



Na observação pormenorizada do trabalho dos referidos autores, verifica-se que na ordem descendente da coluna, existe uma vasta gama de formações sedimentares que ocupam toda uma faixa que vai até o período Devoniano, conformando unidades com distintos paleoambientes. Referente às questões do diagnóstico, é de relevância as Formações Sedimentares Botucatu e Rosário do Sul, junto com a unidade da Formação Serra Geral, todas pertencentes ao Grupo São Bento, originadas entre o Triássico e o Cretáceo. Reforça-se, através da leitura da coluna estratigráfica, que se comparando ao restante das litologias identificadas na bacia, é de destaque o fato que estes derrames são unidades muito recentes no tempo geológico.

Apesar desta proposição científica apresentada, as questões relacionadas as variantes que compõem o posicionamento estratigráfico, perfazem ainda hoje uma acalorada discussão técnica, visto ao fato que dentro da unidade da Formação Serra Geral se observa diferentes litologias ao longo do espaço geográfico ocupado, ocorrendo por vezes características litológicas de difícil correlação com outros elementos do compartimento.

Dentro deste enfoque, entendemos que o trabalho desenvolvido por Peate *et al* (1992) propicia uma abordagem de detalhe importante no posicionamento estratigráfico dos derrames basálticos da Bacia do Paraná, ou mais especificamente a porção constituída pela Formação Serra Geral, tendo em vista que o referido autor insere na avaliação as questões de geoquímica e tectônica estrutural das rochas que compõem o compartimento. Portanto, optamos por utilizarmos o trabalho dos referidos autores com vistas a uma orientação crono-estratigráfica das discussões que seguem no presente capítulo.

### 3.3.2. Aspectos Metodológicos

Obedecendo a linha de orientação definida pelo Termo de Referência para execução do diagnóstico em pauta, foram realizados o levantamento e análise de dados secundários que tratam das questões de geologia da região.

Em específico, foi realizada uma varredura nos principais periódicos acadêmicos que tratam do tema, tanto de Universidades e Institutos Nacionais como também Internacionais (Europeus e Norte Americanos). Tal ação é decorrente ao fato de que as questões referentes aos derrames basálticos da Bacia do Paraná são temas que promovem a discussão técnica em Instituições além da fronteira nacional. Como exemplo citamos as Revistas de Pesquisa da UFRGS, UFMG e USP; e, periódicos como o *Journal of Petrology*, *Science* e *Bulletin of Vulcanology*.

Ainda foi possível fazer a leitura e análise de Anais de Simpósios e Congressos que tiveram como pauta as litologias e os processos geológicos que formaram os derrames da bacia, como os encontros sobre Vulcanismo, Geoquímica e da CBG, sendo que esses encontros ocorreram tanto no Brasil como em países da Europa.

A análise de dados disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, a qual desenvolveu ao longo dos anos uma série de trabalhos técnicos que propiciaram a conformação de um banco de dados bem amplo, foi uma peça de informação a mais trabalhada.

Por fim, foi realizada ainda a observação técnica de campo, com visitas ao longo de grande parte do espaço geográfico das bacias hidrográficas que compõem a área do diagnóstico. Foram realizadas observações dos afloramentos de relevância, coletadas amostras dos pontos mais significativos e executado registro fotográfico destes pontos.

### 3.3.3. Caracterização Geológica

O contexto espacial da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo é definido por um ambiente geológico de singular relevância no que trate da dinâmica de evolução da crosta terrestre em toda sua macro configuração. Em específico no período de ruptura e separação do mega continente Gondwana, ocorrido durante o Cretáceo Inferior, verifica-se a ocorrência de um intenso processo de extravasamento de lava vulcânica nas regiões que formam o atual centro-sul do Continente Sul Americano e o noroeste da Namíbia. Tal ambiente corresponde no Rio Grande do Sul, à Formação Serra Geral, constituinte da Bacia do Paraná (bacia no contexto geológico), a qual compreende o substrato geológico da Bacia U 30, alvo do diagnóstico.

O processo de extravasamento ocorreu de modo anarogênico perpassando por imensas fraturas da crosta abertas por intenso mecanismo de movimentação geotectônica, resultando na formação do atual *rift* intercontinental oceânico existente entre o continente Americano com a África e a Europa (Cadeia Mesoatlântica).

Tal processo propiciou a geração de uma das maiores províncias vulcânicas com basaltos de platô do planeta, que por literatura define-se como Bacia do Paraná, ocupando uma área superficial de 1.600.000km<sup>2</sup>, sendo que aproximadamente 80% deste espaço encontra-se dentro dos limites do território brasileiro. A porção central da província é constituída de seu ponto de maior profundidade, com valores aproximados de 1.720 m (Wildner *et al*, 2003).

O magmatismo ocorrente durante este processo é de característica bimodal, variando de basaltos básicos a basaltos andesíticos de filiação toleítica, e, dentro deste contexto, o limite territorial das Bacias do Turvo, Santo Cristo e Santa Rosa, é marcado por ser uma parte de todo este imenso maciço geológico.

No que trate de contribuição de estudos de cunho científico desta bacia, se observa que apesar de todos os trabalhos realizados até então, ainda configura-se uma situação de necessidade de implantação do processo de detalhamento/ampliação de estudos geológicos deste grande compartimento geológico. É importante que se destaque tal afirmativa tendo em vista que na execução da pesquisa bibliográfica para o presente projeto, foi possível se verificar a raridade de estudos geológicos relacionados a região da Bacia do Paraná e especialmente na área do projeto em questão, em comparação com estudos do compartimento do Escudo Sul-rio-grandense. Toda a concentração de informação recai para as porções de centro para o nordeste do Estado empobrecendo desta forma os dados da porção mais ocidental da Bacia do Paraná.

No entanto, mesmo com a precariedade de dados, são elencados nos capítulos abaixo os dados de maior relevância até então produzidos por iniciativa das instituições de pesquisa, no caso Universidades e Ministério de Minas e Energia.

### 3.3.3.1. Contexto Histórico e Geologia Regional

Em termos de distribuição superficial do maciço rochoso da Bacia do Paraná, observa-se que a porção que está inserida no território brasileiro localiza-se principalmente nas áreas à oeste dos estados do centro-sul do país, salvo no Rio Grande do Sul que possui toda sua metade norte de seu território, especificamente o NE, N e NO do espaço geopolítico, ocupado por rochas desse maciço, assim como também todo o território da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo.

O evento de geração deste maciço rochoso da Bacia do Paraná foi constituído em um episódio de curta duração, entre o final do Jurássico e início do Cretáceo. Mais detalhadamente estudos geocronológicos por meio de datação por  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  definem uma idade de  $133 \pm 1\text{Ma}$  (Renne *et al*, 1992), o que pelo intervalo de margem de erro de 1Ma faz pressupor um período de intensa dinâmica da crosta terrestre na época, visto o fato da dimensão espacial que hoje ocupa na superfície.

A grande maioria dos trabalhos científicos até então elaborados a respeito da Bacia do Paraná versam principalmente sobre questões relacionadas à geoquímica das rochas, e nesse aspecto, um importante dado identificado trata da compartimentação química desse maciço quanto à presença diferenciada da relação de Ti e Y nas rochas. Foram identificados dois grupos: *a)* basaltos com Alto teor Ti/Y na porção norte da bacia, acima do lineamento Piquiri; *b)* basaltos com Baixo teor Ti/Y na porção sul da bacia, ao sul do lineamento Rio Uruguai (Peate *op cit*). Nessa compartimentação foi possível ampliar ainda mais grupos de rochas, quais sejam: *i)* baixo Ti/Y – Gramado, Esmeralda e Ribeira; *ii)* alto Ti/Y – Paranapanema, Pitanga e Urubici; *iii)* rochas de composição riolítica – Palmas e Chapecó (Peate *op cit*). A presença destes elementos estruturais (Lineamentos Piquiri e Rio Uruguai) possui caráter norteador de suma importância no contexto da bacia, visto propiciar uma visão de distribuição geográfica das litoquímicas (Figura 3.3.2).

Neste contexto de estudos voltados a avaliação geoquímica das rochas, foi possível identificar, ainda, uma diferenciação por elementos incompatíveis/compatíveis, onde nas rochas com alta concentração de sílica observa-se que alguns são constituídos por um baixo conteúdo de elementos incompatíveis, os quais são denominados por Palmas e um grupo com altos teores de incompatíveis definidos por Chapecó (Bellieni *et al*, 1986).

As questões que tratam da compartimentação e definição de posicionamento estratigráfico ganharam acaloradas discussões desde que White, em 1908, elaborou os primeiros estudos da Bacia do Paraná. Nesta conjuntura, Bellieni (*op cit*) propôs uma separação geográfica das litoquímicas, as quais seriam: a) Subprovíncia Setentrional: alto Ti/Y, enriquecimento de  $P_2O_5$  e  $FeO_t$  ao norte do lineamento Piquiri; b) Subprovíncia Meridional: baixo Ti/Y, empobrecimento de incompatíveis; c) Subprovíncia Central: interdigitação de alto Ti/Y com baixo Ti/Y, intercalação de basaltos ácidos porfíricos e afíricos.

Com relação as questões estruturais existentes na Bacia do Paraná, verifica-se que grandes lineamentos destacam-se por toda extensão do maciço. Relacionando com os processos de movimentação tectônica de separação dos continentes americano e africano e somando-se ainda, a instalação de fraturas no processo de resfriamento da lava vulcânica, é possível identificar uma série de lineamentos espalhados por toda a área da bacia. Ganham destaque principal os lineamentos com *trends* marcadamente de orientação NE e NO os quais cruzam-se ou posicionam-se igualmente ao longo do espaço territorial da bacia.

É comum identificar-se por toda a área da Bacia do Paraná, fraturas com *trends* de orientação NW preenchidos por diques de diabásio de composição picrítica que variam entre dunitos a olivina gabros. Foram definidos como Fácies Lomba Grande por Wildner (*op cit*) sendo identificados nos trabalhos de sondagens para prospecção de carvão na região de Lomba Grande, município de Novo Hamburgo - RS. Em trabalho anterior, Philipp *et al* (1994) identificaram na região de Campos Novos – SC, também uma presença constante de fraturas com orientação NW e que estão preenchidas em grande parte por inúmeros diques de diabásio com espessuras métricas, e que por estes autores caracteriza-se por originar-se de uma recorrência do magmatismo de composição básica.

No processo de amadurecimento dos conhecimentos a respeito da distribuição e individualização dos derrames executados por uma gama de pesquisadores da área, é importante destacarmos que as questões estruturais ocorridas nos momentos de consolidação da deposição das lavas ganham redobrada atenção no entendimento de fatores que configuraram o cenário geológico atual existente. Neste aspecto, Gomes *et al* (1999) e Gomes *et al* (2002) definem a importância de dois aspectos na estruturação dos derrames, quais sejam: a *presença de vesículas* e o *padrão de fraturamento*.

Neste contexto, os autores através de estudos da geologia local da região de Frederico Westphalen e Ametista do Sul no norte do Estado, conseguem separar dois tipos de derrames embasado nestes dois critérios: os basaltos Tipo I – com nível macrovesicular interno; e, Tipo II – zona maciça intermediária com três níveis, o colunado inferior, superior e o entablamento. Frise-se que foram destacados apenas os principais tópicos dos dois tipos.

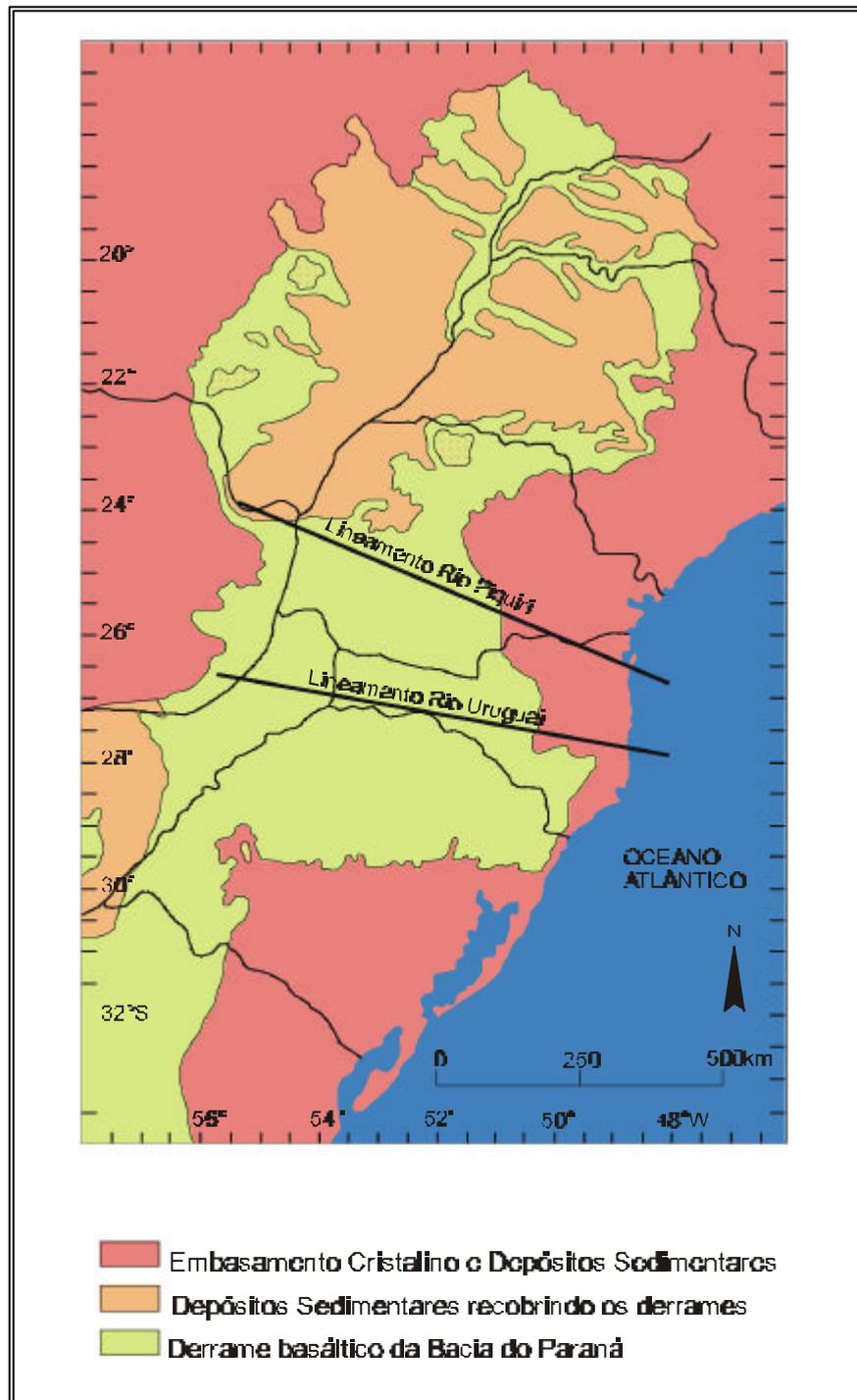


Figura 3.3.2 - Delimitação geográfica-estrutural da Bacia do Paraná.

Tal separação destaca a importância dos processos tectônicos na formação da mineralogia local, visto o fato que nas zonas definidas como nível macrovesicular interno são identificadas as maiores concentrações de geodos com ametista, calcita e zeolita, sendo estes minerais de conhecimento tão comum aos consumidores de pedras preciosas tanto no Brasil como no Exterior.

Aliás, quanto à distribuição e individualização dos derrames que compõem a Bacia do Paraná conformando toda a sua organização estratigráfica, os referidos autores identificaram a inexistência de derrames do tipo baixo Ti na área de estudo a que se desenvolveu o trabalho, e que as rochas desta área são classificadas como Pitanga e Paranapanema, sendo estas típicas da parte ao norte do lineamento Piquiri (Gomes *et al*, 1997).

Dentro desta linha de discussão estratigráfica, duas colunas estratigráficas importantes e oportunas no que trate do período em que foram apresentadas à comunidade científica, ganham destaque: uma proposta consolidadora realizada por Peate (*op cit*) (Figura 3.3.3), e, outra de cunho pragmático para as rochas de composição ácida proposta por Wildner (*op cit*) (Quadro 3.3.1).

A configuração pronta da coluna estratigráfica ainda deverá levar algum período de intenso trabalho científico nas rochas da bacia, no entanto, Peate (*op cit*) consegue colocar uma certa lógica organizacional dos diferentes derrames até então identificados. É possível visualizar-se um posicionamento de idade mais recente aos basaltos constituídos de alto Ti/Y, no caso as unidades Pitanga e Paranapanema, e, rochas mais antigas para os basaltos baixo Ti/Y, em específico as unidades Gramado e Esmeralda. A sobreposição das distintas unidades leva os referidos autores a proporem uma movimentação de lava em direção ao norte e com o seu maior depocentro na região por onde circula o Rio Paraná. No entanto os autores advogam a proposta de coluna como um elemento preliminar de discussão. Tal posicionamento de ponderação dos autores com referência a coluna merece méritos, visto o fato que em trabalhos recentes identifica-se uma miscelânea de interdigitação de magmas de composição básica e ácida ao longo desse perfil estratigráfico, o que faz com que surjam questionamentos quanto aos mecanismos geradores destes derrames tanto no aspecto tectônico como composicional e cronológico.

Dessa forma, entende-se que para uma melhor disposição dos níveis estratigráficos, torna-se peça importante no processo de ponderação técnica, somada a outros fatores, a consideração do contexto estrutural e petrográfico do maciço em estudo, pois o posicionamento estratigráfico químico somente obterá um caráter de mais valia com estes dois elementos considerados (Gomes *op cit*).

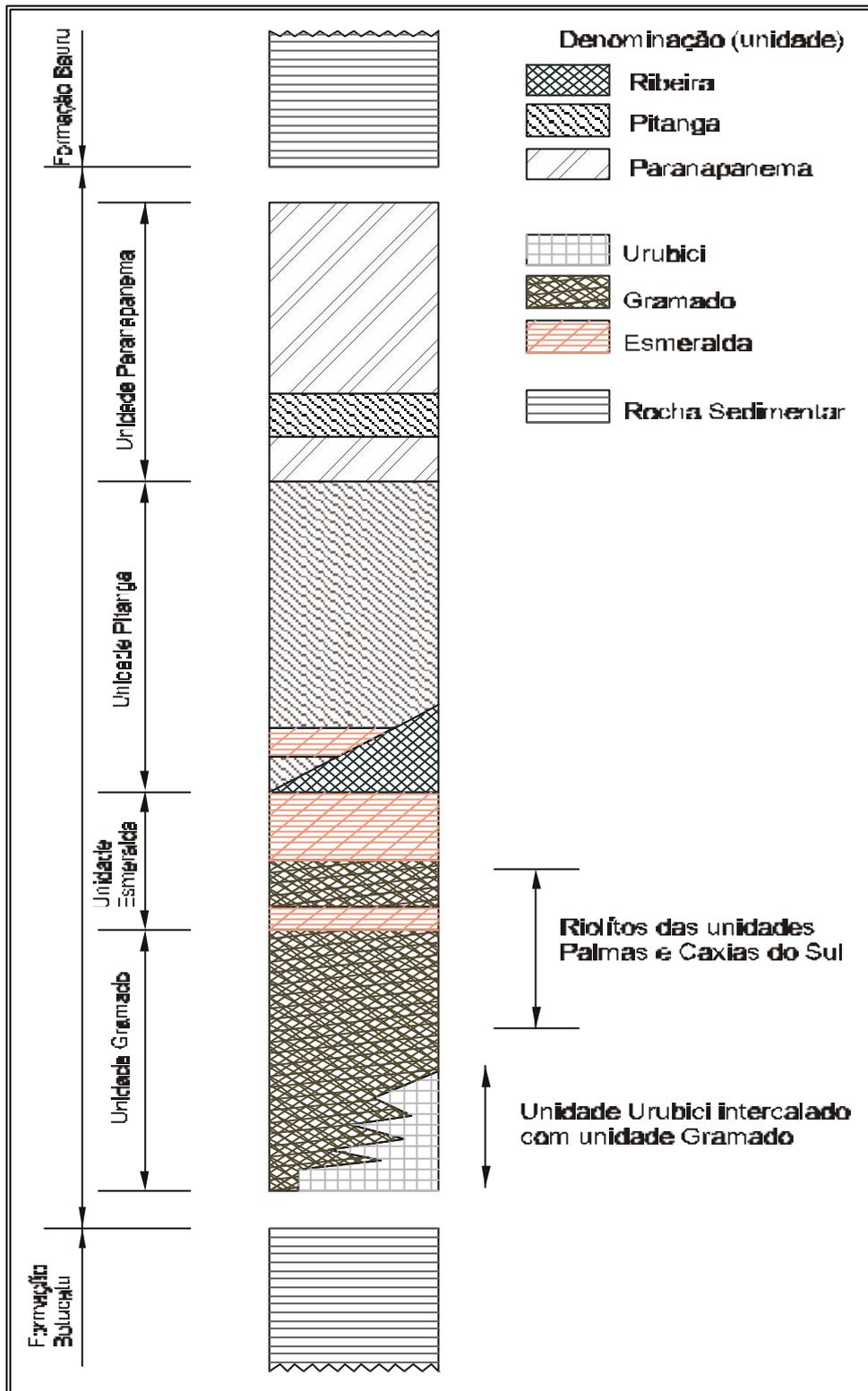


Figura 3.3.3 - Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná, específico a Formação Serra Geral, formado a partir da geoquímica, geocronologia e de fraturamento tectônico. Adaptado de Peate (*op cit*).

Quadro 3.3.1 - Proposição estratigráfica com base em horizonte-guia em derrames de composição ácida na região oeste de Santa Catarina. Adaptado de Wildner (*op cit*).

		<b>Espessura Máxima (m)</b>	<b>Unidade</b>	<b>Características</b>
<b>SEQÜÊNCIA</b>	<b>SUPERIOR</b>	150	Campo Erê	Basaltos intercalados com sedimentos epiclásticos finos, arenitos, conglomerados e brechas peperíticas
		400	Cordilheira Alta	Basaltos típicos com derrames espessos, por vezes vítreo e microvesicular, apresentando na porção basal arenitos "intertraps"
	<b>INTERMEDIÁRIA</b>	100	Chapecó	Dacitos, riodacitos e traquitos porfíricos assentados sobre arenitos "intertraps" e autobrechas
		175	Palmas	Riolitos e riodacitos afíricos com disjunção horizontal e feições de fluxo bem pronunciadas
	<b>INFERIOR</b>	150	Campos Novos	Basaltos e basaltos andesíticos bastante espessos
		165	Machadinho	Dacitos afíricos cinza esverdeados, intercalando zonas amigdaloidais ricas em calcita
		300	Alto Uruguai	Basaltos típicos de derrames espessos com freqüentes autobrechas no topo

Os aspectos geoquímicos ganham redobrada relevância neste ambiente dominado por seqüências de derrames de lava vulcânica, em específico quando se leva em conta as dificuldades inerentes de obtenção de informações de detalhe nas análises de macro amostragem e/ou por lâminas petrográficas, fatos estes decorrentes de suas características texturais, estruturais e mineralógicas.

Diversos trabalhos foram desenvolvidos durante o século passado, ganhando destaque e importância principalmente após os estudos petrológicos e paleomagnéticos de uma seqüência de riolitos por Bellieni *et al* (1983); apesar de White (1908) ter sido pioneiro na identificação e interpretação destes derrames. Em sua grande maioria versam sobre de geoquímica das rochas.

Nesta linha, uma variação composicional importante a ser considerada pode ser verificada quando da avaliação da constituição mineralógica inserida nas zonas vesiculares de um derrame, o que por si só, ganha um nível de destaque principalmente quando se trabalha na questão de uso do material, por exemplo, na construção de estradas ou obras de edificações.

Neste caso, Simas *et al* (1999), em trabalho realizado na cidade de Morro Reuter – RS, conseguem identificar uma variação química e mineralógica em níveis diferentes de abundância de vesículas no perfil rochoso. Os referidos autores conseguem separar em três níveis: *a*) Nível vesicular inferior (10-15% de vesículas); *b*) nível vesicular intermediário (<5% de vesículas) e *c*) Nível vesicular superior (5-20% de vesículas). No nível vesicular inferior identifica-se os minerais heulandita, estibilita, epistilbita e levina; no nível vesicular intermediário ocorrem associações do tipo quartzo-mordenita e quartzo-mordenita-heulandita; no nível vesicular superior, que é considerado pelos mesmos o mais importante, registra-se uma seqüência de associações como heulandita-estibilita-escolecita, heulandita-chabazita, heulandita-laumontita, epistilbita-chabazita e epistilbita-chabazita-estelerita. A razoável suscetibilidade aos processos intempéricos destas associações, salvo com quartzo, serve como um dos itens da parte da definição da conformação da capa pedológica e conseqüente conformação morfológica em grande porção das regiões que compõem a bacia quando das ações físicas, químicas e de biota de formação do solo.

Ainda com relação à utilização da diferenciação de três níveis vesiculares em derrames, Schenato *et al* (1997), conseguem identificar uma significativa variação composicional e mineralógica nos resíduos intersticiais (mesóstase) de um pacote de derrame na região de Estância Velha - RS, sendo este constituído pelo fracionamento local do líquido inicial e ao fato da velocidade de resfriamento ter sido suficientemente lenta.

Outrossim, a conformação pedológica originada no intemperismo das rochas vulcânicas da bacia, propicia uma variação composicional forte quando da intensificação dos processos intempéricos ocorrentes em determinada região, ocorrendo por vezes a perda dos Elementos Terras Raras – ETR durante o ciclo. Neste aspecto Gasparetto *et al* (1997), colocam uma contribuição significativa deste contexto visto ter-se observado uma perda progressiva destes elementos no perfil de alteração; menor na fácies menos alterada e mais acentuada quando na fácies mais intemperizada. Tal constatação forma uma base importante quando da ponderação quanto aos fatores geradores da manta pedológica existente em várias partes da superfície da Bacia do Paraná.

Ainda nas questões que tratam da constituição geoquímica dos derrames, entende-se que as características existentes atualmente espelham uma rede complexa de fatores físicos que nortearam a configuração final do maciço. Nessa lógica, conforme já apontado acima, as questões estruturais perfazem um elemento importante para o entendimento dos mecanismos geradores e de consolidação geoquímica da rocha, tendo em vista constituir-se de um processo intensamente geo-dinâmico com todas as suas ações comuns de deposição e consolidação da lava como: cristalização em diferentes níveis de temperatura, resfriamento em velocidades variadas, instalação de fraturas tanto por fatores tectônicos como por resfriamento.

Enfim, tais mecanismos possuem seus níveis de importância na compreensão do contexto rochoso atual, o que faz com que o uso racional que se possa dar a esse material nas intervenções antrópicas atuais leve em conta estes elementos, citando como exemplo o uso na construção de estradas, edificações e a morfologia e fertilidade do solo.

No que trate do acima referido, Gomes (*op cit*) apresentam uma importante contribuição com relação a comportamento de elementos químicos em suas fases de consolidação na estrutura dos derrames, visto que, em análise de campo e laboratório de rochas coletadas na região de Frederico Westphalen – RS, observaram a existência de fraturas por resfriamento preenchidas por carbonatos que segundo os autores, estão relacionados aos processos de desgaseificação do magma e da alteração em mais baixa temperatura. Ainda em uma análise de detalhe nos derrames do Tipo I e II, os referidos autores identificam a presença de microfraturas precoces e fraturas tardias, sendo que na primeira são identificados micro a cripto-cristais de piroxênio, plagioclásio e matriz quartzo-feldspática; e, na segunda, o preenchimento é de quartzo, calcita, zeolitas e argilominerais. Elemento interessante do estudo trata da identificação de estrias nas superfícies das fraturas o que, segundo os autores, está relacionado a diferentes pulsos de fraturamento.

As correlações entre estes fatores acima discutidos, compõem um universo básico de estudos até então elaborados por diferentes membros do campo científico dedicado a elucidar as lacunas ainda existentes quanto ao processo de gênese e consolidação deste gigantesco compartimento da Bacia do Paraná. O posicionamento estratigráfico e a nomenclatura ainda variam hoje, podendo ter um agrupamento com critérios específicos conforme indica o quadro 3.3.2, onde se verifica uma série de itens ainda não definidos junto ao meio científico. No entanto vale o registro da atual visão desse meio para que venha como uma parte do processo de amadurecimento das informações disponíveis.

Por fim, como elemento secundário do ambiente geológico, no caso do território Gaúcho, observa-se a existência de depósitos sedimentares recentes do tipo aluvionares atuais (Quaternário), onde identifica-se a existência de cascalhos bem arredondados, areias grossas a finas com baixa a média esfericidade e silte-argilas mal consolidados, o que é típico a ambientes de média a alta energia hidráulica, tão comum na região. Pelo fato de ocuparem pouca expressão territorial, apresenta-se uma discussão pormenorizada no item de geologia local.

Quadro 3.3.2 - Quadro síntese de agrupamento para as principais litologias de derrames da Bacia do Paraná segundo autores.

		Nomenclatura		Características marcantes	
MÁFICOS	ALTO Ti/Y	Paranapanema/ Ribeira Intermediário Ti/Y (Peate <i>et al</i> , 1992)		Disjunção tabular horizontalizada, zona de base vesicular incipiente, zona de centro com estrutura colunar irregular grosseira, com fraturas irregulares curvilíneas, sedimentos vulcanogênicos nas drenagens, zona vesicular superior bem desenvolvida (ametista e ágata), textura granular fina	
		Pitanga/ Ubirici (Peate <i>et al</i> , 1992)		Zona de centro com disjunção colunar bem desenvolvida, basaltos de cor preta e de textura micro fanerítica	
		Campo Erê (Wildner <i>et al</i> , 2003)		Variação granulométrica de Gabróico a fino, presença de camadas incipientes de sedimentos, zona de topo largamente vesicular	
		Lomba Grande (Wildner <i>et al</i> , 2003)		Ocorre intrusivo na forma de <i>sill</i> , composição de Dunitos a Olivina Gabros	
	INTERMEDIÁRIOS FÉLSICOS	BAIXO Ti/Y	Gramado		Zona vesicular de topo bem desenvolvida, base vesicular incipiente, zona central com granulometria fina e estrutura colunar hexagonal
			Esmeralda		Disjunção colunar esparsa e em blocos, zona de centro com estrutura maciça e cor preta, zona vesicular com vidro inserido nas amígdalas, solos profundos de cor vermelha
Alta sílica (Riodacitos/dacitos)			Palmas	Zona de base com disjunção horizontal tabular incipiente, zona central com estrutura maciça, zona de topo com disjunção tabular espessa, presença de fluxo laminar, sedimentos vulcanogênicos nas drenagens, presença de vitrófiros no topo, existência de dobras de fluxo, baixo teor em incompatíveis	
	Chapecó (Wildner <i>et al</i> , 2003)	Zona de centro com estrutura maciça e com bandamentos, topo com disjunção tabular horizontal, existência de estruturas de fluxo, textura porfirítica marcante, alto teor em incompatíveis			
	Alegrete (Wildner <i>et al</i> , 2003)	Existência de dobramento de fluxo e autobrechas na zona de topo e base, preenchem o paleorelevo do Botucatu			

### 3.3.3.2. Contexto da Geologia Local

A análise do contexto geológico local está atrelada ao limite superficial da Bacia Hidrográfica do Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo (área do projeto em questão), a qual perfaz uma área de 10.757 km<sup>2</sup>. Ocupa a porção noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e centro-sul do compartimento geológico da Bacia do Paraná, em específico a Formação Serra Geral, constituída essencialmente por rochas basálticas de composição química básica a andesitos de filiação toleítica.

É uma parte da totalidade da Bacia do Paraná que possui espessos derrames de lava (centenas de metros) sobre o substrato inferior que é constituído por rochas sedimentares da Formação Botucatu; sendo a parte mais profunda com 1.720 m, identificado na porção centro da bacia. No que trate do território Gaúcho, as porções com camadas mais profundas estão na parte NE onde se identificam profundidades acima de 1.000 m.

A identificação e análise do contexto geológico da região da Bacia U 30 foi conduzida neste trabalho conjuga os dados bibliográficos, discutidos no capítulo anterior, e a avaliação de campo expedita e diligente por intermédio de visitas de campo realizadas nos pontos de destaque da região, verificando-se principalmente afloramentos de beira de estrada, matacões de campo e áreas de minerações.

A predominância dominante é dada por rochas vulcânicas dispostas estruturalmente em derrames tabulares recortados por enxames de fraturas tanto de orientação NE como NW, perfazendo nesses os mananciais hídricos mais explorados da região. De maneira secundária e em pouquíssima expressão, verifica-se a existência de depósitos sedimentares do tipo alúvio-coluvionares atuais preenchendo calhas de rios e suas planícies de inundação decorrentes da intemperização dos maciços rochosos da Formação Serra Geral. Um terceiro compartimento existente na região área do diagnóstico, é caracterizado por rochas sedimentares que compõem o substrato dos derrames basálticos da Formação Serra Geral. São denominados de Formação Botucatu, e congregam o Aquífero Guarani.

De maneira geral é constituído de minerais em sua matriz em que predominam o quartzo e argilas, e que têm como petrogênese um paleoambiente de dunas de formação eólica que recobriam toda uma gigantesca região em todo o centro do continente sul-americano. Possuem estruturas de deposição do tipo acanalada e planar típico de dunas. A matriz mineral lhe dá um coeficiente de permeabilidade significativo para o papel de aquífero, e, dentro desse aspecto, as características pormenorizadas dessa unidade são mais bem detalhadas no capítulo de hidrogeologia do presente diagnóstico, motivo pelo qual entendemos de concentrar-se a discussão nas unidades ígneas e sedimentares.

Portanto, para uma compreensão mais simplificada, optamos em subdividir o tema em dois itens, a saber: a) *Contexto da Formação Serra Geral* e; b) *Contexto dos Depósitos Sedimentares*.

### a) Contexto da Formação Serra Geral

Além do valor primordial concentrado pelos aspectos geoquímicos na análise do processo petrogenético das rochas que compõem a Formação Serra Geral, devemos destacar a variável estrutural entremeada no maciço. É singular a proliferação de lineamentos estruturais que compõem o cenário da área definida no projeto, visto se observar uma proliferação de fraturas de porte micro e macro regional que se espalham com orientações que ora variam para o NE e outras vezes para o NW, sendo que por vezes cruzam-se.

Tais elementos geológicos destacam-se contribuindo nos aspectos geomorfológicos da região, conformando o traçado das principais drenagens, e posteriormente, os caracteres morfológicos de dissecação do relevo que são norteados principalmente pelos lineamentos que dominam o contexto do terreno. Esse cenário de similaridade de comportamento estrutural somado a própria característica química da rocha em si, propiciam a se gerar uma seqüência de macro agrupamento estrutural-geológico em todo o espaço territorial da bacia, os quais denominamos aqui como: *Grupo Ksg01*; *Grupo Ksg02* e *Grupo Ksg03* (Prancha 3.3.1).

Dentro desta lógica, verifica-se a concentração no entorno da região norte-oeste extremo da bacia (Porto Lucena, Três Passos, Humaitá, Derrubadas e Criciumal em citando as principais a título de referência, formando uma espécie de arco por todo o flanco oeste das bacias) de uma seqüência de fraturas com orientação NE e NW que perfazem o *Grupo Ksg01*, os quais formatam como característica marcante uma drenagem de conformação de dente de serra, quebrada, dando orientações de fluxo de drenagem seguindo linhas perpendiculares de 90°. Todo esse cenário é identificado pelo relevo dissecado existente nesse bloco, e ocupam em especial as áreas com cotas topográficas entre 100 e 200 metros.

São estruturas que conformam grandes vales em forma de U configurando escarpas profundas e retilíneas, e com o sopé destes constituídos por blocos oriundos da queda dos contrafortes das escarpas além de espessas capas de colúvio e solo de origem aluvionar. De maneira geral estão relacionados com períodos de intensa movimentação tectônica decorrente principalmente da separação entre o continente africano e americano.

Tal característica tectônica, além de interferir no aspecto morfológico, propicia ainda gerar elementos estruturais em vários níveis geológicos, como a injeção de lava de composição distinta à rocha hospede em fraturas de caráter regional. Tal situação já foi apontada por Wildner (*op cit*) na análise de fases intrusivas tardias como a da fácies Lomba Grande discutida no capítulo anterior.

No entanto, a verificação em atividade de campo apresenta outros elementos petro-estruturais importantes para a formação do cenário, como o observado na região do município de Derrubadas (cota topográfica de 468m), onde se verifica a intrusão de rochas de composição mais ácida (provavelmente riolitos) em rochas máficas muito alteradas constituídas de níveis estreitos de vesículas (Foto 3.3.1). É uma configuração atrelada muito especialmente ao fator estrutural reinante nessa porção da bacia, em específico nesse local o qual é marcado pelos Lajeados Barra Bonita e Ibrinho ao norte e Lajeados Olhos d'Água e Sociedade ao sudoeste do afloramento, os quais são mananciais hídricos encaixados em fraturas do tipo regionais com orientação NE.



Foto 3.3.1 - Rocha máfica vesiculada encoberta por depósito piroclástico (ou riolacitos), cortada por fratura vertical preenchida por rocha de composição ácida.

A rocha hóspede local é modelada por estratos vesiculares estreitos entremeados por linhas de pequenos geodos constituídos de cristais de quartzo e calcedônia (Foto 3.3.2), o que, por literatura, pode ser definido como pertencente ao compartimento de rochas Paranapanema, sendo esse sobreposto por depósitos piroclásticos bem estruturados com conformação geométrica tabular e ondulado (ou riolacitos) (Foto 3.3.3 a e b).



Foto 3.3.2 - Detalhe da rocha máfica vesiculada onde identificam-se geodos com cristais de quartzo e calcedônia.



Foto 3.3.3a - Detalhe da geometria do depósito piroclástico (ou riodacitos) além da presença de níveis de vesículas em adiantado processo de intemperismo.



Foto 3.3.3b - Vista de conformação geométrica tabular ondulada do depósito piroclástico (ou riodacitos).

Tal composição de rochas acima descrita está identificada nas regiões de cotas topográficas mais altas, mas que, no entanto, conformam-se dentro desse grupo como uma anomalia na configuração geral observada nessa porção da Bacia do Rio Turvo.

Nessa porção topográfica inferior, de um modo geral, identificam-se rochas máficas de textura micro fanerítica de cor preta, constituída pela existência de cristais ripiformes de plagioclásio (Foto 3.3.4 e 3.3.5) e cor de alteração marrom-amarelada.

Conformam a base das drenagens, aparecendo como lajeados tabulares ou blocos de rochas (Foto 3.3.6). No aspecto estrutural identificam-se fraturas relacionadas ao esfriamento da lava tanto de orientação NE como NW entrecruzando-se, o que dá uma característica conformacional de blocos trapezoidais ao maciço rochoso.

A avaliação expedita de campo fez com que se enquadre o substrato reinante desta porção como sendo da Fácies Pitanga, o qual pode ser observado ao longo da drenagem dos Rios Buricá, Turvo e Lajeado Grande, em citando as com acesso para a verificação em campo. Para uma formatação final de mapeamento, entende-se como admissível a inserção estratigráfica em todas as drenagens nesse nível de cota (entre 100 a 200m) desse tipo de compartimento rochoso, levando como base de raciocínio a coluna estratigráfica proposta por Peate (*op cit*).



Foto 3.3.4 - Amostra com destaque para textura fina constituída de cristais de plagioclásio ripiformes (pontos brilhantes) e cor preta intensa. Retirada na calha do Rio Turvo.



Foto 3.3.5 - Amostra de coloração preta intensa, textura fina com cristais de plagioclásio ripiformes (pontos brilhantes), retirada na região de Crissiumal.



Foto 3.3.6 – Lajeado de blocos de basalto ocorrendo comumente nas drenagens do bloco 01.

A porção centro-sudeste, que envolve em especial os municípios de Santo Augusto, Santo Ângelo, Redentora, Giruá e Guarani das Missões citando-se os principais, formam o *Grupo Ksg02*, que especialmente forma uma gigantesca cunha em forma de “V” aberto. Constitui um bloco morfológico-estrutural distinto do restante, visto os lineamentos estruturais ganharem uma forma mais retilínea em longos traçados tanto de orientação NE como NW, o que dá a paisagem morfológica um relevo mais uniforme e homogêneo com elevado processo de peneplanização. Nesse bloco a variável de composição química ganha destaque junto ao elemento estrutural tendo em vista constituir-se de uma rocha diferenciada da porção norte e suscetível, por sua constituição química, a uma maior ação dos processos intempéricos.

Nesse grande bloco a drenagem ganha um formato do tipo espinha de peixe, com seu eixo central encaixado nos lineamentos estruturais e com os contribuintes cortando a superfície pedológica da região em pauta.

Nesse conjunto, discerne-se que o fator preponderante nesse caso passa a ser a composição química de conformação da rocha, relegando para um nível secundário os elementos estruturais existentes no universo da Bacia do Paraná.

De maneira geral, toda a porção sudeste-leste da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo marcadas por cotas topográficas entre 350 e 600 metros, está constituída por rochas vulcânicas basálticas de composição mais ácida que o restante da área em estudo, tendo sido observados afloramentos com rochas variando entre dacitos a andesitos (avaliação macroscópica).

São observados, nessa porção, os diferentes níveis de derrame, com maior destaque para os níveis vesiculares que foram identificados em grande parte dos pontos de abordagem técnica. Nestes níveis verifica-se a existência tanto de pequenas vesículas preenchidas por quartzo ou zeolitas, como macro vesículas de conformação lenticular constituída por calcedônia, quartzo e ágata. A identificação de afloramentos de destaque com esses níveis de vesículas, ocorre na região de Guarani das Missões, Santo Augusto e Derrubadas.

A composição mineralógica da rocha é semelhante ao descrito por Wildner (*op cit*), em que se verifica rocha de coloração cinza-esverdeada e cinza-avermelhada quando sofrem processos de alteração. Possui uma granulação fina a média e, na avaliação macroscópica, identifica-se a existência de plagioclásio e quartzo, além de óxidos (Foto 3.3.7).

As estruturas reinantes são principalmente de fraturas por resfriamento que conformam blocos trapezoidais. Quando irregulares e em grande concentração, geram afloramentos do tipo cascalheiras, que por sinal é muito utilizado por administrações municipais locais para o uso na manutenção de estradas vicinais (Foto 3.3.8), criando uma coloração amarelo-avermelhada no entorno da rocha, situação esta definida pela intemperização do mineral piroxênio que compõem a rocha. O fraturamento horizontal também ocorre comumente nessa porção da bacia, contribuindo para o aceleração do processo intempérico no substrato rochoso (Foto 3.3.9), sendo identificados comumente, fraturas preenchidas por líquidos residuais; em análise macroscópica, geralmente quartzo e calcita.



Foto 3.3.7 - Amostra com coloração cinza-avermelhada decorrente dos processos de alteração no plagioclásio. Coletada na região de Guarani das Missões.

O conjunto acima descrito explica uma das partes do processo de formação pedológica da região, o que faz com que se observe espessas camadas de solo argiloso com intensa coloração avermelhada, e que é melhor detalhado no capítulo de solos.

A porção ocidental da bacia, definida como *Grupo Ksg03*, constituída pelas cidades de Horizontina, Tucunduva, Santo Cristo e Alecrim para citar os mais destacados, e que forma espacialmente um arco disposto paralelamente ao Rio Uruguai, possui uma ligeira semelhança com o bloco mais ao norte da bacia, diferenciando-se deste com relação ao fato dos lineamentos constituírem as toponímias da região além da drenagem, formando extensas linhas em forma de morros que perfazem uma configuração morfológica marcada por morros elevados e retilíneos do tipo Platôs.

Estão situadas num nível topográfico que varia entre 250 a 300 metros e na avaliação de campo denotam um caráter de heterogeneidade geológico-composicional e morfológico comparado com a monotonia e homogeneidade dos grupos anteriores.



Foto 3.3.8 - Afloramento de rocha ácida muito alterada, configurando uma área de cascalheira, município de Sede Nova.



Foto 3.3.9 - Elevado índice de alteração intempérica em afloramento com fraturamento horizontal, município de Guarani das Missões.

Em termos de composição mineralógica assemelha-se muito ao grupo *Ksg02*, constituindo-se de rochas com granulometria média de coloração cinza-esverdeada tão somente, sendo identificado macroscopicamente minerais de plagioclásio e óxidos.

Estruturalmente configuram-se nos padrões clássicos dos derrames vulcânicos, com disjunções horizontais e verticais além de horizontes vesiculares decimétricos a métricos, estes não tão constantes e intensos (identificado um afloramento apenas na região), constituídos por amígdalas de quartzo e zeolitas milimétricos a centimétricos, (Foto 3.3.10), mas sem ter sido identificada a presença de ágatas ou geódos de quartzo, um dos motivos que permitiu a separar essa porção em outro grupo. Por vezes observa-se a presença de veios constituídos por rocha andesítica muito vesiculada cortando perpendicularmente essa formação.



Foto 3.3.10 - Zona vesicular com amígdalas milimétricas a centimétricas, ao norte do Rio Amandáí.

As fraturas do tipo horizontal por resfriamento são comumente observados na quase totalidade dos afloramentos visitados, estando atrelados a essas ainda as disjunções verticais tão típicas dos derrames (Foto 3.3.11). Cabe ressaltar que não foi observada qualquer espécie de preenchimento por líquidos residuais entre as fraturas, um segundo elemento que o diferencia do grupo anterior.

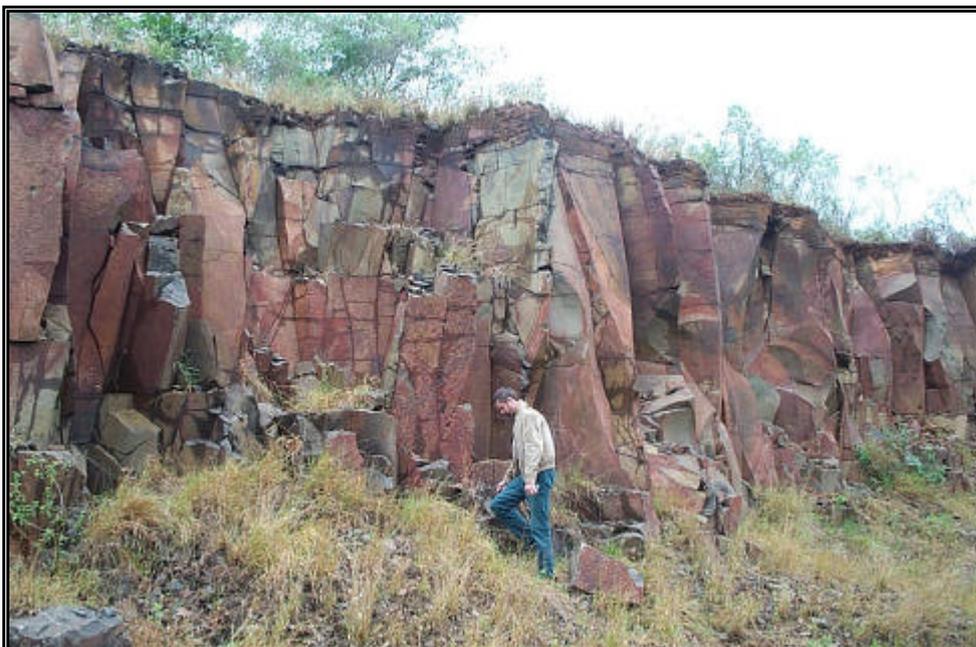


Foto 3.3.11 - Disjunção vertical entremeada por fraturas de resfriamento horizontal, município de Porto Lucena.

## **b) Contexto dos Depósitos Sedimentares**

No que trate de discussão sobre os elementos que compõem os depósitos sedimentares, deve-se destacar aqui, que no cômputo geral da região hidrográfica do projeto em pauta, perfazem um espaço horizontal de pequena proporção, ocupando principalmente as calhas dos rios da região.

São constituídos, principalmente, por sedimentos de granulometria que varia de argilas nas porções de baixa cota topográfica até areias grossas e cascalhos nas porções de cota topográfica mais elevada.

Em decorrência da composição pedológica da região, mais argilosa, a proporção de areia grossa é contrabalançada pela presença constante de argilas nos depósitos de margem destes rios, o que, por sinal, confere a esses principais rios uma coloração amarelo-avermelhada e turva, típico de muito material em suspensão.

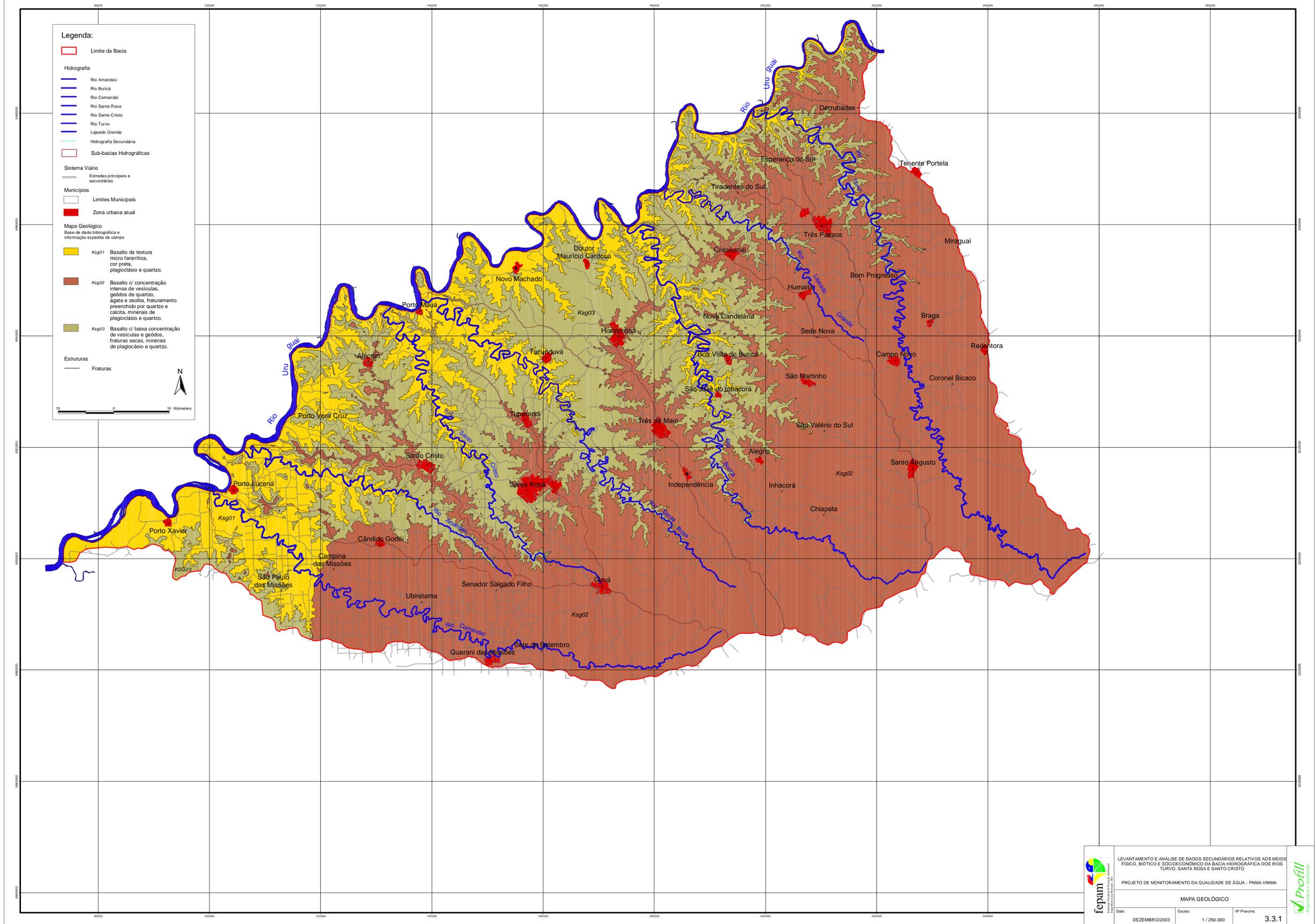
Esse contexto marca um comportamento geral nos mananciais hídricos que compõem a bacia hidrográfica, sempre conformando depósitos de granulometria grosseira próximo às cabeceiras e granulometria fina a média em locais próximos à jusante. No entanto, algumas variações singelas podem ser observadas ao longo do traçado destes rios.

Os mananciais com maior intensidade de meandricidade, quase angular, no caso os Rios Turvo, Buricá, Santa Rosa e Santo Cristo, possuem como predominância a exposição de blocos e lajeados em vários pontos ao longo de seu traçado, estando esses cursos d'água muito encaixados, formando paredes de morros que seguem em grande parte de seu comprimento total.

Essa característica faz com que se conforme depósitos de material mais grosseiro, como cascalhos e pequenos blocos com baixo índice de esfericidade, ou seja, sub-angulares, o que propicia a existência de várias pequenas corredeiras ao longo do leito. As margens mais planas que existem estão constituídas tanto de material aluvionar de espessura média a solos de várzea em pontos em que os vales estão mais abertos.

Seguindo a jusante, o comportamento não se altera muito, observando-se apenas uma abertura maior do vale e conseqüentemente, um aumento na espessura do depósito aluvionar, agora com maior quantidade de material argiloso.

Os demais mananciais configuram-se dentro do padrão clássico de depósitos aluvionares, pois se verifica a ocorrência de sedimentos de granulometria mais grossa, areia geralmente, nas porções de cabeceira, para depósitos espessos de sedimentos finos a médios nas porções de jusante, encontrando-se nessas, grande quantidade de material argiloso entremeado com matéria orgânica. Tal configuração destaca-se principalmente junto aos mananciais que compõem o bloco sudoeste da bacia hidrográfica, com os Rios Amandaí e Comandai como destaque.



### 3.3.3.3. Contexto do Extrativismo Mineral na Região da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo

No contexto da questão do extrativismo mineral ocorrente na região hidrográfica do Turvo, entende-se como necessária a busca de informação dessa atividade junto aos dois órgãos principais que tratam do licenciamento destas atividades no Estado, no caso o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM/MME, órgão de fomento ligado ao Governo Federal, e, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM, órgão de controle ambiental do Governo Estadual.

A pesquisa para os 55 municípios que compõem a Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, junto a estas Instituições ocorreu de duas maneiras: a) Junto ao DNPM foram verificados todos processos de solicitação de requerimentos para a execução de atividade mineral constantes no banco de dados do Departamento, independente do tipo de requerimento; b) junto a FEPAM foram pesquisados todos os processos de solicitação de licenciamento ambiental para exercer a atividade de extração mineral, independente da fase do licenciamento. As informações foram disponibilizadas tanto através do *site* na internet das Instituições, como pelo fornecimento de planilhas informativas geradas por banco de dados (como o da FEPAM). Para a visualização destes dados, apresenta-se abaixo uma seqüência de quadros resumo destes empreendimentos tanto da FEPAM como do DNPM (Quadro 3.3.3; 3.3.4 e 3.3.5).

Com relação ao universo diagnosticado, cabem algumas colocações relevantes ao contexto da bacia hidrográfica.

Como é comum para o restante do Estado, na região da bacia verifica-se uma preponderância de atividade extrativa de minerais para o uso imediato na construção civil, seguido logo após pela Água Mineral e do metal Cobre (este excepcionalmente) (Figura 3.3.4 e 3.3.5). Tal característica não causa questionamentos visto que tanto na região da bacia como no restante do Estado, não foi identificado um grande potencial geo-econômico para algum outro elemento mineral que não estes citados; devido principalmente à característica da geologia da região e do nível de detalhe da informação geológica existente hoje em dia.

Assim, a grande concentração de atividade extrativa ocorre principalmente nos municípios de maior população e maior envergadura econômica, tendo em vista o fato que o mineral usado diretamente na construção civil possui uma faixa de custo *versus* lucro muito estreita, decorrente principalmente de seu baixo valor de venda e, conseqüentemente, baixo valor agregado. Desta forma, a tendência natural das atividades extrativas deste tipo de recurso natural, é de situar-se o mais próximo possível do centro consumidor do produto, gerando desta forma grandes bolsões concentradores de atividades mineiras, geralmente próximos às cidades maiores.

Tal situação confirma-se para os municípios de Santa Rosa, Santo Ângelo, Ijuí e Três Passos, que juntas somam 526,37 ha de áreas requeridas junto ao DNPM para exercerem a atividade extrativa.

No entanto, um espaço deve ser dado aqui para uma colocação quanto ao trâmite de licenciamento junto a esses dois órgãos. Conforme pode ser observado nas tabelas abaixo, existe uma predominância marcante de atividades requeridas junto ao DNPM e algumas poucas junto a FEPAM. Tal discrepância se deve muito ao descompasso existente quanto aos prazos de licenciamento colocados junto aos documentos expedidos pelas instituições. Na FEPAM o documento de licença dura 01 ano e no DNPM pode variar desde 01 ano à *ad eternum* para o caso de Concessão de Lavra, e ainda, ao fato de que dependendo do tipo de requerimento solicitado no DNPM, tipo Autorização de Pesquisa sem Guia de Utilização, não existe a necessidade do requerente encaminhar o pedido junto à FEPAM.

Apesar desta diferenciação de trâmites burocráticos, se mantêm para as duas instituições, a predominância de requerimento ao licenciamento nas cidades acima apontadas, configurando desta forma pólos concentradores de mineração.

Dentro da lista constante na tabela abaixo, destacam-se algumas situações importantes de destaque, como a considerável quantidade de pleito ao licenciamento para água mineral existente junto ao DNPM; são 10 requerimentos no DNPM contra 06 junto a FEPAM, observando-se aqui uma defasagem de 40% da FEPAM em relação ao DNPM. Tal situação decorre principalmente de estarem ainda na fase de Pesquisa junto ao órgão Federal, e que, futuramente serão demandadas para o licenciamento junto ao órgão ambiental.

Outro fator importante trata do pleito a pesquisa para o mineral Cobre na região SO da bacia hidrográfica, perfazendo um total de 15825,0 ha de área requerida. Cabe destaque que são áreas requeridas no ano de 2001 para pesquisa mineral por uma empresa internacional de grande porte, não ocorrendo na região nenhuma atividade de extração do mineral Cobre.

Quadro 3.3.3 – Quadro síntese de minerações licenciadas no DNPM por município.

Município	Nro. Processo	Área	Mineral	Tipo de Requerimento
Alecrim	810664/2001	2000ha	Cobre	Autor. de Pesquisa
Alecrim	810665/2001	1950ha	Cobre	Autor. de Pesquisa
Alecrim	810666/2001	2000ha	Cobre	Autor. de Pesquisa
Cmpina das missões	810247/1979	2,59ha	Basalto	Registro de Licença
Cmpina das missões	810006/2001	30ha	Basalto	Registro de Licença
Campo Novo	810611/2001	2,82ha	Basalto	Registro de Licença
Cândido Godói	810232/1997	9,99ha	Basalto	Registro de Licença
Catuípe	810096/1998	2,25ha	Basalto	Registro de Licença
Cerro Largo	810110/1983	12ha	Basalto	Registro de Licença
Cerro Largo	810211/1991	01ha	Basalto	Registro de Licença
Cerro Largo	810385/1985	49,98ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Chiapeta	810336/1998	5,15ha	Basalto	Registro de Licença
Condor	810047/1993	883,4	Basalto	Autorização Pesquisa
Condor	810456/1998	5,73ha	Arenito	Registro de Licença
Condor	810402/1999	ñ	Basalto	Registro de Licença
Giruá	810617/1996	46,68ha	Argila	Registro de Licença
Giruá	810618/1996	15ha	Argila	Registro de Licença
Guarani das Missões	6985/1944	7,5ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Horizontina	810472/1998	5ha	Basalto	Registro de Licença
Horizontina	810331/1999	3,66ha	Basalto	Registro de Licença
Horizontina	810332/1999	2,56ha	Basalto	Registro de Licença
Horizontina	810544/2001	4,31	Basalto	Registro de Extração
Humaitá	810316/2003	0,29ha	Rocha Carbonática	Registro de Licença
Independência	810226/1998	3ha	Basalto	Registro de Licença
Ijuí	892/1940	ñ	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Ijuí	810484/1981	19,29ha	Basalto	Registro de Licença
Ijuí	810022/1990	50,0ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Ijuí	810459/1990	12,17ha	Basalto	Registro de Licença
Ijuí	810548/1998	2,62ha	Basalto	Registro de Licença
Ijuí	810033/2000	49,0ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Palmeira das Missões	810271/1998	5,0ha	Areia	Registro de Licença
Palmeira das Missões	810045/1999	6,92ha	Basalto	Registro de Licença
Palmeira das Missões	810226/2002	5,0ha	Areia	Registro de Licença
Porto Lucena	810105/1996	13,0ha	Basalto	Registro de Licença
Porto Lucena	810324/2002	49,0ha	Basalto	Autorização de Pesquisa
Porto Mauá	810665/2001	1950,0ha	Cobre	Autorização de Pesquisa
Porto Mauá	810666/2001	2000,0ha	Cobre	Autorização de Pesquisa
Porto Mauá	810332/2002	2,0ha	Cascalho	Registro de Licença
Porto Xavier	810092/1997	1,74ha	Saibro	Registro de Licença
Porto Xavier	810256/2000	925,0ha	Cobre	Autorização de Pesquisa
Roque Gonzáles	810956/1996	4,0ha	Basalto	Registro de Licença
Roque Gonzáles	810550/1998	9,0ha	Basalto	Registro de Licença
Santo Ângelo	810022/1998	3,0ha	Basalto	Registro de Licença
Santo Ângelo	810096/1992	12,0ha	Basalto	Registro da Licença
Santo Ângelo	810095/1998	10,0ha	Basalto	Registro de Licença
Santo Ângelo	810149/1998	30,0ha	Basalto	Registro de Licença
Santo Ângelo	810580/1998	7,72ha	Areia	Registro de Licença
Santo Ângelo	810581/1998	9,52ha	Areia	Registro de Licença
Santo Ângelo	810582/1998	7,34	Areia	Registro de Licença
Santo Ângelo	810144/2001	49,0ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Santo Ângelo	810925/2002	4	Basalto	Registro de Licença

Quadro 3.3.3 – Quadro síntese de minerações licenciadas no DNPM por município (continuação).

Município	Nro. Processo	Área	Mineral	Tipo de Requerimento
Santa Rosa	810321/1979	12,64ha	Basalto	Registro de Licença
Santa Rosa	810384/1985	49,98ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Santa Rosa	810086/1993	49,98ha	Basalto	Autorização de Pesquisa
Santa Rosa	810165/1993	15,1ha	Basalto	Registro de Licença
Santa Rosa	810095/1996	4,95ha	Basalto	Registro de Licença
Santa Rosa	810612/1996	2,25ha	Argila	Registro de Licença
Santa Rosa	810613/1996	9,41ha	Argila	Registro de Licença
Santa Rosa	810614/1996	49,38ha	Argila	Registro de Licença
Santa Rosa	810615/1996	8,0ha	Argila	Registro de Licença
Santa Rosa	810583/1998	49,98ha	Basalto	Autorização de Pesquisa
Santa Rosa	810447/2001	1,01ha	Argila	Registro de Licença
Santa Rosa	810448/2001	11,94ha	Basalto	Registro de Licença
Santa Rosa	810135/2002	49,98ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Santo Augusto	810101/1996	49,0ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Santo Augusto	810333/1999	1,16ha	Basalto	Registro de Licença
Santo Cristo	810046/1995	10,0ha	Basalto	Autorização de Pesquisa
Santo Cristo	810664/2001	2000,0ha	Cobre	Autorização de Pesquisa
São José do Inhacorá	810106/2003	0,75ha	Saibro	Registro de Licença
São Martinho	810788/2002	8,0ha	Basalto	Registro de Licença
São Paulo das Missões	810170/1997	ñ	Basalto	Registro de Licença
São Paulo das Missões	810240/2000	49,75ha	Basalto	Autorização de Pesquisa
São Paulo das Missões	810301/2001	6,0ha	Basalto	Registro de Licença
Sete de Setembro	810326/2000	50,0ha	Água Mineral	Autorização de Pesquisa
Tenente Portela	810155/1994	2,08ha	Basalto	Registro de Licença
Tenente Portela	810632/1998	1000,0ha	Cobre	Autorização de Pesquisa
Tenente Portela	810157/2002	2,0ha	Basalto	Registro de Licença
Tiradentes do Sul	810388/2000	0,45ha	Basalto	Registro de Licença
Tiradentes do Sul	810389/2000	3,0ha	Basalto	Registro de Licença
Tiradentes do Sul	810462/2000	2,64ha	Basalto	Registro de Licença
Três Passos	811593/1995	ñ	Basalto	Autorização de Pesquisa
Três Passos	811647/1995	6,52	Basalto	Registro de Licença
Três Passos	810651/2001	4,83	Basalto	Registro de Licença
Três Passos	810308/2003	0,36	Saibro	Registro de Licença
Tucunduva	810092/1992	4,04ha	Basalto	Registro de Licença
Tucunduva	810616/1996	4,09ha	Argila	Registro de Licença
Tucunduva	810344/2003	16,0ha	Basalto	Registro de Licença
Tuparendi	810619/1996	3,36ha	Argila	Registro de Licença
Tuparendi	810665/2001	1950,0ha	Cobre	Autorização de Pesquisa
Tuparendi	810666/2001	2000,0ha	Cobre	Autorização de Pesquisa
Tuparendi	810107/2003	2,0ha	Saibro	Registro de Licença
Tuparendi	810108/2003	2,0ha	Saibro	Registro de Licença

Quadro 3.3.4 - Síntese de minerações com pedidos de licenciamento junto à FEPAM, sem documento licenciatório.

Município	Quantidade/Tipo de Minério	Status
Alecrim	01 Cascalho	Em andamento
Alegria	01 Basalto	Em andamento
Campina das Missões	02 Basalto 01 Saibro	Em andamento
Campo Novo	01 Basalto	Em andamento
Cândido Godói	01 Basalto	Em andamento
Catuípe	01 Basalto 01 Saibro	Em andamento
Cerro Largo	05 Basalto 02 Água Mineral	Em andamento
Chiapeta	01 Basalto	Em andamento
Condor	01 Basalto 01 Arenito	Em andamento
Coronel Bicaco	01 Cascalho 01 Saibro	Em andamento
Crissiumal	05 Basalto	Em andamento
Dr. Maurício Cardoso	02 Basalto	Em andamento
Giruá	01 Saibro	Em andamento
Horizontina	01 Basalto	Em andamento
Ijuí	03 Água Mineral 02 Basalto 01 Argila	Em andamento
Independência	01 Argila	Em andamento
Palmeira das Missões	01 Areia	Em andamento
Pirapó	01 Basalto	Em andamento
Porto Mauá	01 Cascalho 01 Saibro	Em andamento
Porto Xavier	01 Cascalho 01 Argila 01 Basalto	Em andamento
Santa Rosa	12 Basalto 12 Argila 01 Água Mineral	Em andamento
Santo Ângelo	06 Basalto	Em andamento
Santo Cristo	02 Basalto	Em andamento
São José do Inhacorá	01 Basalto	Em andamento
São Martinho	01 Basalto	Em andamento
São Paulo das Missões	01 Basalto	Em andamento
Tenente Portela	05 Basalto	Em andamento
Três de Maio	06 Basalto 05 Argila	Em andamento
Três Passos	02 Basalto 01 Saibro	Em andamento
Tuparendi	02 Cascalho 01 Argila	Em andamento
Total	30 61 Basalto 06 Cascalho 06 Saibro 01 Arenito 06 Água Mineral 21 Argila 01 Areia	

Quadro 3.3.5 - Síntese de minerações com pedidos de licenciamento junto a FEPAM, com documento licenciatório.

Município		Quantidade/Tipo de Minério	Status/ Data de Validade
Cerro Largo		01 Basalto	Licença de Operação 20/02/2004
Roque Gonzáles		01 Basalto	Licença de Operação 06/11/2003
Santa Rosa		01 Basalto	Licença de Operação 07/11/2003
Tiradentes do Sul		01 Basalto	Licença de Operação 25/10/2003
Total	04	04 Basalto	04 LO

Tanto no trâmite de processos no órgão Federal como no órgão Estadual, a predominância de requerimentos é para o mineral basalto somando acima de 50% nas duas instituições (Figura 3.3.4 e 3.3.5). O cenário está estreitamente relacionado à necessidade da rocha britada em diferentes granulometrias para ser aplicado diretamente em estradas e rodovias da região, como ainda, para o uso na construção de edificações tanto pelo poder público como pela iniciativa privada.

Ainda dentro do ramo da construção civil, observa-se considerável consumo de argila, saibro e areia para serem aplicados nas atividades acima descritas, os quais somam mais de 16% de requerimentos no órgão federal e acima de 26% no órgão Estadual. Tal discrepância está muito relacionada ao prazo de validade do documento licenciatório nas duas instituições, que segue geralmente em 1 ano, e do elevado índice de encerramento destas atividades, visto o fato de terem baixíssimo potencial de rendimento no processo de venda do produto e de estarem mais estreitamente relacionados as sazonalidades do mercado.

Um item de extrema importância diagnosticado nas informações oriundas do banco de dados do órgão ambiental, trata da questão do número irrisório de empreendimentos com documento licenciatório expedido pela instituição; são apenas 04 licenças de operação para extração de basalto (Quadro 3.3.5). Tal informação caracteriza bem a demanda acumulada existente tanto na FEPAM com relação a seus processos de licenciamento ambiental, como ainda pela demanda acumulada junto ao DNPM, que passará obrigatoriamente pelo trâmite do licenciamento ambiental.

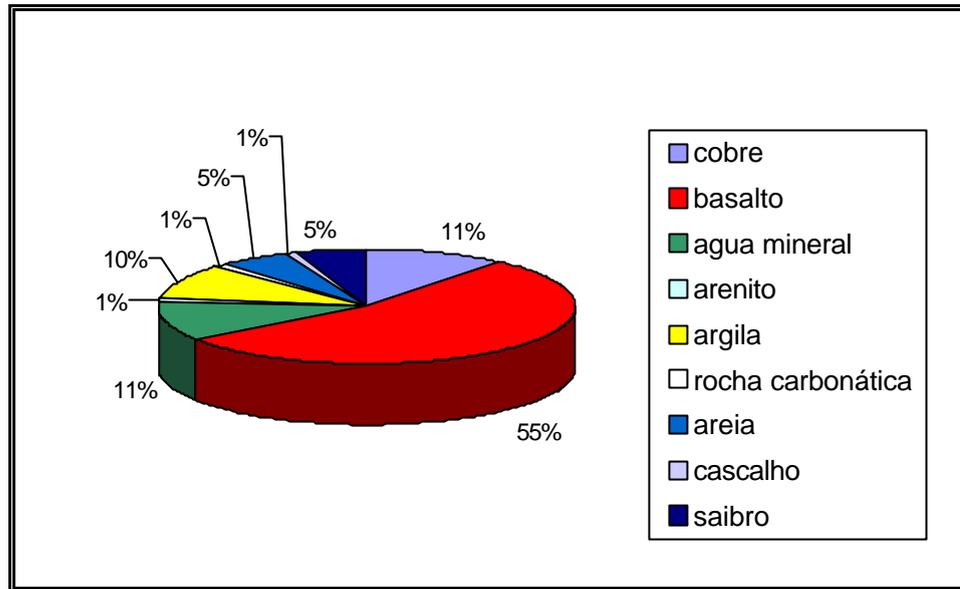


Figura 3.3.4 - Relação percentual de requerimento mineral junto ao DNPM.

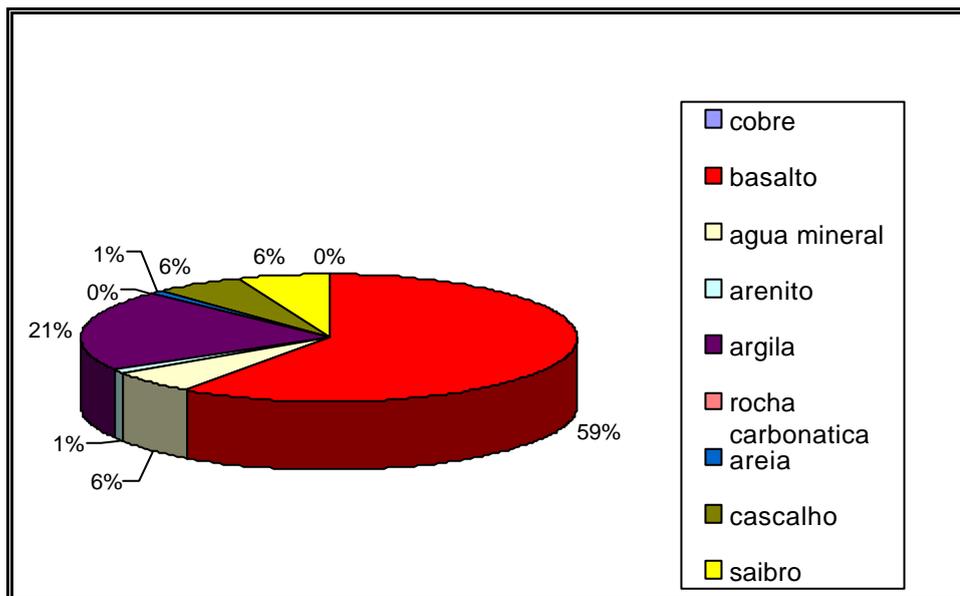


Figura 3.3.5 - Relação percentual de requerimento de licenciamento junto à FEPAM (sem documento licenciatório expedido).

Como já apontado em item acima descrito, verifica-se uma tendência a uma concentração de atividade mineira junto a núcleos urbanos importantes na região, e que na distribuição geográfica nas bacias do diagnóstico, confirma-se uma concentração nos municípios de maior população da região, conforme se verifica nas figuras 3.3.6 a 3.3.10, contexto esse fortemente vinculado as grandes demandas por minério para uso direto na construção civil que crescem conforme o município possua maior população, ou que esse esteja próximo a um núcleo de municípios de grande população, e ainda, que esteja relacionado com alguma obra de pavimentação na região.

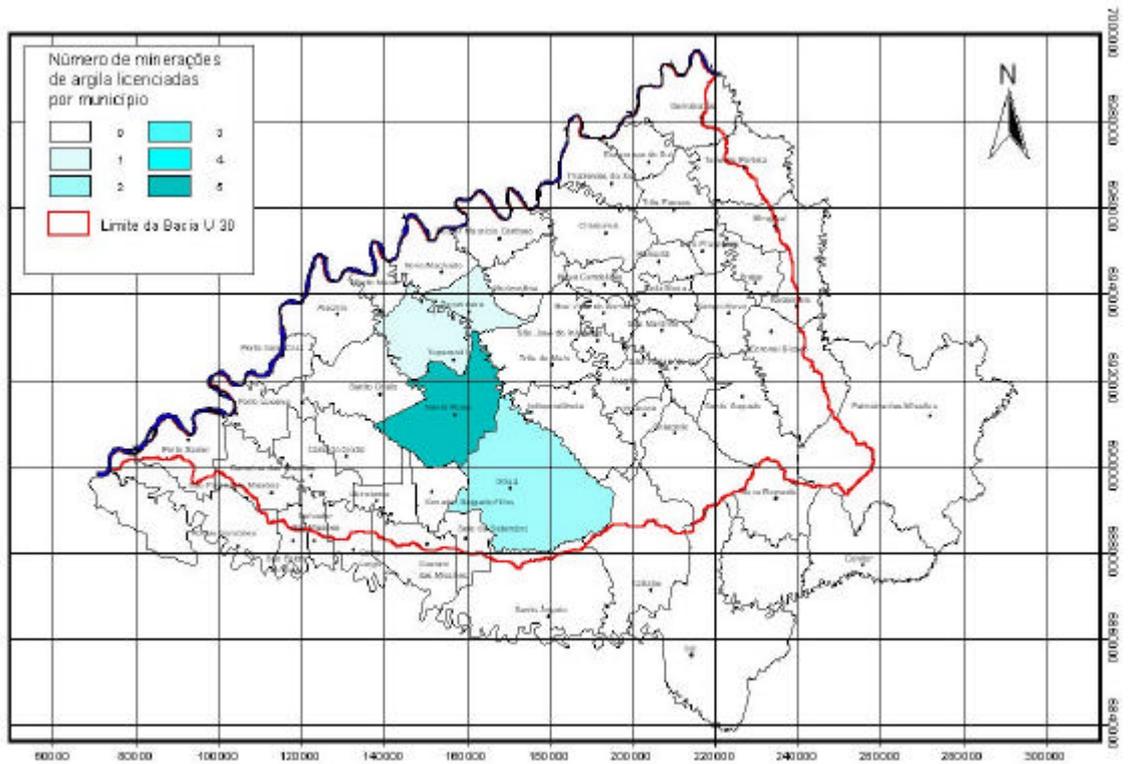


Figura 3.3.6 – Minerações de argila licenciadas por município

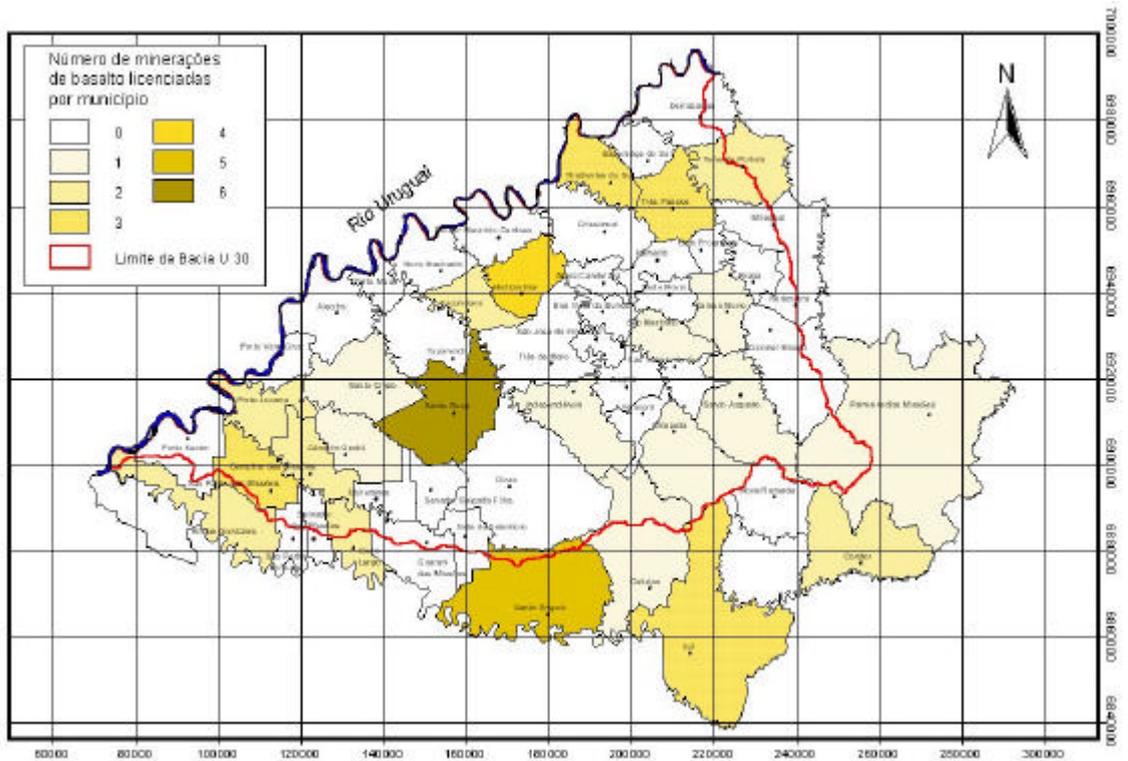


Figura 3.3.7 – Minerações de basalto licenciadas por município

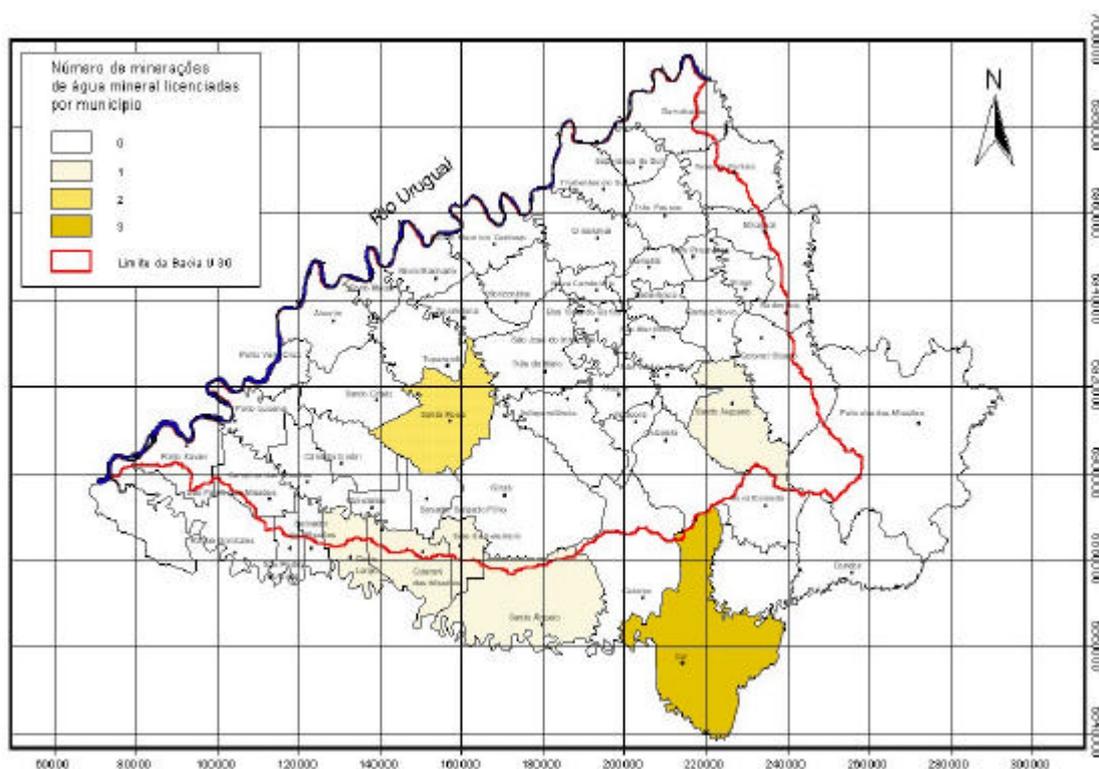


Figura 3.3.8 – Minerações de água mineral licenciadas por município

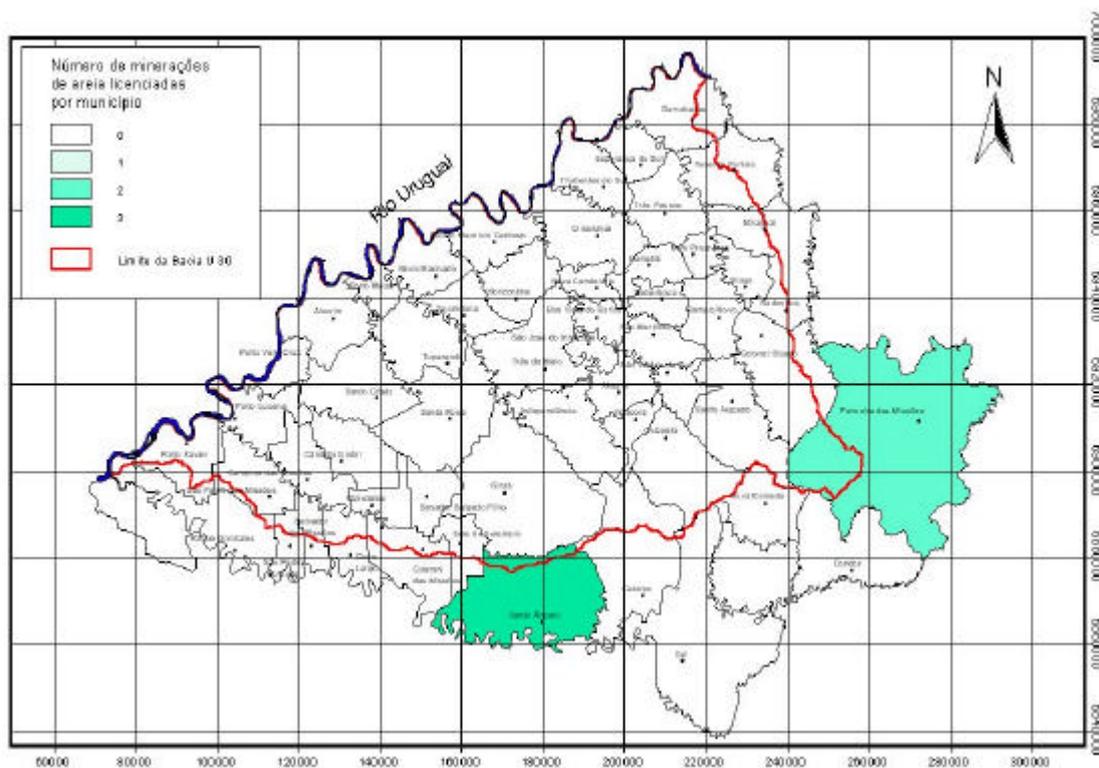


Figura 3.3.8 – Minerações de areia licenciadas por município

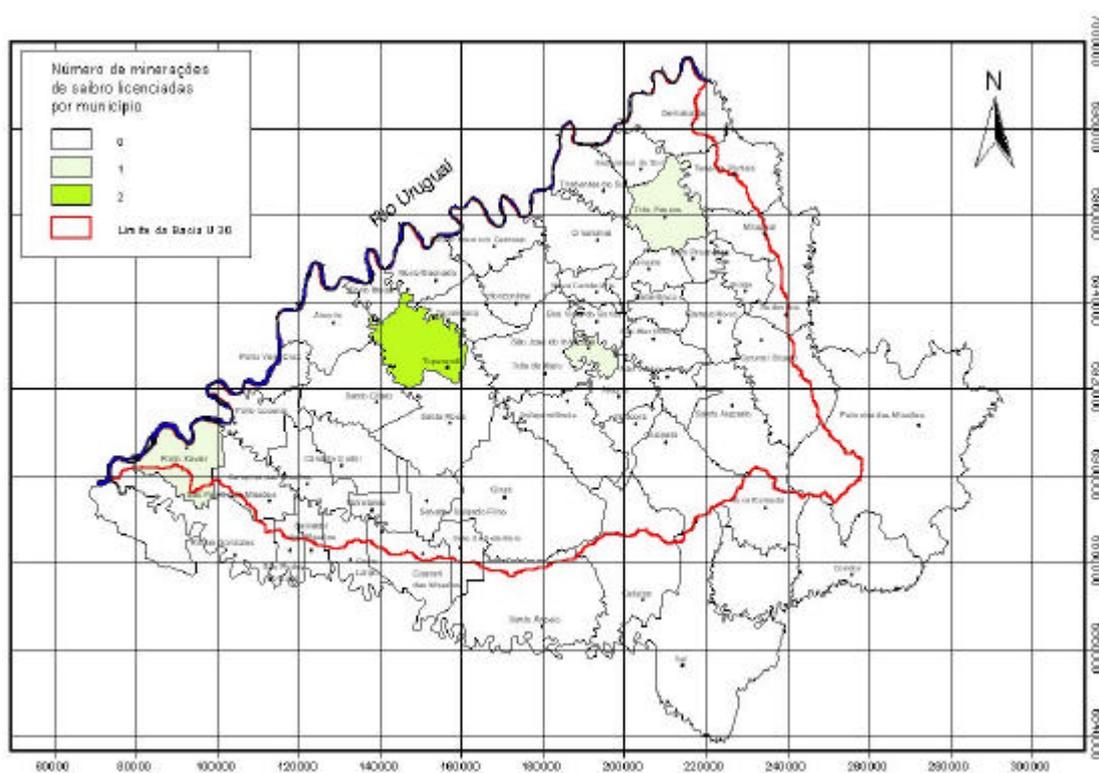


Figura 3.3.10 – Minerações de saibro licenciadas por município

### 3.3.4. Síntese Conclusiva

Observa-se, nesse pequeno espaço territorial ocupado pela bacia hidrográfica do projeto, dentro do macro espaço geológico da Bacia do Paraná, uma variação de comportamento geológico muito semelhante ao que já foi apontado por Peate (*op cit*), ou seja, uma mudança de litologia em diferentes níveis estratigráficos, o que induz a existência de composições litológicas diferentes em profundidades e horizontes diferenciados dentro das variações de cotas topográficas.

Os afloramentos de rocha verificados em toda a porção leste, sudeste e sul da bacia hidrográfica, mostraram exemplares constituídos de uma química mais ácida, sendo constante a presença de zonas vesiculares preenchidas por quartzo, zeólita e ágatas. Estruturam-se em formas geométricas que variam de arredondadas até lenticulares, formando bandas lineares, o que demonstra um elevado grau de presença de fluidos do líquido magmático.

A composição mineralógica é muito similar a descrita por Wildner (*op cit*), identificando-se amostras “sãs” com minerais de placioclásio e quartzo, além de óxidos. Permeando estas formações, identificam-se ainda, fraturas preenchidas por quartzo e calcita.

Tal cenário indica um ambiente com extrusão de um líquido magmático com muito material silicoso, com muita água em sua composição, ou seja, um processo de extravasamento de lava com uma composição química mais ácida. Todas essas identificações foram feitas em regiões com as cotas topográficas mais elevadas do geral da bacia hidrográfica, entre 350 e 600 metros. Formam, portanto, todo o *bloco Ksg02* discutido acima no texto, podendo ser definido com base em literatura, como Unidade Paranapanema.

Seguindo a lógica acima exposta, confirma-se uma variação composicional e estrutural quando descemos para cotas topográficas menores, entre 250 e 300 metros, onde, em termos de composição mineralógica verifica-se uma certa semelhança com o bloco anterior, mas que nessa região já não se observa a proeminência de zonas vesiculares, muito menos fraturas preenchidas por elementos residuais. Tal situação levou-nos a separação destas rochas em outro grupo, com o número *Ksg03*.

Por fim, identifica-se uma variação de composição mineralógica e estrutural de relevante destaque nas regiões de base dos principais mananciais da bacia hidrográfica, os quais formam os lajeados constantes nos leitos. São basaltos de textura muito fina de cor preta, sendo identificados cristais ripiformes de plagioclásio em meio a matriz, o que condiz com a informação de Wildner (*op cit*) definindo-o como Fácies Pitanga (ou Unidade Pitanga), e que neste diagnóstico os denominamos como grupo *Ksg01*.

São identificadas, nesse grupo, estruturas de disjunção vertical com orientação NE e NW, relacionadas ao processo de resfriamento da lava. Ocupam as cotas topográficas menores da bacia hidrográfica, entre 100 e 200 metros.

Toda essa configuração geológica está muito influenciada pelos fatores estruturais reinantes por todo o espaço da bacia hidrográfica, os quais formam verdadeiros enxames de fraturas regionais com orientação predominante para o NE e ainda, em menor proporção, mas que senão em quantidades consideráveis, para o NW.

Com relação a essa característica tectônica, ganha um caráter de grande relevância a existência de uma seqüência de mega lineamentos de orientação NE na parte mais ocidental da bacia hidrográfica, em específico seguindo um traçado da região de Porto Xavier até próximo a Crissiumal (Prancha 3.3.1). Formam grandes e contínuas estruturas marcadas principalmente por drenagens existentes nessa porção da bacia. Posicionam-se paralelamente até ao lado da Argentina, inclusive com o Rio Uruguai estando encaixado numa dessas gigantescas suturas.

Esse cenário pode ter sido peça importante no contexto configurativo da disposição das litologias e da conformação da geomorfologia da bacia, visto o fato que se observa uma diminuição homogênea das cotas topográficas em direção ao Rio Uruguai e no comportamento do relevo que varia de suave-plano nas cotas mais altas até a acidentado-plano nas cotas baixas. O fato de observar-se diferença de litologias em três compartimentos desde as cotas mais altas reforça o caráter proeminente de uma participação importante do evento tectônico na conformação final das lito-estruturas existentes na região.

É predominante a ocupação destas fraturas pelo fluxo de vários mananciais hídricos que vão de drenagens sazonais até o leito de rios de destaque como o Rio Turvo, além das outras principais sub-bacias que conformam a bacia, as quais estão encaixadas em mega lineamentos com orientação NW, e que seguem o traçado estrutural em seqüência retilínea para o lado da Argentina.

Além desse fator de preenchimento superficial (manancial hídrico); na questão geológica, verifica-se a existência de fraturas com preenchimento de material com composição química diferente da rocha hospedeira, como o observado na região de Derrubadas, onde a ação do tectonismo ocorrente durante o período de consolidação dos derrames deixou marcas de considerável expressividade no cenário final da bacia hidrográfica, como o do preenchimento por um líquido mais ácido em rocha de composição mais intermediária.

A soma desses fatores permitiu a geração de um mapa geológico expedito (Prancha 3.3.1), em que as litologias foram divididas em 03 grupos, a partir de critérios lito-estruturais.

A metodologia empregada consistiu em: (i) no primeiro momento dividir o mapa de acordo com o padrão morfológico do terreno e das drenagens (unidades em função das cotas topográficas); (ii) no segundo momento, após as verificações de campo, foram inseridas as informações das litologias.