencialmente decorrentes. A matriz também teria uma função de comunicação, pois serviria como “um resumo do texto da avaliação ambiental” e possibilitaria que “os vários leitores dos estudos de impacto determinem rapidamente quais são os impactos considerados significativos e sua importância relativa” (LEOPOLD *et al.,* 1971).

Em qualquer arranjo metodológico que se adote, é fundamental que se preconize um encadeamento adequado das etapas de avaliação de impactos resultando na gestão adequada das interferências previstas. O consenso geral em Avaliação de Impactos Ambientais é que se combine mais de uma técnica de avaliação para que se obtenha um quadro de soluções preventivas, mitigadoras, compensatórias ou potencializadoras o mais abrangente possível para os impactos identificados.

Foi com esse objetivo que a equipe multidisciplinar concebeu a abordagem metodológica utilizada neste estudo. Essa metodologia não privilegia determinados impactos ou medidas como prioritárias em relação a outros, uma vez que todos os impactos têm medidas de controle previstas e estas, por sua vez, estão incorporadas ao escopo dos programas ambientais, que irão compor o Plano Básico Ambiental (PBA).

4.1 Classificação dos impactos

Apresenta-se, em um primeiro momento, a metodologia empregada neste estudo, para em seguida descrever-se os impactos propriamente ditos e, finalmente,

avaliá-los, no sentido de justificar e propor os programas ambientais, os quais incluem as medidas mitigadoras e as medidas compensatórias (Projeto Básico Ambiental – PBA).

A identificação dos impactos foi feita a partir de uma matriz cujas dimensões envolvem os descritores ambientais analisados no diagnóstico ambiental e as ações necessárias para a efetiva implementação do empreendimento.

A matriz de identificação dos impactos ambientais, explicita as interferências das ações sobre os descritores ambientais (meios físico, biótico e socioeconômico) e evidencia a ocorrência dos impactos ambientais. Uma vez identificados os impactos, cada um deles foi descrito com base nas informações obtidas no diagnóstico ambiental evidenciando os aspectos locais e regionais afetados. Além disso, foi feita a classificação dos impactos quanto à sua natureza, se benéfico ou adverso, o efeito (direta ou indireta), o tempo, a duração, a reversibilidade e a abrangência (local ou regional).

A avaliação realizada considera os parâmetros mencionados abaixo e compreende o exame descritivo desses impactos e permite a elaboração de um Diagrama de Interações, correlacionando-os aos Programas Ambientais e Medidas Mitigadoras, necessárias ao seu controle ou compensação.

Natureza (benéfico ou adverso)

Os impactos podem ser benéficos (positivo) ou adversos (negativo), conforme o resultado de sua interação com o descritor analisado. Podem ocorrer casos onde um impacto seja benéfico para um determinado descritor e adverso para outro.

Efeito (direto ou indireto)

Os impactos diretos são aqueles claramente associados à implantação e operação do empreendimento, como por exemplo, a remoção da cobertura vegetal na área do empreendimento. Neste caso, se não houvesse o empreendimento, este impacto não ocorreria, portanto, ele é consequência direta da instalação do empreendimento.

Os impactos indiretos são aqueles que não são exclusivamente relacionados ao empreendimento, mas que podem ser intensificados por ele ou por terceiros associados ao empreendimento.

Probabilidade de ocorrência

Os impactos podem ser classificados também de acordo com a sua probabilidade de ocorrência.

Os impactos classificados como certos são considerados os mais significativos. Para eles devem ser previstas medidas mitigadoras e/ou compensatórias. Os impactos prováveis e os impactos pouco prováveis estão associados à noção de risco, ou seja, não é certo que eles ocorrerão, mas existe uma probabilidade de ocorrerem. Se forem negativos, deverão ser previstas medidas preventivas para que se reduza a probabilidade de ocorrência.

Duração (permanente ou cíclico ou temporário)

O tempo de duração dos impactos é avaliado em relação ao tempo de duração do empreendimento.

Os impactos permanentes são aqueles que uma vez ocorridos perduram até o encerramento das atividades do empreendimento e que marcam por longo período o ambiente em que ocorreram. A retirada de cobertura vegetal da área pode ser utilizada também para exemplificar o impacto permanente, porque mesmo que esteja prevista a revegetação posterior da área, a composição e a estrutura a ser implantada não serão as mesmas do original, portanto o ambiente alterado não será mais o mesmo até o final das atividades do empreendimento.

Os impactos cíclicos são aqueles que ocorrem de forma repetida ao longo do tempo, como, por exemplo, o ruído de determinado equipamento, que opera regularmente, mas que passa parte do tempo desligado.

Os impactos temporários são aqueles que ocorrem apenas em um determinado período, não se repetindo ao longo do tempo e que não marcam de forma permanente o ambiente no qual ocorreram.

Tempo (imediato ou médio prazo ou longo prazo)

Os impactos podem ser imediatos, de médio ou de longo prazo. Este prazo refere-se ao tempo decorrido entre a instalação/operação do empreendimento e a ocorrência do referido impacto.

Reversibilidade (reversível ou irreversível)

Classifica os impactos segundo aqueles que, depois de manifestados seus efeitos, são reversíveis ou irreversíveis. Permite identificar que impactos poderão ser integralmente reversíveis a partir da implementação de uma ação de reversibilidade ou poderão apenas ser mitigados ou compensados.

Abrangência (local ou regional)

São considerados impactos locais aqueles percebidos apenas na área do empreendimento e no seu entorno imediato, já os impactos regionais são aqueles que provocam mudanças perceptíveis na região ou microrregião onde está inserido o empreendimento.

Magnitude e significância

Os quadros abaixo indicam a forma como é realizada a classificação de magnitude e significância, e apresenta as respectivas valorações.

Quadro 43. Classificação da magnitude dos impactos.

Conceito	Classificação	Valoração
Magnitude: refere-se à extensão do impacto através da valoração gradual que se dá ao mesmo, a partir de uma determinada ação do projeto.	Baixa - de magnitude inexpressiva, inalterado a característica ambiental considerada.	1 a 3
	Média - de magnitude expressiva, porém sem alcance para descaracterizar a característica ambiental considerada.	4 a 7
	Alta - de magnitude tal que possa levar a descaracterização da característica ambiental considerada.	8 a 10

Fonte: Adaptado de Mota e Aquino (2002).

Quadro 44. Classificação da significância dos impactos.

Conceito	Classificação	Valoração
Significância: indica a importância do impacto em relação à sua interferência no meio.	Baixa - de intensidade não significativa, não implica em alteração das características do meio.	1 a 3
	Média - intensidade da interferência com dimensões recuperáveis.	4 a 7
	Alta - intensidade da interferência que acarreta perda considerável de qualidade do meio.	8 a 10

Fonte: Adaptado de Mota e Aquino (2002).

4.2 Metodologia proposta para avaliação dos impactos

Os impactos do empreendimento foram analisados conforme metodologia de Leopold *et. al*., (1971).

Tendo em vista a identificação e avaliação dos impactos ambientais e suas classificações, as medidas preventivas, mitigatórias e compensatórias foram propostas, a seguir serão propostas medidas preventivas, mitigadoras e/ou compensatórias que evitem minimizem e/ou compensem os efeitos negativos (adversos) decorrentes dos

impactos gerados pelo empreendimento. Quando ocorrerem impactos positivos (benéficos), poderão ser propostas medidas potencializadoras.

Matriz de probabilidade e perfil temporal

A matriz de probabilidade e perfil temporal é definida por 03 (três) variáveis: Probabilidade, Duração e Tempo.

Quadro 45. Classificação da probabilidade e perfil temporal.

Conceito	Classificação	Valoração
Probabilidade: relaciona-se com a possibilidade de ocorrência do impacto.	Certa - quando se tem certeza que o impacto vai ocorrer.	5
	Provável - quando se tem certeza que o impacto vá ocorrer.	3
	Pouco provável - quando estão associados à noção de risco.	1
Duração: relaciona-se com a duração do impacto.	Permanente - são aqueles que uma vez ocorridos perduram até o encerramento das atividades do empreendimento.	4
	Cíclico - são aqueles que ocorrem de forma repetida ao longo do tempo.	2
	Temporário - são aqueles que ocorrem apenas em um determinado período, não se repetindo ao longo do tempo.	1
Tempo: relaciona-se com o efeito do impacto.	Imediato - impacto cujo efeito se faz sentir imediatamente após a geração da ação causadora: fase de implantação.	5
	Médio prazo - impacto cujo efeito se faz sentir gradativamente após a geração da ação impactante: início da operação.	3
	Longo prazo - impacto cujo efeito se faz sentir decorrido longo tempo após a geração da ação impactante: na operação.	1

A valoração destes atributos constitui-se no produto destes, compreendendo um intervalo de 1 a 100.

Matriz de magnitude e significância

A matriz de magnitude e significância dos impactos é definida pela valoração destes parâmetros, de acordo com os critérios descritos anteriormente e apresentados no Quadro 43 e Quadro 44. A magnitude pode variar de ±1 a ±10, o sinal indica a natureza do impacto, se positivo “+” se negativo “-”. A Significância também varia de 1 a 10, e acompanha o sinal da magnitude.

A valoração desta matriz constitui-se no produto destes, compreendendo um intervalo de 1 a 100.

Matriz de cruzamento

A partir da matriz de Probabilidade e Perfil Temporal e da Matriz de Magnitude e Significância, é possível realizar uma média geométrica dos seus valores, obtendo-se valores entre um intervalo de 1 a 100 que representará o impacto bruto do empreendimento. Obtém-se, então, a Matriz de Impactos Brutos. O Quadro 46 exemplifica a sistemática de valoração de impactos.

Quadro 46. Exemplo de determinação da matriz de impactos brutos.

IMPACTO: Remoção da cobertura vegetal (supressão de vegetação nativa)	
Matriz de Probabilidade e Perfil Temporal (MPP)	**Matriz de Magnitude x Significância (MMS)**
Probabilidade (P): 5 (certa) Duração (D): 4 (permanente) Tempo (T): 5 (imediato)	Magnitude (M): - 3 Significância (I): - 2
MPP = (P x D x T) = 100	MMS = (M x S) = 6
Matriz de Impactos Brutos (IB)	
$\boldsymbol{IB = \sqrt{(PxDxT)\ x\ (MxS)} = \sqrt{(MPP)\ x\ (MMS)}}$ EXEMPLO: $\boldsymbol{IB = \sqrt{(100)\ x\ (6)} = 24,4948 * = -25}$	

*O sinal, arbitrado no final indica a natureza do impacto.

Os valores atribuídos na matriz não devem ser considerados valores absolutos, uma vez que os critérios de valoração apresentam uma forte subjetividade. Desta forma, entende-se como melhor agrupar os valores em faixas e expressar os intervalos por cores. A matriz representada por cores possibilita uma visualização mais fácil dos impactos e suas intensidades. Os impactos negativos correspondem aos tons vermelhos e os positivos aos verdes, como pode ser visualizado no Quadro 47.

Quadro 47. Correlação entre valores e padrões de cores dos impactos.

Intervalo de Valoração	Impacto Positivo (Benéfico)	Impacto Negativo (Adverso)
01 a 20		
20 a 40		
40 a 60		
>60		

A análise dos impactos permite a identificação das medidas preventivas, corretivas, mitigadoras, compensatórias ou potencializadoras. Após a elaboração da *Matriz de Impactos Brutos*, parte-se para a *Matriz de Impactos Mitigados*. A eficiência das medidas é, então, valorada, atribuindo-se valores de 0 a 10. O valor atribuído para a medida é elevado ao quadrado. A determinação da matriz de mitigação se dá através da combinação entre a matriz de impacto bruto e o valor atribuído à eficiência da medida.

A matriz de impacto mitigado é aquela onde serão consideradas as medidas preventivas, corretivas, mitigadoras, compensatórias ou potencializadoras, interagindo com as fases de ocorrência do empreendimento, isto é, empreendimento otimizado.

Para facilitar o entendimento da forma de operação das matrizes numéricas, complementa-se o exemplo já citado anteriormente, vejamos abaixo.

Quadro 48. Exemplo de determinação da matriz de impacto mitigado.

IMPACTO:	Remoção da cobertura vegetal (supressão de vegetação nativa)
MEDIDAS DE MITIGAÇÃO INDICADAS:	Plantio compensatório, transplante, investimento em unidade de conservação, cortinamento vegetal, resgate e/ou realocação de epífitas, ações educativas e orientativas, etc.
1°) Valor atribuído à eficiência da medida (M):	3
2°) Resultado da Matriz de Impactos Brutos (IB)	$\boldsymbol{IB = \sqrt{(MPP)\ x\ (MMS)} = 25}$
3°) Matriz de Medidas de Mitigação (MM):	MMM = 3² = 09
4°) Resultado final da Matriz de Impactos Mitigados (MIM):	MIM = –25 + 9 = - 16

*O sinal, arbitrado no final indica a natureza do impacto.

Como observado, o impacto submetido à medida assume um valor inferior à situação anterior. Entretanto, cabe aqui salientar que em alguns casos não é possível a

adoção das medidas preventivas, mitigadoras e compensatórias ou as mesmas são insignificantes ou inexistentes.

As faixas de valoração utilizadas para os diferentes atributos dos impactos na metodologia utilizada são apresentadas no Quadro 49.

Quadro 49. Faixas de valoração para os atributos avaliados.

Atributo	Classes	Valores
Natureza	Benéfico	Positivo
	Adverso	Negativo
Efeito	Direto	-
	Indireto	-
Magnitude (M)	Baixa	1 a 3
	Média	4 a 7
	Alta	8 a 10
Significância (I)	Baixa	1 a 3
	Média	4 a 7
	Alta	8 a 10
Probabilidade (P)	Certa	5
	Provável	3
	Pouco provável	1
Duração (D)	Permanente	5
	Cíclico	2
	Temporário	1
Tempo (T)	Imediato	5
	Médio prazo	3
	Longo prazo	1
Reversibilidade	Reversível	-
	Irreversível	-
Abrangência	Local	-
	Regional	-
Medida Mitigadora, Corretiva, Preventiva ou Compensatória	-	1 a 10

Conforme já abordado no início deste capítulo, a metodologia adotada inclui a apresentação de uma Matriz de Interação adaptada da Matriz de Leopold (LEOPOLD *et. al,* 1971).

Esse diagrama de interação foi elaborado com as entradas segundo linhas que contêm as ações/atividades do empreendimento e colunas com os compartimentos

ambientais afetados e os impactos ambientais potenciais decorrentes da relação causa x efeito. Ao cruzar essas linhas com as colunas, evidenciam-se as interações existentes, permitindo identificar aquelas realmente significativas e dignas de atenção especial, as quais correspondem aos impactos apresentados e descritos anteriormente.

No Capítulo 8 é realizado o prognóstico ambiental dos impactos do empreendimento sobre o contexto ambiental local e regional, considerando os seguintes cenários: sucessão e tendencial. No Capítulo 5 são propostas as medidas de mitigação e compensação dos impactos, com base nos impactos identificados e no prognóstico das condições de ampliação da lavra de rocha na Mina da Maestra em Caxias do Sul. Todos os impactos identificados e as medidas propostas serão apresentados de forma resumida em um *Quadro Síntese (Diagrama de Interação - Matriz de identificação de impactos ambientais) – vide* **ANEXO 24 – MATRIZ DE IMPACTOS**. A matriz traça uma relação entre as etapas esperadas para instalação e operação do empreendimento e os principais impactos negativos e positivos que poderão advir das ações vinculadas a estas etapas.

4.3 Identificação de impactos sobre os meios estudados

O presente item tem como objetivo apresentar os principais impactos ambientais que foram identificados e caracterizados nas áreas de influência durante a implantação e operação do empreendimento.

4.3.1 Impactos sobre Meio Físico

Os impactos sobre o meio físico se manifestarão principalmente na etapa de instalação e operação do empreendimento, sendo decorrentes das diversas atividades previstas durante estas fases, uma vez que para a etapa de planejamento não se encontra previsto qualquer impacto ambiental potencial sobre o meio físico.

ETAPA DE INSTALAÇÃO (OBRAS)

ALTERAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO SOLO

Ação geradora: supressão da vegetação e decapeamento da jazida.

Descrição: A degradação física do solo pode ser caracterizada como a mudança das propriedades físicas que influem negativamente sobre a produção. Esta degradação

é manifestada principalmente na primeira camada do solo (3 metros – 7 metros) devido à exposição ao sol, ao efeito das chuvas, com o aparecimento de finas crostas na superfície, compactação da camada superficial, aumento do escoamento superficial, entre outros. A deterioração das propriedades físicas do solo deverá ocorrer devido à exposição de materiais terrígenos e rochosos pela lavra e atividades correlacionadas ao decapeamento da jazida, como remoção de material estéril. São ações que acarretarão a alteração das características do solo, provocando a desestruturação física, compactação, mistura dos horizontes e perda de fertilidade.

Este impacto será gerado tanto na fase de implantação como na de operação do empreendimento e será restrito a área da pedreira (ADA), já que é uma condição necessária para a sua implantação (ampliação) e operação.

INSTABILIADADES GEOTÉCNICAS

Ação geradora: supressão da vegetação e decapeamento da jazida.

Descrição: A área de influência direta do empreendimento é caracterizada por ter um relevo com média a elevadas declividades. O desencadeamento de focos de instabilidade torna-se premente na medida em que forem realizadas interferências relativas às obras de ampliação, principalmente no que tange à supressão da vegetação, às movimentações de terra e à formação de um pátio de para avanço de lavra.

O estudo geotécnico foi realizado para verificar os parâmetros geométricos utilizados atualmente na lavra e que foram considerados nos planos de lavra. Como resultado do laudo, surgiram situações de possível instabilidade, em âmbito local, em três faces de bancadas. As plantas dos planos de lavra foram adequadas ao estudo seguindo a orientação de alterar a direção das faces das bancadas com risco de queda, de modo que a operação seja realizada dentro das zonas de estabilidade, conforme descrito no item 1.3.9.6.4.

A declividade das encostas no local previsto para ampliação da mina, associada à retirada de vegetação e movimentação de terra, poderá implicar na ocorrência de processos de instabilidade da encosta.

Nesses locais, além da alta declividade, ocorrem matacões soltos em meio aos solos, e, ainda, a presença de rocha com fraturamentos de desplacamentos tensionais (alívio de tensão). Isto poderá ocasionar a desagregação das partículas que compõem o solo e rocha, aumentando a suscetibilidade à instabilidade das encostas, com consequentes movimentos de massa com matacões principalmente pelo efeito de

desmonte de rocha com explosivos. Todavia, a adoção de medidas preventivas, como a construção de taludes e bancadas (bermas) de segurança usando softwares modelos como Slide Rocksciene, drenagem de serviço, avanço progressivo ao retaludamento nos cortes efetuados na encosta, com plantio imediato de gramíneas e plantas nativas, de forma concomitante ao andamento das obras, deverão minimizar em grande parte os impactos eventualmente gerados ao longo da instalação do empreendimento. A adoção de tais medidas também manterá a estabilidade.

Para reduzir a ocorrência de backbreak, o plano de fogo será avaliado de forma a atingir a melhor qualidade de acabamento possível, reduzindo a quantidade de blocos pré-formados decorrentes do desmonte com uso de explosivos.

Quando atingir a configuração de final de lavra das bancadas, se observado que as mesmas se encontram dentro da zona de instabilidade, medidas de contenção serão adotadas como grampeamento, instalação de malhas de aço ou outra medida cabível.

ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Ação geradora: Emissão de efluentes líquidos, geração de resíduos sólidos e supressão da vegetação.

Descrição: Na fase de implantação da ampliação da pedreira, serão geradas algumas fontes de poluição, principalmente através da emissão de efluentes líquidos e geração de resíduos sólidos. Estruturas como banheiros e o tráfego de veículos irão gerar poluição que poderá atingir e alterar a qualidade das águas locais. Alguns destes resíduos e produtos utilizados no abastecimento dos veículos e máquinas, por exemplo, são uma fonte potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. A limpeza e manutenção mecânica de veículos e equipamentos utilizados na implantação da pedreira geram efluentes líquidos contaminados com óleos e graxas, que são considerados perigosos.

Além dos efluentes, a supressão vegetal, que gera o desenvolvimento de processos erosivos, emissão do material particulado e ressuspensão de poeira, causa um aumento considerável de material particulado, gerando riscos de turbidez e assoreamento dos corpos d'água.

REDUÇÃO DA VAZÃO DAS DRENAGENS NATURAIS

ELIMINAÇÃO DAS NASCENTES

Ação geradora: supressão da vegetação e decapeamento da jazida.

Descrição: A implantação da área de lavra resultará na decapagem e inevitável extinção das nascentes presentes na ADA, já que nessa fase ocorrerá a exposição dos horizontes subsuperficiais do terreno para avanço da lavra durante a operação. Enquadram-se neste impacto as nascentes identificadas no Quadrante B.

ALTERAÇÃO DA PAISAGEM

Ação geradora: supressão da vegetação e decapeamento da jazida

Descrição: A alteração das feições do relevo ocorrerá em razão da mudança da conformação do local, da modificação da forma de uso do solo e das atividades de mineração. A área prevista para a realização da atividade de extração mineral configura-se como uma elevação existente no imóvel resultante das modificações do relevo em períodos anteriores.

As medidas para controlar e minimizar o impacto de alteração das feições do relevo estão relacionadas à adoção de um adequado gerenciamento ambiental atividades e ampliação. Um correto planejamento das ações de movimentação de terra, supressão de vegetação, atividade minerária e demais aspectos geradores do impacto, evitam a criação de impactos decorrentes, como o aumento de processos erosivos e a modificação da qualidade da água.

ETAPA DE OPERAÇÃO (FUNCIONAMENTO)

MODIFICAÇÃO DO PADRÃO DE DRENAGEM NATURAL

Ação geradora: transposição dos cursos d'água.

Descrição: Com a evolução da frente de lavra e a consequente alteração fisiográfica da área, os padrões de escoamento superficial deverão sofrer modificações contínuas. Os cursos d'água serão desviados de seu leito original para se adequarem aos diferentes estágios do avanço da mineração, desta forma a transposição dos cursos d'água não ocorrerá de maneira pontual na etapa de instalação, mas sim em estágios ao longo da operação da mina. Consequentemente este impacto tem efeito sobre o meio biótico, em especial sobre a fauna, uma vez que irá ocasionar em perda de habitat, redução da biodiversidade e afugentamento da fauna.

As transposições se fazem necessárias para adequar os traçados dos arroios às novas cotas de arrase, de modo a se criarem condições para recuperação das APP's e do habitat após a exploração. Serão impactados os cursos nos Quadrantes A2, B e F. O

arroio A será desviado para a rede pluvial da mina conforme o avanço da lavra, suas nascentes, por se localizarem fora da ADA, não serão impactadas. O curso d'água B será desviado para leste seguindo a bancada 793 até desaguar no arroio F. Este, por sua vez, será transposto para o leito da praça a leste, seguindo num novo traçado paralelo ao original.

ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

Ação geradora: movimentação de maquinário e operação de britadores.

Descrição: Durante a fase de operação, o impacto de alteração da qualidade do ar estará diretamente relacionado ao material particulado em suspensão – oriundo do processo de extração e transporte – e aos gases gerados pela queima de combustíveis nos motores de veículos e máquinas.

A mobilização de equipamentos pesados poderá implicar na ressuspensão de poeira, situação que pode ser potencializada sob dadas condições atmosféricas (maior ressuspensão de poeira em períodos de baixa umidade relativa do ar) e minimizada quando da adoção de medidas mitigadoras como a umectação periódica do solo com caminhões pipa. Com relação às emissões veiculares, as dimensões da obra e a dinâmica de ventos da região favorecem a dispersão eficaz dos poluentes.

Este impacto não mostra a tendência de ser intensificado pela ampliação da mina, já que está diretamente relacionado à operação da planta de britagem, para a qual não se prevê um aumento produtivo. Desta maneira a geração de material particulado durante a operação da lavra se manterá dentro do padrão atualmente observado.

ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E VIBRAÇÕES

Ação geradora: movimentação de maquinário e atividades de desmonte.

Descrição: O aumento dos níveis de pressão sonora é gerado a partir de diversas atividades, tais como transporte, decapeamento, desmonte, movimentação de maquinário e equipamentos, entre outras.

Devido às atividades de preparação do terreno para a atividade de extração mineral, assim como pelas atividades de desmonte realizadas na fase de operação, podem ocorrer eventos de sobrepressão acústica. A frequência e intensidade destes eventos devem seguir o padrão atual de atividade da mina, uma vez entendido que o presente estudo viabiliza o aumento da área de exploração, não havendo uma tendência

de acréscimo na frequência de desmontes, os quais representam a principal fonte de sobrepressão.

ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Ação geradora: movimentação de maquinário, desmontes de rocha, acumulação de pilhas de estéril.

Descrição: a operação da mina pode acarretar em alterações dos padrões de qualidades das águas superficiais, uma vez que a exposição de rocha pode ocasionar no carreamento de material para dentro dos cursos d'água. Todavia o diagnóstico realizado não apontou mudanças significativas dos parâmetros avaliados pela atividade minerária atualmente.

Outro fator que pode gerar alteração na qualidade das águas em pedreiras são os depósitos de estéril, que acarretam, mesmo que temporariamente, aumento da turbidez das águas, alteração do pH, diminuição da oxigenação local e consequente perda de diversidade no ambiente.

ALTERAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DA REDE DE CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA LOCAL

Ação geradora: desmontes de rocha, exposição da rocha sã fraturada, decapagem do solo.

Descrição: A decapagem do solo altera significativamente o regime de infiltração da água no solo, privilegiando o escoamento superficial em detrimento da infiltração no solo ou maciço rochoso. Estando exposta a rocha vulcânica fraturada, cria-se condições mais diretas para a contaminação do aquífero fraturado, mesmo ele se encontrando a uma profundidade considerável. A movimentação de maquinários durante a instalação e operação da mina cria o risco de vazamentos de óleo e associados que podem contaminar mananciais superficiais e subterrâneos.

4.3.2 Impactos sobre Meio Biótico – Flora e Fauna

A Resolução CONAMA n° 01 (BRASIL, 1986) foi elaborada considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades

físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, venham a afetar a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Tendo em vista o objetivo de ocupação da Área Diretamente Afetada, bem como as áreas de Influências Direta e Indireta, abaixo seguem os possíveis impactos que poderão ocorrer sobre a fauna e flora durante e após as obras de ampliação da Mina Maestra.

ETAPA DE INSTALAÇÃO (OBRAS)

SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO

Ação Geradora: Limpeza e preparação do terreno para a ampliação da área de lavra.

Definição: Este impacto ocorrerá devido à necessidade de supressão da vegetação para o avanço do empreendimento. A remoção da cobertura vegetal na área do empreendimento deverá ser considerada como um impacto negativo irreversível, de relevância média, tendo em vista sua magnitude e probabilidade alta, pois será um impacto direto que poderá desencadear outros impactos no meio físico e socioeconômico.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção e de interesse ecológico e paisagístico, como *Erythrina falcata*, *Dicksonia sellowiana* e *Syagrus romanzoffiana*, estas são passíveis de transplante. O maior impacto será sobre os indivíduos de *Araucaria angustifolia* que serão suprimidos.

A supressão da vegetação reduzirá os recursos (refúgios, recursos alimentares, sítios reprodutivos) para a fauna local.

SUPRESSÃO DE APPS (ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE)

Ação Geradora: Ampliação da área de lavra.

Definição: A intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) poderá ocasionar redução de habitat e micro-habitat, perda da biodiversidade, afugentamento da fauna, entre outros impactos durante a ampliação do empreendimento.

REDUÇÃO DE HÁBITAT E DA BIODIVERSIDADE LOCAL

Ação Geradora: Ampliação da área de lavra.

Definição: A supressão e alteração de hábitats poderão causar redução de recursos e consequentemente, da riqueza (número de espécies) e/ou abundância (número de indivíduos) da comunidade local. Podendo alterar a composição das espécies pela perda e alteração de hábitat em função do afugentamento, migração e/ou dispersão, mortalidade ou interação entre espécies, como a competição por recursos.

MUDANÇAS NA DINÂMICA POPULACIONAL DA FAUNA E FLORA

Ação Geradora: Ampliação da área de lavra.

Definição: A supressão da vegetação irá gerar descontinuidade das matrizes florestais presentes na área do empreendimento, o que irá ocasionar uma mudança da dinâmica populacional tanto da fauna quanto da flora. Os corredores ecológicos serão comprometidos com a supressão vegetal e o fluxo das populações da fauna irá diminuir, podendo deixar muitas espécies restritas a pequenos fragmentos isolados. Este impacto é de ocorrência provável e permanente, uma vez que as características originais das matrizes de vegetação dificilmente serão recuperadas.

REALIZAÇÃO DE LEVANTAMENTO DO MEIO BIÓTICO

Ação Geradora: Elaboração de um estudo ambiental na área.

Definição: O estudo do meio biótico constitui um impacto positivo, uma vez que os estudos detalhados da flora e fauna levarão ao aumento do conhecimento da diversidade existente nesta região. Esses estudos produzirão informações de relevante importância científica e ambiental cujos dados poderão ser consultados por estudantes e técnicos em futuros trabalhos. Através do estudo da flora e da fauna local, poderá ser identificada e registrada a presença de espécies protegidas por lei, endêmicas, ameaçadas de extinção e de ambientes mais frágeis e suscetíveis aos impactos negativos.

AFUGENTAMENTO DA FAUNA

Ação Geradora: Aumento do uso de máquinas e equipamentos e fluxo de veículos.

Descrição: A ampliação irá aumentar o fluxo de veículos, a geração de ruídos e vibrações, o que pode provocar a dispersão da fauna (por afugentamento) da ADA para

as áreas do entorno, a procura de ambientes menos perturbados. Isso implicará na dinâmica das comunidades, pois durante a fuga, alguns exemplares poderão se deslocar para casas do entorno, ou colidir com veículos, ocasionando até mesmo óbitos.

ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO AMBIENTE

Ação Geradora: intervenção nos recursos hídricos.

Descrição: O principal impacto da ampliação das atividades de mineração refere-se a alterações na qualidade do ambiente decorrentes do aumento da quantidade de sedimentos que aportam aos cursos d'água. Esta ação é potencializada quando se remove a vegetação ripária, a qual minimiza a entrada de sedimentos e matéria orgânica no curso d'água. Estes efeitos podem reduzir drasticamente a abundância de espécies-chave na cadeia trófica, alterando a distribuição de diversos organismos, interferindo em processos ecológicos e, consequentemente, afetando de forma negativa a função dos ecossistemas aquáticos.

ETAPA DE OPERAÇÃO (FUNCIONAMENTO)

AFUGENTAMENTO DA FAUNA

Ação Geradora: Geração de ruídos e vibrações, trânsito de pessoas, veículos e maquinários.

Descrição: O aumento do trânsito de pessoas, veículos e máquinas e, consequentemente, o aumento de ruído e vibrações, promoverá o afugentamento da fauna silvestre das áreas naturais para outras localidades, constituindo-se em impacto negativo. O afugentamento afetará a dinâmica da comunidade e poderá trazer efeitos às populações humanas, como o deslocamento de espécies silvestres para áreas residenciais.

ALTERAÇÃO E CANALIZAÇÃO DOS CURSOS HÍDRICOS

Ação Geradora: Canalização de cursos hídricos na área diretamente afetada.

Descrição: Tendo em vista que dois dos córregos que adentram a área diretamente afetada estão em área de lavra (atual e futura), é proposta a canalização, alteração de traçado, rebaixamento dos cursos hídricos a cota final da mina e revitalização da APP. Esses impactos são contínuos e irreversíveis.

PRESSÃO ANTRÓPICA SOBRE OS REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO

Ação Geradora: Geração de poeira, trânsito de pessoas, veículos e máquinas.

Descrição: Durante a operação do empreendimento, ações humanas como descarte de resíduos, queima de materiais, podem causar pressão antrópica sobre os remanescentes de vegetação e expandindo a área afetada.

4.3.3 Impactos sobre Meio Socioeconômico (Antrópico)

Os impactos previstos para o meio socioeconômico são consequentes das intervenções previstas pelo empreendimento, bem como da sua interrelação com os aspectos antrópicos/ socioambientais e de uso e ocupação do solo da região afetada. Observa-se que em função do porte e das dimensões do empreendimento e do público alvo ao qual se destina, alguns outros impactos normalmente prognosticados não se encontram previstos de ocorrer.

A análise dos impactos relativos ao meio socioeconômico conduz à proposição de medidas mitigadoras que buscam atenuar os efeitos adversos, assim como à proposição de medidas benéficas (potencializadoras) que objetivam a otimização dos impactos positivos.

ETAPA DE INSTALAÇÃO (OBRAS)

AQUISIÇÃO DE ÁREAS VIZINHAS

Ação Geradora: Necessidade de aquisição de áreas lindeiras à área atualmente de posse da Pedreira Caxiense, devido à futura expansão.

Descrição: Conforme a área de lavra venha a se expandir, segundo a proposta do plano de lavra apresentado neste EIA, haverá a necessidade da aquisição das áreas de terras que atualmente não pertencem à empresa. Assim, as propriedades serão adquiridas junto aos atuais proprietários ou, quando apropriado, apenas parte destas matrículas serão desmembradas e terão sua aquisição efetivamente executada, podendo gerar especulação imobiliária e superdimensionamento do metro quadrado a ser adquirido.

ETAPA DE OPERAÇÃO (FUNCIONAMENTO)

GERAÇÃO DE EMPREGOS DIRETOS E INDIRETOS

Ação Geradora: Este impacto é gerado devido ao aumento da produção, e a necessidade de mais funcionários.

Descrição: Atualmente a Pedreira Caxiense conta com 91 funcionários diretos. A expansão da área de lavra não prevê aumento no quadro de funcionários, tendo em vista, que as operações realizadas no interior da pedreira não irão aumentar e sim expandir para áreas que ainda possuem rocha a ser minerada. No entanto, na fase de instalação o empreendimento deverá gerar demanda por empregos temporários, para limpeza da área de mineração, como corte de vegetação, etc.

AUMENTO DE OFERTA DE MATÉRIA-PRIMA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Ação Geradora: Este impacto é gerado devido ao aumento da produção.

Descrição: O setor da construção civil está me pleno crescimento em Caxias do Sul (obras de pavimentação municipais, futuro Aeroporto da Serra Gaúcha, etc.) e região, sendo assim é cada vez maior a demanda por matéria prima como as produzidas na pedreira. Empresas de construção priorizam fornecedores locais para adquirir materiais, tendo vista questões de custo e rápida disponibilidade.

Com a ampliação da operação da mina, é possível afirmar que a região contará com maior disponibilidade de material.

AUMENTO DE GERAÇÃO DE TRÁFEGO

Ação Geradora: Este impacto é gerado pelo tráfego de caminhões e maquinários que aumentará a partir da ampliação da mina.

Descrição: A circulação de veículos poderá aumentar com a ampliação do empreendimento, principalmente na fase de instalação, devido à necessidade do transporte do material extraído na abertura da área de lavra. Esse impacto deverá ser temporário e a circulação de veículos deverá ser normalizada na fase de operação.

GERAÇÃO DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES

Ação Geradora: Este impacto é gerado devido ao tráfego de veículos pesados às atividades cotidianas de operação no interior da mina.

Descrição: Sabe-se que o maquinário utilizado nas operações de lavra de rocha e os veículos de grande porte que circulam no interior da mina causam ruídos elevados. Além disso, o desmonte da rocha com o uso de explosivos pode ocasionar vibrações nas

áreas que circundam o empreendimento. Este impacto existirá durante todo o período em que a mina estiver em operação.

AUMENTO DA ARRECADAÇÃO TRIBUTÁRIA

Ação Geradora: Este impacto é gerado devido às atividades realizadas na área do empreendimento que estão sujeitas ao recolhimento do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN).

Descrição:

A contratação de trabalhadores e serviços especializados para a execução das obras para ampliação do empreendimento acarretará no aumento da arrecadação tributária do município devido ao recolhimento do ISSQN.

Este impacto é muito importante, uma vez que aumenta o trânsito de receita no município. Trata-se, portanto de um impacto indireto, irreversível e com abrangência regional, que lhe confere alta relevância, mas limitado ao período de implantação do empreendimento.

DINAMIZAÇÃO DA ECONOMIA

Ação Geradora: Este impacto é gerado devido à necessidade de contratação de profissionais e de serviços e a compra de materiais para durante a ampliação do empreendimento.

Descrição: Com a contratação de profissionais e de serviços especializados, ocorre naturalmente o crescimento da população economicamente ativa. Dessa forma, com o aumento da massa salarial circulante, ocorre maior movimentação comercial na região.

ALTERAÇÃO DA PAISAGEM

Ação Geradora: Este impacto é gerado devido às obras de ampliação do empreendimento que irão intensificar as alterações na paisagem natural.

Descrição: O empreendimento em questão localiza-se parte em área urbana e parte em área rural. Dessa forma, as obras de expansão do empreendimento causarão uma alteração gradual na paisagem, uma vez que as características rurais darão, progressivamente, lugar para uma paisagem industrial, em função da ampliação da área de lavra. O impacto avaliado, nesse caso, é de natureza negativa, irreversível, porém, mitigável.

GERAÇÃO DE INCÔMODOS À POPULAÇÃO DO ENTORNO

Ação Geradora: Este impacto é gerado devido às atividades realizadas na ampliação do empreendimento que poderão causar alterações na rotina da população local e/ou aumentar os incômodos sentidos pelos moradores no entorno imediato.

Descrição: Muitas das atividades envolvidas nas operações de uma área de mineração são percebidas pela população moradora do entorno na forma de ruídos, vibrações, e partículas em suspensão. Além disso, a circulação de veículos, alterações na paisagem e a desvalorização imobiliária são impactos gerados por esse tipo de empreendimento que podem causar incômodos a população.

5 MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

O presente capítulo indica medidas que visam minimizar ou compensar os impactos adversos, ou ainda potencializar os impactos positivos sobre os descritores ambientais (meios físico, biótico e socioeconômico), identificados no item 4 deste EIA.

Quanto às medidas mitigadoras e potencializadoras, após a identificação e classificação dos impactos ambientais potenciais decorrentes da ampliação da área de lavra da mina a equipe propôs ações que visam à redução ou eliminação dos impactos negativos (medidas mitigadoras) e também ações objetivando a maximização dos impactos positivos (medidas potencializadoras).

As medidas mitigadoras propostas foram baseadas na previsão de eventos adversos potenciais sobre os itens ambientais destacados, tendo por objetivo a eliminação ou atenuação de tais eventos. As medidas potencializadoras propostas, visam otimizar as condições da atividade a ser licenciada por meio da maximização dos efeitos positivos.

- **Medidas Mitigadoras e/ou Compensatórias:** são aquelas destinadas a corrigir impactos negativos ou a reduzir sua magnitude ou compensar os impactos adversos.
- **Medida Potencializadora:** Consiste em uma medida que visa otimizar ou maximizar o efeito de um impacto positivo decorrente direta ou indiretamente da instalação/ ampliação do empreendimento.

A medidas mitigatórias e compensatórias foram elaboradas de acordo com os diagnósticos dos impactos relacionados aos meios biótico, físico e socioeconômico, decorrentes da natureza da atividade proposta, tendo como premissa reduzir os efeitos negativos das atividades de ampliação e operação da Mina Maestra sobre o meio ambiente, levando em consideração o atendimento às legislações pertinentes.

Como alguns impactos se dão de forma sistemática sobre diferentes meios, não é possível dividir as medidas por meio ou componente ambiental afetado, principalmente as medidas que serão adotadas pelos programas ambientais que tem caráter preventivo ou de monitoramento, pois as mesmas podem estar atuando para minimizar os efeitos negativos que incidem sobre diferentes meios ou sobre mais de um componente ambiental afetado.

Conforme impactos citados pelos diagnósticos setoriais realizados por este estudo, foram propostas algumas medidas específicas para os meios analisados. Estas medidas somam-se ao escopo preliminar do Projeto Básico Ambiental, documento que

será detalhado todas as medidas de controle e os programas ambientais propostos no EIA, na etapa de licenciamento ambiental de instalação. Dentre estas medidas, destacam-se:

- Devido à presença de comunidades ao redor da área da Pedreira Caxiense, será realizada a divulgação a estas comunidades sobre os benefícios econômicos e socioambientais proporcionados pelo empreendimento, assim como todas as medidas que serão tomadas para a minimização e mitigação dos impactos negativos.
- Para evitar a dispersão de materiais particulados no ar, será feita a umidificação do solo em dias muito secos e em dias que o tráfego de máquinas nas atividades causarem muita poeira.
- Proteção das cargas dos caminhões que estarão fazendo transporte de material minerado (ex: enlonamento dos veículos), evitando a emissão de poeira na atmosfera e a perda do material.
- Tendo em vista o impacto ocasionado pela deposição de poeira sobre a vegetação lindeira e obras de movimentação de terra, o Programa de Controle e Qualidade do Ar e Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações irão prever medidas de controle das emissões. Este mesmo programa vem de encontro à minimização da poluição pelas emissões de ruídos e poeiras.
- Frente ao risco de interferência na dinâmica dos habitats ocupados pela fauna local, assim como a perda de indivíduos da fauna na área de influência do empreendimento durante o processo de supressão vegetal, será elaborado o Programa de Proteção e Monitoramento da Fauna, prevendo o manejo dos animais para as áreas protegidas ou captura seguida de encaminhamento para um CETAS, educação ambiental dos operários e das comunidades do entorno e instalação de placas sinalizadoras na obra.
- Ainda, visando a minimização do risco sobre a fauna, o sentido das obras será orientado para ocorrer das áreas mais antropizadas às áreas com vegetação mais preservadas, fazendo com que os animais se desloquem de forma natural para estes locais.
- O Programa de Educação Ambiental servirá para sensibilizar e consequentemente minimizar os impactos sobre a fauna, principalmente aplicado a operários e vizinhança.

- Cercamento das áreas verdes e detalhamento de medidas de proteção na flora estarão detalhadas no Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente e Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal.
- Programa de monitoramento e manutenção da qualidade das águas durante as atividades, tendo em vista a presença de vários recursos hídricos como córregos e nascentes na área de estudo.
- Atividades relacionadas ao acompanhamento do meio socioeconômico e socioambiental, das principais interrelações com os aspectos socioeconômicos e de uso e ocupação do solo da região afetada.
- Implantação e manutenção de uma rede de drenagem pluvial, controlando o escoamento superficial da água, uma vez que os impactos sobre a dinâmica das águas serão altos. Dessa forma objetiva-se reduzir a possibilidade de erosão e carreamento de partículas (assoreamento).

A forma de apresentação conjunta, impactos - medidas mitigadoras, com as mesmas situadas imediatamente após a descrição dos impactos, permite que se verifique melhor a sua eficiência, observando-se que as mesmas se encontram propostas para cada impacto relacionando-os aos fatores ambientais afetados.

As expectativas, tanto positivas quanto negativas, criadas na população do entorno imediato serão minimizadas com a realização da Audiência Pública, de acordo com a Resolução CONAMA nº 237/1997, onde serão explicitadas todas as informações do empreendimento como: diagnóstico ambiental, impactos e medidas de controle ambiental, entre outros.

Ainda, serão distribuídos pelo empreendedor material de divulgação do empreendimento, onde a população poderá se inteirar sobre o mesmo. Além disso, outra forma de comunicação social utilizada pelo empreendedor serão as placas de sinalização dentro e fora da mina. Deverão ser planejados os horários das atividades desenvolvidas durante a obra e o treinamento dos operários quanto a normas de conduta.

De um modo geral, as medidas indicadas aos impactos adversos para a ampliação da Mina Maestra da Pedreira Caxiense são corretivas, ou seja, visam à mitigação de impactos através de ações de recuperação e recomposição das condições ambientais aceitáveis. Os impactos identificados e as medidas propostas, com base na

comparação do prognóstico ambiental da ampliação da mina, estão apresentados no Diagrama de Interação - Matriz de identificação de impactos ambientais) – **ANEXO 24 – MATRIZ DE IMPACTOS**. A matriz traça uma relação entre as etapas esperadas para o empreendimento, os principais impactos negativos e positivos que poderão advir das ações vinculadas a estas etapas, programa ambiental relacionado (detalhando as medidas propostas), bem como o responsável pela implementação do mesmo.

5.1 Medidas Mitigatórias e Compensatórias para o Meio Físico

ETAPA DE INSTALAÇÃO (OBRAS)

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO SOLO

- Remoção e armazenamento das camadas férteis do solo para recuperação da área após o encerramento das atividades;
- Acompanhamento das atividades de supressão da vegetação (aumento do escoamento superficial quanto à probabilidade de processos erosivos);
- Implantar, nas vias internas do empreendimento, permanentes ou provisórias, dispositivos apropriados para a redução da ação de energia cinética da chuva, de tal forma controlar o seu escoamento superficial;
- Drenagem de serviço para evitar o carreamento de solo aos cursos d'água.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Prevenção, Controle e Monitoramento de Processos Erosivos (PPCMPE); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

MEDIDAS RELACIONADAS À INSTABILIADADE GEOTÉCNICAS

- Construção de taludes e bancadas (bermas) de segurança usando softwares modelos como Slide Rocksciene;
- Drenagem de serviço;
- Avanço progressivo ao retaludamento nos cortes efetuados na encosta, com plantio imediato de gramíneas e plantas nativas, de forma concomitante ao andamento das obras.

- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Prevenção, Controle e Monitoramento de Processos Erosivos (PPCMPE); Programa de Configuração de Taludes e Risco Geotécnico (PCTRG).

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

- Limpeza e manutenção mecânica de veículos e equipamentos utilizados na implantação da pedreira em locais apropriados para este fim;
- Também são necessários cuidados com os abastecimentos de combustíveis das motosserras e demais maquinários utilizados no processo de supressão da vegetação;
- Instalação e manutenção correta de banheiros químicos, se estes se fizerem necessários durante a instalação;
- Monitoramento da qualidade das águas superficiais na área diretamente afetada.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (PMQA); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD); Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes (PGRSE).

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO DA PAISAGEM

- Correto gerenciamento das obras e adoção de programas ambientais como ferramentas de mitigação de impactos estão pulverizados em cada componente ambiental;
- Implementação do Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social no empreendimento e com a comunidade do entorno;
- Execução do projeto de recuperação após o encerramento da atividade minerária no local.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Reposição Florestal Obrigatória

(PRFO); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

ETAPA DE OPERAÇÃO (FUNCIONAMENTO)

MEDIDAS RELACIONADAS À MODIFICAÇÃO DO PADRÃO DE DRENAGEM NATURAL

- Implantação do Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central, visando a transposição dos cursos d'água conforme item específico deste EIA.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD); Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central.

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

- Manutenção das práticas de aspersão dos acessos e vias internas por onde trafegam os veículos;
- Inspeção e manutenção preventiva nas máquinas e equipamentos que operarão nas etapas de ampliação da mina;
- Manutenção dos aspersores na planta de britagem, especialmente em dias quentes e secos;
- Utilização de cobertura nos caminhões através do recobrimento das carrocerias com lonas, quando do transporte de materiais granulados.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Controle e Qualidade do Ar (PCQA); Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo (PCVP).

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA E VIBRAÇÕES

- Manutenção do monitoramento sísmico realizado a cada evento de desmonte;

- Correto dimensionamento dos planos de fogo conforme a equação de atenuação de ondas sísmicas modelada;
- Utilização de equipamentos em conformidade com a respectiva legislação e com operação dentro dos limites aceitáveis de emissão de ruídos;
- Exigir dos funcionários vinculados às rotinas operacionais, a utilização de equipamentos de proteção individual (protetores auriculares), quando estiverem em contato com equipamentos de emissão sonora, respeitando a legislação trabalhista;
- Inspeção e manutenção preventiva nas máquinas e equipamentos que operarão na planta de beneficiamento.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS); Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo (PCVP).

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

- Implantação do Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central, visando a transposição dos cursos d'água conforme item específico deste EIA;
- Monitoramento da qualidade das águas superficiais, especialmente no córrego principal afetado pela transposição.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (PMQA); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DA REDE DE CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA LOCAL

- Manutenção do monitoramento sísmico realizado a cada evento de desmonte;

- Correto dimensionamento dos planos de fogo conforme a equação de atenuação de ondas sísmicas modelada;
- Implementação do Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV).

5.2 Medidas Mitigatórias e Compensatórias para o Meio Biótico – Flora e Fauna

ETAPA DE INSTALAÇÃO (OBRAS)

MEDIDAS RELACIONADAS À SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO

- Acompanhar as supressões de vegetação para execução das ações de afugentamento, resgate e soltura de espécimes da fauna conforme descritas nos programas ambientais;
- A supressão da vegetação florestal deverá ser conduzida de forma adequada realizada com acompanhamento de técnico habilitado, dando tempo e espaço para as espécies da fauna nativa se deslocarem para os remanescentes florestais;
- Aplicar de ações previstas para os programas ambientais da fase de implantação deverá garantir que a supressão se restrinja as áreas previstas e licenciadas para tal. Deverá ainda pressupor a demarcação prévia em campo das áreas que forem licenciadas para supressão;
- Realizar o transplante das espécies da flora ameaçadas de extinção e imunes ao corte que estiverem nas APP’s a serem suprimidas para áreas que serão preservadas. Deverão ser realizados o manejo e relocação das espécies silvestres da fauna para os remanescentes florestais que ficarão preservados.
- Plantio compensatório de espécies arbóreas nativas nos fragmentos remanescentes e naqueles que necessitarão de projeto de recuperação de áreas degradadas;
- Deverá ser realizado o manejo e realocação das espécies silvestres da fauna para os remanescentes florestais que ficarão preservados;

- Realização das reposições florestais obrigatórias e compensação ambiental.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal (PISMF); Programa de Compensação Ambiental (PCA); Programa de Reposição Florestal Obrigatória (PRFO); Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

MEDIDAS RELACIONADAS À SUPRESSÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

- Deverá ser realizado, o manejo e relocação das espécies silvestres da fauna para os remanescentes florestais que ficarão preservados;
- A supressão da vegetação florestal deverá ser conduzida de forma adequada realizada com acompanhamento de técnico habilitado, dando tempo e espaço para as espécies da fauna nativa se deslocarem para os remanescentes florestais;
- Realizar o transplante das espécies da flora ameaçadas de extinção e imunes ao corte que estiverem nas APP's a serem suprimidas para áreas que serão preservadas. Deverão ser realizados o manejo e relocação das espécies silvestres da fauna para os remanescentes florestais que ficarão preservados.
- Realizar os projetos de recuperação de áreas degradadas nas áreas de proteção permanente que serão impactadas e suprimidas;
- Realizar o monitoramento da fauna durante e após a supressão das APP's;
- Realizar a compensação por áreas de APP's suprimidas e plantio compensatório de espécies arbóreas nativas nos fragmentos remanescentes e naqueles que necessitarão de projeto de recuperação de áreas degradadas;
- Implementar o Programa de Gerenciamento das Áreas de Preservação Permanente.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP); Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal (PISMF); Programa de

Compensação Ambiental (PCA); Programa de Reposição Florestal Obrigatória (PRFO); Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD); Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo (PCVP).

MEDIDAS RELACIONADAS À REDUÇÃO DE HABITAT E BIODIVERSIDADE LOCAL

- Deverá ser acompanhada as supressões de vegetação para execução das ações de afugentamento, resgate e soltura de espécimes da fauna conforme descritas nos programas ambientais;
- Realizar com periodicidade o monitoramento da fauna e flora, elaborando relatórios sobre os impactos gerados diretamente no meio biótico;
- Deverão ser executadas as ações de resgate, transplante e salvamento da flora arbórea e epifítica descritas nos programas ambientais;
- Promover medidas de proteção de APP's como placas informativas, cercamento das áreas e educação ambiental.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP); Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal (PISMF); Programa de Compensação Ambiental (PCA); Programa de Reposição Florestal Obrigatória (PRFO); Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF).

MEDIDAS RELACIONADAS AO IMPACTO DAS MUDANÇAS NA DINÂMICA POPULACIONAL DA FAUNA E FLORA

- Realizar resgate de fauna antes das intervenções previstas;
- Realizar o monitoramento constante da fauna, para acompanhar as mudanças nas populações;
- Incentivar a pesquisa de longo prazo sobre a fauna terrestre e aquática nas áreas remanescentes.

- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF).

MEDIDAS RELACIONADAS À REALIZAÇÃO DE LEVANTAMENTO DO MEIO BIÓTICO

- Fornecer informações importantes sobre a biodiversidade local, embasando futuros estudos de conservação, ecologia, genética de populações e biogeografia;
- Potencializar futuros estudos de conservação da flora e fauna local e regional.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF).

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO AMBIENTE

- Deverão monitorar a qualidade físico-química da água, classificando os trechos dos córregos quanto a influência antrópica, o tipo de curso do rio (largura e profundidade do trecho), a presença de mata ciliar e a erosão da margem, o tipo de sedimento e a velocidade da água;
- Monitorar as comunidades aquáticas de macroinvertebrados bentônicos, no local impactado e em áreas adjacentes que sofram influência do processo;
- Manutenção/recomposição da mata ciliar ao longo dos córregos afetados, bem como proteção dessas áreas como placas informativas, cercamento das áreas e educação ambiental;
- Recomenda-se o acompanhamento técnico durante a supressão da vegetação em áreas consideradas de APP, próximos aos arroios e demais corpos d'água.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (PMQA); Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF).

MEDIDAS RELACIONADAS AO AFUGENTAMENTO DA FAUNA

- Deverão ser acompanhados as supressões de vegetação para execução das ações de afugentamento, resgate e soltura de espécimes da fauna conforme descritas nos respectivos programas ambientais;
- A supressão da vegetação florestal deverá ser conduzida de forma adequada realizada com acompanhamento de técnico habilitado, dando tempo e espaço para as espécies da fauna nativa se deslocarem para os remanescentes florestais;
- Realizar o monitoramento da fauna, durante e após a supressão vegetal nas áreas de manchas florestais e campestres.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV); Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal (PISMF); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF).

ETAPA DE OPERAÇÃO (FUNCIONAMENTO)

MEDIDAS RELACIONADAS À PRESSÃO ANTRÓPICA SOBRE OS REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO

- Realizar o monitoramento constante da fauna, para acompanhar as variações populacionais;
- Monitorar e fiscalizar os ambientes remanescentes para evitar danos a fauna.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP); Programa de Compensação Ambiental (PCA); Programa de Reposição Florestal Obrigatória (PRFO); Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS); Programa de Recuperação de

Áreas Degradadas (PRAD); Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo (PCVP).

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO E CANALIZAÇÃO DOS CURSOS HÍDRICOS

- Deverá ser feito a recomposição do hábitat, conforme projeto, para criar condições para a fauna local, principalmente aquática;
- Deverá ser realizado o manejo e reintrodução das espécies silvestres, principalmente da ictiofauna, para os cursos “revitalizados”.
- Deverão ser promovidas medidas de proteção de APP’s como placas informativas, cercamento das áreas e educação ambiental;
- Implantação do Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central, visando a transposição e recuperação dos cursos d’água.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (PMQA); Programa de Prevenção, Controle e Monitoramento de Processos Erosivos (PPCMPE); Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD); Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central.

MEDIDAS RELACIONADAS AO AFUGENTAMENTO DA FAUNA

- Realizar o monitoramento constante da fauna, para acompanhar as mudanças nas populações;
- Deverão ser estabelecidas áreas para circulação de operários;
- Atividades de educação ambiental junto aos motoristas e operadores de veículos, salientando a importância da fauna local e a redução do impacto dos atropelamentos;
- Deverão ser controlados os níveis de ruídos e vibrações, emissões atmosféricas e incidência de luz em áreas naturais;
- Adequação do Plano de Fogo aos horários de pico de atividades dos grupos de fauna sensíveis.

- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV); Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF).

5.3 Medidas Mitigatórias e Compensatórias para o Meio Socioeconômico (Antrópico)

ETAPA DE INSTALAÇÃO (OBRAS)

MEDIDAS RELACIONADAS À AQUISIÇÃO DE ÁREAS VIZINHAS

- Manter canal de diálogo e comunicação com os proprietários de áreas vizinhas;
- Utilização do melhor método de avaliação de imóveis a fim de obter-se um valor adequado para ambas as partes;
- Indenização das propriedades adquiridas na forma de venda ou arrendamento;
- Implementar as atividades previstas no Programa de Comunicação Social visando a manutenção de um canal de diálogo com os proprietários.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS).

ETAPA DE OPERAÇÃO (FUNCIONAMENTO)

MEDIDAS RELACIONADAS À GERAÇÃO DE EMPREGOS DIRETOS E INDIRETOS

- Divulgação das vagas junto às comunidades e Órgãos públicos, a fim de haja a ampliação da contratação da mão de obra local, especialmente das áreas de influência;
- Contratação de profissionais locais, desde que preencham os requisitos técnicos necessários;

- Treinamento e integração com a temática ambiental e aspectos de segurança com funcionários contratados, principalmente com relação a conscientização ambiental; tendo em vista os diversos cuidados que devem existir durante as atividades de funcionamento da Mina Maestra;
- Utilização da estrutura de comércio e serviços locais, afim de fomentar o crescimento de empregos indiretos.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Comunicação Social (PCS).

MEDIDAS RELACIONADAS AO AUMENTO DE OFERTA DE MATÉRIA-PRIMA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

- Manter canal de comunicação com empresas da região do ramo da construção civil e Prefeituras Municipais, valorizando a produção local;
- Desenvolver ações em conjunto com o poder público a fim de potencializar os usos tecnológicos do basalto e dos seus subprodutos nas obras públicas;
- Fortalecer a comunicação do empreendimento com as áreas de influência.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Comunicação Social (PCS).

MEDIDAS RELACIONADAS À GERAÇÃO DE TRÁFEGO

- Melhoria na sinalização das estradas onde pode ocorrer o aumento do fluxo de caminhões e maquinário;
- Indicação da área de mineração com placas de aviso, inclusive quanto ao fluxo de veículos pesados;
- Manutenção das vias no entorno do empreendimento e implantação de limite de velocidade para os veículos pesados;
- Instalação de sinalização de trânsito e orientação aos motoristas quanto ao risco de ocorrência de acidentes de trânsito decorrente da entrada e saída de veículos;
- Ações específicas para a questão do atropelamento de animais silvestres nas vias do entorno do empreendimento.

- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS).

MEDIDAS RELACIONADAS À GERAÇÃO DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES

- Manutenção do monitoramento sísmico realizado a cada evento de desmonte;
- Utilização de equipamentos em conformidade com a respectiva legislação e com operação dentro dos limites aceitáveis de emissão de ruídos;
- Exigir dos funcionários vinculados às rotinas operacionais, a utilização de equipamentos de proteção individual (protetores auriculares), quando estiverem em contato com equipamentos de emissão sonora, respeitando a legislação trabalhista;
- Inspeção e manutenção preventiva nas máquinas e equipamentos que operarão na planta de beneficiamento;
- Rotinas sistemáticas de fiscalização dos níveis de ruído deverão ser adotadas com o objetivo de verificar o atendimento das Resoluções, Normas da ABNT e demais legislações específicas.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS).

MEDIDAS RELACIONADAS AO AUMENTO DA ARRECADAÇÃO TRIBUTÁRIA

- As atividades previstas para ampliação do empreendimento são passíveis de tributação. A contratação de serviços de terceiros e de trabalhadores para a realização das obras de ampliação da Mina Maestra da Pedreira Caxiense deverá ocorrer, preferencialmente, dos municípios da AII do empreendimento, na medida em que exista a oferta. Esta condição de aumento do uso e da circulação mercadorias irá resultar no aumento da arrecadação tributária dos municípios.
- **Programas ambientais relacionados:** Não se aplica.

MEDIDAS RELACIONADAS À DINAMIZAÇÃO DA ECONOMIA

- A operação da Pedreira Caxiense requerer contratação de profissionais e serviços de diferentes tipologias. Dessa forma, a mão de obra contratada para o empreendimento deverá ser prioritariamente local. Este processo, ainda que temporário (em alguns casos), traz benefícios para a população e a economia locais.
- **Programas ambientais relacionados:** Não se aplica.

MEDIDAS RELACIONADAS À ALTERAÇÃO DA PAISAGEM

- Correto gerenciamento das atividades de ampliação da mina e adoção dos programas ambientais como ferramentas de mitigação deste impacto, de modo que a transformação ocorra gradativamente de acordo com o avanço das atividades desenvolvidas;
- Implementação do Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social no empreendimento e com a comunidade do entorno;
- O próprio Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central visa a recuperação da paisagem ao longo da vida útil da mina;
- Execução do projeto de recuperação após o encerramento da atividade minerária no local (Plano de Fechamento da Mina).
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Educação Ambiental (PEA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Reposição Florestal Obrigatória (PRFO); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

MEDIDAS RELACIONADAS À GERAÇÃO DE INCÔMODOS À POPULAÇÃO DO ENTORNO

- Deverão ser adotadas medidas públicas para o zoneamento adequado da região no entorno do empreendimento (Zona de Mineração e Zona Rural), afim de evitar ocupações irregulares e/ou inadequadas;

- Repassar as informações sobre as principais etapas e ações do empreendimento, estabelecendo um adequado fluxo entre o empreendedor e as comunidades circunvizinhas;
- Proporcionar um diálogo franco e transparente, minimizando, consequentemente, eventuais situações de conflito;
- Respeitar os horários de silencio estabelecidos na legislação vigente e por determinação do próprio empreendedor.
- **Programas ambientais relacionados:** Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA); Programa de Comunicação Social (PCS); Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV); Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS).

5.4 Projeto de Canalização e Revitalização dos Corpos Hídricos

A legislação visa a preservação e manutenção dos recursos hídricos existentes nos âmbitos municipais, estaduais e federais. Conforme a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), a água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado, sendo assim, necessita de cuidados especiais. Ainda, segundo a Lei Complementar n° 589, de 19 de novembro de 2019, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do município, a Político de Uso dos Recursos Hídricos e das Águas em seu Entorno, visa assegurar à atual e à futuras gerações a necessária disponibilidade de água superficial e subterrânea em padrões de qualidade adequados ao uso, criando políticas de conservação da água para as atividades urbanas e rurais, além de incentivar e promover instrumentos para controle, uso e proteção de recursos hídricos.

Frente à viabilidade de permitir a intervenção em área de preservação permanente existente no pátio de lavra atualmente e previsto na ampliação da Mina da Maestra, é apresentado o Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central da mina, com orientações, procedimentos e dimensionamentos para administrar o redirecionamento hídrico, com a devida recuperação de área degradada ao longo da vida útil da mina.

O processo para intervenção e desvios futuros já teve parecer favorável com a concessão da Portaria DRH Nº R-001.809/2020, com a emissão a Reserva de Disponibilidade Hídrica junto a Divisão de Outorga do DRH/SEMA, conforme

documentação junto ao ANEXO 34. Portanto, quando as intervenções junto aos recursos hídricos, perante o órfão responsável, já estamos aptos para recebermos a Licença Prévia,

5.4.1 Objetivos e Justificativas

Conforme Figura 498, observa-se a ocorrência de três córregos na porção norte da ADA, onde o primeiro córrego encontra-se a norte-noroeste, denominado como Córrego Oeste pois localiza-se no lado oeste da área de drenagem 1. O segundo córrego cruza o empreendimento no sentido norte-sul, este é denominado como Córrego Central. O terceiro curso d'água encontra-se na parte nordeste do empreendimento, denominado como Córrego Leste, pois localiza-se no lado leste da área de drenagem 1. Este último é finalizado na própria frente de lavra, por meio de infiltração. O detalhamento e demais características destes recursos hídricos encontram-se no Item 2.1.6 deste Estudo de Impacto Ambiental.

Pelo fato dos dois primeiros córregos supracitados estarem localizados no meio da área de lavra atual e futura, propõe-se, por meio deste estudo, a realização da revitalização dos mesmos, sendo tomadas todas as medidas cabíveis para a preservação destes, segundo a legislação ambiental vigente. O projeto apresenta o desvio do Córrego Oeste ligando este com o Córrego Central, fazendo com que o central seja o principal curso d'água existente. Com o projeto, as principais características naturais do córrego serão preservadas, já que sua vazão não sofrerá alterações, a qualidade da água não será afetada e sua biota será preservada quase que totalmente. O projeto de revitalização - e consequente rebaixamento da base do leito do arroio - se justifica pela atual conformação das áreas adjacentes ao mesmo, todas já mineradas e com cotas de base bastante inferiores à cota do leito do rio.

O projeto será realizado, dentro do plano de lavra a curto prazo, de acordo com o cronograma de projeto. Sendo assim, a consolidação do curso do Córrego Central se dará já nos primeiros anos de beneficiamento. Além disso, esse córrego central será dimensionado de modo que atenda às vazões naturais dos córregos e a vazão pluviométrica da área de drenagem correspondente ao trecho em questão.

5.4.2 Dimensionamento

O dimensionamento do sistema de drenagem, que será instalado na área do empreendimento, foi feito de forma a atender a vazão pluviométrica da área da mina. Os drenos instalados atenderão não somente à água da chuva coletada nas bermas e praças da mina, mas também a modificação de cursos d'água que cruzam a área da mina. Serão considerados dois tipos de drenos no projeto: drenos de bancadas, os quais direcionarão as águas pluviais para pontos de coleta e retorno à topografia; e canais para alteração dos cursos d'água.

Para o dimensionamento foram determinados alguns parâmetros para fins de cálculo:

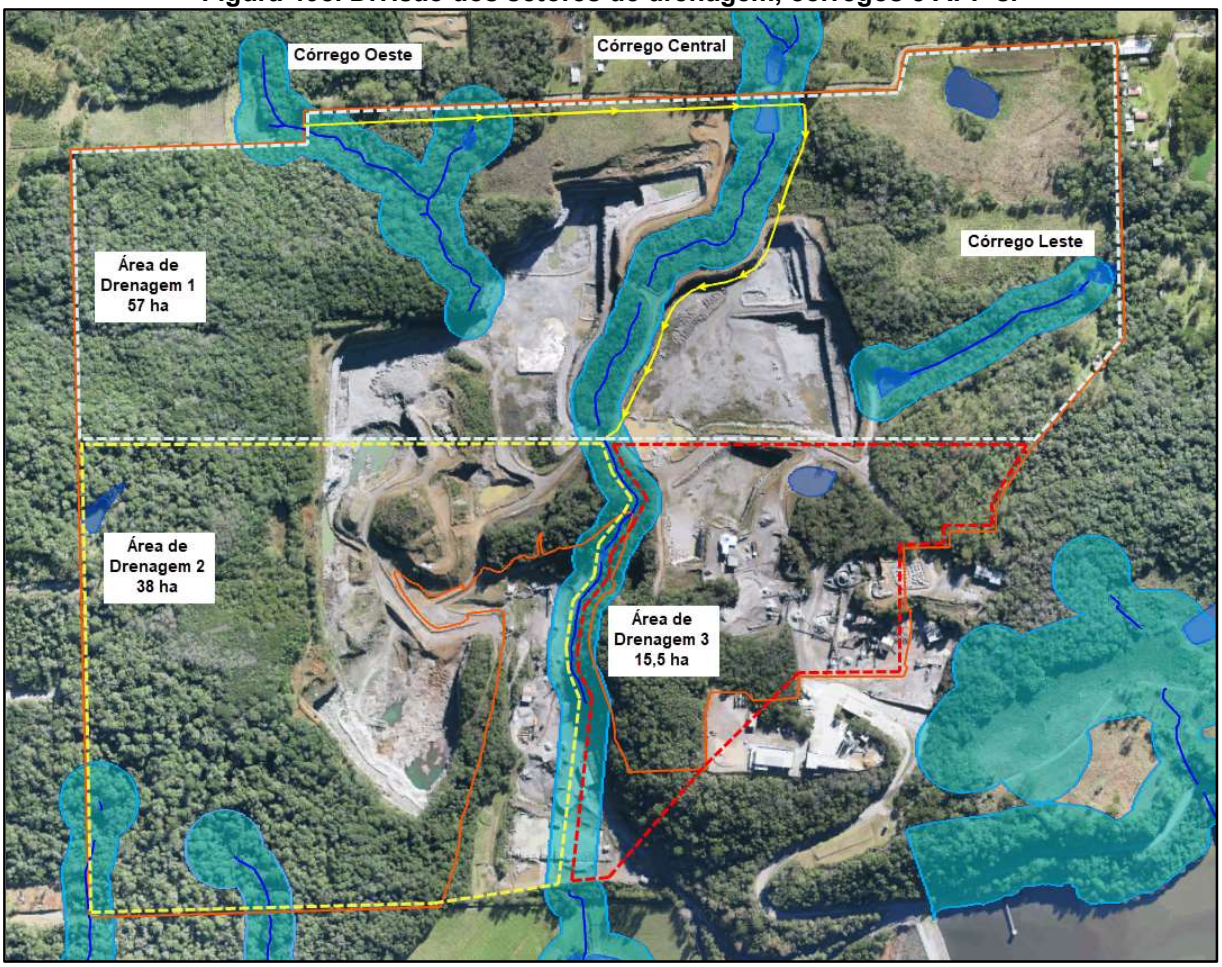
- Área de drenagem
- Precipitação média na região
- Cálculo de vazão pluviométrica pelo método racional
- Posição e vazão de cursos d'água
- Dimensionamento dos drenos e canais

5.4.2.1 Área de drenagem

A área total de drenagem foi estabelecida de forma a abranger as áreas das bancadas e praças, de forma individual, que captam águas da chuva, além das porções do terreno que podem contribuir com essa captação. As áreas foram estabelecidas seguindo as cristas do terreno original (divisores de água) que direcionarão a água para dentro da cava. Parte dessas águas serão retornadas à topografia, quando possível, por meio de dissipadores de energia. O restante será direcionado para a região central da mina onde será instalado um canal, que receberá essas águas e o desvio do curso d'água principal.

Considerando que nem toda a água captada na cava será direcionada para um único ponto (canal ou ponto de retorno) mas sim para setores diferentes, a área total de drenagem da cava foi dividida em três subsetores de acordo com os pontos de coleta e retorno, conforme apresentado na Figura 498. As áreas dos subsetores serão utilizadas para dimensionar e otimizar o tamanho dos drenos e canais.

Figura 498. Divisão dos setores de drenagem, córregos e APP's.



Fonte: Garden Projetos (2019).

Na figura pode-se observar a divisão da área da cava final (linha laranja) em três setores de drenagem (linhas tracejadas), além dos córregos (linhas azuis) e suas respectivas APP's (áreas azuis clara).

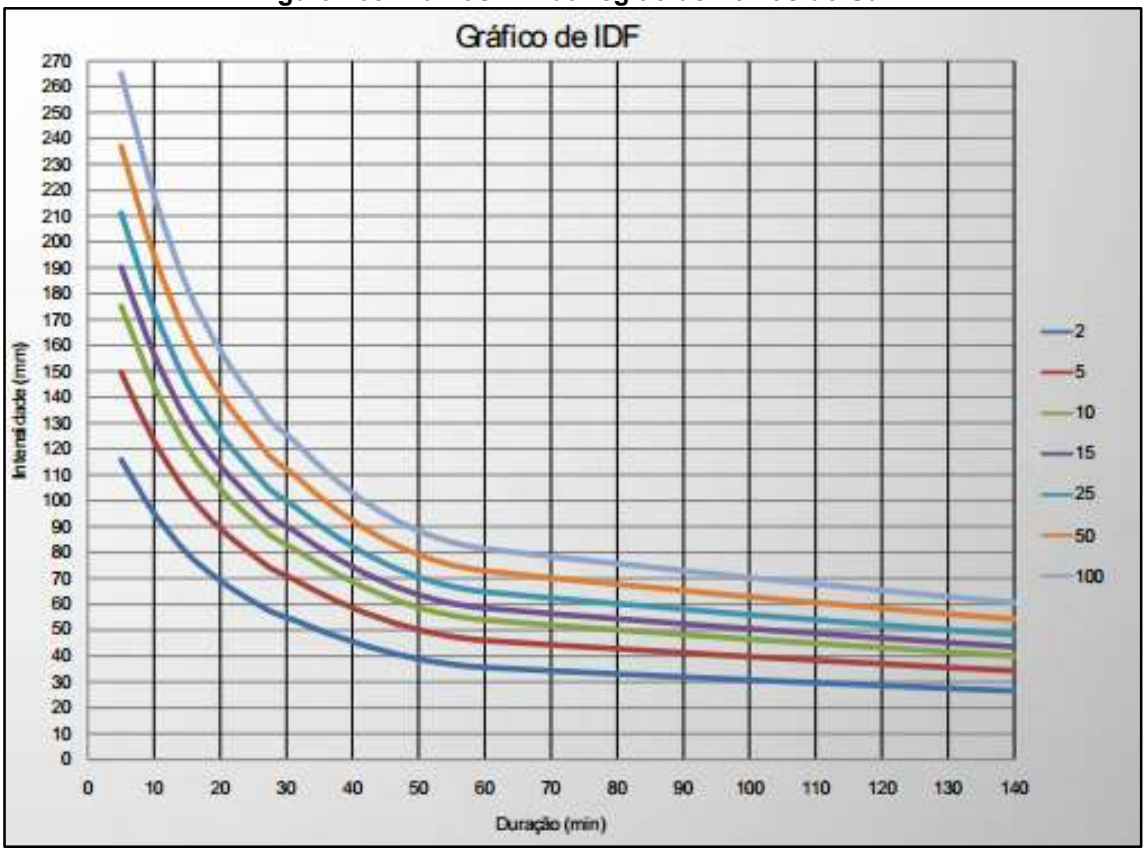
Cada praça/bancada corresponde também a uma parcela da área total de drenagem (unidade de drenagem), e seu dreno deve ser capaz de suportar e direcionar a água captada, além de uma possível vazão adicional proveniente de níveis superiores. Com isso, estima-se que as maiores unidades de drenagem em toda a região da mina atinjam até uma área de aproximadamente 7,5 hectares, portanto, essa área será utilizada para o dimensionamento dos drenos máximos que serão instalados nas bancadas.

5.4.2.2 Precipitação média da região

Para determinar a intensidade média de chuvas na região da mina foi utilizada uma curva IDF (Intensidade, Duração e Frequência) para a cidade de Caxias do Sul e

região, apresentada na Figura 499. Essas curvas devem ser representativas o suficiente para fornecer dados históricos de precipitação pluviométrica.

Figura 499. Curvas IDF da região de Caxias do Sul



Fonte: SCALCO et al. (2009).

O período de retorno selecionado para o dimensionamento do sistema de drenagem é o de 50 anos, de forma a manter um nível de segurança proporcional ao tempo de operação esperado na mina. O tempo de duração estabelecido para os cálculos de vazão é igual a 60 minutos, o que resulta uma intensidade de 72,84 mm/h.

5.4.2.3 Cálculo de vazão pluviométrica pelo Método Racional

O método racional, proposto por Thomas John Malvany, é bastante difundido pelo mundo e tem o propósito de estimar a vazão de pico em pequenas bacias hidrográficas. É um método bastante simples e de fácil aplicação que proporciona bons resultados para pequenas áreas de drenagem. A equação da vazão é dada por:

$$Q = \frac{c * i * A}{K}$$

Onde:

- Q = vazão em metros cúbicos por segundo
- K = fator de conversão de medida, igual a 360
- c = coeficiente de escoamento superficial
- i = intensidade média de chuva em milímetros (72,84 mm/h)
- A = área da bacia de contribuição em hectares

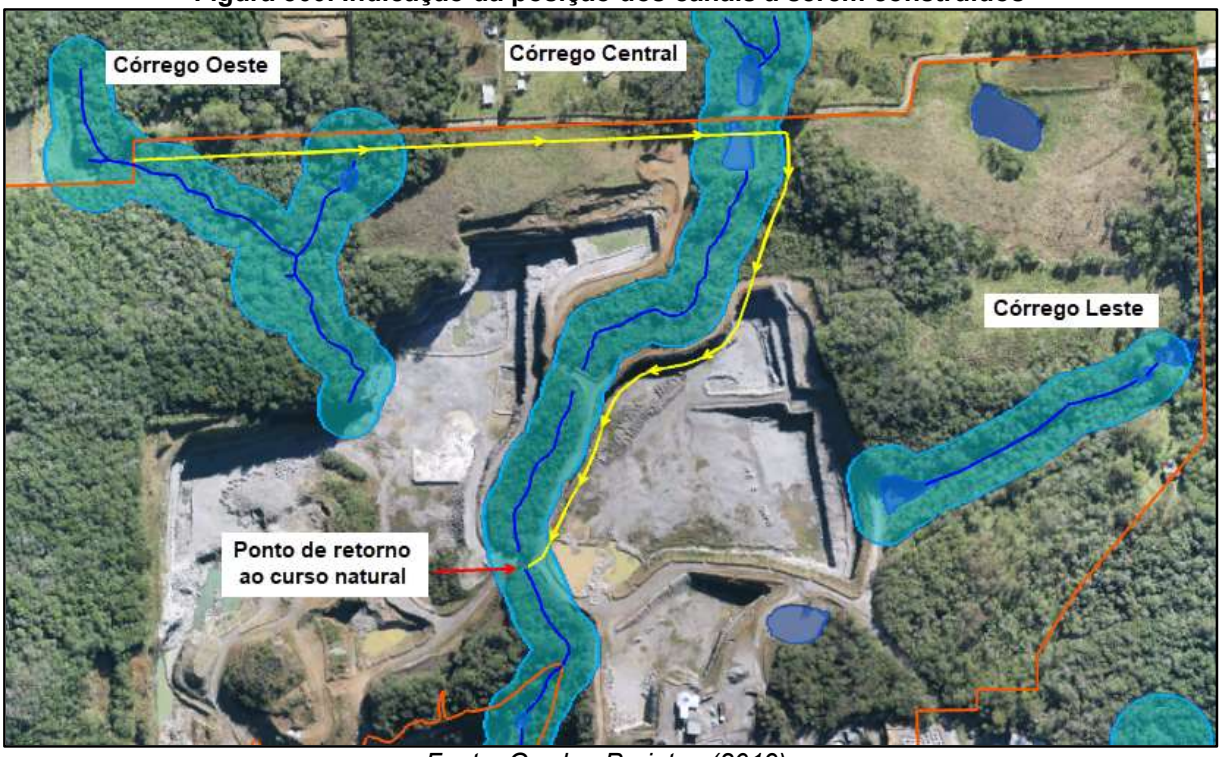
O coeficiente de escoamento foi definido a partir de tabela que relaciona o valor do coeficiente com o tipo de superfície. A região do empreendimento é composta por misturas de superfície com baixa declividade (bermas de bancadas), pisos pouco/médio porosos com pouca vegetação. O coeficiente de escoamento para esses tipos de terreno varia entre 0,4 e 0,65, sendo considerado o valor de 0,65 que representa o pior caso. Utilizando esses parâmetros, e considerando a área de drenagem de bancada (7,5 hectares), a maior vazão é de 7.494 litros por segundo, ou 7,49 m³/s.

5.4.2.4 Posição e vazão de cursos d'água

Dois canais serão construídos na área da mina com o intuito de desviar dois cursos d'água, mantendo suas vazões naturais e pontos de descarga originais. Tais cursos estão localizados na porção noroeste e norte da mina. Ambos cursos atravessam a área da mina no sentido sul, se encontrando em uma região de cotas baixas próximo à linha central da poligonal do EIA.

O Córrego Oeste será desviado ao longo da conformação de bancadas na face norte da mina, transportando a água de oeste para leste até o Córrego Central. Dessa forma, a água não passará por dentro da mina reduzindo as chances de contaminação e evitando problemas de drenagem durante a operação. O Córrego Central, principal curso d'água que atravessa a mina, terá seu curso deslocado para leste da sua posição atual, retornando ao seu curso original na porção central da mina. Esse canal receberá as águas tanto do Córrego Central quanto do Córrego Oeste, além de drenagem de chuva na praça da mina. A Figura 500 apresenta a indicação do posicionamento desses canais na área da mina.

Figura 500. Indicação da posição dos canais a serem construídos



Fonte: Garden Projetos (2019).

Os três cursos d'água que estão dentro da área da mina tiveram suas vazões mensuradas no ano de 2014. A metodologia adotada, para fins de determinação da vazão, foi baseada no método desenvolvido por Silveira (1997) para a avaliação da disponibilidade hídrica fluvial de pequenas bacias hidrográficas com carência de dados fluviométricos. O método proposto pelo autor é baseado na amostragem de vazões em período de estiagem e na simulação da série de vazões através de um modelo precipitação-vazão.

A amostragem foi realizada para três vazões, avaliadas a cada dois dias em período de estiagem. O período total de estiagem é constituído de 7 dias antecedentes à medição de descargas mais os 5 dias nas quais as três medições são realizadas. O critério de estiagem permite a ocorrência de até 15 mm de chuva durante o período.

Em seguida foi realizado o processo de simulação da série de vazões que envolve o ajuste de um modelo simplificado de balanço hídrico com a amostra de vazões, a síntese de vazões diárias através de simulação precipitação-vazão a partir do histórico de precipitações e evapotranspirações regionais e a determinação da curva de permanência.

A descrição de todo o processo de medição e simulação consta no item 2.1.6.5 deste Estudo de Impacto Ambiental.

Para o dimensionamento dos canais foram consideradas as maiores vazões simuladas pela curva de permanência, representadas pelo quantil Q10. Dessa forma se assume a pior situação possível de ocorrência, garantindo o fluxo controlado de águas. São elas:

- Córrego central: 102,12 L/s ou 0,102 m³/s
- Córrego oeste: 18,58 L/s ou 0,019 m³/s
- Córrego leste: 25,72 L/s ou 0,026 m³/s

Considerando que o canal que será instalado da porção central da mina receberá os fluxos de água dos córregos central e oeste, a vazão considerada para seu dimensionamento será de 120,7 L/s ou 0,121 m³/s.

5.4.2.5 Dimensionamento dos drenos e canais

Drenos

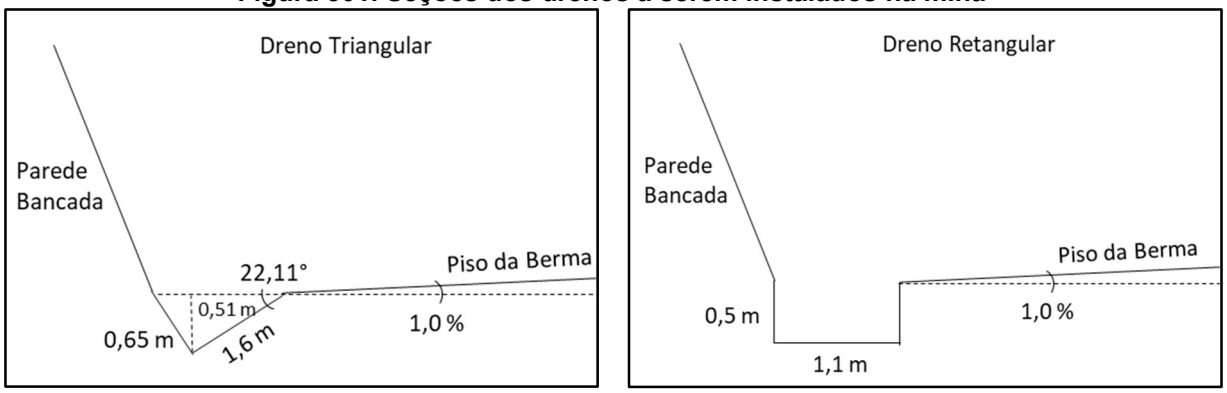
Os drenos podem apresentar seção retangular (escavado com escavadeira) ou triangular (escavado com motoniveladora) e suas dimensões foram calculadas de forma a respeitar as vazões apresentadas no item de precipitação. Foram utilizados os seguintes parâmetros para o cálculo:

- Declividade do dreno igual a 1%
- Coeficiente de rugosidade de 0,023
- Seção da calha: de 0,55 m²
- Raio hidráulico de 0,26
- Velocidade da água no dreno de 2,05 m²/s (método de Manning)

Com essas dimensões as calhas terão capacidades de vazão de 1,10 m³/s. As seções das calhas podem ser vistas na Figura 501, onde há representação das dimensões necessárias para drenos retangulares ou triangulares.

As calhas serão instaladas no pé das bancadas e as bermas terão uma inclinação transversal de 1,0%, fazendo com que toda água da chuva coletada na berma seja direcionada para a calha. Para escoar a água até a bacia de sedimentação as calhas terão uma inclinação longitudinal de 1,0%.

Figura 501. Seções dos drenos a serem instalados na mina



Fonte: Garden Projetos (2019).

Nos pontos de intersecção entre os drenos e a topografia inalterada serão instalados dissipadores de energia para reduzir a velocidade da água, evitando erosão excessiva nos pontos de retorno.

A execução dos drenos para desvio dos cursos d'água depende inicialmente da real natureza da superfície criada após se atingir a cota de arrasamento. Caso se expuser o contato com o derrame estéril que se encontra abaixo do minério, o desmonte será mecânico de modo a configurar uma trincheira mais larga, a ser adequada nas dimensões do projeto com outros materiais. É possível que se empreguem metodologias mistas, uma vez que a topologia do fundo da lavra não necessariamente será homogênea.

Canais

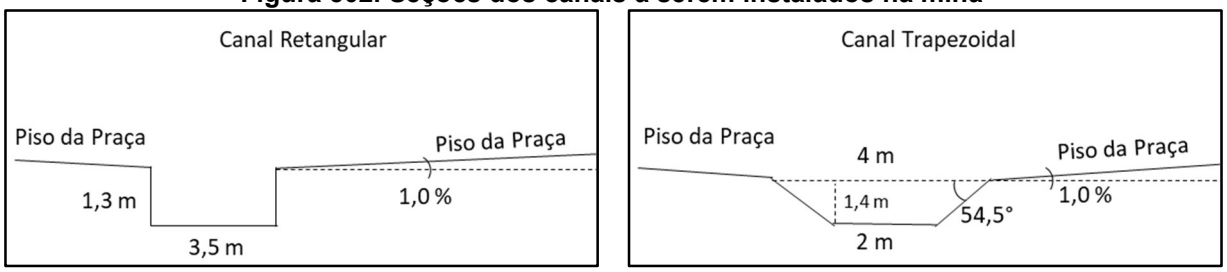
Os canais serão escavados diretamente na rocha, e terão seções retangulares ou trapezoidais. Suas dimensões foram calculadas de forma a respeitar as vazões apresentadas para os córregos e parte das águas pluviais. Foram utilizados os seguintes parâmetros para o cálculo:

- Área de drenagem de 56,9 hectares
- Vazão adicional córregos oeste e central igual a 0,12 m³/s
- Maior vazão pluviométrica igual a 7,49 m³/s
- Vazão total considerada igual a 7,62 m³/s
- Declividade do dreno igual a 1%
- Coeficiente de rugosidade de 0,040
- Seção da calha: de 4,2 m²
- Raio hidráulico de 0,7

- Velocidade da água no dreno de 1,9 m²/s (método de Manning)

Com essas dimensões os canais terão capacidades de vazão de 8,37 m³/s. As seções dos canais podem ser vistas na Figura 502, onde há representação das dimensões necessárias para canal de seção retangular ou trapezoidal. Com essas dimensões, os canais garantem uma folga mínima de 20 cm para segurança nos casos em que o nível da lâmina da água se eleve.

Figura 502. Seções dos canais a serem instalados na mina



Fonte: Garden Projetos (2019).

5.4.3 Execução

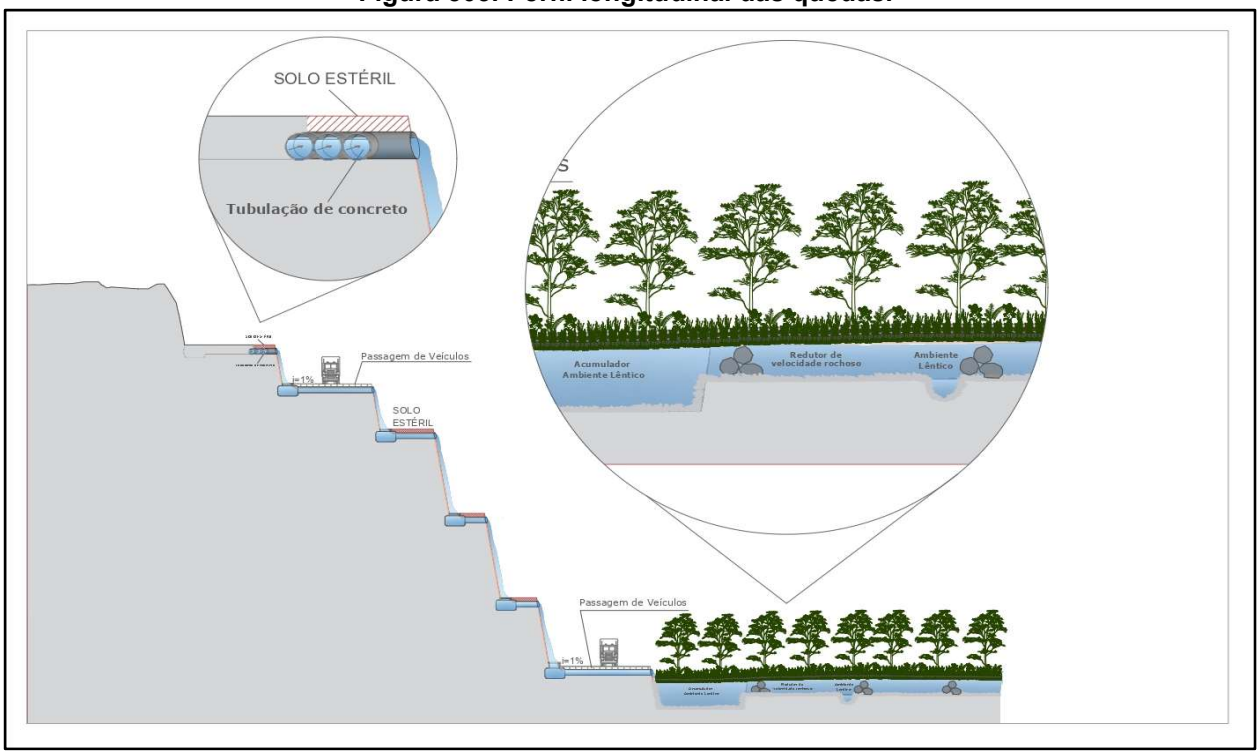
Para o desvio do Córrego Oeste, o canal será escavado na rocha na berma da bancada na cota 793. Essa berma será mais larga do que as demais (5 metros de largura para bermas finais), de modo a comportar o canal além do espaço disponível para recuperação da bancada. Para o Córrego Central, o canal será construído contornando a área atual de APP do córrego.

A transição vertical do córrego atual até o canal será feita entre as bancadas da mina por meio de quedas d'água (da altura de cada bancada). Na base de cada queda será escavada uma caixa de contenção, com isolamentos laterais, para receber a água em queda, reduzir sua energia e levar à próxima queda. Esse sistema será implementado nas bermas entre as cotas 793 e 745, totalizando 4 quedas de 12 metros de altura. As bermas nesses pontos serão mais largas, de modo a comportar essas estruturas e ainda dispor de 5 metros de largura. Entre duas das quedas, há rampas de acesso para manutenções.

Para a transição horizontal do córrego pelas bermas serão utilizados tubos de concreto armado, com posterior cobrimento de solo estéril, de modo a atender as normativas de segurança, conforme demonstrado a seguir. A partir da última queda, a fim de reduzir a velocidade da água, serão criadas áreas de acumuladores de água, gerando um ecossistema lêntico, o que auxilia na formação e adaptação da biota local.

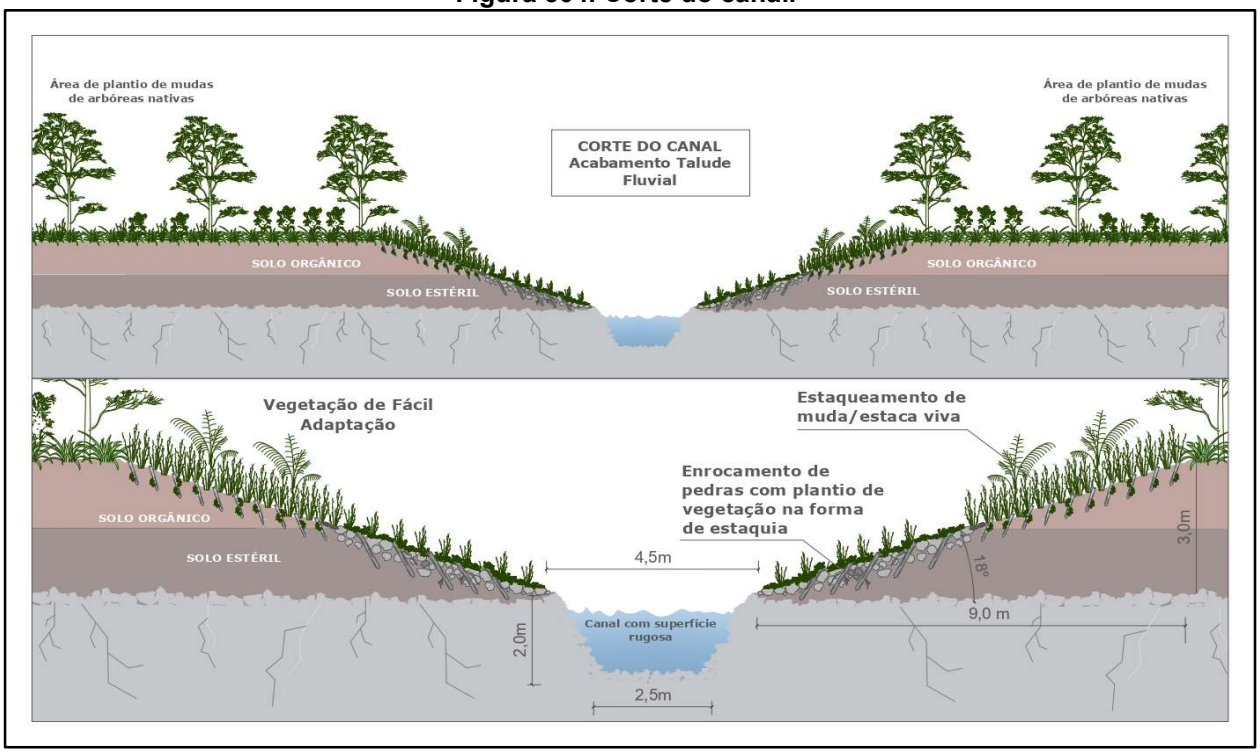
Cabe salientar que os cursos serão desviados apenas no momento que o canal já estiver construído no local e cota definitivos. O corte do canal e sua respectiva APP são demonstrados na Figura 504.

Figura 503. Perfil longitudinal das quedas.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 504. Corte do canal.



Fonte: Garden Projetos (2020).

O canal será criado de forma que a superfície do mesmo se torne rugosa e auxilie no desenvolvimento de organismos comumente encontrados em ambientes semelhantes. As dimensões mínimas a serem respeitadas estão demonstradas na Figura 502, porém, como a superfície será irregular, as dimensões podem variar alguns centímetros de um ponto para outro, por este motivo as mesmas foram representadas na figura acima com 50 cm a mais nas suas dimensões.

Em relação à área de APP, esta respeitará 30 metros de cada um dos lados da margem do córrego. A superfície irregular formada a partir da extração da rocha na base da cota final, auxiliará na fixação do solo disposto no local. Ainda, para a formação desta área, a camada inferior será composta de solo estéril, por se tratar de um material mais firme com rochas fragmentadas na sua composição, enquanto que a metade superior será composta por solo orgânico, para permitir um melhor desenvolvimento de espécies vegetais de maior porte.

O talude do canal terá inclinação de, aproximadamente, 3:1, ou seja, próxima de 18º, o que permite melhor estabilidade do terreno e, segundo Durlo e Sutili (2012, p. 118), favorece o desenvolvimento da vegetação por permitir um maior acúmulo de umidade. Além disso, auxilia também em posterior acesso da fauna local ao recurso hídrico existente. O plantio nesta área será feito através de estacas vivas associado com enrocamento em rocha. Serão inseridas estacas de plantas de pequeno porte de fácil adaptação em leitos. Ainda, segundo os mesmos autores (2012, p. 136), a combinação do plantio em estacas com revestimento inerte acelera e garante a estabilidade das margens.

A estabilização depende diretamente de fatores como a arquitetura e a densidade de comprimento radicular das espécies e do tipo de planta utilizada (MAFFRA *et al.,* 2017). Segundo Gray e Sotir (1996), a influência da vegetação sobre a estabilidade, por meio dos efeitos hidrológicos, “envolvem a parte aérea e radicular das plantas e proporcionam interceptação de água da chuva, diminuição da velocidade da água durante o escoamento superficial, alterações nas taxas de infiltração e de evaporação de água no solo, e absorção de água pelas raízes com consequente transpiração” (*apud* MAFFRA *et al.*, 2017, p. 130). Ainda, os efeitos mecânicos de agregação, ancoramento e de resistência ao cisalhamento do solo são resultados da presença de raízes (COPPIN; RICHARDS, 2007; MORGAN; RICKSON, 1995 *apud* MAFFRA *et al.*, 2017, p. 130).

Para as estacas vivas pode-se utilizar espécies aptas como *Phyllanthus sellowianus* (Sarandi-vermelho) *Sebastiania schottiana* (Sarandi), *Terminalia australis* (Sarandi-amarelo) e *Pouteria salicifolia* (Mata-olho) colocadas em toda a extensão do talude, inclinadas para o sentido superior da base da APP, conforme apresentado anteriormente.

Segundo Denardi *et al*. (2013), a espécie *Phyllanthus sellowianus* apresenta elevada flexibilidade de seu caule, sendo uma característica importante para obras de bioengenharia em margens de cursos d'água, pois, a capacidade de caules e ramos em curvar-se sobre os taludes fluviais, em virtude da força da correnteza durante as cheias, confere maior proteção contra corrosões.

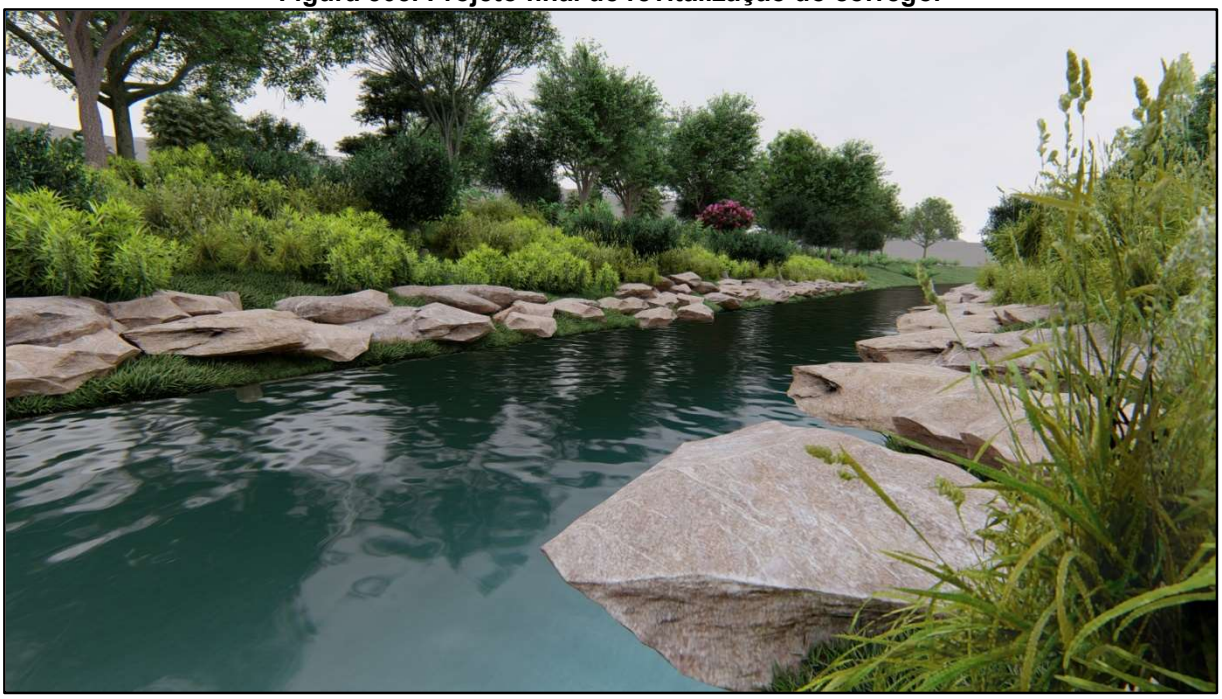
Na porção de solo orgânico presente no talude, será utilizada a mesma técnica de estaquias e enrocamento, associada com o plantio de gramíneas, pois, segundo Durlo e Sutili (2012, p. 104), estas possuem um desenvolvimento rápido, instalando-se frequentemente em locais erodidos, pobres em nutrientes e matéria orgânica, além de possuírem grande capacidade de cobertura superficial.

Na porção plana da extensão dos 30 metros, serão utilizadas espécies arbustivas e arbóreas nativas a fim de se restaurar a APP. Entre as espécies frequentemente encontradas nas margens dos cursos de água do Rio Grande do Sul, e que possuem características relevantes para a estabilização, destacam-se, segundo Marchiori (2000, 2004, *apud* DURLO; SUTILI, 2012) o *Terminalia australis*, *Sebastiania schottiana*, *Pouteria salicifolia*, e as *Calliandra tweedii*, *Calliandra brevipes* entre nativas comuns na floresta ombrófila mista, classificação da vegetação remanescente no entorno da empresa.

Busca-se, nas escolhas das espécies, capacidade de recobrimento rápido da área degradada concomitantemente à estabilização do solo nas margens do córrego revitalizado.

A idealização do projeto final pode ser visualizada nas figuras a seguir.

Figura 505. Projeto final de revitalização do córrego.



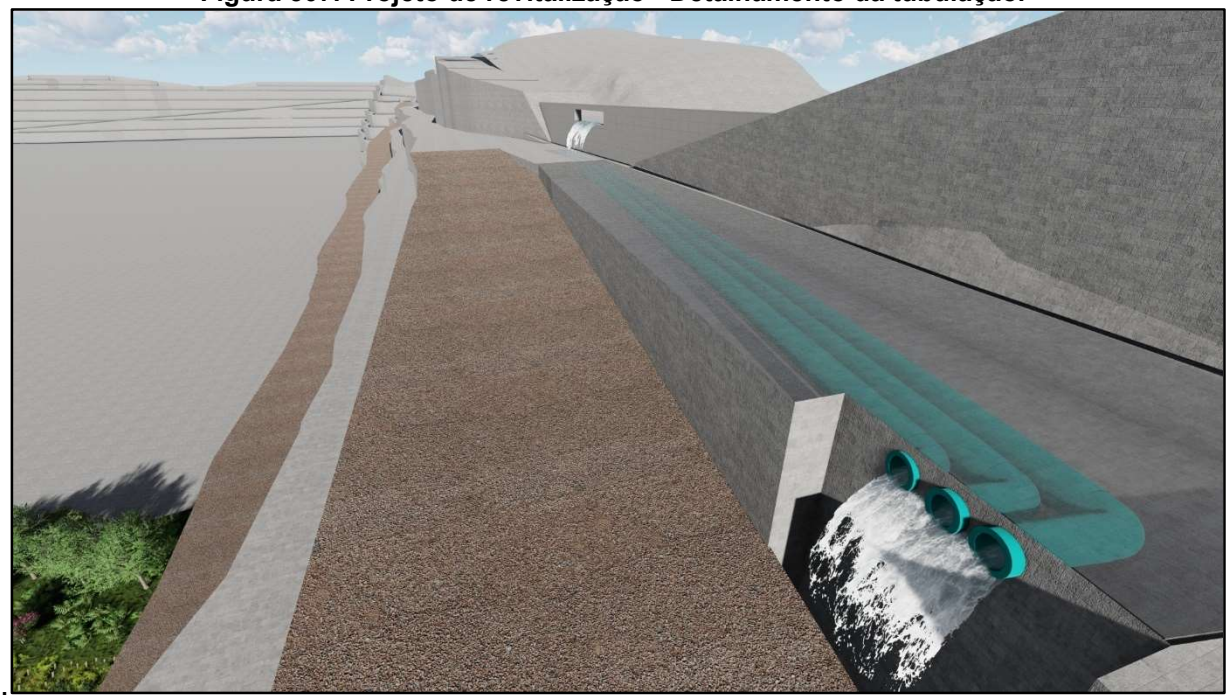
Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 506. Projeto de revitalização - Detalhamento das estaquias.



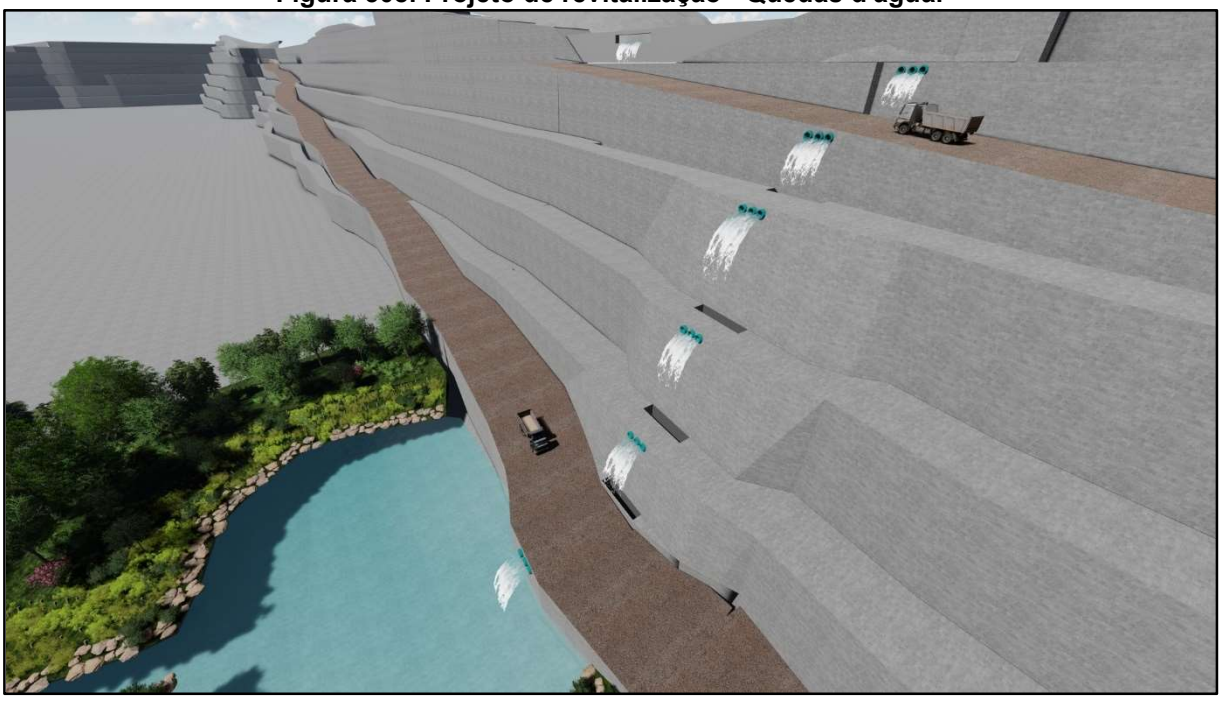
Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 507. Projeto de revitalização - Detalhamento da tubulação.



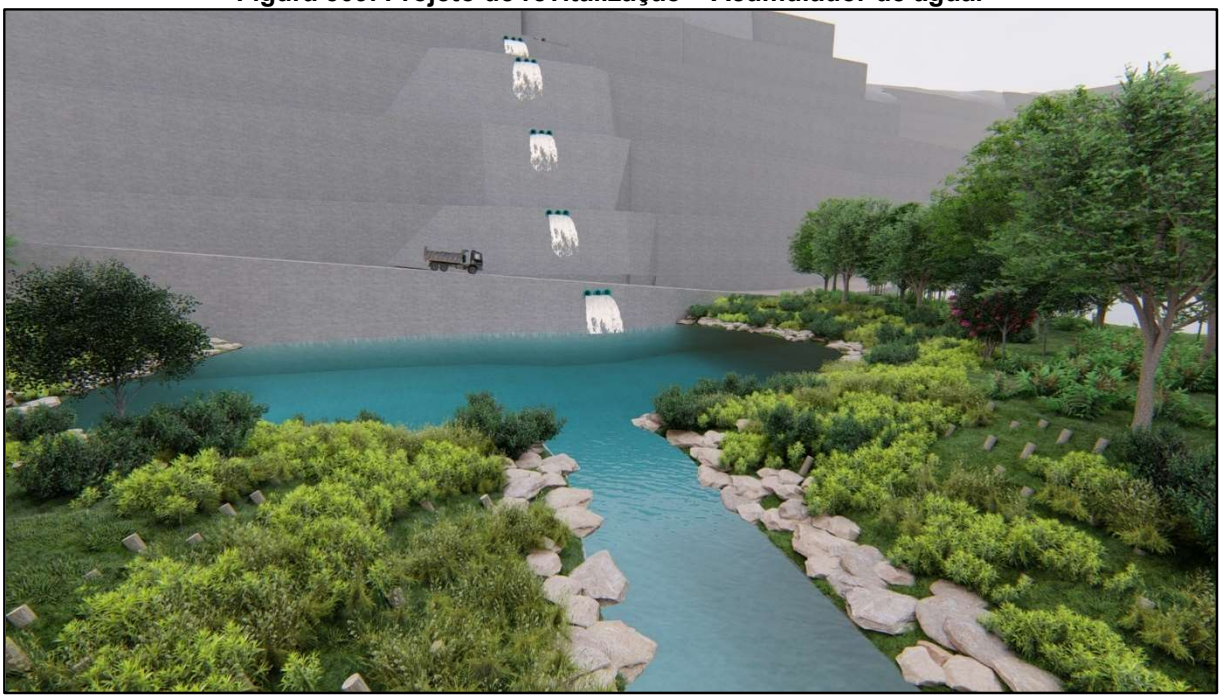
Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 508. Projeto de revitalização - Quedas d'água.



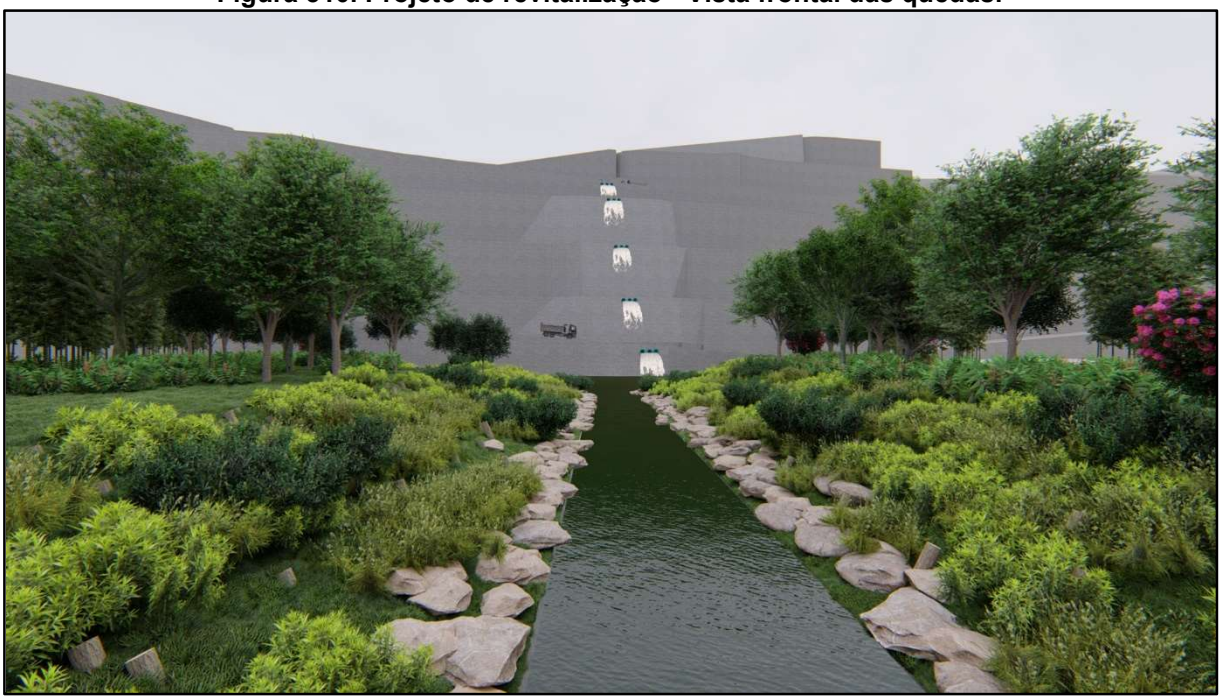
Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 509. Projeto de revitalização – Acumulador de água.



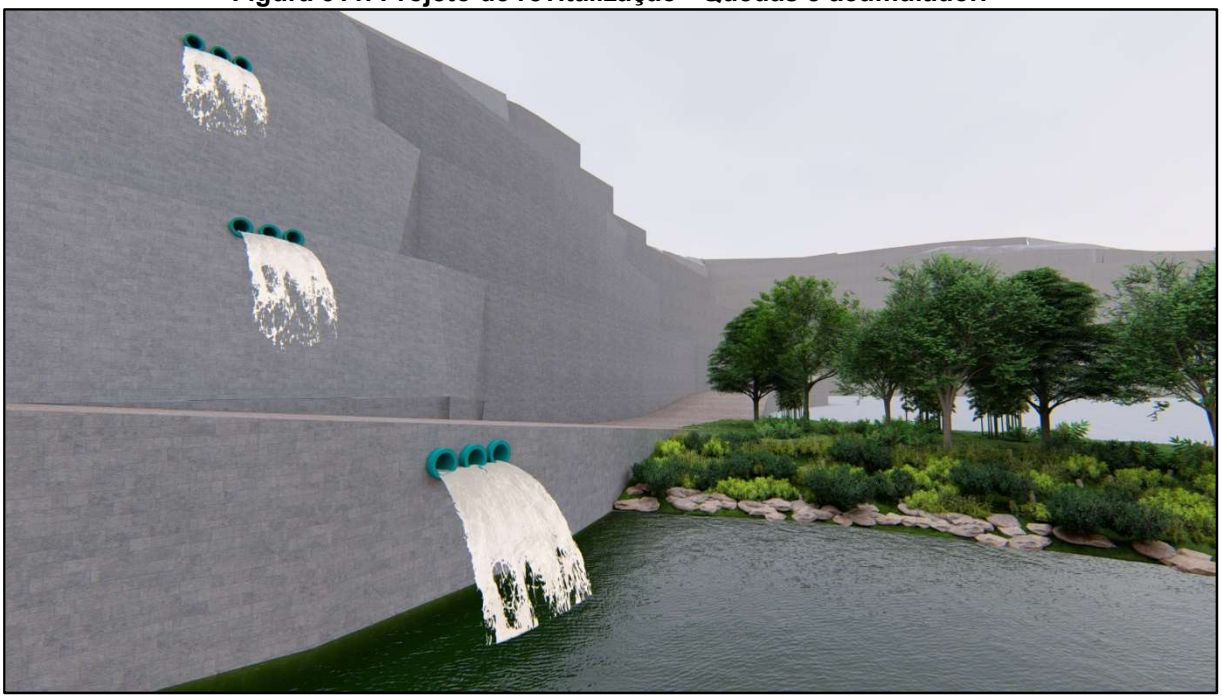
Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 510. Projeto de revitalização - Vista frontal das quedas.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 511. Projeto de revitalização - Quedas e acumulador.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Figura 512. Projeto de revitalização - Vista superior.



Fonte: Garden Projetos (2020).

5.4.4 Acessos

Ao final do longo prazo, os acessos internos da mina deixarão de existir quase que totalmente, excetuando-se por um acesso central que ligará as porções leste e oeste da área do empreendimento. Isso se dá em virtude de o córrego central cruzar a mina em toda a sua extensão norte-sul. Essa ligação será feita em conjunto com o projeto de

revitalização do córrego central, através de uma ponte. O dimensionamento se dará em posterior fase de instalação. A idealização da ponte pode ser observada na Figura 513.

Figura 513. Projeto de revitalização - Ponte sobre córrego central.



Fonte: Garden Projetos (2020).

Ademais, como já mencionado anteriormente, rampas serão mantidas entre as bermas para futuro acesso às áreas superiores da mina a fim de realizar possíveis manutenções, caso se torne necessário.

5.4.5 Cronograma

Foram definidas sete etapas principais na execução do projeto de canalização, as quais podem ser revistas e subdivididas dentro de um detalhamento posterior, já na fase de instalação do empreendimento. O avanço de lavra tem previsão de durar entre 4 e 5 anos até que o novo trecho do curso d'água esteja configurado, i. e., a praça nivelada na cota 745 metros e as bancadas terem avançado para norte até as proximidades do desvio.

A. Uma vez que o avanço das bancadas chegar ao limite norte, serão feitas as adequações nas bermas para recebimento das águas: instalação da tubulação e caixas, modificações para o desvio para lestes na seção montante, configuração da série de quedas d'água que perfazem o trecho de maior desnível do arroio;

B. Abertura do novo leito – através do uso de explosivos será feito a abertura do canal propriamente dita, conforme dimensionamento deste projeto, isto inclui o aprofundamento de toda faixa de APP para recuperação vegetal da mesma;
C. Conexão com o curso natural a jusante – enquanto há o avanço da lavra para nivelamento da praça e evolução das bancadas até as proximidades do ponto de conexão inicial, serão realizadas as obras da conexão a jusante. Neste ponto a praça já está na cota apropriada, o que permite o início da obra no sentido sul-norte.
D. Travessia – também durante o intervalo se prevê a construção da ponte que firmará a travessia do curso d'água em seu novo trajeto. A ponte precisa estar operacional já no momento do desvio das águas.
E. Aterramento da APP e configuração dos taludes – com o empréstimo de material estéril e solo orgânico, a vala escavada para APP será preenchida de modo a criar o substrato para o plantio. Nesta etapa inclui-se a estabilização inicial dos taludes do arroio através de enrocamento e estaqueamento do solo;
F. Plantio de vegetação – logo após o aterro será realizado o plantio de mudas e gramíneas para criação da faixa de APP, utilizando-se espécies adaptas ao ambiente e originarias da região;
G. Desvio das águas – findada a execução de todas as etapas anteriores é que será desviado a vazão total do arroio em questão.

6 ACOMPANHAMENTO, CONTROLE E MONITORAMENTO

Para que as medidas de acompanhamento, controle e monitoramento (potencializadoras, mitigadoras e compensatórias) citados neste EIA, sejam fiscalizadas e monitoradas corretamente, garantindo sua aplicabilidade e manutenção, neste capítulo apresentamos o PLANO BÁSICO AMBIENTAL (PBA). O PBA apresenta uma série de Planos e Programas Ambientais destinados a embasar de forma técnica e teórica a minimização dos impactos gerados pela atividade do empreendimento.

6.1 Plano Básico Ambiental – PBA

O Plano Básico Ambiental é o documento que apresenta, detalhadamente, todas as medidas de controle e os programas ambientais propostos no EIA (IBAMA, 2002).

O presente Estudo de Impacto Ambiental do projeto de Expansão das Áreas de Lavra da Mina da Maestra foi elaborado por equipe multidisciplinar e atende as determinações contidas na legislação vigente. As medidas de controle e/ou monitoramento estão apresentadas na forma de programas ambientais integrados para o monitoramento e supervisão ambiental visando acompanhar a evolução da qualidade ambiental e permitir a adoção de medidas complementares de controle e prevenção sempre que necessário. Esses programas compõem o PBA, contemplando o detalhamento de ações e procedimentos que deverão ser observados nas fases de planejamento, implantação e operação das atividades.

Para a implantação das medidas de controle ambiental, voltadas à correção, prevenção, compensação e/ou potencialização dos impactos ambientais, o empreendedor deverá implantar os “programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos ambientais”. O PBA aqui proposto é composto por 20 (vinte) programas ambientais, os quais determinam procedimentos e ações a serem desenvolvidos no prazo mínimo de validade das licenças ambientais do empreendimento, podendo, contudo, se estender a períodos maiores, conforme demandas específicas, resultados obtidos e interesse dos envolvidos.

A elaboração dos programas ambientais apresentados está baseada nas recomendações do EIA, abrangendo os programas identificados e diagnosticados com essenciais para a correta condução do empreendimento.

Quadro 50. Síntese dos programas que compõem o Plano Básico Ambiental (PBA) e sua correlação com os meios diagnosticados.

N°	PLANO BÁSICO AMBIENTAL (PBA)	SIGLAS	COMPONENTE AMBIENTAL
1	Programa de Gestão e Supervisão Ambiental	PGSA	Físico/ Biótico/ Socioeconômico
2	Programa de Educação Ambiental	PEA	Físico/ Biótico/ Socioeconômico
3	Programa de Comunicação Social	PCS	Físico/ Biótico/ Socioeconômico
4	Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações	PMRV	Físico/ Socioeconômico
5	Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais	PMQA	Físico
6	Programa de Prevenção, Controle e Monitoramento de Processos Erosivos	PPCMPE	Físico
7	Programa de Configuração de Taludes e Risco Geotécnico	PCTRG	Físico
8	Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente	PGAPP	Biótico
9	Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal	PISMF	Biótico
10	Programa de Compensação Ambiental	PCA	Biótico
11	Programa de Reposição Florestal Obrigatória	PRFO	Biótico
12	Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora	PTRRF	Biótico
13	Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna	PMMF	Biótico
14	Programa de Controle e Qualidade do Ar	PCQA	Físico/ Socioeconômico
15	Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico	PMSS	Socioeconômico
16	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas	PRAD	Físico/ Biótico/ Socioeconômico
17	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes	PGRSE	Físico
18	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	PGRS	Físico
19	Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo	PCVP	Biótico/ Socioeconômico
20	Programa de Auditoria Ambiental	PAA	Físico/ Biótico/ Socioeconômico
21	Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas	PMAS	Físico
22	Programa de Monitoramento, Reintrodução ou Relocação do gênero *Aegla*	PMRRA	Biótico
23	Programa de Aquisição de Terras	PAT	Socioeconômico

Para manter elevados padrões de qualidade ambiental durante as etapas de planejamento, instalação e operação, é necessário que o empreendimento, possua uma estrutura de gerenciamento que lhe permita articular de forma eficiente a utilização de técnicas mais apropriadas de planejamento e proteção ambiental, monitoramento e fiscalização das ações que envolvam riscos ambientais.

O PBA compreendendo o detalhamento de todos os planos e programas ambientais será apresentado na etapa de obtenção da Licença de Instalação para a expansão da área de lavra. A seguir é apresentada uma síntese de cada programa. Desta forma, pela concepção exposta, define-se a necessidade de revisão e atualização deste PBA quando da solicitação de licença de instalação e posterior licença de operação do empreendimento, este que estará definido na atualização do Plano de Controle Ambiental – PCA em operação na mina. A seguir é apresentada uma síntese de cada programa.

6.1.1 Programa de Gestão e Supervisão Ambiental (PGSA)

O programa tem como objetivo geral minimizar e eventualmente eliminar impactos negativos ao meio ambiente, através da indicação e padronização de procedimentos técnicos de adequação ambiental em todas as etapas do empreendimento. Sendo assim, deverá fornecer informação necessária para a fiscalização e monitoramento destes impactos, ao mesmo tempo que poderá potencializar impactos positivos, trazendo benefícios à população local.

Este programa visa criar uma estrutura de controle e fiscalização sobre a implantação dos demais programas ambientais, avaliando a eficácia das ações mitigatórias, frente aos impactos ambientais decorrentes da implantação do empreendimento, bem como evitar a ocorrência de novos impactos durante a ampliação e operação da Pedreira. Portanto, visa supervisionar a implantação dos programas ambientais de forma a garantir a prevenção, controle, mitigação, correção, compensação e consequente melhoria ambiental em relação às atividades previstas.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa será realizada durante a fase de implantação e operação do empreendimento.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo, no entanto pode aplicar medidas corretivas caso sejam observadas inconformidades ao longo da execução ampliação no local. Sua eficácia se dará através

da realização de vistorias técnicas para acompanhar ampliação e operação do empreendimento, registrando quaisquer ocorrências ambientais.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.2 Programa de Educação Ambiental (PEA)

A educação ambiental tem como o objetivo geral a conscientização do público-alvo, no sentido de coibir ações predatórias sobre o meio biótico, disposição de resíduos em locais inadequados ou outras atitudes nocivas ao meio ambiente e a vizinhança. Consequentemente, os objetivos deste programa devem nortear e contribuir para o bom desenvolvimento das obras e para a melhoria dos padrões de qualidade de vida da população a ser beneficiada pelo projeto, mediante a introdução e/ou reforço de conhecimentos e práticas que permitam o cumprimento dos objetivos específicos previstos na educação ambiental.

O programa objetiva educar e conscientizar os moradores próximos e os operários da Pedreira Caxiense, com o intuito de exercitar atitudes de uso racional dos recursos naturais, destinação correta de resíduos gerados no empreendimento e principalmente conduta correta perante a sociedade, evitando a degradação ambiental ao longo do período de atividades previstas. A eficácia do programa se dará através de metas como elaboração de panfletos e placas e aulas expositivas e oficinas de curta duração.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação e de operação do empreendimento. Entretanto, na fase de operação deverá ser elaborado novo PEA com o objetivo de desenvolver a consciência ambiental dos atores sociais por meio de ações educativas nesta etapa.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo, trata-se de um programa de acompanhamento e controle, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: O PEA deverá contar com a participação ativa da própria equipe do Empreendedor e/ou Empresa responsável pela gestão institucional do empreendimento em todas as suas etapas. Financeira:

Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.3 Programa de Comunicação Social (PCS)

O objetivo principal do Programa de Comunicação Social é estabelecer e manter os canais de comunicação necessários para o bom relacionamento entre a Pedreira Caxiense e os diversos atores sociais envolvidos nas atividades previstas de maneira que as informações circulem adequadamente, evitando interferências na comunicação, definindo os procedimentos e estratégias de intercâmbio de informações que possibilitem minimizar ou, até mesmo, evitar conflitos na região.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: As medidas sugeridas neste programa deverão ser implementadas durante as fases de pré-instalação, instalação e operação, tendo em vista que é de extrema importância que haja comunicação com a população em todas as etapas.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo, trata-se de um programa de acompanhamento e controle, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.4 Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações (PMRV)

Durante as fases de ampliação (expansão e operação) da Pedreira estão previstas intervenções que podem acarretar no aumento do nível de ruído e vibrações na região de entorno atingindo a vizinhança e, consequentemente, possivelmente proporcionando incomodo à população.

O objetivo geral do referido programa consiste em avaliar as alterações ambientais previstas em relação aos aspectos de geração de ruídos e vibrações, de forma identificar a efetivação de impactos do empreendimento na comunidade local e meio ambiente. As práticas e medidas adotadas vão contribuir para a minimização dos impactos ambientais estimados bem como os efeitos na saúde da equipe envolvida com a mão-de-obra e moradores que estarão expostos a níveis fora dos limites estabelecidos.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de implementação (expansão da lavra da mina) do empreendimento e também, na etapa de operação e funcionamento da Pedreira.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, sua eficácia será avaliada através dos resultados do monitoramento, ou seja, verificando a necessidade de adoção de medidas de atenuação sonora e/ou de vibrações e apresentá-las quando cabíveis.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.5 Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (PMQA)

O objetivo deste programa é o de permitir o conhecimento e acompanhamento das modificações qualitativas ou quantitativas que possam a vir ocorrer nos rios, córregos e drenagens próximas e dentro do empreendimento, de modo a permitir a implementação de medidas que assegurem a manutenção da qualidade, quantidade e sua adequação aos usos de águas existentes e previstos. Este monitoramento compreende na análise sistemática e periódica dos recursos hídricos superficiais caracterizados no diagnóstico ambiental.

Os dados irão auxiliar na escolha das medidas de remediação a serem tomadas caso houver algum dano nos corpos hídricos presentes na área do empreendimento.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de implementação (expansão da lavra da mina) do empreendimento e também, na etapa de operação e funcionamento da Pedreira.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo, e sua eficácia foi avaliada como sendo maior que 80%.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.6 Programa de Prevenção, Controle e Monitoramento de Processos Erosivos (PPCMPE)

A prevenção de prováveis processos erosivos se dará através da configuração e estabilização dos taludes formados pela atividade de lavra, assim como das pilhas de estéreis e rejeitos, e de todo o sistema de drenagem da área, amenizando a atuação dos processos erosivos e buscando a integração das pilhas de estéreis e rejeito com as formas de relevo do entorno.

A prevenção, controle e monitoramento de processos erosivos tem por objetivo manter a estabilidade do terreno, de modo a estabilizar as regiões que sofrerão interferência direta e proteger aquelas adjacentes. Desta forma, o programa permitirá a identificação e caracterização dos locais naturalmente susceptíveis à erosão e aquelas atividades de ampliação/ operação (aumento das áreas de lavra) potencialmente geradoras de processos erosivos. O monitoramento e avaliação destas áreas suscetíveis, a eficácia do programa estará na apresentação de medidas cabíveis para estabilização das áreas fragilizadas e a prevenção de novas ocorrências, visando ao controle dos processos erosivos.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de implementação (instalação e operação) do empreendimento e atividade, principalmente nas atividades de expansão da lavra da mina.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter tanto preventivo quanto corretivo e sua eficácia foi avaliada em até 60% de redução dos impactos relacionados.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.7 Programa de Configuração de Taludes e Risco Geotécnico (PCTRG)

As atividades previstas pela expansão da lavra da mina irão dar início a processos erosivos em locais onde a declividade é alta, alterando o escoamento superficial de corpos da água e deixando os taludes expostos a outros processos de intemperismo. Para que estes processos sejam diminuídos, evitando grandes proporções de danos, é necessário que haja a configuração dos taludes formados, a fim de propor medidas para sua revegetação com espécies vegetais herbáceas de rápido

crescimento. Também serão expostos taludes em rocha que, dadas as particularidades dos fraturamentos da rocha vulcânica, podem gerar risco de queda de blocos.

Este programa irá prever medidas a fim de diminuir os impactos nos taludes causados pelo intemperismo sobretudo das águas provenientes da chuva. Incluem-se também as medidas relacionadas ao monitoramento dos taludes em rocha e possíveis medidas de contenção.

A prevenção de prováveis riscos geotécnicos se dará através da configuração e estabilização dos taludes formados pela atividade de expansão de lavra, assim como das pilhas de estéreis e rejeitos, e de todo o sistema de drenagem da área. O programa visa apresentar dispositivos aplicáveis a se evitarem estabilizações de encostas e maciços dentro da área diretamente afetada do empreendimento. Estas intervenções minimizam os riscos de movimentações indesejadas e garantem a estabilidade das feições quanto a impactos sofridos por agentes erosivos ao longo do tempo.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de implementação (instalação e operação) do empreendimento e atividade, principalmente nas atividades de expansão da lavra da mina.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter tanto preventivo quanto corretivo e sua eficácia foi avaliada em até 60% de redução dos impactos relacionados.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.8 Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente (PGAPP)

De acordo com a legislação atual, Área de Preservação Permanente (APP) é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Diante disso, o programa visa gerenciar as medidas que deverão ser tomadas para a conservação das APP's e identificar, mapear e descrever as mesmas. Dessa forma estas áreas serão delimitadas em mapas e classificadas quanto

a importância e prioridade de conservação em conflito com as áreas de intervenção e o tipo de atividade realizada durante as atividades de expansão da lavra da mina.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de implementação (instalação e de operação) do empreendimento e atividade.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo no momento do monitoramento e corretivo quando houver necessidade de recuperação das APP's. Sua eficácia foi avaliada em até 80% de redução dos impactos relacionados.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.9 Programa de Intervenção, Supressão e Manejo Florestal (PISMF)

Este programa vem a descrever as áreas de intervenção, a quantificação da supressão vegetal e a forma com que o manejo florestal deverá ser realizado, ou seja, como a supressão e/ou transplante vegetal irá ocorrer, indicando os principais métodos e procedimentos que serão adotados. Este programa está intrinsecamente ligado com os diagnósticos ambientais do meio biótico relacionados a vegetação. O programa fornece as diretrizes a serem observadas desde o planejamento até o final dos trabalhos de supressão da vegetação, incluindo ainda os cuidados a serem adotados após o término dos mesmos, sempre procurando minimizar os seus impactos diretos e indiretos.

Conforme indicado no item g as intervenções na vegetação nativa em estágio avançado, médio e inicial que irão acontecer em toda a área prevista para a lavra da mina podem ser resumidas em:

- **Supressão de vegetação florestal em estágio avançado** em área igual a 45.788,64 m², o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 6.107,33 m³ de toras e 162,87 m^{st} de lenhas;
- **Supressão de vegetação florestal em estágio médio** em área igual a 429.735,32 m², o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 11.722,86 m³ de toras e 4.666,82 m^{st} de lenhas;

- **Supressão de vegetação florestal em estágio inicial** em área igual a 23.723,69 m², o que irá gerar uma volumetria de material florestal igual a 57,72 m³ de toras e 82,63 m^{st} de lenhas.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa será realizada durante a fase de implantação (ampliação) do empreendimento.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo e sua eficácia foi avaliada em até 80% de redução dos impactos relacionados.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.10 Programa de Compensação Ambiental (PCA)

A compensação ambiental é uma importante medida tomada para assegurar que os impactos causados principalmente com a supressão da vegetação sejam minimizados com a preservação de áreas equivalentes, ecologicamente e em tamanho. Muitas vezes essas compensações não podem ser igualadas, e por isso, em alguns casos, propõe-se como medida compensatória a criação de Unidades de Conservação como áreas a serem protegidas e conservar a biodiversidade local para as futuras gerações.

- **Compensação do Bioma (Lei Federal n° 11.428/2006):** A compensação ambiental por área suprimida do Bioma leva em consideração a Lei n° 11.428 (BRASIL, 2006) e Decreto n° 6.660 (BRASIL, 2008) que dispõe sobre a proteção do Bioma Mata Atlântica, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada em estágio secundário médio e avançado de regeneração, com as mesmas características ecológicas. Está sendo prevista a supressão de 45.788,64 m² de vegetação florestal em estágio avançado de regeneração e 429.735,32 m² de vegetação florestal em estágio médio de regeneração.
- **Compensação por intervenção em Áreas de Preservação Permanente – APP'S (Resolução CONAMA n° 369/2006):** A Resolução CONAMA n° 369 (BRASIL, 2006), dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou

supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Portanto, a Resolução define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP para a implantação e ampliação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

- **Compensação referente ao 0,5% do valor total do empreendimento (Lei Federal n° 9.985/2000):** Dentre outra compensação ambiental prevista está a criação de Unidades de Conservação propriamente dita, quando se trata de empreendimentos de alto impacto. A Compensação Ambiental está prevista na Lei Federal n° 9.985 (BRASIL, 2000) que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Em termos de valores, na legislação de aplicação da compensação ambiental para os empreendimentos de significativo impacto ambiental, é exigida a aplicação de um percentual mínimo de 0,5% (meio por cento) dos custos totais previstos para sua implantação. Da mesma forma o SNUC prevê que nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos com significativo impacto ambiental, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa será realizada durante a fase de implantação do empreendimento através do levantamento de áreas para compensação e propostas de áreas a serem protegidas.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter corretivo, uma vez que prevê a compensação ambiental de ambientes com características e qualidades semelhantes daqueles que foram degradados ou completamente suprimidos. Sendo assim, tem como principal objetivo mitigar um impacto significativo que é a supressão da vegetação, através da preservação de áreas equivalentes às suprimidas ou através da criação de Unidades de Conservação.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.11 Programa de Reposição Florestal Obrigatória (PRFO)

A atividade de mineração prevê a supressão de matrizes de vegetação em estágio médio, inicial e avançado de regeneração. A reposição de mudas de espécies nativas em locais próprios para o plantio é uma das formas de reparar o impacto causado a flora e consequentemente ao meio ambiente como um todo.

Dessa forma, para que seja feita a reposição florestal resultante do corte destes indivíduos, é necessário planejar quais espécies serão plantadas, tendo em vista a diversidade das matrizes de vegetação nativa, e os locais que elas serão plantadas, visando aumentar a qualidade ambiental e auxiliar na futura regeneração do meio ambiente. Este programa irá prever a diversidade e quantidade de mudas que serão plantadas, conforme o cálculo de volumetria suprimida, assim como o local onde estas mudas deverão ser plantadas.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação do empreendimento.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter corretivo uma vez que tem objetivo de mitigar danos ambientais relacionados a supressão de áreas florestais. Sua eficácia foi avaliada em até 80% de redução dos impactos relacionados.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.12 Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora (PTRRF)

Este programa visa embasar de forma técnica e teórica os procedimentos que devem ser adotados durante o processo de proteção, resgate, conservação e manejo da flora nativa ocorrente na área do empreendimento, principalmente referente à preservação e/ou transplante de espécies protegidas por lei. O objetivo geral é a realização de transplantes das espécies consideradas imunes ao corte (Lei Estadual nº 9.519/1994) e ameaçadas de extinção (Decreto Estadual nº 52.109/2014), indicando as principais diretrizes que deverão ser tomadas para eu correto transplante para áreas protegidas.

Este programa irá prever as medidas necessárias para a minimização de impactos na flora na Área Diretamente Afetada (ADA), sendo descritos os métodos para

a identificação de espécies ameaçadas, imunes ao corte e epífitas, e realocação em áreas apropriadas para o manejo e transplante destas espécies.

Na necessidade de transplantar os indivíduos florestais para outros lugares fora da ADA, a escolha do local específico deverá ter como premissa as condições da localização atual do exemplar a ser transplantado, uma vez que seu desenvolvimento está condicionado às variações de fatores ambientais como quantidade de luz, umidade, vento e temperatura, que oscilam conforme a sua localização (altura e distância da borda de mato). A coleta deve ocorrer de forma a não danificar o sistema radicular. Se necessário, a fixação da planta ao novo local deve ocorrer através de amarração com barbante flexível, de forma a não danificar a planta.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação do empreendimento.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter corretivo, devido ao impacto que a supressão da vegetação florestal e arbóreas esparsas terá na configuração da paisagem e qualidade do meio ambiente. Sendo assim, o programa prevê corrigir este impacto realizando o transplante e resgate das espécies de epífitas que morreriam com a supressão da vegetação. Sua eficácia foi avaliada em até 80% de redução dos impactos relacionados a sobrevivência das epífitas resgatadas e realocadas a ambientes similares.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.13 Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna (PMMF)

A implantação de um empreendimento deste porte e que prevê supressão da vegetação, causa impactos a flora e às comunidades faunísticas locais, de forma a afetar a disponibilidade de habitat e recursos alimentares. A geração de ruídos e material particulado por parte dos equipamentos e maquinários utilizados, podem ainda ocasionar afugentamento das espécies mais sensíveis, bem como risco de atropelamento e óbito. Ao mesmo tempo pessoas envolvidas com a obra e moradores do entorno poderão aumentar a pressão antrópica sobre os recursos naturais presentes nos remanescentes e áreas de preservação permanentes causando uma perturbação permanente na fauna local.

Além disso a ampliação da atividade de mineração irá ainda acarretar na modificação da estrutura e composição das comunidades aquáticas presentes nos cursos de água afetados, bem como das redes tróficas em atuação, até que uma nova dinâmica se estabeleça no ecossistema. Os distúrbios provocados pelo maior aporte de sedimento aos córregos sedimento podem levar ao desaparecimento dos organismos aquáticos, em função das alterações nas características físicas, químicas e morfológicas do ambiente.

Assim, é de suma importância a realização de um programa que vise integrar medidas para controle das interferências decorrentes da ampliação da Mina Maestra, sobre a fauna silvestre. Dessa forma o Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna deverá ser segregado em três subprogramas que exigem ações distintas, porém intimamente relacionadas, denominados: Subprograma de Afugentamento e Resgate de Fauna, Subprograma de Monitoramento da Fauna e Subprograma de Monitoramento das Comunidades Aquáticas.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação e operação.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, e irá reduzir os impactos relacionados.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.14 Programa de Controle e Qualidade do Ar (PCQA)

Durante a implantação da atividade de expansão da lavra da mina, haverá um aumento da emissão de poeira tanto das rochas que estarão sendo lavradas quando das máquinas que emitem gases provenientes dos motores a combustão interna. Estes gases e partículas poderão afetar os próprios trabalhadores, a comunidade local e a flora e fauna presente na área da empresa. Dessa forma, este plano trará embasamento técnico para analisar e minimizar os impactos gerados pela poluição do ar.

O controle e monitoramento das emissões de particulados atmosféricos tem como objetivo atender aos limites estabelecidos pela legislação vigente e garantir a preservação da saúde e do bem-estar de toda comunidade e dos trabalhadores da pedreira, bem como implementar medidas preventivas e de controle a fim de reduzir ou minimizar os possíveis impactos causados pela emissão de materiais particulados.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação e operação.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.15 Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico (PMSS)

Prevê o monitoramento do fluxo de veículos do empreendimento, o controle da qualidade da sinalização no passeio e a atenuação do impacto visual da atividade de mineração. O acompanhamento e realização dessas medidas deverão ocorres durante a etapa de instalação e operação do empreendimento por meio do preenchimento periódico de planilhas de controle e registros fotográficos de forma a assegurar que as mesmas sejam implantadas de maneira assertiva.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação e operação.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.16 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)

As atividades previstas neste trabalho são de alto impacto ao meio ambiente, uma vez que preveem a supressão total da vegetação e a alteração direta da topografia, do relevo e da dinâmica hidrográfica local através da mineração. Dessa forma, essas atividades deixam o ambiente impactado e fragilizado, o que retarda os processos de naturais de regeneração. Tendo isto em vista, o programa de recuperação de áreas de gradadas (PRAD) irá fornecer as diretrizes técnicas para promover a reabilitação das áreas degradadas pela atividade mineradora, a fim de reintegrá-las às condições originais ou ao menos às mesmas do entorno.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação e operação.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.17 Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes (PGRSE)

A ampliação do empreendimento traz preocupações quanto à geração e destinação de resíduos sólidos e efluentes líquidos, tendo em vista seu potencial para a geração de impactos sobre o meio ambiente. A gestão dos resíduos sólidos e efluentes líquidos possui papel fundamental na qualidade ambiental e bem-estar da população, já que tem relação direta com os recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos. O programa tem como finalidade a proposição de medidas e de ações voltadas para o controle, o monitoramento e a mitigação dos impactos ocasionados pelos resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados pela etapa de ampliação sobre o meio ambiente, os operários e as populações diretamente afetados.

Desta forma, ele visa o estabelecimento de políticas, normas, leis e procedimentos, dando diretrizes tecnológicas e operacionais para o gerenciamento de resíduos. Estes parâmetros envolvem fatores administrativos, econômicos e ambientais.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: Este programa tem caráter preventivo e eficácia positiva, de forma a prevenir a contaminação dos solos, das águas e sedimentos em função de disposição inadequada de resíduos ou lançamentos indevidos.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.18 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)

A gestão dos resíduos sólidos subsidia a adoção de procedimentos capazes de manter as atividades de acondicionamento, coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos gerados em toda a operação da Pedreira. O PGRS visa a proposição de medidas e de ações voltadas para o controle, o monitoramento e a mitigação dos impactos ocasionados pelos resíduos sólidos gerados na etapa de operação sobre o meio ambiente, os colaboradores, e as populações diretamente afetadas.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a etapa de operação e funcionamento da Pedreira. O PGRS será atualizado conforme o vigente na atual Licença de Operação.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter tanto preventivo quanto corretivo e sua eficácia será avaliada através de indicadores.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.19 Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo (PCVP)

Um dos impactos gerados pela atividade mineradora que são mais percebidos é o impacto visual causado pela cava de extração e pilhas de materiais estéreis e de rejeitos. Além disso do impacto visual, a deposição destes materiais permite a dispersão de materiais particulados, além da poeira e dos gases dos motores que são dispersados durante toda a atividade. Ademais, a atividade mineradora gera grandes quantidades de ruídos que podem prejudicar a qualidade de vida da população próxima.

Este programa dará diretrizes para o plantio de espécies arbóreas com o intuito de fazer o cortinamento e paisagismo a fim de diminuir o impacto visual da vegetação suprimida e lavra aberta, assim como diminuir a quantidade de resíduos transportados pelo vento, e minimizar os ruídos gerados pelas máquinas.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de instalação e operação do empreendimento.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.20 Programa de Auditoria Ambiental (PAA)

A auditoria ambiental é um instrumento que permite avaliar o sistema de gestão ambiental, o grau de implementação e a eficiência dos planos/programas no controle da poluição ambiental, a conformidade legal e o controle ambiental de empreendimentos que exercem atividades potencialmente poluidoras. A Portaria n° 32 (FEPAM, 2016) e Resolução CONAMA n° 381 (BRASIL, 2006) dispõe das diretrizes para realização de auditorias ambientais e a mesmas serão utilizadas como base para a elaboração no Programa de Auditoria Ambiental.

Devido ao porte do empreendimento é imprescindível a realização de auditorias internas e externas, estas tornaram-se ferramentas essenciais para constatar os possíveis problemas ambientais que podem ocorrer, diagnosticando riscos e danos ambientais que possam surgir das atividades, antes que possam se transformar em sérios passivos ambientais. Também, ressaltam-se as indicações de oportunidades de melhoria que podem ser implementadas.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: Este programa deverá ser elaborado e implementado para a etapa de operação do empreendimento.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.21 Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas (PMAS)

Este programa visa promover quantitativamente o monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos na área do projeto, tendo em vista as alterações decorrentes da geração de áreas lavradas.

A implantação do programa se justifica pela possibilidade de ocorrência de impactos nos recursos hídricos subterrâneos, os quais podem se manifestar durante as etapas de instalação e operação do empreendimento.

O desenvolvimento do plano de monitoramento quantitativo deve considerar todas as tarefas necessárias à adequada e efetiva caracterização dos impactos concernentes às etapas construtivas do empreendimento. Assim, a coleta inicial de dados hidrodinâmicos deve ser orientada para o controle das amostragens que possam buscar a compreensão do quadro hidrogeológico ambiental local, e assim, possibilitar a tomada de decisões no sentido de que seja adaptada, caso a caso, a continuidade dos procedimentos inicialmente previstos.

Recomenda-se a instalação de ao menos 03 (três) piezômetros dentro da unidade hidroestratigráfica que se localiza dentro da área explorada, devendo os dados destes poços serem obtidos anteriormente ao início da exploração das poligonais do EIA.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante toda a fase de implementação (instalação e operação) do empreendimento e atividade, principalmente nas atividades de expansão da lavra da mina.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e sua eficácia foi avaliada em até 60% de redução dos impactos relacionados.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.22 Programa de Monitoramento, Reintrodução ou Relocação do gênero *Aegla* (PMRRA)

Tendo em vista o grau de sensibilidade, a situação de ameaça da maioria das espécies desse gênero, a ocorrência de algumas delas na área de estudo (Área de Influência Direta e Indireta), e, a possível ocorrência de outras espécies na área de estudo, será iniciado um programa de levantamento de dados contemplando a maior parte dos afluentes da bacia do arroio Maestra. Esse programa será focado no encontro de espécies do gênero *Aegla* e iniciará na primavera de 2020, a fim de definir áreas de interesse para a conservação desse gênero.

Os estudos e o programa contínuo estará sendo desenvolvido com base na busca de parcerias e construção de um grupo de fomento a pesquisa e ao desenvolvimento do

gênero *Aegla* dentro da Bacia de Captação do arroio maestra, tendo como premissas básicas 04 pontos de equilíbrio:

- **Estudo de longevidade para o gênero**: buscar dados que nos possibilitem entender este parâmetro populacional, o padrão reprodutivo e a influência de parâmetros ambientais locais, particularmente a variabilidade da temperatura e precipitação pluviométrica (GONÇALVES *et al*., 2006; BUENO *et al*., 2016).
- **Ocorrência comprovada:** espécies deste gênero são vulneráveis a mudanças em seus habitats, e há sérios riscos destes animais entrarem em extinção local antes mesmo de suas populações serem conhecidas (BOND-BUCKUP & BUCKUP, 1994; TEODOSIO & MASUNARI, 2009). As principais ameaças ao grupo incluem poluição de água doce com efluentes urbanos, agrícolas e industriais, modificação e fragmentação de habitat, remoção de matas ciliares, entre outras (SANTOS *et al*., 2017).
- **Preservação das populações remanescentes**: o estudo destes crustáceos e seus respectivos habitats podem contribuir para a preservação das populações remanescentes, assim como flora e fauna acompanhantes, principalmente em função do rápido avanço da deterioração dos ambientes límnicos e do importante papel dos eglídeos nas relações tróficas dos mesmos (BOND-BUCKUP & BUCKUP, 1999).
- **Conscientização**: aliado as princípios básicos do programa, desenvolvermos um trabalho de conscientização junto aos poderes públicos, autarquias e demais entidades representativas para os impactos que estão ocorrendo nos recursos hídricos da Bacia da Maestra, buscando a preservação das populações de Aegla em nível regional e divulgando os principais impactos que estão sofrendo e que poderão levar ao declínio e, até mesmo, extinção de seus espécimes a nível de bacia.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa se estende durante todo o empreendimento (atual, instalação e operação) do empreendimento e atividade, principalmente nas atividades de expansão da lavra da mina.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo e corretivo, e sua eficácia será avaliada durante a sua execução.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor, Poder Público e Parcerias com Instituições de Ensino/Pesquisa; Supervisão e/ou Fiscalização:

Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

6.1.23 Programa de Aquisição de Terras (PAT)

Este programa trata da aquisição de terras no entorno do empreendimento quando necessário e define as medidas que serão adotadas para a classificação dos proprietários quando da compra dessas áreas, bem como o dimensionamento da área a ser adquirida. O programa visa estabelecer as prioridades e metas que deverão ser atingidas com o intuito de minimizar e compensar os impactos decorrentes da implantação do empreendimento. Do mesmo modo todas as documentações referentes a compras de imóveis e regularizações fundiárias necessárias já foram apresentadas junto aos ANEXOS 05 e 06 do EIA.

Fase do empreendimento em que deverão ser implementadas: A aplicação deste programa será realizada durante a fase de implantação (ampliação) do empreendimento.

Caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia: O programa tem caráter preventivo, e sua eficácia foi avaliada como sendo maior que 80%.

Agente executor e responsabilidades: Financeira: Empreendedor; Supervisão e/ou Fiscalização: Empreendedor e/ou Consultoria contratada (profissional com experiência na área abrangida por este programa).

7 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

O presente capítulo, referente à Compensação Ambiental para atendimento ao Termo de Referência para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para a ampliação da lavra da pedreira, no município de Caxias do Sul/RS. A compensação ambiental é um mecanismo financeiro para compensar efeitos de impactos não reversíveis e permanentes (supressão da vegetação, perda de habitats, dentre outros) decorrentes da implantação e/ou ampliação de empreendimentos e identificados no processo de licenciamento ambiental.

A Lei n º 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamenta o art. 225, §1°, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

No SNUC, Unidade de Conservação é definida como "*espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção*" (Lei nº 9.985/2000; Cap. I; Art. 2º).

Essas unidades de conservação estão divididas em duas categorias de manejo, com características específicas:

- Unidade de Proteção Integral, objetivando *"preservar a natureza, sendo admitido apenas uso indireto dos seus recursos naturais"*, podendo ser das seguintes categorias: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional (Estadual ou Natural Municipal); Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.
- Unidades de Uso Sustentável, objetivando *"compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais"*, podendo ser das seguintes categorias: Áreas de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva da Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Segundo a Lei Federal n° 9.985 (BRASIL, 2000), em seu art. 36, em casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, o empreendedor deve apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do

Grupo de Proteção Integral. Segundo o §1º deste artigo, o montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a 0,5% (meio por cento) dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento. Ainda, nesta mesma lei no art. 36, o §2º afirma que compete ao órgão ambiental licenciador definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA.

A Portaria Conjunta SEMA/FEPAM Nº 02, de 15 de junho de 2016, altera a Portaria Conjunta SEMA/FEPAM nº 33, de 20 de março de 2015, que estabeleceu procedimentos conjuntos entre a Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA), e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), para a formalização e acompanhamento dos Termos de Medida Compensatória dos empreendimentos com Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

Segue abaixo a redação do inciso II do artigo 1º da Portaria Conjunta SEMA/FEPAM n° 02/2016, a qual norteia o presente item:

> *II - Fazer constar como condicionante da Licença Prévia - LPER, o compromisso de firmar o Termo de Compromisso de Medida Compensatória até a emissão da Licença de Instalação - LIER; (grifo nosso)*

Ainda, em atendimento ao item 7 “Compensação Ambiental” do Termo de Referência para elaboração de Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) com vistas à obtenção de Licença Prévia de Ampliação com EIA/RIMA para a Pedreira.

> *“Deverá ser apresentado cálculo para a compensação ambiental, de acordo com o Art. 36 da Lei n° 9985/2000 e Decreto n° 4.340/2002, por se tratar de empreendimento de significativo impacto ambiental, onde o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral.*
> *O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, cabendo ao órgão ambiental licenciador definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA”.*

Portanto, como previsto na atual legislação, a emissão da Licença de Instalação fica, de acordo com a Portaria, condicionada a assinatura do Termo de Compromisso Ambiental de Execução de Medida Compensatória.

A estruturação das atividades programadas compreende basicamente duas etapas, a saber:

- **1ª ETAPA.** Apresentação das Unidades de Conservação regionais sugeridas que podem ser beneficiadas, "*a ser (em) definida (s) pela Câmara Estadual de Compensação Ambiental - CECA através da abertura de processo específico de Medida Compensatória informando os custos de implantação previstos pelo empreendedor, a (s) Unidade (s) de Conservação sugeridas e o valor da medida compensatória*".
- **2ª ETAPA.** Cálculo do valor monetário repassado à (s) Unidade (s) de Conservação beneficiada (s), aplicando-se o percentual de 0,5% sobre os custos totais dos empreendimentos.

O Art. 10 da Resolução CONAMA n° 371/2006 informa que o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do empreendimento deve indicar alternativas para destinação do recurso oriundo da compensação ambiental, cabendo ao órgão ambiental licenciador definir a alocação do referido recurso, conforme o Art. 9 da Resolução supracitada. Conforme o Art. 33 do Decreto n° 4.340/2002, a alocação de tais recursos deverá obedecer a seguinte ordem de prioridade:

I. Regularização fundiária e demarcação das terras;
II. Elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo;
III. Aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento;
IV. Desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova Unidade de Conservação;
V. Desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da Unidade de Conservação e área de amortecimento.

Ainda, o Art. 33 do Decreto n° 4.340/2002 estabelece em parágrafo único que nos casos de Reserva Particular do Patrimônio Natural, Monumento Natural, Refúgio de Vida Silvestre, Área de Relevante Interesse Ecológico e Área de Proteção Ambiental, quando a posse e o domínio não sejam do Poder Público, os recursos da compensação somente poderão ser aplicados para custear as seguintes atividades:

- Elaboração do Plano de Manejo ou nas atividades de proteção da unidade;

- Realização das pesquisas necessárias para o manejo da unidade, sendo vedada a aquisição de bens e equipamentos permanentes;
- Implantação de programas de educação ambiental;
- Financiamento de estudos de viabilidade econômica para uso sustentável dos recursos naturais da unidade afetada.

No mesmo sentido, o inciso I do Art. 9º da Resolução CONAMA nº 371 (BRASIL, 2006), se existir uma ou mais unidades de conservação ou zonas de amortecimento afetadas diretamente pelo empreendimento, independentemente do grupo a que pertençam, deverão estas ser beneficiárias com recursos da compensação ambiental. Seguidamente, o inciso II do mesmo dispositivo, prevê a criação, implantação ou manutenção de Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral com parte dos recursos oriundos da compensação ambiental, no caso de inexistir unidade de conservação ou zonas de amortecimentos afetadas pelo empreendimento.

Dentro do exposto, não existindo Unidades de Conservação ou Zonas de Amortecimento diretamente afetadas pelo empreendimento que se busca licenciar, é objetivo deste Programa, compensar os impactos ambientais gerados pela implantação do empreendimento, através de apoio à criação e/ou manutenção de unidades de conservação, conforme preconiza a legislação vigente (Arts. 9º e 10 da Resolução CONAMA nº 371/2006).

Portanto, o valor da Compensação Ambiental para as obras de ampliação da Pedreira seguirá de forma sigilosa através da abertura de processo específico de Medida Compensatória informando os custos de implantação previstos pelo empreendedor, a (s) Unidade (s) de Conservação sugeridas e o valor da medida compensatória.

O empreendedor recebeu da Divisão de Unidades de Conservação, da técnica responsável pela Estação Ecológica Estadual Aratinga, o Ofício n° 14/2014 – EEEA referente a possibilidade de compra de área para compensação ambiental, conforme disponível no ANEXO 20.

Além desta opção de adquirir uma área de compensação dentro de Unidade de Conservação, a empresa está buscando estabelecer uma parceria com o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), no intuito de buscar áreas propícias dentro da própria bacia de captação, para serem utilizadas como compensação ambiental, reposição florestal obrigatória ou como áreas para os futuros transplantes das espécies ameaçadas e imunes ao corte.

Além disso, é importante citar a possibilidade da empresa em adquirir as áreas lindeiras da pedreira, as quais apresentam vegetação em estágio médio e avançado preservada, como por exemplo, as áreas que ficarão preservadas do quadrante E. Estas áreas poderão futuramente serem averbadas pela empresa no intuito de garantir sua preservação.

O Programa de Compensação Ambiental (PCA) será detalhado dentro do PBA na etapa de solicitação da Licença de Instalação e tem como premissa compensar efeitos de impactos negativos decorrentes da ampliação do empreendimento, sendo assim, o mesmo deverá possuir sinergia com todos os programas que serão executados dentro do Projeto Básico Ambiental a ser executado para o empreendimento. Os recursos necessários para a implementação do Programa de Compensação Ambiental serão integralmente de responsabilidade do empreendedor.

Após a aprovação da proposta pela Câmara Estadual de Compensação Ambiental (CECA/SEMA/RS), deverá ser assinado Termo de Compromisso entre as partes, onde deverá constar o plano e o cronograma de aplicação dos recursos.

Assim, deverá constar como condicionante da Licença Prévia de Ampliação (LPAER), o compromisso de firmar o Termo de Compromisso de Medida Compensatória até a emissão da Licença de Instalação de ampliação (LIAER).

8 PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Esta inter-relação tem como objetivo a descrição e análise dos diferentes fatores e condições ambientais referentes aos meios físico, biótico e socioeconômico (antrópico), de modo a caracterizar a situação ambiental através de uma leitura holística com e sem a implantação do projeto, portanto, esta avaliação ambiental do empreendimento baseou-se nos aspectos técnicos, legais e institucionais.

O prognóstico ambiental teve como base os estudos ambientais, ou seja, o diagnóstico realizado dos meios físico, biótico e socioeconômico, nas três áreas de influência estudadas, possibilitando as interações em todos os componentes, contendo descrições, levantamentos, metodologias fundamentadas perante a observação direta de dados, todas apresentadas em imagens aéreas, textos, mapas temáticos, aerolevantamento, registros fotográficos e tabelas, visando facilitar, assim, a interpretação e análises de dados.

A partir da avaliação integrada dos diversos aspectos abordados no diagnóstico ambiental, considerando os planos de lavra feitos para a ampliação da Mina da Maestra em Caxias do Sul/RS, permitiu a identificação dos potenciais impactos ambientais decorrentes da sua implantação e operação com e sem a presença do empreendimento.

Os impactos produzidos por minas de atividade mineradora atingem diversos níveis de importância além de escalas de abrangência espacial, afim de estipular o panorama atual e futuro, se estabeleceu um critério de avaliação tendo como parâmetro o cenário de não autorização da ampliação da área de lavra e o cenário de ampliação da mesma. Desta maneira é possível estabelecer a relação adequada entre impactos e panoramas futuros.

Cenário de Sucessão que é o prognóstico ambiental COM a autorização da ampliação da área e extração da Mina da Maestra, representa a transformação ambiental mais provável da área de influência considerada e a implementação das medidas de controle e dos planos e programas ambientais propostos.

Cenário Tendencial que é o prognóstico ambiental SEM a presença do empreendimento, representando a transformação ambiental mais provável para área de influência considerada, face à não autorização ampliação de área de lavra.

As expectativas COM ou SEM a presença do empreendimento, tanto positivas quanto negativas, criadas na população do entorno e das áreas de influência serão esclarecidas e compreendidas com a realização da Audiência Pública, de acordo com a Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), onde serão explicitadas todas as informações do empreendimento como: descrição do empreendimento, diagnóstico

ambiental, impactos e medidas de controle ambiental, programas ambientais, entre outros. A Portaria n° 111 (FEPAM, 2019) disciplina os procedimentos para consultas, manifestações escritas e orais ao EIA/RIMA e a outros Estudos Ambientais relacionados, bem como os procedimentos de realização das Audiências Públicas e Reuniões Técnicas Informativas.

Contudo, antes da apresentação dos prognósticos conforme cenários de sucessão e tendencial, cabe elucidar os princípios do Direito Minerário estabelecidos no Código de Mineração – Decreto-Lei nº 227, de 28/02/1967, pretérito à Constituição Federal de 1988.

Os recursos minerais constituem propriedade distinta do solo (art. 176, caput, CF/1988) e são considerados bens de domínio da União (art. 20, IX, CF). O direito à exploração econômica, ao seu turno, é transferido ao particular por meio de ato do Poder Público, que garante ao concessionário a propriedade do produto da lavra e, em contrapartida, exige, por expressa previsão legal, o recebimento de uma compensação financeira por essa exploração (art. 20, §1º, CF).

Características que dão à atividade mineral atributos especiais, como: Rigidez Locacional, vultuosos investimentos com alto risco e longo playback, caráter de utilidade pública e/ou interesse social e sociedade altamente dependente de recursos minerais dão à mineração um conjunto de normas jurídicas aplicáveis à exploração, explotação e beneficiamento das substâncias minerais, e que regula a atividade dos concessionários e da mineração em geral.

Nesse ínterim, a mineração possui princípios que direcionam toda a intepretação desse Direito Positivo especial:

a) Princípio do uso prioritário;
b) Princípio do desenvolvimento no interesse nacional;
c) Princípio da busca do fomento da mineração;
d) Princípio do interesse público na transformação do recurso mineral em riqueza;
e) Princípio da predominância do interesse público sobre o particular;
f) Princípio da compatibilização da exploração mineral com os direitos do superficiário; e
g) Princípio da compatibilização da atividade mineral com desenvolvimento socioambiental.

Assim, deve-se balizar as decisões para a exploração mineral a importância do interesse nacional sob o bem outorgado, a característica de interesse social à mineração de Basalto e o fato de já haver mineração no local o que permite garantir a disponibilidade mineral na jazida onde está inserida a Mina da Maestra. Diante dessas premissas, seguimos nos cenários dos prognósticos elencados.

8.1 Cenário de sucessão – COM empreendimento

A preocupação com os impactos gerados a partir das atividades de mineração é de longa data, principalmente pela exposição que a atividade tem no país inteiro. O Brasil é uma grande potência na área da mineração e a extração de basalto é uma das características fortes da região sul do país, a Mina da Maestra tem como produto de extração o Basalto e o comercializa em diversas configurações.

Ambientalmente, a atividade de mineração é historicamente alvo de discussão, principalmente no tocante dos danos gerados pela supressão da vegetação, alteração da paisagem urbana, além de impactos relacionados à ruídos e vibrações, seja pela utilização de maquinário de grande porte, quanto de explosivos. Tais impactos, entretanto, são condicionados a uma série de medidas compensatórias e mitigatórias que visam relaciona-los com um ponto de extrema importância, a caracterização da atividade de mineração como de utilidade pública.

É possível notar que os impactos com maior dificuldade de mitigação são alteração da paisagem e intervenção das APP’s, tendo em vista a necessidade de supressão da vegetação, alteração no fluxo natural de cursos d’água, utilização da área do sobsolo destinada a proteção dos mesmos, bem como a remoção de solo estéril para chegar ao solo rochoso objeto de extração.

Estes impactos tem a característica de maior complexidade devido ao tempo de retorno e recuperação, sendo que a paisagem hoje existe não irá mais existir, o que é regrado pela exigência arbitrária de recuperação de área degradada. Haverá a recursão destas áreas após o fim da atividade da mina, quando do seu encerramento previsto para cerca de 100 anos após o início das obras de ampliação. Assim as medidas de mitigação específicas serão realizadas de maneira gradual, sendo executadas de maneira visível somente após o encerramento.

Ainda no meio físico, é possível apontar que há possibilidades de instabilidade geotécnica devido a movimentação de terra necessária para o decapeamento da jazida

e supressão da vegetação. Também são esperadas interferências importantes no regime de drenagens naturais, tendo em vista que para a implantação do empreendimento diminuirá a área solo permeável, entretanto o dimensionamento prévio e exato auxiliará no devido direcionamento das águas pluviais.

Modificações no tocante de qualidade das águas superficiais também são relevantes, tendo em vista fatores gerados na fase de implantação do empreendimento quando do aumento na geração de efluentes sólidos.

No tocante do meio biótico, a ampliação da área de lavra da Mina Maestra irá remover espécies vegetais típicas da região, e com elas diversos micro-habitats que oferecem recursos para a fauna, provocando redução da disponibilidade de recursos alimentares, de abrigo e reprodução da fauna, além de alterar cursos hídricos e áreas de mata ciliar. Como consequência, a fauna de ocorrência local acabará por ser afugentada para ambientes do entorno, passando a competir por território, alimento ou parceiro sexual, com espécies residentes nesses ambientes. Este mesmo fator é relevante na análise da diminuição na ocorrência de espécies nativas no local, tendo em vista a supressão de áreas naturalmente propícias.

Como forma de minimizar impactos como atropelamento, morte e conflitos com a população local, o afugentamento da fauna terrestre deverá ser conduzido pelo plano de manejo e monitoramento da fauna de modo a direcionar essas espécies para ambientes que propiciem melhores condições para seu estabelecimento, como as áreas florestais localizadas a leste e sudeste da ADA. Essas porções, situadas em área de bacia de captação, apresenta uma grande extensão de área florestal, relacionada principalmente ao entorno da represa (áreas de propriedade do SAMAE), tendo em vista que possuem quatro classes de restrição de ocupação partindo da barragem e dos mananciais: Nível Crítico, Elevado, Moderado e Baixo.

As alterações provocadas nos cursos hídricos existentes na ADA, em função das ações do empreendimento, poderão trazer implicações para a qualidade da água, principalmente nos pequenos cursos d'água diretamente afetados. Assim, a comunidade íctica e demais organismos aquáticos, podem sofrer alterações associadas aos trechos fluviais diretamente impactados, com a possibilidade de variação na abundância relativa das espécies locais, principalmente aquelas relacionadas a ambientes lóticos. Porém, com a implantação do Projeto de Canalização e Revitalização do Corpo Hídrico Central nos moldes aqui apresentados, o projeto visa preservar as características naturais dos

córregos, já que a vazão não sofrerá alterações, logo a qualidade da água não será afetada e sua biota será preservada quase que totalmente.

Sobre o meio socioeconômico, os impactos negativos são em relação ao singelo aumento de gerado de tráfego, tendo em vista que com o aumento da área de extração de basalto haverá aumento concomitante na oferta de matéria-prima, assim mais caminhões poderão transitar durante o dia no local e nas vias de acesso. Embora este aumento não seja significativo a ponto de gerar ponto de congestionamento, é importante frisar que vias que trafegam veículos de grande porte precisam de sinalização adequada, afim de evitar riscos de atropelamentos e acidentes.

Outro impacto é a geração de ruídos e vibrações decorrentes da operação e plano de fogo. Estes, são amplamente relacionadas as questões de fauna e suas consequências, mas no parâmetro socioeconômico, é importante analisá-lo de maneira a entender a relação com a comunidade local. O ruído gerado no local se dá não somente pelo maquinário utilizado, mas também pelo método de extração da rocha, muitas vezes feita com explosivos.

Cabe ressaltar que o distanciamento do empreendimento do centro maciço urbano faz com estes impactos não sejam tão predominantes, mas com o amplo espraiamento das ocupações urbanas no município de Caxias do Sul, medidas de controle de ruídos e vibrações devem ser aplicadas conforme Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações.

Contudo, existem fatores positivos que corroboram com a importância da atividade para o contexto urbano atual. O Basalto é uma rocha amplamente utilizada na construção civil. Seus diversos tamanhos são utilizados desde base para pavimentação, agregados, calçamento, entre outras, sendo de extrema a necessidade de matéria prima disponível para este deste segmento.

Dentro da relação entre os impactos, cabe destacar legislações que auxiliam na compreensão de medidas que podem ser seguidas para mitigação dos mesmos. A atividade de mineração é caracterizada como de utilidade pública e/ou interesse social, sendo assegurado na Constituição Federal 1988 do Brasil nos seus Artigos 175 e 176, que disciplina sobre a autorização exploração de áreas de jazidas de recursos minerais por parte de empresas, através de concessão pela união, e reforça a atividade como bem nacional. A lei dispõe:

> *Art. 175º: Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.*

Parágrafo único. A lei disporá sobre:
I - o regime das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, o caráter especial de seu contrato e de sua prorrogação, bem como as condições de caducidade, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão;
II - os direitos dos usuários;
III - política tarifária;
IV - a obrigação de manter serviço adequado.

Art. 176º: As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra
§ 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas.
[...]

Sobre o panorama da legislação ambiental, a Resolução CONAMA n° 369 dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP, e no seu Art. 2º disciplina sobre as exceções que são aplicáveis, entre elas para fins de utilidade pública. A lei dispõe:

Art. 2º: O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos nesta resolução e noutras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis, bem como no Plano Diretor, Zoneamento Ecológico-Econômico e Plano de Manejo das Unidades de Conservação, se existentes, nos seguintes casos:
I – Utilidade pública:
II – Interesse social
[...]
C) as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, outorgadas pela autoridade competente, exceto areia, argila, saibro e cascalho;
[...]

Outra lei com enfoque ambiental é a Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. Nesta legislação, em específico, fica condicionado a autorização de supressão de vegetação nativa para fins de mineração mediante licenciamento ambiental que demostre a inexistência de alternativa técnica ou locacional. A lei dispõe:

> *Art. 175º: A supressão de vegetação secundária em estágio avançado e médio de regeneração para fins de atividades minerárias somente será admitida mediante*
> *I - Licenciamento ambiental, condicionado à apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, pelo empreendedor, e desde que demonstrada a inexistência de alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto*
> *II - Adoção de medida compensatória que inclua a recuperação de área equivalente à área do empreendimento, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica e sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, independentemente do disposto no art. 36 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000.*

Desta maneira, compreender-se a importância desta atividade para o panorama econômico do país, principalmente pelo fato de que a rocha extraída no local tem circulação interna no país, assim gera um ciclo de comercialização através de oferta e procura benéfico para a nação. Importante também ressaltar que minas de rocha e de minérios não são encontradas em todo o território nacional e sim e pontos específicos demarcados pela Agência Nacional de Mineração – ANM.

Diante desses fatos com o cenário de sucessão é possível afirmar que a manutenção e consequente ampliação da atividade mineral irá proporcional um aumento da qualidade de vida de toda a população de Caxias do Sul e regiões da Serra Gaúcha visto que Preservação Ambiental, acessibilidade à itens básicos da vida humana (alimentação, saúde, habitação, meios de transporte e comunicação) e Educação dependem de bens minerais que são produtos de atividades primários de extração. O crescimento econômico da região está intimamente associado ao desenvolvimento sustentável, porém o desenvolvimento deve ser entendido com processo de transformação da sociedade, ou seja, não só em relação aos meios, mas também aos fins.

Neste sentido, são 04 (quatro) os alicerces que conduzem para o desenvolvimento sustentável da atividade de mineração: Aceitação Social, Sustentabilidade Ambiental, Viabilidade Econômica dos empreendimentos e o Uso de Tecnologias que permitam interagir os alicerces iniciais. Todas essas bases a Pedreira e Concretos Caxiense prioriza e implanta na atualmente Mina da Maestra, o que permite sugerir que a atividade mineral histórica que ocorre na região é inerente à vida local e regional.

8.2 Cenário tendencial – SEM empreendimento

Ainda, é importante compreender que esta mina está em operação a mais de 40 anos e sua inserção no contexto urbano já é consolidada (inclusive em área definida pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do Município de Caxias do Sul como Zona de Mineração-ZM – Art. 50 da Lei Complementar n° 589/2019, conforme mapa de zoneamento dos Anexos 07 e 12). Assim é claro o potencial da mina de ampliação bem como o continuamento da sua operação. A não autorização da ampliação da mina iria resultar na necessidade de buscar outro local para extração, o que geraria impactos maiores do que a manutenção e ampliação da jazida.

Embora exista garantias de concessão de uso do sub-solo, premiado pela Imissão de Posse da Pedreira e Concretos Caxiense, a união continuaria com a posse do bem mineral e poderia outorgar, caso a Pedreira Caxiense declinasse do direito de exploração, para outro ente privado a explotação do bem mineral visto que é notório o reconhecimento do potencial da jazida de basalto que ali se encontra.

Na hipótese de não implantação da ampliação mineral, a vida útil da Mina da Maestra não duraria cerca de cinco anos no exaurimento do pátio atual de forma vertical. Isso, além de insinuar uma lavra predatória, iria contra o código de mineração que exige que o bem mineral da mina ou jazida, obrigatoriamente, tenha o melhor aproveitamento econômico do bem mineral, por ser patrimônio público, com equilíbrio dos custos de extração e comercialização para garantir o atendimento de preceitos de recuperação ambiental da mina e garantia de explotação na melhor condição da jazida.

Levando em consideração o cenário de não implantação do empreendimento sobre o meio biótico, compreende-se que impactos negativos como a supressão de habitats para instalação de outros empreendimentos, principalmente na porção oeste da ADA onde a pressão imobiliária e antrópica é maior. Vale destacar que nessas áreas florestais verificou-se indícios de caça que ameaça a ocorrência de diversas espécies e passeio com cavalos em meio a vegetação florestal cujo pisoteio leva a diminuição do sub-bosque e consequente aumento da luminosidade na vegetação e diminuição da diversidade vegetal.

Dessa forma, com a não ampliação da Mina Maestra e a continuidade dos impactos ambientais, a escassez de monitoramento aliada ao contínuo uso e ocupação do solo, o meio ambiente continuará a ser degradado de forma que poderá ser estendido a área adjacentes, diminuindo a capacidade dos ecossistemas locais de se regenerarem.

O cenário sem a implantação do empreendimento não irá provocar alteração nos padrões de uso e ocupação do solo atuais. Devido a atual situação da área avaliada pelo EIA, prevê-se que com o passar dos anos uma tendência crescente do afugentamento de espécies mais sensíveis a alterações ambientais, com o desenvolvimento de novas áreas residenciais e áreas industriais na região.

Além disso, todos os impactos positivos esperados com a chegada do empreendimento não ocorrerão caso a Mina Maestra não seja ampliada.

9 ANÁLISE CONCLUSIVA

O presente Estudo de Impacto Ambiental é o resultado de um trabalho realizado por uma equipe interdisciplinar, envolvida com trabalho descritivo e analítico dos principais aspectos que envolveram os meios físico, biótico e socioeconômico. Foram levados em consideração dados levantados a campo, fornecidos pelo empreendedor, levantamentos bibliográficos, consulta a banco de dados, entre outros, de forma a avaliar mais precisamente a atual conjectura do presente empreendimento.

A atividade mineradora é de grande relevância mundial para a obtenção de matéria prima para diversas finalidades no dia-a-dia do mundo moderno. Esta atividade, como tantas outras, deve estar constantemente sendo atualizada, de forma a enfrentar os desafios e demandas sociais, ambientais, técnicas e econômicas, dado a atual situação global. Para isso, é necessário atualizar-se em termos de técnicas que minimizem os impactos, mas continuem fornecendo matéria-prima imprescindível.

No caso da Pedreira Caxiense, através de detalhado estudo, verificou-se que a reserva de minério é abundante, podendo a extração manter-se durante os próximos 100 anos. Sendo assim, a previsão estendida de exploração da mina, entra em concordância com a atual demanda elevada do mercado local e regional e, portanto, justifica seu interesse de ampliação. A extração da mina para brita encontra-se em plena produção e possui a infraestrutura, equipamentos e equipe treinada que garantem resultados econômicos satisfatórios. Este fato possibilita a manutenção e geração de empregos, e aumento da arrecadação de impostos para a União, Estado e Município. A ampliação do empreendimento tem como objetivo a continuidade do fornecimento de matérias-primas para uso como agregados na construção civil.

Frente a isto, foi idealizado e desenvolvido o presente Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), conforme termo de referência emitido em 05 de fevereiro de 2015, por meio do Ofício DIRTEC/BD/FEPAM nº 1634/2015 emitido pela FEPAM. O presente EIA/RIMA identificou e avaliou os impactos socioambientais decorrentes da interação entre a ampliação da área de lavra em relação aos meios físico, biótico e socioeconômico que foram estudados.

O processo de avaliação ambiental, também levou em consideração as esferas social e jurídica aplicáveis ao empreendimento, em especial os critérios e premissas legais que norteiam a implantação da ampliação da lavra. Essa análise legal e orientação dos trabalhos abrangeram as esferas federal, estadual e municipal. O processo de elaboração do EIA/RIMA, além do Termo de Referência emitido pela FEPAM, obedeceu aos princípios do Direito da Sustentabilidade, regentes e norteadores da criação e

interpretação das normas do ordenamento jurídico nacional, com o escopo de atender as normas aplicáveis ao processo de licenciamento ambiental. Todo o processo de avaliação ambiental segue rito legal próprio, segundo metodologia consagrada técnica e legalmente, podendo ser citadas as Resoluções CONAMA n°s 01/1986 e 237/1997.

Foi identificada e analisada a Regulamentação Aplicável, em todos os âmbitos governamentais, de forma a assegurar a compatibilidade da atual operação e futura mineração pretendida, em relação aos dispositivos que regulamentam o uso e ocupação do solo e à proteção ambiental.

O seguimento dos estudos ambientais levou em consideração que o empreendedor exerce suas atividades respaldadas pelo Poder Público, em especial, no que diz respeito à base legal municipal de uso e ocupação do solo, que se encontra atendida pelo empreendedor e permite a atividade de lavra da mina. Com relação ao diagnóstico ambiental, realizaram-se estudos específicos dos meios físico, biótico e socioeconômico, definindo-se o cenário atual, e delimitando os aspectos socioambientais passíveis de sofrer impactos em virtude dos níveis de sensibilidade e vulnerabilidade ambientais.

Para o meio físico foram contemplados aspectos tais como: aspectos climáticos e condições meteorológicas, aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, situação de estabilidade dos taludes da mina, recursos hídricos, qualidade do ar e níveis de ruído. Dentre os estudos realizados, destacam-se os estudos de natureza hidrológica, que descreveram de foram detalhadas os arroios, córregos, nascentes, rios e açudes presentes na área de ampliação da mina, bem como o Relatório de Análise de Estabilidade de Taludes da Mina Maestra (ANEXO 26).

O diagnóstico do meio biótico abrangeu identificação e caracterização da fauna e flora presentes nas áreas de influência do projeto, tendo sido analisados aspectos como: as principais espécies ocorrentes na área, seu grau de conservação, medidas mitigatórias para minimizar o impacto sobre suas populações, destacando-se o estudo da fauna limnológica presente nos principais córregos da área de estudo. Este estudo abrangeu de forma detalhada as espécies ocorrentes, assim como as que demonstram valor bioindicador para a qualidade das águas.

Em termos de cobertura vegetal a supressão da vegetação em estágio médio de regeneração irá reduzir o habitat da fauna, que por possuir capacidade de resiliência e de readaptação terá impactos menores. É importante salientar que a supressão da vegetação ocorrerá de forma continua evitando a formação de fragmentos florestais

desconexos. Dessa forma, apesar do impacto, evita-se a formação de ambientes não interligados, o que dificultaria a passagem de fauna entre os remanescentes. A avaliação para ampliação da mina e das estruturas do projeto buscou compatibilizar as necessidades do projeto (Plano de Lavra a curto, médio e longo prazo) com a proteção ambiental dos ambientes sensíveis do entorno.

Quanto ao diagnóstico do meio socioeconômico, foram analisados aspectos como uso e ocupação do solo, equipamentos urbanos, aspectos sociais como cultura e religião do município, esporte e lazer, segurança pública e proteção, educação, saúde, zoneamento, infraestrutura de saneamento. Além disso, a pesquisa pública teve o intuito de levantar informações sobre a opinião dos moradores em relação as obras de expansão da lavra e projetos socioambientais implementados pela empresa Pedreira Caxiense.

Complementando o terceiro pilar da sustentabilidade e adequando o empreendimento às políticas públicas, planos e programas de investimentos na região, o plano de aumento da área de mineração da empresa do grupo Fagundes encontra amparo nas bases legais existentes, sendo que, em nenhum momento foi identificado qualquer impeditivo legal do ponto de vista social que possa inviabilizar as atividades do empreendimento.

A concepção norteadora deste EIA/RIMA foi a de consolidar uma importante ferramenta de planejamento e gestão ambiental, com foco na análise e propostas de minimização dos impactos gerados pela atividade de mineração pelo empreendedor. O diagnóstico ambiental, sustentado em parâmetros ambientais e socioeconômicos demonstra que a área é propícia, possui elevado valor de mineração, e irá manter o crescimento econômico e social do município e região, sempre levando em consideração os Programas e Projetos Ambientais de Controle e Monitoramento propostos neste EIA-RIMA de forma a minimizar os impactos.

Salienta-se, que a maior magnitude dos impactos negativos se concentra no meio físico e biótico, naturalmente, por tratar-se de atividade mineradora. Por outro lado, existem impactos positivos relacionados ao meio socioeconômico como o aumento do número de empregos diretos e indiretos, aumento da arrecadação tributária, impulsão da economia (dinamização da economia) e maior oferta de matéria-prima local e regional.

Continuamente, impactos negativos ao meio socioeconômico como demissões pós-obra ou desmobilização de mão-de-obra, não serão sentidos pelo empreendimento, uma vez que os funcionários são fixos.

Para minimizar os impactos negativos foram propostos programas de mitigação de impactos nas fases previstas para o empreendimento, que apresentarão graus de resolução variáveis, tendo como principal o Programa de Gestão e Supervisão Ambiental. Dentre os programas que se destacam estão principalmente o Programa de Educação Ambiental, Programa de Comunicação Social, Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações, Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais, Programa de Prevenção, Controle e Monitoramento de Processos Erosivos, Programa de Configuração de Taludes e Risco Geotécnico, Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes, Programa de Controle e Qualidade do Ar, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

Dentre os principais programas que atenderão os impactos no meio biótico estão os programas de proteção e monitoramento da fauna e flora, sendo: Programa de Gerenciamento de Áreas de Preservação Permanente, Programa de Compensação Ambiental, Programa de Reposição Florestal Obrigatória, Programa de Transplante, Realocação e Resgate da Flora, Programa de Monitoramento e Manejo da Fauna, Programa de Cortinamento Vegetal e Paisagismo.

Em relação ao meio socioeconômico programas como de comunicação social e educação ambiental visarão a minimização e o controle de impactos na população local, alinhados com o Programa de Monitoramento Socioambiental/ Socioeconômico.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e o Programa de Auditoria Ambiental, serão compatibilizados com os propostos na atual Licença de Operação n° 04702/2020.

Tendo em vista a análise conclusiva, que levou em consideração os dados levantados a campo e/ou fornecidos pelo cliente, abordando de forma clara os aspectos positivos e negativos do empreendimento, pode-se concluir que o mesmo é tecnicamente, socioambiental, jurídica e institucionalmente viável. Apesar disso, salienta-se que para o sucesso e continuação da atividade é imprescindível seguir as sólidas proposições, recomendações e definições da equipe técnica responsável por este Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA.

10 CARTOGRAFIA BÁSICA

O material cartográfico apresentado neste trabalho foi elaborado em atendimento às normas e diretrizes técnicas estabelecidas para a produção de material cartográfico no território nacional. Salienta-se, ainda, que os arquivos de dados geoespaciais digitais são apresentados em conformidade ao inteiro teor da Diretriz Técnica Nº 01/2017 – FEPAM, com exceção ao posto no item 4.2, do referido documento, que afirma:

> *Os dados geoespaciais digitais vetoriais e/ou raster apresentados deverão estar georreferenciados ao SGR SIRGAS2000. Esses dados não devem ser projetados, ou seja, não devem possuir sistema de projeção associado a eles. Dados geoespaciais nas projeções cartográficas UTM (Universal Transversa de Mercator), conforme de Lambert, dentre outras, não serão permitidos.*

Em razão da escala de trabalho e da necessidade de extração de medidas métricas (área e perímetro) de inúmeras feições presentes nos materiais, os arquivos geoespaciais digitais são apresentados em Sistema de Projeção UTM, conforme reunião de alinhamento técnico com a equipe de análise da FEPAM, durante as fases de desenvolvimento do EIA/RIMA.

O Quadro 51, traz a listagem das 48 (quarenta e oito) pranchas que compõem o presente EIA.

Quadro 51. Lista de pranchas do projeto.

Prancha	Título
01	Localização
02A	Situação Minerária Atual (LO n° 04702/2020)
02B	Situação Minerária Futura
02C	Situação Fundiária
03	Áreas de Influência Meios Físico, Biótico e Socioeconômico
04	Áreas de Influência Direta e Indireta (Meio Físico) - Planialtimetria
05	Uso do Solo nas Áreas de Influência Direta e Indireta
06A	Área de Influência Direta (Meio Socioeconômico) - Equipamentos
06B	Área de Influência Indireta (Meio Socioeconômico) – Equipamentos Caxias do Sul
06C	Área de Influência Indireta (Meio Socioeconômico) – Equipamentos Flores da Cunha
07	Área Diretamente Afetada
08A	Área Diretamente Afetada (Meio Físico) - Planialtimétrico Cadastral

Prancha	Título
08B	Área Diretamente Afetada (Meio Físico) - Isodeclividades
09A	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo
09A.1	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante A1
09A.2	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante A2
09A.3	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante A3
09A.4	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante B
09A.5	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante C
09A.6	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante D
09A.7	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante E
09A.8	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante F
09A.9	Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante G
09B	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo
09B.1	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante A1
09B.2	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante A2
09B.3	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante A2
09B.4	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante B
09B.5	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante C
09B.6	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante D
09B.7	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante E
09B.8	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante F
09B.9	Manejo da Área Diretamente Afetada (Meio Biótico) - Uso do Solo Quadrante G
10A	Amostragem de Fauna
10B	Amostragem de Organismos Aquáticos
10C	Amostragem de Fauna na Área de Influência Direta (AID)
11	Área Diretamente Afetada - Planialtimetria atual
12	Unidades de Conservação
13A	Plano de Lavra de Curto Prazo
13B	Plano de Lavra de Médio Prazo
13C	Plano de Lavra de Longo Prazo – Planialtimetria Final da ADA

Prancha	Título
14A	Perfis do Terreno Atual
14B	Perfis do Plano de Lavra de Curto Prazo
14C	Perfis do Plano de Lavra de Médio Prazo
14D	Perfis do Plano de Lavra de Longo Prazo – Planialtimetria Final da ADA
15	Hidrogeologia da AID
16	Uso do Solo da AID
17	Edificações na ADA e entorno imediato

11 EQUIPE TÉCNICA

A Garden Projetos estabeleceu para esse trabalho uma equipe de caráter multidisciplinar com representantes de diversas áreas do conhecimento, composta por 27 profissionais das mais variadas áreas técnicas.

Quadro 52. Dados gerais da equipe técnica responsável.

Nome	CPF	Formação	Conselho/ Registro	Cargo/ Função	CTF/ IBAMA	ART
José Ribeiro de Araújo Júnior	051.724.169-27	Biólogo, MBA em Gestão de Projetos	CRBio 069488-03	Coordenação Geral e Técnica	4932923	2019/01476
Elton Leonardo Boldo	003.185.510-55	Téc. Meio Ambiente Biólogo, Msc.	CFT 2201072060 CRBio 063582-03	Coordenação Técnica/ Operacional	5073139	2019/01477 e 2019/15436
Vinícius Triches	004.789.040-10	Eng. Ambiental e de Segurança	CREA RS184210	Coordenação/ Gerência Técnica	5451810	10042322 e 10497351
Carlos Catuzzo Gazzola	802.184.460-91	Contador	-	Gerente Administrativo e Financeiro	-	-
Roberto Della Giustina Manera	023.413.770-33	Eng. Civil	CREA RS227938	Gerente Operacional	-	-
Gustavo Fernando Steffen	833.163.450-00	Eng. Minas	CREA RS175853	Plano de Lavra/ Meio Físico	55733165	10061869
Bruno T. Kuckartz	004.676.120-99	Eng. Minas, M.Sc.	CREA RS210679	Plano de Lavra/ Meio Físico	-	-
Andreas Emílio Grings	020.926.080-70	Geólogo	CREA RS216231	Meio Físico	7081756	10042883
João Marcos Pozzer	832.476.370-87	Eng. Civil	CREA RS229954	Empreendimento/ Meio Físico	7154783	-
Ivana Rech Boldo	823.807.830-04	Bióloga	CRBio 069487-03	Meio Biótico - Fauna	5079914	2019/01500
Marcos José Rodrigues	941.257.400-20	Biólogo	CRBio 088809-03	Meio Biótico - Fauna e Flora	5845877	2019/01481
Eduardo Pasini	008.871.740-27	Biólogo, M.Sc., Dr.	CRBio 069480-03	Meio Biótico - Flora	4937036	2019/01493
Gabriela de Rossi Vicenzi	830.540.570-20	Bióloga	CRBio 063586-03	Meio Biótico - Flora	3336246	2019/01503
Luan Carlos Tomé dos Reis	029.469.060-35	Geógrafo	-	Meio Socioeconômico/ Cartografia e Geoprocessamento	7315903	-
Aline Brandelli Dal Pizzol	004.843.210-56	Bióloga	CRBio 069679-03	Meio Biótico - Fauna	-	2015/07069
Augusto Jobim Benedetti	008.824.890-97	Biólogo	CRBio 069772-03	Meio Biótico - Flora	-	2014/13860 e 2015/07091
Aline Correa Mazzoni	007.217.960-01	Bióloga	CRBio 095025-03	Meio Biótico - Fauna		2019/21841
Elias Martins Bianchi	032.151.380-00	Acad. de Arquitetura e Urbanismo	-	Meio Socioeconômico e Antrópico/ RIMA	-	-

Nome	CPF	Formação	Conselho/ Registro	Cargo/ Função	CTF/ IBAMA	ART
Rodrigo Wisintainer Balen	890.201.380-49	Advogado	OAB/RS 44533	Aspectos Legais e Fundiários	-	-
Jaqueline C. Marques	-	Psicóloga	CRP 723732	Meio Socioeconômico e Antrópico	-	-
Anderson Duarte Machado	018.393.790-22	Geógrafo	CREA RS233233	Meio Socioeconômico e Antrópico/ Cartografia e Geoprocessamento	-	10555916
Amanda Thaís Dalmás	024.043.550-82	Eng. Civil e Ambiental	CREA RS233907	Meio Físico, Socioeconômico e Antrópico/ Empreendimento	7270431	10556539
Caroline Menegotto	032.237.770-67	Acad. de Engenharia Civil	-	Meio Socioeconômico e Antrópico/ Aspectos Legais/ RIMA	-	-
Lucca Klipel	034.240.620-57	Ensino Médio	-	Apoio Geral/ Estudos	-	-
Gabriel Pitágoras	023.083.400-02	Tecnólogo Gestão Ambiental	-	Apoio Geral/ Estudos	-	-
Rubens Roque Adamatti	343.963.220-70	Geólogo	CREA R066735	Meio Físico - Geologia	5323571	-
Marcelo Piccoli	406.850.550-00	Advogado	OAB/RS 39197-	Assessor Jurídico	-	-
Eliza Dalence Sperb	013.822.780-20	Bióloga	CRBio 101787-03	Meio Biótico - Fauna	6665855	2020/01035
Raquel Fontoura Freiry	016.916.310-51	Bióloga	CRBio 101738-03	Meio Biótico - Fauna	6658986	2019/21914
Amanda Saldanha Barbosa	025.520.580-51	Bióloga	CRBio 095158-03	Meio Biótico - Fauna	5761450	2019/22052

Fonte: Garden Projetos 2020.

As Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) dos responsáveis técnicos integrantes da equipe participante da execução do trabalho estão apresentadas no ANEXO 22. A seguir são apresentados os números dos registros nos Conselhos de Classe a que pertence à empresa.

Quadro 53. Registros nos conselhos de classe a que pertence.

Nome	Prefeitura	CREA	CRBIO	IBAMA
GARDEN CONSULTORIA, PROJETOS E GESTÃO LTDA *Fantasia: GARDEN PROJETOS*	Alvará 198663 **ANEXO 22**	CREA RS140992 **ANEXO 22**	CRBio 000859-03 **ANEXO 22**	CTF 1960748 **ANEXO 22**

Fonte: Garden Projetos (2020).

12 DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR

- **ANEXO 01 - TAXAS**
  - Comprovante FEPAM
- **ANEXO 02 - DOCUMENTAÇÃO EMPREENDEDOR**
  - Certificado de Regularidade
  - CNPJ
  - Contrato Social
  - Procuração
- **ANEXO 03 - LO e ANM**
  - Licença de Operação n° 04702/2020
  - ANM 810034_1991_Imissão
  - ANM 811109_2009 - Lavra
- **ANEXO 04 - CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO**
  - Cronograma de Obras
- **ANEXO 05 - MATRÍCULAS**
  - Caxiense
  - Prefeitura
  - Terceiros
- **ANEXO 06 - CIÊNCIA PROPRIETÁRIOS**
  - Planta de Localização e Notificação aos proprietários de Terras Afetadas pela futura ampliação do empreendimento
- **ANEXO 07 - INFORMAÇÕES SOBRE O ZONEAMENTO**
  - Limite da bacia de captação da Maestra (Lei Complementar 508/2016)
  - Certidão de zoneamento
  - Protocolo Alteração do Plano Diretor
- **ANEXO 08 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**
  - Autorização SEMMA
- **ANEXO 09 - ANUÊNCIA IPHAN**
  - Ofício 1433/2016
- **ANEXO 10 - ANUÊNCIA IPHAE**
  - Ofício 042/2019
- **ANEXO 11 - COMPROVANTE DE ABASTECIMENTO**
  - Fatura rede pública (Economia: industrial)
  - Fatura consumo (Economia: comercial)

- **ANEXO 12 - DOCUMENTAÇÃO DRH**
  - Comprovante de cadastro de uso da água
  - Relatório Outorga barragem
- **ANEXO 13 - RESÍDUOS**
  - Contrato de coleta e transporte de resíduos domésticos
  - Planilhas Trimestrais de resíduos (2018)
- **ANEXO 14 - QUALIDADE ÁGUA AID**
  - Análises e Ensaios Realizados
- **ANEXO 15 - RELATÓRIOS DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS**
  - All Gás – Laudo Emissões e ART
  - All Gás – Documentos e Certificados de Calibração Referentes ao Laudo 1044/2015
- **ANEXO 16 - MONITORAMENTO DE RUÍDOS E VIBRAÇÕES**
  - Relatório de Monitoramento – semestre 01.2015
  - Relatório de Monitoramento – semestre 02.2015
  - Relatório de Monitoramento – semestre 01.2016
  - Relatório de Monitoramento – semestre 02.2016
  - Relatório de Monitoramento – semestre 01.2017
  - Relatório de Monitoramento – semestre 02.2017
- **ANEXO 17 - REGISTRO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO**
  - Relatório de Pontos Críticos para Acidentes
- **ANEXO 18 - FAUNA**
  - Autorização para Manejo de Fauna Silvestre – nº 36/2015
  - Lista de Vertebrados para ADA e AID
  - Autorização para Manejo de Fauna Silvestre – nº 106/2019
  - Relatórios de Organismos Aquáticos para as 04 Campanhas Extras
- **ANEXO 19 - FLORA**
  - Lista de Unidades Amostrais Realizadas em Estágio Avançado
  - Lista de Unidades Amostrais realizadas em Estágio Médio
  - Lista de Unidades Amostrais realizadas em Estágio Inicial
  - Dados das Espécies Imunes ao Corte e /ou Ameaçadas de Extinção
  - Listas Florísticas
- **ANEXO 20 - COMPENSAÇÃO BIOMA MATA ATLÂNTICA**
  - Plano de Manejo da E. E. Estadual de Aratinga - Formações

- Plano de Manejo da E. E. Estadual de Aratinga – Fundiário
- Plano de Manejo da E. E.Estadual de Aratinga –Local
- Ofício 014/2014 da E.E.E. Aratinga
- Ofício 719/2019-DIG-SAMAE Caxias do Sul

- **ANEXO 21 - CONAMA 237**
  - Declaração n° 007/2016 – Resolução CONAMA n° 237
- **ANEXO 22 - ART'S E DOCUMENTOS GARDEN**
  - Cartão CNPJ e Alvará de Localização Garden
  - CREA Garden Projetos
  - Registro CRBIO Garden Projetos
  - CTF Garden Projetos
  - ART – Anotações de Responsabilidade Técnica
    - ✓ ART José Ribeiro de Araújo Júnior
    - ✓ ART Elton Leonardo Boldo
    - ✓ ART Vinícius Triches
    - ✓ ART Marcos José Rodrigues
    - ✓ ART Gabriela de Rossi Vicenzi
    - ✓ ART Ivana Rech Boldo
    - ✓ ART Andreas Emílio Grings
    - ✓ ART Eduardo Pasini
    - ✓ ART Gustavo Fernando Steffen
    - ✓ ART Amanda Thais Dalmás
    - ✓ ART Anderson Duarte Machado
    - ✓ ART Aline Brandelli Dal Pizzol
    - ✓ ART Aline Correa Mazzoni
    - ✓ ART Amanda Saldanha Barbosa
    - ✓ ART Raquel Fontoura Freiry
    - ✓ ART Eliza Dalence Sperb
    - ✓ ART Augusto Jobim Benedetti
    - ✓ ART Marina Caumo
- **ANEXO 23 - PUBLICAÇÃO EIA**
  - Publicação Diário Oficial
  - Publicação Jornal do Comércio
  - Publicação Pioneiro

- **ANEXO 24 - MATRIZ IMPACTOS**
  - Matriz de Impactos
- **ANEXO 25 – RELATÓRIO DE ESTABILIDADE DE SOLOS**
  - Relatórios e Análises da Estabilidade em Solo
- **ANEXO 26 - RELATÓRIO ESTABILIDADE TALUDES**
  - Relatório da Análise de Estabilidade de Taludes em Rocha
- **ANEXO 27 - PLANO DIRETOR**
  - Plano Diretor Atualizado (Lei Complementar n° 589/2019)
- **ANEXO 28 - FUNAI**
  - Ofício 325/2020/CGLIC/DPDS/FUNAI – Anuência
- **ANEXO 29 - FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES**
  - Parecer Técnico e ART declaratórios
- **ANEXO 30 - RELATÓRIO CONTAGEM DE TRÁFEGO**
  - Relatório da Contagem de Tráfego
- **ANEXO 31 - RESULTADOS PESQUISA AII**
  - Resultados da Pesquisa de Opinião na AII
- **ANEXO 32 - RESULTADOS PESQUISA AID**
  - Resultados da Pesquisa de Opinião na AID
- **ANEXO 33 - INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS 2019**
  - Estudo Geológico-Geotécnico
- **ANEXO 34 - RESERVA DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA**
  - Portaria DRH Nº R-001.809/2020.
  - Projeto de Intervenção nos cursos d'água
- **ANEXO 35 - PARECER DESMONTE DE ROCHAS**
  - Parecer Técnico do Desmonte de Rocha próximo a Residências
- **ANEXO 36 - PLANO DIRETOTR DE FLORES DA CUNHA**
  - Legislação e Arquivos
- **ANEXO 37 - ESTUDOS COM O GÊNEREO AEGLA**
  - Termo De Parceria com a Universidade de Caxias do Sul
  - Continuidade dos Estudos
- **ANEXO 38 - ARQUIVOS DIGITAIS**
  - CD com os arquivos digitais

13 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 2019.

_____. NBR 9653: Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas. Rio de Janeiro, 2018.

_____. NBR 11682: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, 2009.

ACHE TUDO NA SERRA (Serra Gaúcha). Igreja Matriz de Flores da Cunha e Campanário de Pedra. Disponível em: http://www.achetudonaserra.com.br/igreja-matriz-nossa-senhora-de-lourdes-e-campanario-de-pedra-/de/flores-da-cunha/. Acesso em: 18 maio 2020.

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. Stream Ecology: Structure and function of running waters. 2nd Edition. Springer, NY. 2007. 444p.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL (Brasil) (comp.). Flores da Cunha. 2010. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/flores-da-cunha_rs. Acesso em: 26 abr. 2020.

BACCI, D. L. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. REM: Revista Escola de Minas, [s.l.], v. 59, n. 1, p.47-54, mar. 2006. FapUNIFESP (SciELO).

BACKES, A. & NARDINO, M. Nomes populares e científicos das plantas do Rio Grande do Sul. Editora Unisinos, São Leopoldo. 1999.

BACKES, P.; IRGANG, B. Árvores do Sul. Guia de identificação & interesse Ecológico. As principais espécies nativas Sul-Brasileiras. Santa Cruz do Sul. Instituto Souza Cruz, 2002. p.2002-2003.

BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento. Oecologia Australis. v.12, p. 339-345. 2008.

BECKER, M. & DALPONTE, J. C., 1991, Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. Universidade de Brasília, Brasília, 180p.

BEISSINGER, S.R.; D.R. OSBORNE. 1982. Effects of urbanization on a avian community organization. Condor 84: 75-83.

BENNEMANN, S. T.; A. M. GEALH; M. L. ORSII; L. M. DE SOUZA. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de Astyanax (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. Iheringia, Sér. Zool. vol. 95 n° 3, Porto Alegre Sept. 2005.

BENETTI, C. J. et al. Chaves de identificação para famílias de coleópteros aquáticos ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Neotropical Biology and Conservation. n.1, p. 24-28, 2006.

BENZING, D. H. 1990. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University. Press, Cambridge, xvii + 354 pages. ISBN 0-521-26630-0.

BENZING, D.H. 2004. Vascular epiphytes. In: M. Lowman, B. Rinker (eds.). Forest canopies. 2ed. Elsevier, Boston, pp. 175-211.

BETIOLLO, L. M. GOULART, R.V. Caracterização e compartimentação hidroquímica das águas subterrâneas do Bloco Morfotectônico da Fachada Atlântica. In: Salão de Iniciação Cientifica (18: 2006: Porto Alegre). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2006. v.1, Resumo 304 p.

BEZERRA-NETO, J. F.; AGUILA, L. R.; LANDA, G. G.; PINTO-COELHO, R. M. The exotic rotifer Kellicottia bostoniensis (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) in the zooplankton community in a tropical reservoir. Lundiana. v.5, n. 2, p.151-153, 2004.

BICUDO, C. E. M. (Org.); MENEZES, M. (Org.). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: RiMa Editora, v. 1. 2006. 512p.

BIGGS B. J. F.; THOMSEN, H. A. Disturbance of stream periphyton by perturbations in shear stress: time to structural failure and differences in community resistence. Journal of Phycology. v. 31, p. 233-241, 1995.

BOL'SHAKOV, V. N; PYASTOLOVA, O. A. and VERSHININ D V. L. 2001. Specific Features of the Formation of Animal Species Communities in Technogenic and Urbanized Landscapes. Russian Journal of Ecology 32

BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L. A Família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). Arquivos de Zoologia, n. 32, p. 159-347, 1994.

BOND-BUCKUP, G.; SANTOS, S. Crustáceos Anomuros de Águas Continentais: Diversidade e Aspectos Biológicos. Ciência e Ambiente. v.35, p. 47-54. 2007.

BORGES, M. G.; PEDROZO, C. S. Zooplankton (Cladocera, Copepoda and Rotifera) richness, diversity and abundance variations in the Jacuí Delta, RS, Brazil, in response to the fluviometric level. Acta Limnologica Brasiliensia., v. 21, n. 1, p. 101-110. 2009.

BOUCHARD, R. W. Guide to aquatic macroinvertebrates of the upper midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St Paul, MN, 2004. 208p.
Boundary. Science 258: 975-979.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 26/12/2006, P-1.

_____. Constituição (1979). Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Brasília, 19 dez. 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em: 20 dez. 2019.

_____. Agência Nacional de Mineração. Ministério de Minas e Energia. Anuário Mineral Estadual: anos base 2010 a 2013. 2016. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral-estadual/rs20102013>. Acesso em: 18 dez. 2019.

_____. Resolução CONAMA n°1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para avaliação de impactos ambientais. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

_____. Resolução CONAMA Nº 33 de 07 de dezembro de 1994. Define estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimentos para o manejo, utilização racional e conservação da vegetação natural. Diário Oficial da União n° 248 – Seção 1- 30/12/1994, P 21352-21353.

BREAKWELL, G. M. et al. Métodos de pesquisa em Psicologia. Ed. Bookman, 2010.

BRENA, D. A. 2003. Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual de

BRITTO, F.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M Variabilidade Espacial e Temporal da Precipitação Pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do Fenômeno El Niño Oscilação Sul, Associação Brasileira de Climatologia, Presidente Prudente, 2006.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. Os Crustáceos do Rio Grande do Sul. 1. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS), 1999. 514p.

BUCKUP, L. & A. ROSSI. O gênero Aegla no Rio Grande do Sul, Brasil (Crustácea, Decápoda, Anomura, Aeglidae). Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, RJ, 37(4); 879-892, 1977.

BUENO, S. L. S.; S. SANTOS; S.S. DA ROCHA; K. M. GOMES; E. C. MOSSOLIN & F. L. MANTELATTO. Avaliação dos Eglídeos (Decapoda: Aeglidae). Cap. 2: p. 35-63. In: Pinheiro, M. & Boos, H. (Org.). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC. 2016. 466 p.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, v.6, n.1, p.71-82, 2001.

CALOR, A. R. Trichoptera. In: Guia on-line de Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. 2007. 17p. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico>.

CARDOSO, A. S; FILHO, S. M. P. DA S.; ALVES, A. E; ROCHA, C. M. C; CASÉ, M. C. C. Fitoplâncton como bioindicador de eventos extremos na bacia do rio Una, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física v.6, n.4, p. 697-710. 2013.

CARVALHO, C. J. B. Padrões de endemismos e a conservação da biodiversidade. Megadiversidade. v. 5, n. 1-2, p. 77-86, 2009.

CARVALHO, P.E.R. 2003 - Espécies Arbóreas Brasileiras – volume I. p. 1039. Livraria Embrapa, Brasília.

CAVALCANTE, K. P.; ZANOTELLI, J. C.; MULLER, C. C.; SCHERER, K. D.; FRIZZO, J. K.; LUDWIG, T.; CARDOSO, L. S. First record of expansive Ceratium Schrank, 1793 species (Dinophyceae) in Southern Brazil, with notes on their dispersive patterns in Brazilian environments. Check List, v. 9, n. 4, p. 862-866. 2013.

CÂMARA DE VEREADORES DE CAXIAS DO SUL. Administração Direta e Indireta para os exercícios de 2018 a 2021. Caxias do Sul, RS, Disponível em: <http://hamurabi.camaracaxias.rs.gov.br/Hamurabi-faces/externo/exibicao.jsf?leiId=11465 >. Acesso em: 18 dez. 2019.

CECHIN, S. Z. & MARTINS, M., 2000, Eficiência de armadilhas de queda (Pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. Revista. Bras. Zool., 17: 729-740.

CIÊNCIA E AMBIENTE – 24, Fitogeografia do Sul da América. Universidade Federal de Santa Maria. UFSM. Vol. 01. Santa Maria. 1990

COMITÊ DE BACIA TAQUARI-ANTAS (Rio Grande do Sul). Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/0Byn_B-4Lg7RGZzlVOXpwMFZlWVU/view. Acesso em: 18 maio 2020.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Norma Técnica L5.303: Fitoplâncton de Água Doce - Métodos Qualitativo e Quantitativo. São Paulo, 2012.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Norma Técnica L5.304: Zooplâncton de Água Doce - Métodos Qualitativo e Quantitativo. São Paulo, 2012.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO RIO GRANDE DO SUL (Rio Grande do Sul). CAU Mais Perto de Caxias do Sul, Santana do Livramento e São Gabriel. 2019. Disponível em: <https://www.caurs.gov.br/cau-mais-perto-de-caxias-do-sul-santana-do-livramento-e-sao-gabriel/>. Acesso em: 17 dez. 2019.

CRUMP, M. & SCOTT JUNIOR, N.J. 1994. Standard techniques for Inventory and Monitoring. In Measuring and Monitoring Biological Diversity (W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.A.C. Hayek & M.S. Foster, eds). Smithsonian Institutions Press, Washington and London, p.84-92.

CULLEN JR, L e RUDRAN, R. 2004. Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte. Pp. 169-179. In: Cullen Jr, L.; Valladares-Padua, C. e Rudran, R. (orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba, Editora UFPR e Fundação o Boticário de Proteção à Natureza.

CUNHA, D. G. F.; FALCO, P. B.; CALIJURI, M. C. Densidade fitoplanctônica e estado trófico dos rios Canha e Pariquera-Açu, bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, SP, Brasil. Ambi-Agua, Taubaté, v. 3, n. 2, p. 90-105. 2008.

DANTAS-SILVA, L. T; DANTAS, E. W. Zooplâncton (rotifera, cladocera e copepoda) e a eutrofização em reservatórios do nordeste brasileiro. Oecologia australis. v. 17, n. 2, p. 53-58. 2013.

DEFAP (Departamento de Florestas e Áreas Protegidas) 2002. Disponível em <http://www.samaecaxias.com.br>. Acesso em: 20 de janeiro de 2016 do Rio Grande do Sul, 246p.

DENARDI, L.; TREVISAN, R.; PERRANDO, E. R.; SUTILI, F. J.; BALDIN, T.; MARCHIORI, J. N. C. Anatomia da madeira de phyllanthus sellowianus müll. arg. (phyllanthaceae). Ciência Florestal, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 503-509, 2013.

DUELLMAN, W. & TRUEB, L. 1986. Biology of amphibians. New York: Mcgraw Hill.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. Bioengenharia: manejo biotécnico de cursos de água. 3. ed., Santa Maria: Edição do Autor, 2012.

ESTEVES, F. A. (org.). Fundamentos de Limnologia. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2011. 790p.

EVANS, J. R.; MATHUR, A. The Value of Online Surveys. Internet Research, v. 15, n. 2, 2005, p. 195-219.

FALEIROS, Fabiana et al. Uso de questionário online e divulgação virtual como estratégia de coleta de dados em estudos científicos. Texto e Contexto - Enfermagem, Florianópolis, v. 25, n. 4, p. 1-6, 24 out. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/tce/v25n4/pt_0104-0707-tce-25-04-3880014.pdf. Acesso em: 22 abr. 2020.

FEE – FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. Dados socioeconômicos do município de Caxias do Sul. Porto Alegre: FEE: 2015.

FELISBERTO, S.A.; RODRIGUES, L. Dinâmica sucessional de comunidade de algas perifíticas em um ecossistema lótico subtropical. Rodriguésia. v. 63, n. 2, p. 463-473, 2012.

FERNANDES, I. 2000. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. Pesquisas Botânica 50: 5-26.

FERNANDEZ, F. A. S. 1995. Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura. Oecologia Brasiliensis 2: 1-26

FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. Guía para la determinación de los artrópodos bentônicos sudamericanos. Universidad de Tucumán, San Miguel de Tucumán, 2001. 282p.

FERRAREZE, M.; NOGUEIRA, M. G. Phytoplankton assemblages and limnological characteristics in lotic systems of the Paranapanema Basin (Southeast Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia. v.18, n. 4, p. 389– 405. 2006.

FINGER, C. A. G. Fundamentos de Biometria Florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. florestais, Caxias do Sul, RS. Tese de Doutorado, Universidad de León, León.

FLORES DA CUNHA. PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORES DA CUNHA. Prefeitura Municipal de Flores da Cunha. Disponível em: https://www.floresdacunha.rs.gov.br/index.php. Acesso em: 25 maio 2020.

_____. Lei nº 149, de 26 de setembro de 2019. Institui o Plano diretor Municipal de Flores da Cunha. Plano Diretor Municipal de Flores da Cunha. Flores da Cunha, RS, 26 set. 2019. Disponível em: https://xadmin.s3.us-east-2.amazonaws.com/131/DocumentAssets/90880/images/original/LC%20149%20-%20Plano%20Diretor.pdf. Acesso em: 04 maio 2020.

FONTANA, C. S.; G. A. BENCKE e R. E. REIS (Orgs.). Livro Vermelho da Fauna de Extinção no Rio Grande do Sul. EDIPUCRS (Ed.) Porto alegre, 2003. 623p.

FRANCESCHINI, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B.; PRADO, J. F.; RÉZIG, S. H. Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica. Porto Alegre: Artmed, 2009. 332p.

FRANKEL, O. H. e SOULE´, M. E., 1981. Conservation and Evolution. Cambridge University Press, Cambridge.

FRUTOS, S. M. Densidad y diversidad del zooplancton en los rios Salado y Negro – planicie del río Paraná – Argentina. Revista Brasileira de Biologia, v. 58, n. 3, p. 431-444. 1998.

FULONE, L. J. et al. Composição de amebas testáceas (Protozoa-Rhizopoda) de dois córregos do Estado de São Paulo, incluindo novos registros para o Brasil. Acta Scientiarum Biological Sciences. v. 27,n. 2, p. 113-118, 2005.

GAÚCHA ZH (Rio Grande do Sul). Bairro Habitantes: Caxias do Sul. 2010. Disponível em: <http://www.clicrbs.com.br/pdf/11408690.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

_____. Com paisagem exuberante, Cânion Palanquinho é atração em Caxias do Sul: Viagem. 2013. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/viagem/noticia/2013/10/com-paisagem-exuberante-canion-palanquinho-e-atracao-em-caxias-do-sul-4309534.html>.

GABRIELLE OSS CORRÊA. Industrialização e Subabitação em Caxias do Sul: Caxias do Sul, 2011.

GENTILE, R.; F. A. S. FERNANDEZ. 1999. Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. Mammalia, v.63, 29-40.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de Pesquisa Social. Ed. Atlas, 3º ed. São Paulo, 2010.

GONÇALVES, R. DA S.; D. DA S. CASTIGLIONI & G. BOND-BUCKUP. Ecologia populacional de Aegla franciscana (Crustacea, Decapoda, Anomura) em São Francisco de Paula, RS, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 96(1):109-114, 2006.

GONTAN, J.E.N., MACIEL FILHO, C.L. Levantamento das feições cársticasnoplanalto vulcânico do Rio Grande do Sul – Área de São Martinho da Serra. In:Congreso Uruguayo De Geologia, 2., 1998, Punta Del Leste. Anais. Punta Del Leste: SUG, 1998. p. 442-446.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM. Ano 2, n. 1. 9p. 2003.

GRAU, HECTOR R.; ARAGÓN ROXANA. Árboles Invasores de la sierra de San Javier, Tucumán Argentina. In:

GRAU, HECTOR R.; ARAGÓN, ROXANA. Ecología de árboles exóticas enlas yungas Agentinas. Tucamán: Liey, 2000. GURVICH.

GUIA DE CAXIAS DO SUL (Caxias do Sul). Parque do SESI - Centro Esportivo Jacintho Maria Godoy. 2019. Disponível em: <https://www.guiadecaxiasdosul.com/turismo/categoria/la-citta/parque-do-sesi-centro-esportivo-jacintho-maria-de-godoy>. Acesso em: 16 dez. 2019.

_____. Parque das Araucárias. 2019. Disponível em: <https://www.guiadecaxiasdosul.com/turismo/categoria/la-citta/parque-das-araucarias-690>. Acesso em: 16 dez. 2019.
Acesso em: 16 dez. 2019.

HAUSMAN, A. Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul – RS. Acta Geológica Leopoldensia – Série Mapas – mapa nº 2, UNISINOS, São Leopoldo. 125 p. – 1 mapa. 1995.

HAVENS, K. E.; EAST, T. L.; BEAVER, J. R. Zooplankton response to extreme drought in a large subtropical lake. Hydrobiologia. v. 589, p. 187–198, 2007.

HELLAWELL, J. M. Biological Indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Applied Science, London. 546p. 1986. http://www.coralx.ufsm.br/ifcrs/menu.htm (acesso em 23.05.2016).

HIPÓLITO, J. A. M. et al. Como Usar a Internet em Pesquisa. In: I Semead – Seminários em Administração Programa de Pós-Graduação em Administração, FEA-USP, São Paulo, 15-16 Outubro 1996. 1130p.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), POCOF (Postos de Controle e Fiscalização), 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, Nº 01, Rio de Janeiro. 2002.

_____. Governo Federal (Org.). IBGE Cidades: Panorama de Caxias do Sul. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/caxias-do-sul/panorama>. Acesso em: 04 nov. 2019.

INFOSANBAS (Brasil) (comp.). Saneamento Básico em Flores da Cunha. Disponível em: https://infosanbas.org.br/municipio/flores-da-cunha-rs/. Acesso em: 18 maio 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS - IPR. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Manual de Estudos de Tráfego. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Boletim Climático – setembro, outubro, novembro (2015). Ano 13, n.08, 6p. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/portal_antigo/clima/prog_clima_rs/pdf/bol_ago2015.pdf >. Acesso em 18 out. 2015.

_____. Boletim Climático – agosto, setembro, outubro (2016). Ano 14, n.07, 6p. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/portal_antigo/clima/prog_clima_rs/pdf/bol_jul2016.pdf>. Acesso em 22 jul. 2016.

_____. Boletim Climático – julho, agosto, setembro (2016). Ano 14, n.06, 6p. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/portal_antigo/clima/prog_clima_rs/pdf/bol_jun2016.pdf>. Acesso em 22 jul. 2016.

_____. Boletim Climático – novembro, dezembro, janeiro (2015-2016). Ano 13, n.08, 6p. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/portal_antigo/clima/prog_clima_rs/pdf/bol_out2015.pdf> . Acesso em 18 out. 2015. <http://www.pr.gov.br/iap>. Acessado em: 02 de junho de 2014
Alegre.

JATI, S.; RODRIGUES, L. C.; BORTOLINI, J. C.; PAULA, A. C. M.; MORESCO, G. A.; REIS, L. M.; ZANCO, B. F.; TRAIN, S. First record of the occurrence of Ceratium furcoides (Levander) Langhans (Dinophyceae) in the Upper Paraná River Floodplain (PR/MS), Brazil. Brazilian Journal of Biology. v. 74, n. 3, p. 235-236. 2014.

JONAL O FLORENSE (Flores da Cunha). Dez anos para repensar a agricultura familiar. 2019. Disponível em: https://www.jornaloflorense.com.br/noticia/geral/7/dez-anos-para-repensar-a-agricultura-familiar/10881. Acesso em: 19 maio 2020.

JORNAL PIONEIRO (Caxias do Sul). Diocese de Caxias do Sul convida comunidade a enviar fotos dos 82 anos de história. 2016. Disponível em: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/geral/noticia/2016/08/diocese-de-caxias-do-sul-convida-comunidade-a-enviar-fotos-dos-82-anos-de-historia-7241264.html>. Acesso em: 16 dez. 2019.

_____. Mais de 3,2 mil vagas de trabalho foram criadas no primeiro semestre em Caxias. 2019. Disponível em: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/economia/noticia/2019/07/mais-de-3-2-mil-vagas-de-trabalho-foram-criadas-no-primeiro-semestre-em-caxias-10966300.html>. Acesso em: 17 dez. 2019.

_____. Memória: os leões de Michelangelo Zambelli no Parque Cinquentenário. 2018. Disponível em: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/geral/cidades/noticia/2018/04/memoria-os-leoes-de-michelangelo-zambelli-no-parque-cinquentenario-10213947.html>. Acesso em: 16 dez. 2019.

_____. Parque dos Macaquinhos, em Caxias, terá wi-fi a partir deste sábado. 2016. Disponível em: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/geral/cidades/noticia/2016/09/parque-dos-macaquinhos-em-caxias-tera-wi-fi-a-partir-deste-sabado-7546455.html>. Acesso em: 20 dez. 2019.

_____. Sem emprego, diplomados viram motoristas de aplicativos em Caxias. 2019. Disponível em: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/economia/noticia/2019/09/sem-emprego-diplomados-viram-motoristas-de-aplicativos-em-caxias-11804162.html>. Acesso em: 17 dez. 2019.

_____. Campanário de Flores da Cunha, um símbolo de 70 anos. 2019. Disponível em: http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/geral/cidades/noticia/2019/10/campanario-de-flores-da-cunha-um-simbolo-de-70-anos-11885500.html. Acesso em: 05 maio 2020.

KERSHAW, P. & WAGSTAFF, B. THE SOUTHERN CONIFER FAMILY ARAUCARIACEAE: History, Status, and Value for Paleoenvironmental Reconstruction. Annu. Rev. Ecol. Syst. 2001. 32:397–414

KLEIN, R. M. 1980. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. Sellowia 32: 164-369.

KLEIN, R. M. 1978. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. In: Reitz, R. (ed.). Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 24p.

LAMOREUX, J. M. et al. Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. Nature. v. 440, p. 212-214, 2006.

LANDA, G. G.; AGUILA, L. R; PINTO-COELHO, R. M. Distribuição espacial e temporal de Kellicottia bostoniensis (Rousselet, 1908) (Rousselet, 1908) (Rotifera) em grande reservatório tropical, (reservatório de Furnas), Estado de Minas Gerais, Brasil. Acta Scientiarum. v. 24, n. 2, p. 313-319, 2002.

LARRY, C. J.; VALLADARES, C.P. e RUDRAN, R. Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba, editora da UFPR, Fundação O Boticário de Proteção á Natureza, 2003.

LAURANCE, W. F., Bierregaard, R.O. (Eds.), 1997. Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. University of Chicago Press, Chicago

LECCI, L. S.; FROEHLICH, C. G. Plecoptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. 2007. 10p. FROEHLICH, C.G. (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce>.

LEMA, T.; L. A. MARTINS (eds.). 2011. Anfíbios do Rio Grande do Sul: Catálogo, Diagnoses, Distribuição, Iconograma. Porto Alegre. EDIPUCRS. 196 pp.

LEMA, T. 2002. Os Répteis do Rio Grande do Sul: atuais e fósseis – biogeografia - ofidismo. Porto Alegre: Edipucrs. 264 p.

LISBOA, N. A. 1996. Fácies, estratificações hidrogeoquímicas e seus controladores geológicos, emunidades hidrogeológicas do sistema aqüífero Serra Geral, na bacia do Paraná, Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1996. Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.135p. il. (Inédito).

LONGHI, R. A. Livro das Árvores – Árvores e Arvoretas do Sul. 2º Edição. Porto Alegre, L&PM. 1995.

LOPRETTO, E. C.; TELL, G. Ecosistemas de aguas continentales: metodología para su estudio. La Plata: Edicione Sur. 1995. 1401p.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2º Edição. Nova Odessa, São Paulo. Plantarum, 1998. Volumes 1 e 2.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. p. 289.

LORENZI, H. Plantas Daninhas do Brasil – terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3ª Edição, Nova Odessa, São Paulo, Instituto Plantarum. 2000

LORENZI, H., Noblick, L. R., KAHN, F., & FERREIRA, E. 2010. Flora Brasileira - Arecaceae (palmeiras). Instituto Plantarum, Nova Odessa. 368 p.

MACHADO, J. L. F. Compartimentação Espacial e Arcabouço Hidroestratigráfico do Sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul. Tese de Doutoramento. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). São Leopoldo, 2005.

MACIEL FILHO, C. L.; CABRAL, I. L. L.; SPINELLI, J. Estruturas Morfológicas de Colapso em Sedimentos Inconsolidados no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO DEGEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5., 1993, São Paulo:

MAFFRA, C. R. B.; MORAES, M. T.; SOUSA, R. S.; SUTILI, F. J.; PINHEIRO, R. J. B.; SOARES, J. M. D. Métodos de avaliação da influência e contribuição das plantas sobre a estabilidade de taludes. Scientia Agraria, Curitiba, v.18, p.129-143, 2017.

MALABARBA, L. R., R. E. REIS. 1987. Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas. Sociedade Brasileira de Zoologia, Campinas, v. 36, 14p.

MALABARBA, L. R.; P. C. NETO; V. DE A. BERTACO; T. P. CARVALHO; J. F. DOS SANTOS; L. G. S. ARTIOLI. Guia de Identificação dos Peixes da Bacia do Rio Tramandaí. Porto Alegre: Ed. Via Sapiens, 2013. 140p.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. Ed Atlas, 5ºed. São Paulo, 2003.

MARIANO, R. Ephemeroptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. FROEHLICH, C.G. (org.). 2007. 9p. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G.; LUZIA, A. P.; DEGANI, R. M. Occurrence of Ceratium furcoides (Levander) Langhans 1925 bloom at the Billings Reservoir, São Paulo State, Brazil. Brazilian Journal of Biology. v. 70, n. 3, p. 825–829. 2010.

MAZZONI, A. C.; LANZER, R.; SCHÄFER, A. Tolerance of benthic macroinvertebrates to organic enrichment in highland streams of northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 26, n. 2, p. 119-128, 2014.

MELLES, S.; S. GLENN e K. MARTIN. 2003. Urban bird diversity and landscape complexity: Species-environment associations along a multiscale habitat gradient. Conservation Ecology 7: pp.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências 71:445-463. 1999

MIKICH, S. B., R. S. Bérnils. 2004. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná. Disponível em:

MORENO, J. A., 1961 Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura 42 p.

MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Editora da Secretaria da Agricultura, Porto.

MUGNAI R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 1° ed. 2010. 176p.

NADKARNI N. 1984. Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. Biotropica 16: 249-256.

NEVES, G. P.; SERAFIM-JUNIOR, M. Zooplâncton de um trecho do Rio Laranjinha (bacia do Rio Paranapanema), estado do Paraná, Brasil. Estudos de Biologia v.29, n. 68/69, p. 257-268. 2007.

PANORAMA NEWS. Bairros abastecidos pelo Sistema Maestra em Caxias vão ficar sem água neste domingo. 2019. Disponível em: <http://panoramarsnews.blogspot.com/2015/09/bairros-abastecidos-pelo-sistema.html>. Acesso em: 03 dez. 2019.

NOVO MUNDO RESÍDUOS (São Luiz Gonzaga). Novo Mundo. Disponível em: https://www.novomundoresiduos.com/. Acesso em: 21 maio 2020.

ODUM. Ecologia. Ed. Guanabara Koogan. 1971

OLIVEIRA, H. S. B.; MOURA, A. N.; CORDEIRO-ARAÚJO, M. K. First record of Ceratium Schrank, 1973 (Dinophyceae: Ceratiaceae) in freshwater ecosystems in the semiarid region of Brazil. Check List v.7, n.5, p. 626–628. 2011.

PAGGI, S. B. J.; DEVERCELLI, M.; MOLINA, F. R. Zooplankton and their driving factors in a large subtropical river during low water periods. Fundam. Appl. Limnol. v. 184, n. 2, p. 125-139, 2014.

PANARELLI, E. A.; CASANOVA, S. M. C.; HENRY, R. The role of resting eggs in the recovery of zooplankton community in a marginal lake of the Paranapanema River (São Paulo, Brazil), after a long drought period. Acta Limnol. Bras. v. 20, n. 1, p. 75-90, 2008.
PAOLETTI, M. G. Using bioindicator based on biodiversity to assess landscape sustainability. Agriculture, Ecosystems and Environment 74:1-18

PARALELOS, Trip dos. Cânion Palanquinhos – Criúvalelos. 2016. Disponível em: <https://tripdosparalelosblog.wordpress.com/2016/04/21/canion-palanquinhos-criuva/>. Acesso em: 18 dez. 2019.

PEIXOTO, R. S.; BRANDÃO, L. P. M.; VALADARES, C. F.; BARBOSA, P. M. M. Occurrence of Kellicottia bostoniensis (Rousselet, 1908) and Mesocyclops ogunnus Onabamiro, 1957 in lakes of the Middle River Doce, MG, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia. v. 22, n. 3, p. 356-360, 2010.

PENNAK, R. W. Fresh-water invertebrates of the United States. John Wiley, New York. 1978. 767 p.

PÉREZ, G. R. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo Fen Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia, 1996. 217p.

PÉREZ-LOSADA, M. et al. Phylonegentic relationships among the species of Aegla (Anomura: Aeglidae) freshwater crabs from Chile. Journal of Crustacean Biology. v. 22: p. 304-313, 2002.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia. v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005.

PINHO, L. C. Diptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). 2008. 20p. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.

PITCHER, G. C. PROBYN, T. A. Anoxia in southern Benguela during the autumn of 2009 and its linkage to a bloom of the dinoflagellate Ceratium balechii. Harmful Algae. nº 11, p. 23-32, 2011.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K. & HUGHES, R. M. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. EPA 440/4-89/001. EPA, Office of Water, Washington. 1989. 170p.

POUGH, H.; ANDREWS, R.; CADLE, J.; CRUMP, M. & SAVITZKY, A. 1998. Herpetology. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 577p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL, 2010. Dados Gerais. Caxias do Sul. Disponível em < http://www.caxias.rs.gov.br/cidade >. Acesso em: 05 de janeiro de 2016.

_____. Hierarquização dos Assentamentos Subnormais em Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2010.

_____. Parque Mato Sartori ficará aberto à comunidade no mês de janeiro. 2018. Disponível em: <https://caxias.rs.gov.br/noticias/2018/12/parque-mato-sartori-ficara-aberto-a-comunidade-no-mes-de-janeiro>. Acesso em: 17 dez. 2019.

_____. Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. (Org.). Diretoria de Informações Geoespaciais - DIGEO. Prefeitura Municipal de Caxias do Sul (Org.). GeoCaxias. 2019. Disponível em: <https://geopublico.caxias.rs.gov.br/geocaxias/inicio>. Acesso em: 08 nov. 2019.

_____. Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. (Org.). Perfil Socioeconômico de Caxias do Sul. 2012. Disponível em: <https://gcpstorage.caxias.rs.gov.br/documents/2018/01/e5078ad2-eb32-4cf5-a878-e2d7d08e093e.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2019.

_____. Secretaria Municipal da Saúde. Prefeitura Municipal de Caxias do Sul (Org.). Boletim de Vigilância em Saúde. 2019. Disponível em: <https://gcpstorage.caxias.rs.gov.br/documents/2019/10/909685b7-f32c-4859-b819-79dbca70213e.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2019.

_____. Lei Complementar nº 589, de 19 de novembro de 2019. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do Município de Caxias do Sul e dá outras providências. Caxias do Sul, RS, Disponível em: <http://hamurabi.camaracaxias.rs.gov.br/Hamurabi-faces/externo/exibicao.jsf?leiId=22421>. Acesso em: 18 dez. 2019.

_____. Decreto nº 17.022, de 17 de junho de 2014. Regulamenta o art. 24 da Lei Complementar nº 290, de 24 de setembro de 2007, que institui o Plano Diretor do Município de Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS, Disponível em: <http://hamurabi.camaracaxias.rs.gov.br/Hamurabi-faces/externo/exibicao.jsf?leiId=19948 >. Acesso em: 18 dez. 2019.

_____. Lei nº 6.810, de 20 de dezembro de 2007. Disciplina o parcelamento do solo para fins urbanos, a regularização fundiária sustentável e dá outras providências. Caxias do Sul, RS, Disponível em: <http://hamurabi.camaracaxias.rs.gov.br/Hamurabi-faces/externo/exibicao.jsf?leiId=10168>. Acesso em: 18 dez. 2019.

_____. Lei nº 8.192, de 05 de junho de 2017. Dispõe sobre a Programação Plurianual do Setor Público do Município de Caxias do Sul, englobando a

_____. Lei Complementar nº 246, de 6 de dezembro de 2005. Estabelece conceitos e funções da Zona das Águas (ZA) - bacias de captação e acumulação de água para o abastecimento do município de Caxias do Sul, disciplina o uso e parcelamento do solo para estes espaços e dá outras providências. Caxias do Sul, 6 dez. 2005. Disponível em: <https://samaecaxias.com.br/Upload/Paginas/Pagina/0e0b6a09-21da-47af-81f7-ad801df11562.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2019.

QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M; TRIVINHO-STRIXINO, S. Organismos Bentônicos: biomonitoramento da qualidade de água. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2008. 91p.

RÁDIO SOLARIS (Flores da Cunha). Triplica a procura por atendimento no centro de saúde de Flores da Cunha. Disponível em: https://radiosolaris.com.br/triplica-procura-por-atendimento-no-centro-de-saude-de-flores-da-cunha/. Acesso em: 19 maio 2020.

RAMBO, B. A fisionomia do Rio Grande do Sul – Ensaio de monografia natural. 3ª Edição. São Leopoldo, Editora UNISINOS. 2000 – Realizada a partir da 2ª Edição, Livraria Selbach, Porto Alegre, RS, 1956.

RAMOS, A. J. K. 2006. Diversidade florística e caracterização fitossociológica de comunidades.

REBOUÇAS, A. C. Potencialidades hidrogeológicas dos basaltos da Bacia do Paraná no Brasil. In: CONG. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. Anais..., v. 6, Recife: SBG. p. 2963-1976

REGINATO, P. A. R. 2003. Integração de Dados para Prospecção de Aquíferos Fraturados em Trecho da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (RS). Porto Alegre, 2003.

RS, SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E TURISMO. Trilha do Cânion Palanquinhos. 2019. Disponível em: <https://www.turismo.rs.gov.br/atrativo/3068/trilha-no-canion-dos-palanquinhos>. Acesso em: 16 dez. 2019.

RS, CONSELHO REGIONAL DE ECONOMIA (Org.). Impactos da crise na região de Caxias do Sul. 2019. Disponível em: <http://www.coreconrs.org.br/economia-em-dia/389-impactos-da-crise-na-regiao-de-caxias-do-sul.html>. Acesso em: 18 dez. 2019.
Tese de Doutorado. Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais. UFRGS. 254p.

REIS, R. E., KULLANDER, O. & FERRARIS JR, C. J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre.

REITZ, R; FLEIN, R. M. & REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Companhia Rio-Grandense de Artes Gráficas, 528p. 1988

RENNE, P. R., Ernesto, M., Pacca, I.G., Coe, R.S., Glen, J.M., Prévot, M. & Perrin, M. 1992.

REYNOLDS, C. S. Ecology of phytoplankton. Cambridge, Cambridge University Press. 2006. 552p.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa Social: Métodos e técnicas. Ed. Atlas, 1999.

RIO GRANDE DO SUL. FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA FEE. Resumo Estatístico: Município de Flores da Cunha. Disponível em: https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Flores+da+Cunha. Acesso em: 13 maio 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto Estadual n.º 36.636, de 03 de maio de 1996. Delimita a área da Mata Atlântica a que se refere o artigo 38 da Lei nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992, que instituiu o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial 85 de 06/05/96 P-2.

_____. Decreto Estadual nº 52.109, de 1° de dezembro de 214. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do RS. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, n°233 de 02 de dezembro de 2014.

_____. FEPAM. Diagnóstico Ambiental da Bacia do Taquari-Antas, RS: Diretrizes Regionais para o Licenciamento Ambiental das Hidrelétricas - Trecho médio e superior. Porto Alegre, 2001.

_____. Lei n° 15.434, de 09 de janeiro de 2020. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Publicado no Caderno do Governo (DOE) do Rio Grande do Sul Em 10 de Janeiro de 2020.

RODRIGUES, S. C.; TORGAN, L.; SCHWARZBOLD, A. Composição e variação sazonal da riqueza do fitoplâncton na foz de rios do delta do Jacuí, RS, Brasil. Acta Botanica Brasilica. v. 21, n. 3, p.707-721. 2007.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman and Hall. 1993.

SALLES, F. F., E. R. DA-SILVA, M. D. HUBBARD; J. E. SERRÃO. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. Biota Neotropica. v.4, p. 1-34. 2004.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, Pilar B..Metodologia de Pesquisa. Ed. McGraw Hill, 3ºed., 2006.

SAMAE. Prefeitura Municipal de Caxias do Sul. Histórico 2019. Disponível em: <https://www.samaecaxias.com.br/Pagina/Index/6>. Acesso em: 03 dez. 2019.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, Pilar B..Metodologia de Pesquisa. Ed. McGraw Hill, 3ºed., 2006.

SANTOS, S.; G. BOND-BUCKUP; M. PÉREZ-LOSADA; C. G. JARA; K. A. CRANDALL & L. BUCKUP. New records and description of a new species of Aeglidae (Crustacea: Anomura) from river basins in Southern Brazil. Nauplius 18(1): 79-86, 2010.

SANTOS S.; G. BOND-BUCKUP; A. S. GONÇALVES; M. L. BARTHOLOMEI-SANTOS; L. BUCKUP & C. G. JARA. Diversity and conservation status of Aegla spp. (Anomura, Aeglidae): an update. Nauplius 25:1-14, 2017.

SANTOS-WISNIEWSKI, M. J.; SILVA, L. C.; LEONE, I. C.; LAUDARES-SILVA, R.; ROCHA, O. First Record of the occurrence of Ceratium furcoides (Levander) Langhans 1925, an invasive species in the hydroelectricity power plant Furnas reservoir, MG, Brazil. Brazilian Journal of Biology. v. 67, n. 4, p. 791–793. 2007.

SCALCO, F. A. *et al.* Curvas IDF Para Caxias do Sul e Região. Caxias do Sul, 2009. XVII Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS - 2009. Disponível em: <https://www.ucs.br/ucs/pesquisa/jovenspesquisadores2009/trabalhos/poster/e_FelipeAugustoScalco.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2020.

SCHÄFER, A.; LANZER, R.; SCUR, L. (Org.). Atlas Socioambiental dos municípios de Cidreira, Balneário Pinhal, Palmares do Sul. 1. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2013. 354p.

SCHLINDWEIN, J. R., DURANTIL, R. R., CEMIN, G., FALCADE, I., AHLERT, S. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, 2007.p. 1103-1107.

SCHUMACHER, M. V; HOPPE, J. M. A floresta e os animais. Santa Cruz do Sul: Afubra, 2001. 102 p. il. (Série ecologia, v. 5). Biblioteca (s): Embrapa Florestas.

SEBRAE (Rio Grande do Sul) (Comp.). Perfil das Cidades Gaúchas: Caxias do Sul. 2019. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil_Cidades_Gauchas-Caxias_do_Sul.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2019.

_____. Perfil das Cidades Gaúchas: Flores da Cunha. Disponível em: https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil_Cidades_Gauchas-Flores_da_Cunha.pdf. Acesso em: 27 abr. 2020.

SEGNINI, S. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. Ecotropicos, n. 16, v. 2, p. 45-63. 2003.

SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. Family level key to aquatic Coleoptera (Insecta) of São Paulo State, Brazil. Biota Neotropica. v. 11, n. 1, p. 393-412. 2011.

SEHNEM, A. 1978. Ciateáceas. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.

SEMLITSCH, R. D. (ed.). 2003. Amphibian Conservation. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 311pp.

SERAFIM-JUNIOR, M.; NEVES, G. P.; BRITO, L.; GHIDINI, A. R. Zooplâncton do Rio Itajaí–Açú a jusante da cidade de Blumenau, Santa Catarina, Brasil. Estudos de Biologia. v. 28, n. 65, p. 41-50. 2006.

SILVA, F. 1994. Mamíferos Silvestres. Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2 ed. Fund. Zoobotânica

SILVEIRA, E. L. D. Paisagem: um conceito chave na Geografia. EGAL-12o Encontro, 2009.

SOUZA, L. O. I; COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. Odonata. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. FROEHLICH, C.G. (org.). 2007. 26p. Disponível em <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.

SOUZA, M. B. G. Guia das tecamebas - Bacia do Rio Peruaçu-Minas Gerais: Subsídio para conservação e monitoramento da Bacia do rio São Francisco. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2008. 159 p.

STARK, J. D.; BOOTHROYOD, I. K. G; HARDING, J. S. Protocols for sampling macroinvertebrates in wadeable streams. New Zeland Macroinvertebrate Working Group Repost Nº1, Ministery for the Environment, p.57. 2001

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITS, D. K. Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago: University of Chicago Press, 478p. 1996.

STRAYER, D. L. Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. Freshwater Biology. v.55, p. 152–174, 2010.

SUL, CIC CAXIAS DO (Comp.). Desempenho da Economia de Caxias do Sul: Outubro/19. 2019. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/52146/1575547948IDI_OUT19_1.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2019.

SULGÁS. Redes de Distribuição: Mapa da Rede. Disponível em: <http://www.sulgas.rs.gov.br/sulgas/mapas>. Acesso em: 26 dez. 2019.

TEODOSIO, E. A. O.; MASUNARI, S. Estrutura populacional de Aegla schmitti (Crustacea: Anomura; Aeglidae) nos reservatórios dos Mananciais da Serra, Piraquara, Paraná, Brasil. Zoologia, v. 26, n. 1, p. 19-24, 2009.

TOMAS, W. M. e MIRANDA, G. H. B. 2003. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. Pp. 243-267. In: Cullen Jr, L.; Valladares-Padua, C. e Rudran, R. (orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba, Editora UFPR e Fundação o Boticário de Proteção à Natureza.

TRAIN, S.; JATI, S.; RODRIGUES, L. C.; PIVATO, B. M. Distribuição Espacial e Temporal do Fitoplâncton em Três Reservatórios da Bacia do rio Paraná. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M. T.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Org.). Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais, São Carlos. v. 6, p. 73-85. 2005.

TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Temporal fluctuations of the phytoplankton community of the Baía river in the upper Paraná river floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. Hydrobiologia v. 361, p. 125-134. 1998.

TRAFFIC SURVEY. Traffic Survey para Android, versão 1.0: N@sk, 2013.

TREVISAN, A. & S. SANTOS. Crescimento de Aegla manuinflata (Decapoda, Anomura, Aeglidae) em ambiente natural. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 101(4): 336-342, 2011.

TUA RÁDIO (Flores da Cunha). Novo posto de saúde será inaugurado em Flores da Cunha. 2016. Disponível em: https://www.tuaradio.com.br/noticias/saude/23-06-2016/novo-posto-de-saude-sera-inaugurado-em-flores-da-cunha. Acesso em: 18 maio 2020.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS. Plano Local de Habitação de Interesse Social de Caxias do Sul: Caxias do Sul, 2010.

VASCONCELOS, Eduardo Alcântara. Transporte urbanos, espaço e equidade – Análise das políticas públicas

VELHO, L. F. M. et al. Influence of environmental heterogeneity on the structure of testate amoeba (Protozoa, Rhizopoda) assemblages in the plankton of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. International Review of Hydrobiology., v. 88, p. 154-166, 2003.

WELCOMME, R.L. River fisheries. FAO Fish. Tech.Pap., v. 262, 1985. 330 p.

ZAGANINI, R. L; PERBICHE-NEVES, G.; NALIATO, D. A. O.; CARVALHO, E. D. Baixa diversidade de zooplancton na desembocadura de uma represa eutrófica (SP, Brasil): reflexo da poluição? Estudos de Biologia. v. 32/33, p. 17-24. 2011.

ZILLER, S. R. A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. 2000. 268 f. Tese (Doutorado). Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

ZIMMERMAN, B.L. 1994. Audio strip transects. In Measuring and Monitoring Biological Diversity (W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. Mc Diarmid, L.A.C. Hayek & M.S. Foster, eds.). Smithsonian Institutions Press, Washington and London, p.92-97.

14 GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

- **Acidente:** acontecimento não desejado ou não planejado que pode vir a resultar em danos físicos, lesões, doença, morte, danos ao meio ambiente, prejuízos econômicos, etc.
- **Açude:** construção destinada a represar águas, em geral para fins de irrigação; barragem, acéquia, presúria. Lago formado por represamento.
- **Adensamento:** aumento da densidade de um povoamento, através da introdução de novos exemplares da mesma espécie no mesmo local, com o objetivo de aumentar o número de indivíduos já existentes.
- **Afanítica**: textura em que não se consegue individualizar os cristais de uma rocha ígnea a olho nu.
- **Afírica**: textura de uma rocha ígnea não-porfirítica, ou seja, que não possui uma população de cristais maiores identificáveis a olho nu em uma matriz de granulação fina.
- **Afluente:** rio ou curso d'água que desemboca em outro curso, este, de maior volume de água.
- **Ágata**: forma microcristalina de sílica em bandas de cores variadas.
- **Agroflorestas**: agrofloresta é um sistema que reúne as culturas de importância agronômica em consórcio com a floresta. É um sistema de plantio de alimentos que é sustentável e ainda faz a recuperação de uma floresta.
- **Águas residuais ou usadas:** qualquer despejo ou resíduo líquido com potencialidade de causar poluição ou contaminação.
- **Água subterrânea:** água que se encontra sob a superfície da Terra, preenchendo os espaços vazios existentes entre os grãos do solo, rochas e fissuras (rachaduras, quebras, descontinuidades e condutos).
- **Alcalinidade**: capacidade da água para neutralizar íons de hidrogênio mediante bases fracas (principalmente bicarbonatos e carbonatos), expressada em milimoles de íons de hidrogênio por litro de água.
- **Amígdalas**: vesículas preenchidas por minerais secundários.
- **Angiospermas:** é o mais numeroso grupo de plantas atuais, variando de gramíneas a enormes árvores. Existem cerca de 235.000 espécies descritas e habitam todos os tipos de ambientes. A principal característica deste grupo é a presença do fruto e das flores. A flor contém os óvulos e podem estar agrupadas em inflorescências ou estar solitárias. As flores possuem estruturas para atrair polinizadores como pétalas coloridas entre outras.

- **Anóxicas**: as condições *anóxicas*, tal como as anaeróbicas, implicam a ausência de oxigénio. No entanto, em condições *anóxicas* pode verificar-se a existência de compostos como o nitrato ou o sulfato.
- **Antropizado**: uma área cujas características originais foram alteradas pela ação humana, sejam alterações no solo, na vegetação, relevo, etc.
- **Antropogênico**: são processos derivados de atividades humanas, em oposição a aqueles que ocorrem em ambientes naturais sem influência humana.
- **Anurofauna**: a fauna de anuros presentes em um determinado local.
- **Anuros**: constituem uma ordem de animais pertencentes à classe Amphibia, que inclui sapos, rãs e pererecas (ou relas).
- **Apatita**: mineral do grupo dos fosfatos. Fórmula: $Ca_5(PO_4)_3$ (F, Cl, OH).
- **Aquífero**: formação geológica capaz de armazenar, transmitir e proporcionar quantidades aproveitáveis de água.
- **Arborícola**: organismo que vive sobre as árvores.
- **Área de Influência Direta (AID):** área diretamente influenciada pelos impactos de um empreendimento.
- **Área de Influência Indireta (AII):** área indiretamente influenciada pelos impactos de um empreendimento.
- **Área de Preservação Permanente (APP):** área protegida nos termos dos artigos 2° e 3°, da Lei n° 12.651/2012 (Código Florestal Nacional), coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.
- **Área Diretamente Afetada (ADA):** área que sofre diretamente as intervenções de implantação e operação de um empreendimento, considerando alterações físicas, biológicas e socioeconômicas.
- **Arenito intertrápico**: arenito encontrado entre derrames de lava.
- **Argila**: tamanho de grão inferior a 0,004 mm.
- **Argilominerais**: grupo de minerais que compõe a fração argila dos sedimentos.
- **Argissolo**: denominação aplicada a solos constituídos por material, que apresentam como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o horizonte hístico.

- **Auditoria:** conjunto de procedimentos que visam a avaliar a conformidade da atividade com os regulamentos, padrões, condições e restrições estabelecidos pela autoridade ambiental.
- **Augita**: mineral do grupo dos piroxênios. Fórmula: (Ca, Na) (Mg, Fe, Al, Ti) (Si, $Al)_2 O_6$.
- **Avifauna**: fauna de aves presente em um determinado local.
- **Bacia hidrográfica:** Toda a área drenada por um determinado curso d'água e seus tributários, delimitada pelos pontos mais altos do relevo. Esses pontos mais altos são chamados de divisores de águas.
- **Basalto**: rocha vulcânica de composição básica.
- **Biodegradável:** nome dado aos materiais que podem ser decompostos pela ação de microrganismos do solo, da água e do ar.
- **Biodiversidade:** referente à variedade de vida existente no planeta, seja terra ou água. Variedade de espécies de um ecossistema. É o conjunto de todas as espécies de plantas e animais e de seus ambientes naturais, existentes em uma determinada área. Termo que se refere à variedade de genótipos, espécies, populações, comunidades, ecossistemas e processos ecológicos existentes em uma determinada região.
- **Bioma:** é uma unidade biológica ou espaço geográfico caracterizado de acordo com o macroclima, a fitofisionomia (aspecto da vegetação de um lugar), o solo e a altitude específicos. Alguns, também são caracterizados de acordo com a presença ou não de fogo natural.
- **Biótico:** que diz respeito aos seres vivos. Opõe-se a abiótico.
- **Brecha**: rocha fragmentada formada em derrames de lava em blocos.
- **Cacimba**: poço raso escavado no solo para captação de água do lençol freático.
- **Calcedônia**: forma de sílica microcristalina.
- **Cambissolo**: solo jovem com horizonte B incipiente, típico de relevos acidentados.
- **Campos sulinos:** Os Campos Sulinos são ecossistemas naturais com alta diversidade de espécies vegetais e animais. São os campos dos biomas brasileiros Pampa e Mata Atlântica e que se estendem sobre amplas regiões do Uruguai e Argentina.

- **Capoeira:** formação vegetal sucessora, proveniente de corte raso das florestas ou pelo abandono de áreas com qualquer outro uso, constituída, principalmente, por espécies pioneiras nativas da região, até a altura máxima de 3 (três) metros.
- **Caulinita**: tipo de argilomineral rico em alumínio. Fórmula: $Al_2Si_2O_5(OH)_4$.
- **Celadonita**: mineral silicato com estrutura em camadas. Fórmula: $K(Mg, Fe^{2+})(Fe^{3+}, Al)[Si_4O_{10}](OH)_2$
- **Chernossolo**: solo escuro, rico em argila e com alta saturação de bases. É um dos tipos de solo mais férteis.
- **Cianobactérias**: grupo de bactérias que obtém energia através da fotossíntese.
- **Ciclo hidrológico:** o processo da circulação das águas da Terra, que inclui os fenômenos de evaporação, precipitação, transporte, escoamento superficial, infiltração, retenção e percolação, ou seja, é um mecanismo de transferência contínua da água existente na Terra, nos oceanos e nos continentes para a atmosfera em forma de vapor e desta, novamente, para a superfície terrestre em forma de precipitação (chuva, neve etc.). As precipitações que atingem os continentes infiltram-se no solo ou escoam superficialmente e, nesses caminhos, formam rios, lagos e reservas subterrâneas. Posteriormente as águas retornam aos mares por meio dos rios. O processo também é conhecido como ciclo da água.
- **Cladóceros**: é uma ordem de pequenos crustáceos, em geral designados pelo nome comum de pulgas-de-água, que compreende cerca de 620 espécies descritas, mas considerada como tendo ainda muitas espécies não descritas.
- **Clímax:** é o último estágio alcançado por comunidades ecológicas ao longo da sucessão ecológica. Na sucessão, primeiramente têm-se ambientes desprovidos de vegetação, seguidos por populações pioneiras, posteriormente as intermediárias, até que alcance o clímax.
- **Clinômetro**: instrumento utilizado para medir inclinações.
- **Colúvio**: solo ou fragmentos rochosos transportados ao longo das encostas de morros, devido à ação combinada da gravidade e da água. Possui características diferentes das rochas subjacentes.
- **Comunidade:** uma associação de populações inter-relacionadas que habitam uma mesma área ou região.
- **Conama:** o Conselho Nacional do Meio Ambiente é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, instituído pela Lei n°

6938, de 31 de agosto de 1981, com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.

- **Corpo d'água:** denominação genérica para qualquer manancial hídrico; curso d'água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa ou aquífero subterrâneo.
- **Corredores Ecológicos:** as porções dos ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação e outras áreas naturais, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam, para sua sobrevivência, áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.
- **Cretáceo**: período da Era Mesozóica ente 145 Ma e 66 Ma.
- **Cristobalita**: polimorfo da sílica em altas temperaturas.
- **Dacito**: rocha vulcânica de composição intermediária.
- **Demanda Biológica de Oxigênio (DBO):** a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica carbonada decomposta aerobicamente por via biológica.
- **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica por via química.
- **Diatomáceas**: diatomáceas são organismos unicelulares que chegam a atingir 2 milímetros. A maioria delas vive em mares de águas frias, mas há espécies de água doce.
- **Dinâmica populacional**: área de estudo que se concentra nas variações de populações em um determinado espaço e em um determinado período de tempo.
- **Dinoflagelados**: os dinoflagelados para os protozoologistas são um grande grupo de protistas flagelados. A maior parte das espécies pertencem ao plâncton marinho (mais especificamente do fitoplâncton), mas são também comuns em água doce.
- **Disjunções tabulares e colunares**: fraturas verticais e horizontais decorrentes do resfriamento de um derrame de lava.

- **Distrófico**: refere-se à proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions quando a saturação é inferior a 50%.
- **Dossel:** é o estrato superior das florestas.
- **Ecossistema:** o conjunto de características físicas, químicas e biológicas que influenciam a existência de uma espécie animal ou vegetal. É uma unidade natural constituída de parte não viva (água, gases atmosféricos, sais minerais e radiação solar) e de parcela viva (plantas e animais, incluindo os microrganismos) que interagem ou se relacionam entre si, formando um sistema estável.
- **Ectotérmico**: são animais que não conseguem manter sua própria temperatura interna do corpo estável.
- **Edáfico**: pertencente ou relativo ao solo.
- **Efeito de borda:** é uma alteração na estrutura, na composição e/ou na abundância das espécies na parte marginal de um fragmento. Tal efeito seria mais intenso em fragmentos pequenos e isolados.
- **Elementos incompatíveis**: elementos que tendem a permanecer na fase líquida do magma.
- **Endotérmico**: são animais que conseguem manter sua própria temperatura interna do corpo estável.
- **Epífitas:** as plantas epífitas são aquelas que vivem sobre outras plantas sem que ocorra parasitismo. Nessa relação, a epífita utiliza o outro vegetal apenas como suporte (forófito), não retirando nenhum nutriente e, consequentemente, não causando nenhum prejuízo à espécie.
- **Erosão:** Desgaste, dissolução ou remoção do solo ou rochas, principalmente por ação de agentes intempéricos (chuvas, ventos, degelo, etc.). O processo natural de erosão pode se acelerar, direta ou indiretamente, pela ação humana. A remoção da cobertura vegetal e a destruição da flora pelo efeito da emissão de poluentes em altas concentrações na atmosfera são exemplos de fatores que provocam erosão ou aceleram o processo erosivo natural.
- **Esferulítica**: textura de desvitrificação que forma pequenas esferas de minerais radiais.
- **Esfoliação esferoidal**: alteração semelhante a camadas de uma cebola, comum em rochas vulcânicas.
- **Esmectitas**: grupo de argilominerais.

- **Espécie Ameaçada de Extinção**: espécie em perigo de extinção, cuja sobrevivência é improvável, se continuarem operando os fatores causais. Inclui populações reduzidas em níveis críticos e habitats drasticamente reduzidos.
- **Espécie exótica**: são espécies que se instalam em locais onde não são naturalmente encontradas.
- **Espécies pioneiras**: são as espécies resistentes aos fatores abióticos do ambiente que iniciam a colonização como primeira etapa de uma sucessão ecológica. São em geral organismos fotossintéticos, já que são normalmente os organismos iniciais da cadeia trófica.
- **Espécime**: indivíduo de uma espécie.
- **Estágio sucessional**: são as fases da sucessão ecológica geralmente relacionada com a vegetação florestal. Pode ser estágio inicial, médio ou avançado, conforme legislação como Resolução CONAMA nº 33, de 7 de dezembro de 1994.
- **Eutrofização:** (do grego: eu = bom, troph = alimento) – Aumento excessivo de nutrientes na água, especialmente fósforo e nitrogênio, que ocasiona um crescimento exagerado de algas e bactérias e uma forte redução do nível de oxigênio da água. Consequentemente, a baixa concentração de oxigênio pode levar à morte de outros seres aquáticos, como, por exemplo, os peixes.
- **Eutróficos**: é o processo através do qual um corpo de água adquire níveis altos de nutrientes, esp. fosfatos e nitratos, provocando o posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição.
- **Evapotranspiração**: conjunto de processos pelos quais se efetua a transferência de água da superfície terrestre para a atmosfera por evaporação e da vegetação, por transpiração.
- **Feldspato potássico**: mineral silicatado com estrutura tridimensional complexa. Fórmula: $K (Si, Al)_4 O_8$.
- **Fenobasaltos**: basaltos definidos a partir da população de cristais identificáveis a olho nu.
- **Fitofisionomia**: feições características no aspecto de uma comunidade vegetal (Resolução CONAMA n° 012/1994, Art. 1º).
- **Fitoplâncton**: conjunto dos organismos aquáticos microscópicos que têm capacidade fotossintética e que vivem dispersos flutuando na coluna de água.

- **Fitossociologia**: ciência das comunidades vegetais, que envolve o estudo de todos os fenômenos que se relacionam com a vida das plantas dentro das unidades sociais. Retrata o complexo vegetação, solo e clima. Parte da ecologia dedicada ao estudo das associações e inter-relações entre as populações de diferentes espécies vegetais.
- **Flora**: reino vegetal. Conjunto da vegetação de um país ou de uma região. Tratado descritivo dessa vegetação. A totalidade das espécies vegetais que compreende a vegetação de uma determinada região, sem qualquer expressão de importância individual. Compreende também as algas e fitoplânctons marinhos flutuantes. A flora se organiza geralmente em estratos, que determinam formações específicas como campos e pradarias, savanas e estepes, bosques e florestas e outros.
- **Floresta Estacional Decidual:** também chamada Floresta Estacional Caducidófila é um tipo de vegetação do bioma Mata Atlântica, ocasionalmente também presente no Cerrado Ocorre em grandes altitudes e baixa temperatura. Esse ecossistema é caracterizado por duas estações, uma seca e outra chuvosa, a primeira mais prolongada, ao contrário da floresta tropical que não mantém estação seca.
- **Floresta Ombrófila Mista**: conhecida também como Floresta com Araucária é um ecossistema que apresenta chuvas durante o ano todo, normalmente em altitudes elevadas, e que contém espécies de angiospermas, mas também coníferas, tendo como principal elemento florístico a *Araucaria angustifolia* (araucária). Encontrado no Brasil principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná, faz parte do bioma mata atlântica.
- **Fluxo gênico**: é a troca ou migração de genes entre populações ao longo das gerações.
- **Geologia:** estudo da terra e da história das rochas.
- **Geoprocessamento:** conjunto de tecnologias que integram as ações de coleta, processamento e uso de informações relacionadas ao espaço físico, seus cruzamentos, analises e produtos.
- **Grabens**: depressão de origem tectônica bordejada por falhamentos paralelos.
- **Habitat**: é uma área ecológica ou ambiental que é habitada por uma determinada espécie de animal, planta ou outro organismo. O termo refere-se tipicamente à zona em que o organismo vive e onde pode encontrar alimento, abrigo, proteção e companheiros para reprodução.

- **Hematita**: óxido de ferro II. Fórmula: Fe_2O_3.
- **Herpetofauna**: fauna de répteis presente em um determinado local.
- **Heterotrófico**: É o contrário de autotrofismo. O heterotrofismo resume basicamente em um ser que necessita de outro ser para se alimentar e sobreviver. Alguns exemplos de heterótrofos são os peixes e seres humanos.
- **Hidrocarbonetos**: compostos de carbono e hidrogênio gerados pela maturação de matéria orgânica no subsolo.
- **Hipohialina**: rocha parcialmente composta por vidro vulcânico.
- **Hístico**: no solo é um tipo de horizonte constituído por material orgânico em teores superiores a 80 g/kg.
- **Holocristalina**: rocha totalmente composta por material cristalino.
- **Holohialina**: rocha totalmente composta por vidro vulcânico.
- **Ictiofauna**: fauna de peixes presente em um determinado local.
- **Ignimbrito**: rocha formada durante a deposição de material explosivo em erupções vulcânicas.
- **Ilita**: tipo de argilomineral. Fórmula: $(K, H_3O)\ (Al, Mg, Fe)_2\ (Si, Al)_4O_{10}[(OH)_2, (H_2O)]$.
- **Impacto ambiental:** qualquer alteração nas características do meio abiótico, biótico ou antrópico, resultante da ação dos seres humanos. Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Modificações do meio ambiente por interferência humana, direta ou indiretamente, sendo elas benéficas ou adversas, que afetam a sociedade, a biodiversidade e a qualidade dos recursos ambientais.
- **Insetívoro**: organismo que se alimenta de insetos.
- **Intemperismo**: conjunto de processos químicos e físicos que alteram as rochas na superfície terrestre.
- **Interflúvio**: área do divisor topográfico que delimita diferentes bacias hidrográficas
- **Intrusões ígneas**: corpos de magma que se instalam em profundidades elevadas.
- **Isoterma**: linha que une pontos de igual temperatura.

- **Jazida:** depósito de substâncias minerais ou fósseis que podem ser encontradas no interior ou na superfície da Terra.
- **Junta**: descontinuidade na rocha onde não existe movimento relativo dos blocos.
- **Jurássico**: período da Era Mesozóica ente 201 Ma e 145 Ma.
- **Jusante**: sentido para qual um curso d'água flui. Direção do exutório.
- **Lençol freático**: superfície da zona de saturação em um aquífero livre em que a pressão hidrostática é igual à pressão atmosférica.
- **Lênticos**: ecossistemas aquáticos caracterizados por águas paradas ou de baixo fluxo, tais como lagos, lagoas, poças e reservatórios.
- **Lianas:** são plantas que germinam no solo, mantêm-se enraizadas no solo durante toda sua vida e necessitam de um suporte para manterem-se eretas e crescerem em direção à luz abundante disponível sobre o dossel das florestas. As lianas são trepadeiras lenhosas.
- **Licença de instalação (LI):** autoriza a instalação de empreendimento ou atividade de acordo com explicações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluído as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante.
- **Licença de operação (LO):** autoriza a operação do empreendimento ou atividade, após a verificação do cumprimento do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.
- **Licença prévia (LP):** concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.
- **Lixiviação**: processo de remoção de substâncias solúveis e coloidais do solo por ação da percolação de água, pela qual a camada superior de solo se acidifica e perde os nutrientes das plantas.
- **Lótico**: ecossistemas aquáticos caracterizados por águas com muito movimento.
- **Magma**: líquido de composição silicatada do qual se formam as rochas ígneas.
- **Magnetita**: óxido de ferro.
- **Manancial:** qualquer corpo d'água, superficial ou subterrâneo, utilizado para abastecimento humano, industrial, animal ou irrigação.
- **Mastofauna**: fauna de mamíferos presente em um determinado local.

- **Mata ciliar**: é a formação vegetal que ocorre nas margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, olhos d'água, represas e nascentes.
- **Mata nebular**: formações florestais que ocorrem nas costas mais elevadas das serras, acima de 1500 metros de altitude, numa faixa de transição entre as Florestas Montanas e as formações campestres. Tal denominação deve-se à ocorrência constante de condensação de umidade que, juntamente com baixas temperaturas e ventos frequentes, imprimem à paisagem aspecto bastante peculiar.
- **Mesocrático**: rocha com índice de cor intermediário, entre 34% e 66% de minerais máficos.
- **Mesozóico**: era geológica que corresponde aos períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo.
- **Montante**: sentido oposto ao fluxo de um curso d'água. Direção das cabeceiras.
- **Nativo:** espécie vegetal ou animal originária de um determinado ecossistema ou área geográfica.
- **Neossolo**: solo muito jovem que ainda não possui horizonte B definido.
- **Nicho**: nicho ecológico é a parte de um habitat, com condições específicas, é o modo como cada espécie, de animais ou de plantas vivem e sobrevivem. Nicho, em ecologia, é o conjunto de atividades que uma determinada espécie desempenha, como suas refeições, como ela obtém abrigo, se reproduz, etc.
- **Nível freático:** distância entre a superfície e a zona saturada em água do solo.
- **Ortopiroxênio**: série de minerais silicatos da família dos piroxênios.
- **Pedogênese**: processos de formação do solo.
- **pH, ou potencial hidrogeniônico:** indica a concentração de íons de hidrogênio em uma solução. É um parâmetro que serve para medir ou expressar a acidez ou a alcalinidade. O pH admite valores entre 0 e 14, sendo 7 o seu ponto neutro. Valores entre 0 e 7 significam que a substância é ácida e de 7 a 14, que é alcalina. A maior parte dos processos vitais se desdobram em um pH neutro. Na água potável distribuída pela rede de abastecimento, o pH deve ficar entre 6,0 e 9,5. Para manter essa faixa, as estações de tratamento adicionam cal à água distribuída à população, para deixá-la mais alcalina.
- **Pigeonita**: mineral da família dos piroxênios típico de rochas vulcânicas. Fórmula: (Ca, Mg, Fe) (Mg, Fe) Si_2O_6.
- **Piroxênio**: grupo de importante minerais silicatos formadores de rocha com estrutura em cadeia simples.

- **Plagioclásio**: série de minerais silicatos com estrutura tridimensional complexa. Fórmula: (Ca, Na) $AlSi_3O_8$.
- **Poluição sonora:** qualquer barulho que incomode ou prejudique os indivíduos. Algumas vezes, pode representar um risco à saúde.
- **Ponto de amostragem:** um ponto determinado onde são tomadas amostras.
- **Pteridófita**: plantas sem flores que se reproduzem por esporos. Ex.: samambaias, xaxins e avencas (Resolução CONAMA n° 012/1994). Espécie vegetal que forma esporângios, nas folhas ou em folhas modificadas, procedentes dos esporos formados pela planta mãe.
- **Qualidade da água:** características químicas, físicas e biológicas relacionadas com o seu uso para um fim específico.
- **Qualidade do ar:** qualidade do ar próximo ao nível do solo, expressa como concentração de poluente durante certo período de tempo.
- **Quaternário**: período da era Cenozóica entre 2,5 Ma até o recente.
- **Recursos hídricos:** numa determinada bacia, a quantidade de águas superficiais ou subterrâneas disponível para uso.
- **Rede de neblina**: são redes especiais utilizadas na captura de aves (assim como morcegos) para fins científicos.
- **Relevo cárstico**: relevo típico de regiões com ocorrência de rochas carbonáticas.
- **Reo-ignimbritos**: rocha soldada formada durante a deposição de material explosivo em erupções vulcânicas.
- **Riolito**: rocha vulcânica de composição ácida.
- **Rochas ácidas**: rochas com teor de sílica superior a 65%.
- **Rochas básicas**: rochas com teor de sílica entre 45% e 52%.
- **Rochas efusivas**: sinônimo de rochas vulcânicas.
- **Rotíferos**: os Rotífera ou *rotíferos* (do latim rota, roda + fera, aqueles que possuem) são um filo de animais aquáticos e microscópicos. O seu nome deriva do latim para “roda”, com referência à coroa de cílios que rodeiam a boca destes animais e que se movem rapidamente, para captar as partículas de alimento.
- **Sanidina**: feldspato típico de rochas vulcânicas.
- **Sedimento:** termo referente a partículas que foram depositadas por algum tipo de agente natural de transporte, como a água ou o vento.

- **Serrapilheira**: é a camada formada pela deposição e acúmulo de matéria orgânica morta em diferentes estágios de decomposição que reveste superficialmente o solo ou o sedimento aquático. É a principal via de retorno de nutrientes ao solo ou sedimento.
- **Sílica**: óxido de silício. Formula: SiO_2.
- **Silte**: tamanho de grão entre 0,62 mm e 0,004 mm.
- **Sub-bosque**: é o conjunto de vegetação de baixa estatura que cresce em nível abaixo do dossel florestal. A vegetação do subosque consiste numa mistura de mudas e plantas jovens de árvores do dossel, juntamente com arbustos do subosque e ervas.
- **Surfactantes**: agentes tensoativos como os detergentes.
- **Talude:** terreno com a superfície inclinada. Pode ser de origem natural, resultante de uma escavação ou de um aterro.
- **Talvegue**: é a linha variável ao longo do tempo que se encontra no meio da junção mais profunda de um vale ou rio.
- **Táxon**: unidade taxonômica nomeada, pela qual indivíduos ou conjuntos de espécies são assinalados.
- **Taxonomia**: ciência que lida com a descrição, identificação e classificação dos organismos, individualmente ou em grupo, quer englobando todos os grupos (biotaxonomia), quer se especializando em algum deles, como ocorre no caso da fitotaxonomia e da zootaxonomia.
- **Termorregulação**: é o conjunto de sistemas de regulação da temperatura corporal de alguns seres vivos (em especial, mamíferos e aves).
- **Terrícola**: organismo que vive sobre ou no interior do solo.
- **Turbidez**: característica de um líquido que contem materiais em suspenção finos, mas visíveis, que impedem a passagem de luz através do líquido.
- **Unidade de Conservação:** espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes. Legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (Lei n° 9.985/2000, Art. 2º. I). São as Reservas Biológicas, Reservas Ecológicas, Estações Ecológicas, Parques Nacionais, Estaduais e Municipais, Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de relevante interesse ecológico e Reservas extrativistas ou outras a serem criadas pelo Poder Público (Lei n°

9.605/1998). Áreas destinadas a guardar e proteger amostras significativas dos ambientes naturais, da biodiversidade genética, das belezas cênicas e de sítios históricos ou culturais, relacionados a objetivos ecológicos, culturais e econômicos.

- **Unidades piroclásticas**: conjunto de rochas vulcânicas associadas a eventos explosivos.
- **Variabilidade:** extensão da variedade genética existente para uma determinada espécie.
- **Vazão:** volume de líquido que escoa através de uma seção por unidade de tempo.
- **Vegetação:** quantidade total de plantas e partes vegetais como folhas, caules e frutos que integram a cobertura da superfície de um solo.
- **Vermiculita**: tipo de argilomineral expansivo. Fórmula: Mg, Fe^{+2}, $(Fe^{+3})_3[(Al, Si)_4O_{10}] (OH)_2 \cdot 4H_2O$.
- **Vidro vulcânico**: material vulcânico resfriado rapidamente que não possui estrutura cristalina.
- **Viperídeos**: é uma família de répteis escamados da subordem Serpentes. As suas espécies têm, geralmente, cabeça triangular e fossetas loreais. O aparelho venenoso desta família é considerado o mais eficiente de todos os répteis.
- **Vitrofírica**: textura de rocha rica em vidro vulcânico.
- **Vocalização**: ato ou efeito de vocalizar, emissão de sons da voz, falados ou cantados.
- **Voçoroca:** último estágio da erosão. Termo regional de origem tupi-guarani, para denominar sulco grande, especialmente os de grandes dimensões e rápida evolução. Seu mecanismo é complexo e inclui normalmente a água subterrânea como agente erosivo, além da ação das águas de escoamento superficial. Canal resultante de erosão, causado pelo fluxo concentrado de água, usualmente durante e logo após tempestades.
- **Vulcanito**: termo geral para se referir a rochas vulcânicas.
- **Zeolitas**: grupo de minerais silicatos de estrutura complexa.
- **Zona:** divisão da área do município em áreas reservadas a determinadas atividades e usos. Divisão do espaço, incluindo espaço regional ou urbano, espaço geográfico amplo ou em nível planetário (como zona de vegetação).
- **Zona de amortecimento:** o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (Lei n° 9.985/2000, art. 2º, XVIII).

Zona de transição; o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas às normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade; local onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

- **Zoneamento:** é o instrumento legal que regula o uso do solo no interesse do bem-estar coletivo, protegendo o investimento de cada indivíduo no desenvolvimento da comunidade. É o instrumento legal de que dispõe o Poder Público para controlar o uso da terra, as densidades de população, a localização, a dimensão, o volume dos edifícios e seus usos específicos, em prol do bem-estar social. Divisão de um território de acordo com os critérios e normas de uso e formas de ocupação do solo.
- **Zooplâncton**: conjunto dos organismos aquáticos que não têm capacidade fotossintética (heterotróficos ou heterótrofos) e que vivem dispersos na coluna de água, apresentando pouca capacidade de locomoção.

15 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA/VÍDEO

A documentação fotográfica detalhada do local onde os diagnósticos ambientais desenvolvidos para cada componente ambiental, visando a ampliação da Pedreira, encontram-se distribuídas nos respectivos meios (físico, biótico e socioeconômico/ antrópico), junto a este Estudo de Impacto Ambiental.

As imagens apresentas abaixo apresentam algumas imagens aéreas do local onde será proposta a concepção técnica de ampliação da atual área de mineração da Pedreira Caxiense, conforme atual Licença de Operação (LO n° 04702/2020), no município de Caxias do Sul/RS.

Figura 514. Imagem aérea do pátio da Prefeitura.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 515. Imagem aérea da porção sul da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 516. Imagem aérea da porção Norte e APP central.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 517. Imagem aérea da porção Norte-Noroeste da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 518. Imagem aérea da Mina da Maestra com vista da porção Norte de Caxias do Sul.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 519. Imagem aérea da Mina da Maestra demonstrando a porção Norte e Oeste da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 520. Imagem aérea da Mina da Maestra com enfoque da APP, porção Leste e Oeste da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Figura 521. Imagem aérea com enfoque da porção oeste da ADA.



Fonte: Garden Projetos (2018).

Para facilitar a análise, o ambiente onde será ampliada a Pedreira, foi realizado o voo aerofotogramétrico (aerolevantamento com aeronave não tripulada) e apoio terrestre para a área diretamente afetada e entorno, visando a geração de imagens/mapas de alta definição e precisão de uso e cobertura do solo demarcando todos os recursos naturais e infraestrutura existentes. No ANEXO 38 apresentamos um arquivo digital com alguns vídeos da área de estudo.

Posteriormente foi gerado o orthomosaico georreferenciado (executado no sistema de coordenada UTM SIRGAS 2000); amarração do mosaico com uso de GPS geodésico com 62 pontos de controle (GCP); processamento das imagens com software de alta definição e precisão; geração de arquivos raster georreferenciados em diversos formatos (*.geotiff, .jpg, .png, .bmp*); tamanho do pixel da imagem (GSD) de 10 cm; geração do modelo digital de superfície (MDS) e modelo digital de terreno (MDT); plantas cartográficas digitais vetoriais e ortofotos digitais coloridas.

16 RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para ampliação da atividade de lavra de rocha para uso imediato na construção civil a céu aberto, com britagem e com recuperação de área degradada, da Pedreira Caxiense, no município de Caxias do Sul/RS, será apresentado em volume separado.

O RIMA terá por objetivo maior apresentar, de forma sucinta, os levantamentos, argumentos ambientais e conclusões do EIA, que possam justificar o licenciamento da ampliação da atual área de mineração da Pedreira e Concretos Caxiense, visando continuar operando como fonte de extração de rocha para produção de brita necessária para atender a demanda da construção civil dos municípios da região. O RIMA será apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão pelo público, contendo informações em linguagem acessível a todos os segmentos da população.

A elaboração do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) visa atender à Resolução CONAMA n° 001 (BRASIL, 1986) e Resolução CONAMA n° 237 (BRASIL, 1997), as quais objetivam a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão. O relatório será ilustrado por mapas, quadros, gráficos e de mais técnicas de comunicação visual, de modo que se possa entender claramente as consequências ambientais do projeto e suas alternativas, comparando as vantagens e desvantagens do projeto e todas as consequências ambientais de sua implementação frente cada uma delas.

O RIMA apresentará as conclusões do estudo de impacto ambiental da ampliação da Pedreira contendo:

- Apresentação, identificação e caracterização do Empreendimento;
- Objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;
- Descrição do projeto, suas alternativas tecnológicas e locacionais, as áreas de influência, as fontes de materiais e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnicas de ampliação e operação, os efluentes, emissões, ruídos, resíduos e perdas de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;
- Síntese dos resultados dos estudos de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto;
- Descrição dos impactos ambientais analisados, considerando o projeto, as suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e

indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

- Prognóstico ambiental da área de influência, comparando as diferentes situações do projeto e suas alternativas;
- Descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras em relação aos impactos detectados, mencionando aqueles que puderem ser evitados e o grau de alteração esperado;
- O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos: Plano Básico ambiental (PBA), contendo os programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos identificados;
- Composição da equipe técnica responsável, contendo: nome de cada profissional, seu título, número de registro na respectiva entidade e classe;
- Memorial fotográfico, ilustrações, gráficos e mapas;
- Considerações finais e referências bibliográficas.

Nestes Termos,
Pede Deferimento.
Caxias do Sul – RS, 02 de novembro de 2020.

Assinatura dos Responsáveis Técnicos:

José Ribeiro de Araújo Júnior
Biólogo
CRBio 069488-03

Elton Leonardo Boldo
Biólogo CRBio 063582-03
Téc. Meio Ambiente
CTF 2201072060

Vinícius Triches
Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho
CREA RS184210

Marcos José Rodrigues
Biólogo
CRBio 088809-03

Gabriela De Rossi Vicenzi
Bióloga
CRBio 063586-03

Ivana Rech Boldo
Bióloga
CRBio 069487-03



Andreas Emílio Grings
Geólogo
CREA RS216231



Eduardo Pasini
Biólogo
CRBio 069480-03



Gustavo Fernando Steffen
Engenheiro de Minas.
CREA RS175853



Amanda Thais Dalmás
Engenheira Civil e Ambiental
CREA RS233907



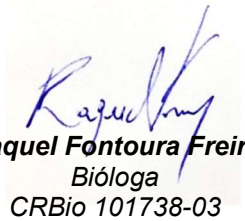
Anderson Duarte Machado
Geógrafo
CREA RS233233



Aline Correa Mazzoni
Bióloga
CRBio 095025-03



Amanda Saldanha Barbosa
Bióloga
CRBio 095158-03



Raquel Fontoura Freiry
Bióloga
CRBio 101738-03



Eliza Dalence Sperb
Bióloga
CRBio 101787-03