

5.3. LANÇAMENTO DE EFLUENTES

5.3.1. Introdução

O consumo de água pelos vários setores da sociedade atual traz consigo uma outra demanda de água ligada à diluição dos efluentes gerados.

Grande parte da água retirada dos mananciais para consumo retorna aos corpos d'água com características distintas das originais. Essas águas apresentam suas características originais alteradas em função da presença de matéria orgânica e inorgânica, sólidos e microrganismos.

Dependendo do uso que é dado à água, o efluente gerado pode ser caracterizado conforme a carga poluidora predominante. Assim as águas provenientes do abastecimento doméstico, os efluentes domésticos, apresentam predominância de carga orgânica, medida em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); as águas utilizadas na indústria retornam com cargas que podem ser predominantemente orgânicas, como as da indústria alimentícia, ou inorgânicas, como os metais das galvanoplastias. Outra fonte de efluentes, esta não ligada ao consumo prévio de água, são os resíduos sólidos urbanos que, ao passarem pelo processo de decomposição, produzem uma carga poluente predominantemente orgânica de alto potencial poluidor. A agropecuária também constitui uma fonte de poluição, pois os resíduos gerados no manejo dos rebanhos apresentam também elevada carga orgânica. Os efluentes da agropecuária diferenciam-se dos demais anteriormente citados por apresentar uma distribuição difusa nas áreas rurais da bacia hidrográfica.

Todos esses efluentes ao serem lançados nos cursos d'água superficiais alteram as condições naturais desses. A presença de um alto teor de matéria orgânica, por exemplo, pode induzir à completa extinção de oxigênio da água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Sob o ponto de vista sanitário, um elevado valor de DBO pode indicar um incremento na micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis. Os sólidos presentes em alguns tipos de efluentes podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos aos peixes, ou também danificar os leitos de desova de peixes, podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo a decomposição anaeróbia.

Dessa forma, os efluentes lançados nos corpos d'água representam uma demanda de água para seu transporte e depuração. Essa demanda está ligada à carga poluidora e às condições do corpo receptor, especialmente à concentração de oxigênio dissolvido na água.

5.3.2. Indicações Metodológicas

A avaliação das cargas poluidoras provenientes do **esgotamento sanitário** foi realizada com base nos dados de população urbana e de situação de saneamento de esgotos nos domicílios urbanos. A carga orgânica que efetivamente chega aos cursos d'água foi estimada a partir de contribuições *per capita* características de esgoto doméstico bruto corrigida por fatores de redução de acordo com a classe de afastamento/tratamento dos esgotos.

A estimativa das cargas poluidoras decorrentes da degradação dos **resíduos sólidos urbanos** foi realizada sobre a população urbana dos municípios considerada a taxa de geração *per capita* de 0,5 Kg/hab.dia. Nesta estimativa, levou-se em consideração os diferentes tipos de destinação/tratamento dados aos resíduos por cada município através da consideração de percentuais de redução da carga conforme destinação/tratamento realizado.

Para quantificar o uso de água para a diluição de efluentes da **pecuária**, foram observados índices de contribuição *per capita* de carga orgânica por tipo de rebanho, segundo diferentes referências bibliográficas. Esses índices de contribuição foram aplicados sobre os efetivos dos principais rebanhos existentes na Bacia U 30, identificados anteriormente na caracterização socioeconômica, conforme dados da pesquisa pecuária municipal do IBGE (2001). A distribuição espacial dos animais foi considerada uniforme dentro dos limites de cada município, de modo que nos casos em que os municípios se estendem por mais de uma sub-bacia, estes rebanhos foram distribuídos conforme o percentual correspondente à área municipal.

A estimativa da carga poluidora representada pelos **efluentes industriais** foi realizada a partir da caracterização das atividades industriais ocorrentes na Bacia U 30 constantes no banco de dados da FEPAM. Para cada atividade foram utilizadas concentrações características de DBO, Cromo, Ferro e Níquel. Também foram utilizadas vazões de efluente, características de cada tipo de atividade industrial ocorrente na região em estudo, o estudo de referência foi o "Diagnóstico das Cargas Poluidoras no Estado do Rio Grande do Sul" (FEPAM/GTZ, 2001).

5.3.3. Lançamento de efluentes domésticos

5.3.3.1. Quantificação da carga poluidora

Para estimativa da carga poluidora proveniente dos efluentes domésticos, foi considerada a população da zona urbana dos municípios de cada sub-bacia, tendo em vista que a contribuição dessa parte da população representa a transposição direta das cargas para os cursos d'água.

A população rural não foi considerada nesta quantificação porque os efluentes gerados na zona rural apresentam distribuição bastante difusa, decorrente da baixa densidade demográfica dessas zonas, configurando mais uma contaminação pontual do solo do que propriamente dos recursos hídricos.

A população contribuinte foi separada, percentualmente, de acordo com os dados de tipo de tratamento de esgoto por domicílio apresentado pelo IBGE.

Os dados de população foram obtidos do Censo Demográfico (IBGE, 2000) e não foi realizada a projeção da população pois as taxas de crescimento médio anual verificado para o período 1991-2000 (FEE, 2001) apontam taxas negativas para 42 municípios da bacia e taxas positivas para apenas 13 municípios, conforme apresentado na caracterização socioeconômica (Atividade 01.02.03.05.01 – Cap. 3.6, figura 3.6.8). O crescimento da população total da bacia hidrográfica, inferior a 1% ao ano desde os anos 70, caracteriza a bacia como área de fluxos de saída do meio rural.

Sendo que somente os efluentes domésticos gerados na zona urbana contribuem significativamente como carga poluidora para os cursos d'água superficiais, os municípios cuja sede se localiza totalmente fora da Bacia U30 foram desconsiderados na quantificação destas cargas. Os municípios não incluídos são: Catuípe, Cerro Largo, Condor, Ijuí, Nova Ramada, Palmeira das Missões, Roque Gonzalez, Salvador das Missões, Santo Ângelo e São Pedro do Butiá.

As cargas poluidoras que aportam aos cursos d'água foram quantificadas também por sub-bacia, sendo que os municípios cuja sede se localiza no divisor de águas entre as bacias hidrográficas U 30 e U 20 foram contabilizados na Sub-bacia do Rio Turvo. Para os municípios cuja zona urbana está dividida entre duas ou mais sub-bacias, as cargas poluidoras foram separadas por sub-bacia. Nesses casos, a contribuição do município para cada sub-bacia de que este faz parte foi ponderada pelo percentual da área urbana inserido em cada sub-bacia.

Para cálculo das cargas orgânicas (DBO), foram consideradas as taxas *per capita* de geração, característica de esgoto doméstico bruto, de 54 g DBO/hab.dia. Através da aplicação de fatores de redução sobre as cargas

orgânicas brutas, foram estimadas as cargas que realmente alcançam os cursos d'água superficiais. Os fatores de redução aplicados estão relacionados ao tipo de tratamento/afastamento dos efluentes apresentados pelo IBGE (quadro 5.3.1).

Quadro 5.3.1 – Fatores de redução de carga orgânica (DBO)

Parâmetro	Classes	Fator de redução*	Classes de tratamento/afastamento consideradas (IBGE)
DBO₅²⁰	Populações ligadas à rede geral (canalizações mistas)	0,5	• rede geral de esgoto ou pluvial; • rio lago ou mar; • outro escoadouro.
DBO₅²⁰	Populações atendidas por fossa séptica (sistema decantação/infiltração)	0,85	• fossa séptica; • fossa rudimentar; • vala; • não tinham banheiro nem sanitário.

* Fonte: FEPAM/FAURGS (2003)

As cargas de sólidos em suspensão (SS) foram estimadas considerando-se uma contribuição *per capita* remanescente de 49 g SS/hab.dia.

A contaminação de um corpo d'água por microrganismos potencialmente patogênicos é medida indiretamente pela presença de organismos coliformes, característicos de esgotos domésticos. Para estimar a poluição decorrente desses microrganismos considerou-se uma contribuição *per capita* remanescente de 625 NMP/hab.dia decorrente de uma vazão *per capita* de contribuição de 160 L/hab.dia com uma concentração remanescente de 10⁸ NMP/100 ml, característica de esgotos sanitários.

O quadro 5.3.2 apresenta, por sub-bacia, as cargas poluidoras provenientes do esgotamento sanitário. As figuras 5.3.1 a 5.3.3 apresentam a contribuição total, por sub-bacia, de cada um dos parâmetros poluidores do esgoto sanitário.

Quadro 5.3.2 – Cargas poluidoras provenientes do esgotamento sanitário

Sub-bacia	Carga orgânica bruta (ton DBO/ano)	Carga orgânica remanescente (ton DBO/ano)	Carga de sólidos suspensos (ton SS/ano)	Contribuição de Coliformes (NMP coliformes/ano)
Rio Turvo	758,30	120,84	697,13	24.361.587,50
Lajeado Grande	666,63	110,61	297,47	10.395.387,50
Rio Buricá	327,83	53,19	604,91	21.138.818,75
Rio Santa Rosa	586,27	106,24	531,98	18.590.343,75
Rio Santo Cristo	1.241,11	312,83	1.126,20	39.355.431,25
Rio Amandaú	17,67	3,46	16,03	560.312,50
Rio Comandaí	341,25	69,78	301,18	10.820.987,50
Outras sub-bacias	588,02	118,18	533,57	18.645.887,50
Total	4.527,08	895,14	4.108,47	143.868.756,25

A avaliação do quadro 4.3.2 indica que a maior quantidade total de carga poluidora gerada por esgoto doméstico está na sub-bacia do rio Santo Cristo, tanto para sólidos suspensos, quanto para DBO e NMP Coliformes. A situação torna-se comprovadamente desfavorável, para a sub-bacia do rio Santo Cristo se for observado o quadro 5.3.3, que aponta também a maior concentração de cargas poluidoras por área para a sub-bacia. Esta situação, pode ser explicada pela presença da sede urbana de Santa Rosa, com uma população contribuinte de 50.355 habitantes (praticamente 13% da população da bacia U 30), sem sistema de esgotamento e tratamento dos efluentes sanitários.

Quadro 5.3.3 – Concentração das cargas poluidoras na bacia U 30

Sub-bacia	Área (km²)	DBO (ton DBO /ha/ano)	Sólidos Suspensos (ton SS /ha/ano)	Coliformes (NMP coliformes/ha/ano)
Rio Turvo	1.878,61	6,4324	37,1088	1.296.788
Lajeado Grande	525,38	21,0533	56,6200	1.978.642
Rio Buricá	2.355,24	2,2584	25,6836	897.523
Rio Santa Rosa	1.399,59	7,5908	38,0097	1.328.271
Rio Santo Cristo	898,10	34,8324	125,3981	4.382.077
Rio Amandaú	541,44	0,6390	2,9606	103.486
Rio Comandaí	1.431,52	4,8745	21,0392	755.909
Outras sub-bacias	1.726,87	6,8436	30,8981	1.079.751
Total	10.756,75	8,3217	38,1943	1.337.474

A sub-bacia que apresenta as menores concentrações de carga poluidora em ton/ha/ano é a sub-bacia do rio Amandaú. Neste caso, embora conte com a presença total ou parcial de sete sedes urbanas (Sete de Setembro, Guarani das Missões, Senador Salgado Filho, Ubiretama, Campina das Missões, São Paulo das Missões e Cândido Godói), são constituídas de pequenas populações contribuintes.

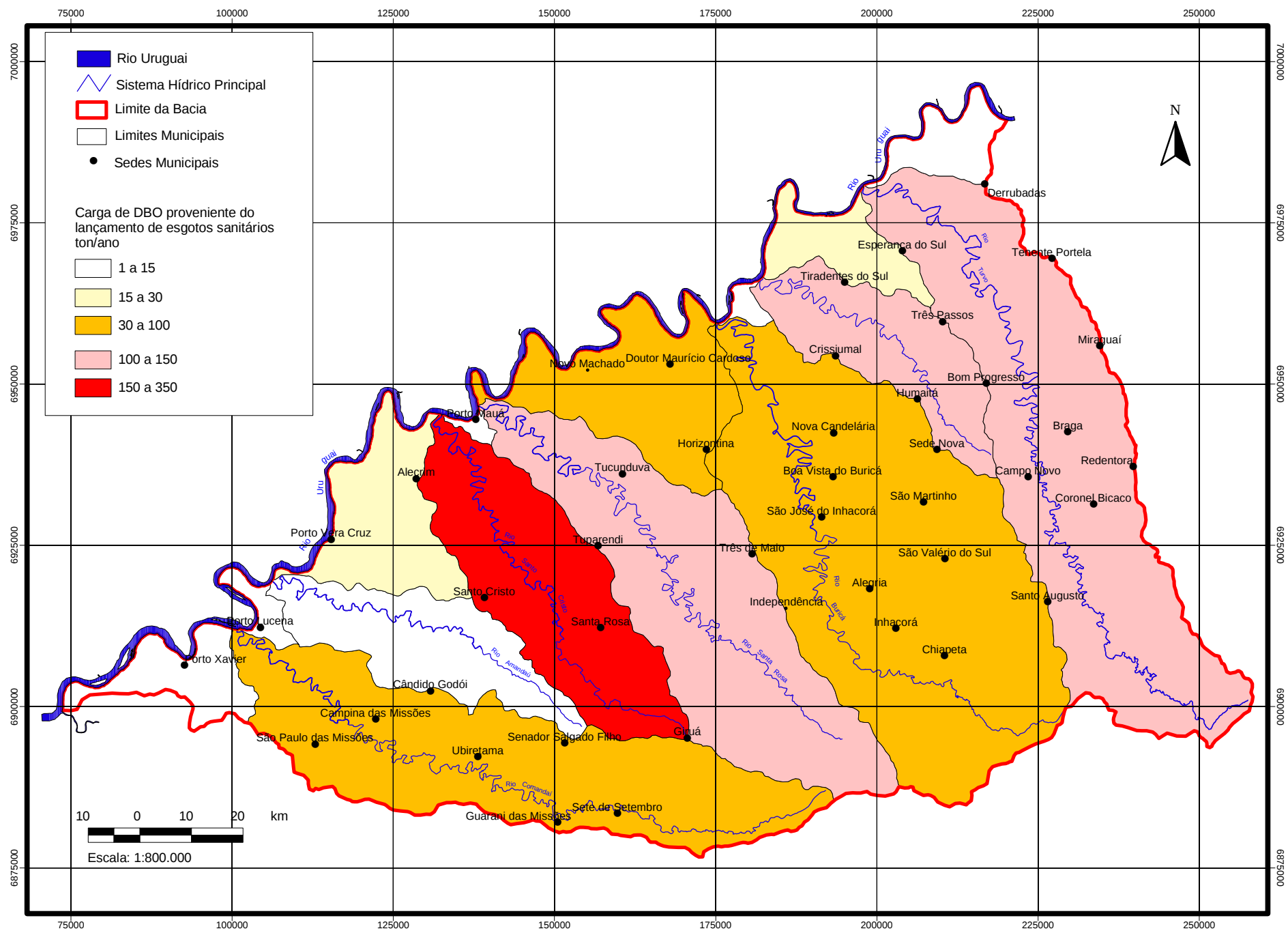


Figura 5.3.1 - Carga de DBO proveniente do lançamento de esgotos sanitários (total por Sub-bacia)

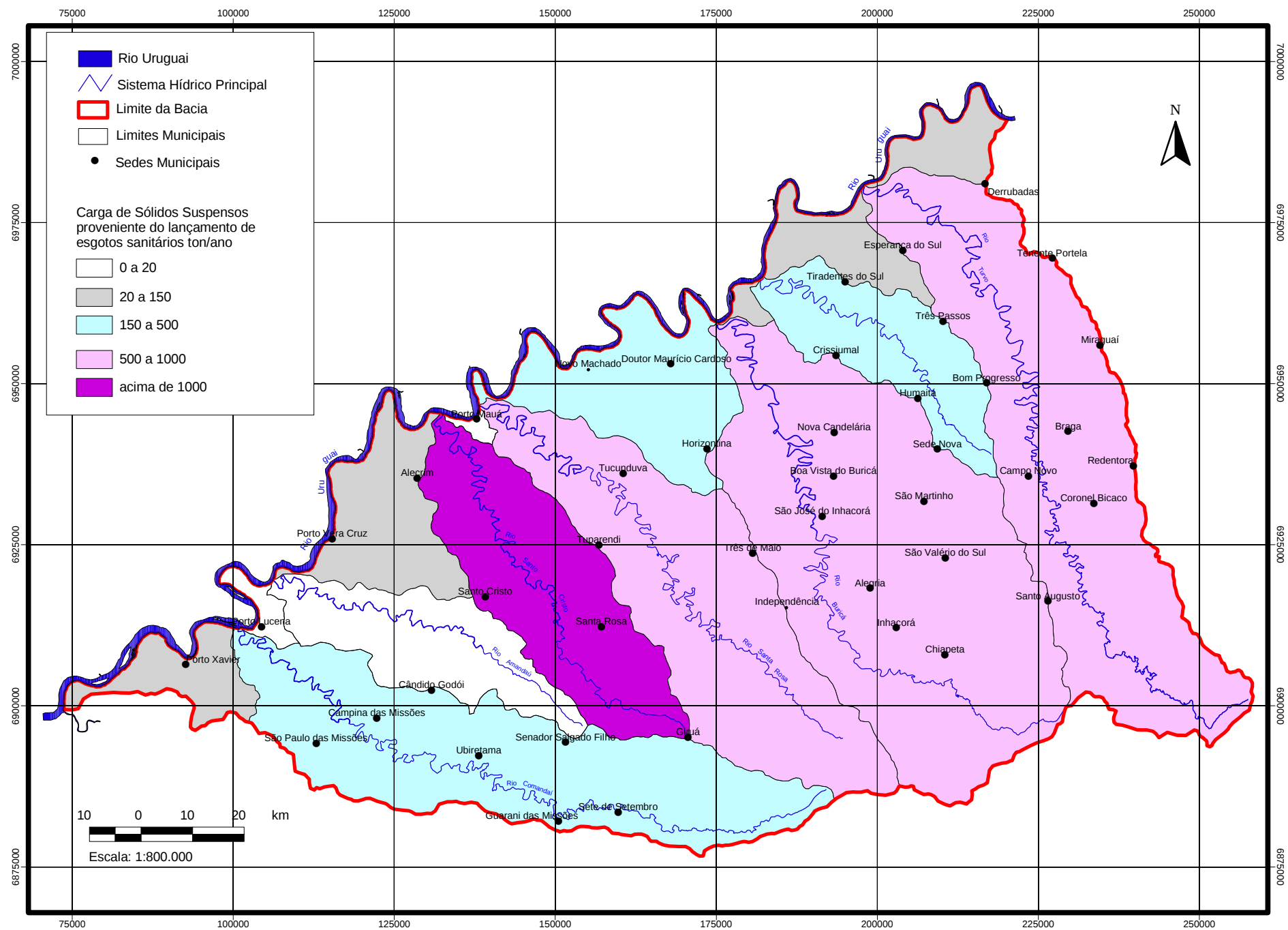


Figura 5.3.2 - Carga de SS proveniente do lançamento de esgotos sanitários (total por Sub-bacia)

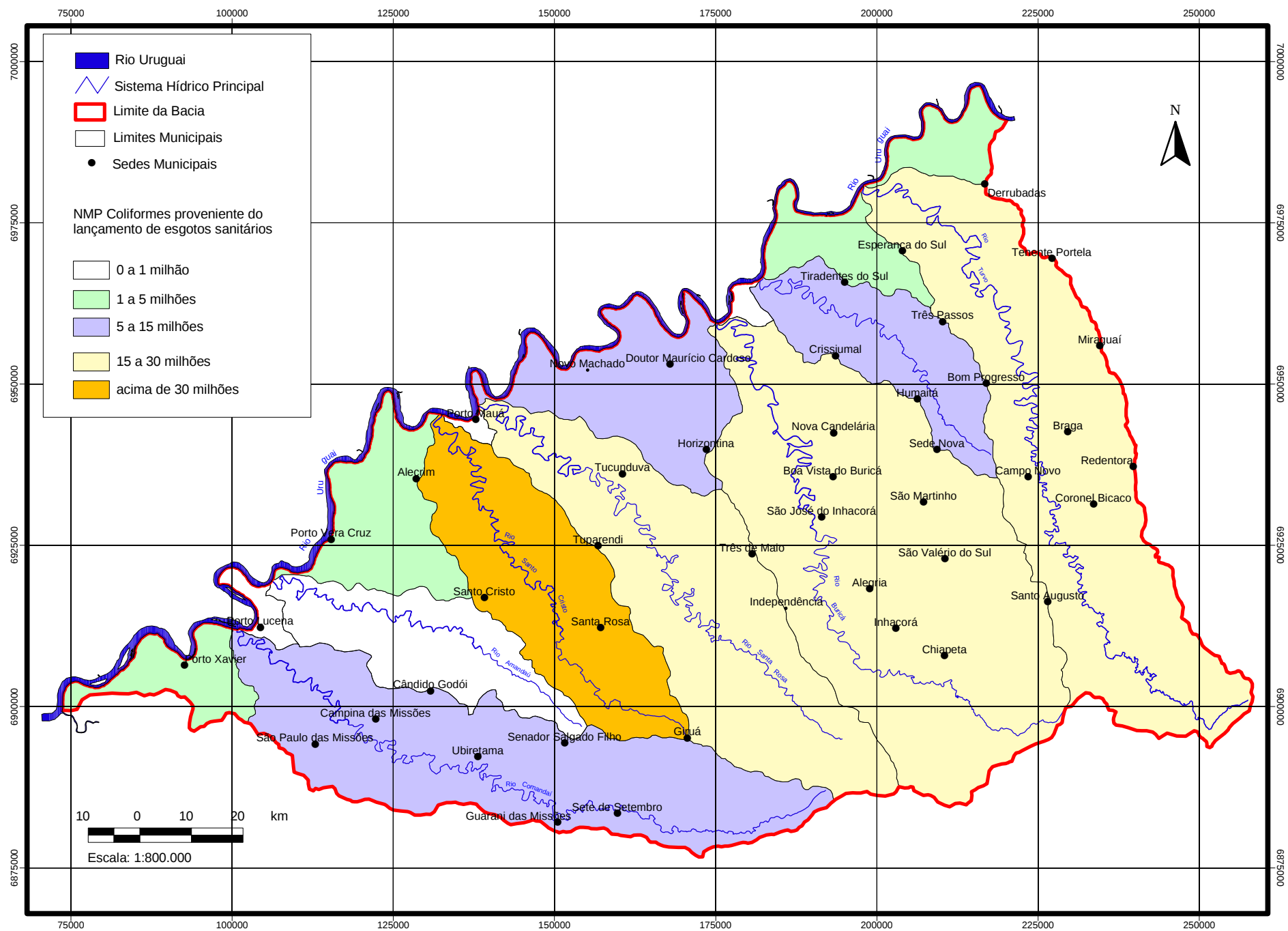


Figura 5.3.3 - NMP Coliformes proveniente do lançamento de esgotos sanitários (total por Sub-bacia)

5.3.4. Lançamento dos efluentes da drenagem urbana

As águas da chuva ao escoarem sobre telhados, calçadas e vias pavimentadas carregam materiais sólidos e dissolvem substâncias, realizando uma espécie de limpeza nas áreas urbanas. Dessa forma, a parcela das precipitações que escoam superficialmente carrega uma carga poluente representada por substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas e em suspensão, além de material sólido.

A quantidade de superfícies impermeabilizadas, diretamente ligada ao grau de urbanização, é determinante na quantificação da carga poluente decorrente da drenagem urbana. Tendo em vista que a Bacia U 30 caracteriza-se como uma bacia agropastoril e que nela não se inserem grandes centros urbanos, presume-se que a carga proveniente da drenagem urbana não seja representativa. Agrega-se a essa característica da região o fato de os municípios não possuírem sistema de tratamento de esgotos domésticos que representam uma carga poluente muito maior do que a representada pela drenagem urbana.

Para ilustrar a baixa representatividade das cargas da drenagem urbana, destaca-se o diagnóstico realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar (Governo do Estado de Santa Catarina, 2001). Para a Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão, a carga orgânica originária da drenagem urbana corresponde a apenas 0,011% da carga orgânica dos efluentes domésticos. Sendo que a população urbana das duas bacias hidrográficas difere de cerca de 10.000 habitantes e que as áreas urbanas apresentam mesma magnitude (65,89 Km² na U 30 e 50,19 Km² na Bacia do Rio Tubarão), pode-se afirmar que as cargas da drenagem urbana são insignificantes frente às demais cargas orgânicas geradas na Bacia dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo.

Em virtude dessa pouca significância, que se apresenta na grande diferença de magnitude entre as cargas da drenagem urbana e as demais cargas geradas na bacia (efluentes domésticos, pecuária, industriais e de resíduos sólidos) optou-se por desconsiderar os efluentes da drenagem urbana na quantificação das cargas poluidoras lançadas na bacia hidrográfica.

Cabe aqui destacar que, mesmo não tendo significância em nível de bacia, as cargas poluentes provenientes da drenagem urbana podem ser representativas quando avaliadas a nível de município. O impacto dessas cargas em nível de município depende das condições de saneamento de cada município. Atualmente esse impacto é mínimo tendo em vista, por exemplo, que a grande maioria dos municípios não realiza tratamento dos efluentes domésticos antes de lançá-los nos corpos hídricos de modo que as cargas provenientes do esgotamento doméstico são muito maiores do que as da drenagem urbana.

5.3.5. Lançamento de efluentes dos resíduos sólidos urbanos

5.3.5.1. Introdução

Os resíduos sólidos gerados pelas diversas atividades cotidianas da população representam riscos à saúde pública e à qualidade ambiental quando não são adequadamente dispostos. O fator de risco representado pelos resíduos sólidos urbanos é especialmente preocupante nas zonas urbanas onde sua geração é concentrada.

A decomposição dos resíduos sólidos gera um líquido com elevada carga poluidora e, por isso, com grande potencial de contaminação do solo e, principalmente, dos corpos hídricos. Quando os resíduos são dispostos em aterros sanitários, o líquido gerado, o chorume, pode ser drenado e conduzido para tratamento de forma que seu potencial poluidor ao ser lançado nos corpos d'água é reduzido. No entanto, quando os resíduos são dispostos sem controle nos lixões, o líquido originário de sua decomposição drena para os rios e arroios comprometendo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

A depuração dos efluentes líquidos gerados na decomposição dos resíduos sólidos urbanos, quer dispostos em aterros sanitários quer depositados em lixões, representa demanda de oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, de água. Esta demanda de água, quantificada na forma de vazão, está relacionada às características de qualidade das águas do corpo receptor e à carga poluidora lançada. Desse modo, quando os líquidos percolados são drenados e tratados anteriormente ao seu descarte a demanda de água para sua depuração será menor do que quando esses líquidos drenam sem controle e tratamento para os recursos hídricos.

5.3.5.2. Quantificação da carga poluidora

A carga poluidora decorrente da decomposição dos resíduos sólidos urbanos foi realizada tendo como fontes de informação os processos de licenciamento ambiental da Divisão de Saneamento Ambiental do órgão estadual de licenciamento ambiental (DISA/FEPAM). As informações contidas nessas fontes foram complementadas, em alguns casos, pelas informações obtidas de questionários enviados às prefeituras dos municípios envolvidos. Para os municípios que não constavam no banco de dados da FEPAM e que também não responderam ao questionário enviado, foi realizada uma consulta direta com os técnicos da DISA para confirmar sua situação de irregularidade quanto à disposição dos resíduos sólidos urbanos. A partir do cruzamento desse conjunto informações, tornou-se possível determinar onde cada município dispõe seus resíduos sólidos urbanos.

Para quantificar os resíduos sólidos gerados e, posteriormente, as cargas poluentes, considerou-se a população urbana dos municípios e uma geração *per capita* de resíduos igual a 0,75 Kg/hab.dia.

Esta taxa é diferente daquela sugerida pela DISA/FEPAM e, de acordo com o que foi apontado no item 4.1.5.1 pode ser adotada em virtude da existência de dados específicos da região.

Tendo em vista a diferenciação das cargas lançadas nos corpos hídricos em decorrência da forma de disposição adotada, foram estabelecidas as seguintes considerações:

No caso dos resíduos estarem sendo dispostos em **aterros sanitários**, (i) considera-se a existência de tratamento do chorume de modo que apenas 10% da carga orgânica original é lançada nos corpos hídricos; (ii) tendo em vista que a área total licenciada compreende também áreas para construção de instalações de apoio não apenas a área destinada à deposição dos resíduos, considerou-se a altura da camada de resíduos igual a 5 m e densidade do resíduo igual a 0,6 ton/m³.

Para **aterros controlados e recuperação de área com uso**, (i) não se considera redução de carga poluidora; (ii) considerou-se a densidade dos resíduos igual a 0,5 ton/m³ e a altura da camada de resíduos igual a 3 m.

No caso dos resíduos estarem sendo dispostos em **lixão**: (i) não se considera redução de carga poluidora; (ii) considera-se uma altura média da camada de lixo de 2 m para estimar área de deposição e, conseqüentemente, a vazão gerada. Adotou-se a altura de 2 m tendo em vista que na área da bacia não existem lixões e que eventuais depósitos tendem a ocupar áreas maiores com altura reduzida. Dessa forma, ao se considerar a altura de 2 m está se realizando uma estimativa conservadora das cargas já que, para um mesmo volume de resíduos, a ocupação de uma área exposta às precipitações menor (maior altura) resulta numa vazão maior; e (iii) considera-se a densidade dos resíduos igual a 0,4 ton/m³.

Em **Centrais de Triagem e Compostagem** (CTC), sabe-se, conforme dados do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU/PMPA) que:

(i) de todo resíduo sólido urbano que entra numa CTC, 60% é matéria orgânica (pode ser compostado), 30% é rejeito (é remetido diretamente para o aterro sanitário) e 10% é seletivo (pode ser comercializado para a reciclagem);

(ii) da matéria orgânica, após a compostagem tem-se um rejeito de 5% (equivalente a 3% de todo resíduo) que também é destinado a aterro sanitário.

Desse modo, para CTC, considerou-se que apenas 33% dos resíduos sólidos urbanos vão para aterros sanitários. Como essa parcela de resíduos (33%) é praticamente isenta de matéria orgânica e constituída de materiais de difícil degradação e que, portanto, exercerão uma demanda de oxigênio dissolvido distribuído ao longo de um extenso período de tempo, foi desconsiderada para quantificação das cargas poluidoras. No entanto, a matéria orgânica (60% dos resíduos) gera, no processo de compostagem, efluente líquido. Como forma de estimar a carga orgânica gerada, considerou-se apenas a carga gerada pela decomposição da matéria orgânica distribuída em camadas de 3 m de altura de modo a possibilitar a estimativa de área sujeita à precipitação.

Nas **Centrais de Triagem** (CT), considerou-se que é retirada apenas uma parcela de 10% correspondente aos materiais que podem ser reciclados de modo que, 90% dos resíduos são encaminhados a aterros sanitários, incluindo toda matéria orgânica.

O dado de que 10% do material que sofre o processo de triagem nas usinas é material reciclável foi apontado pelo PDRS/RMPA (Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Porto Alegre, METROPLAN, 1998):

"... A análise da significância dos sistemas de processamento analisados, obtida pela relação entre o total de resíduos comercializados e a geração global de cada município, resultou em percentuais muito baixos, com exceção das usinas de Dois Irmãos, Ivoti e Portão, que comercializam, respectivamente, 20,1%, 13,7% e 12% dos resíduos admitidos em seus sistemas de processamento..."

... No restante dos municípios que implantaram sistemas de processamento, a significância do total de resíduos recicláveis efetivamente comercializados é inferior a 10%."

Os dados atuais do DMLU/PMPA corroboram esta situação, na verdade, ao que tudo indica, a explicação para os baixos percentuais de reciclagem obtidos nas centrais de triagem, apesar do refinamento das técnicas de separação e da ampliação da gama de produtos recicláveis, pode estar relacionado a dois fatores: a falta de habilidade na separação (embora os trabalhadores sejam treinados, o tempo de permanência no serviço é pequeno) ou, a atuação de catadores autônomos que recuperam porções nobres do lixo reservado na rua antes da coleta seletiva.

Desta forma, nos casos em que os resíduos são destinados a CT, considerou-se, para estimativa de cargas, que 90% dos resíduos sólidos que são enviados a aterros sanitários.

As características do percolado, tanto em termos de concentração como em termos de vazão, são variáveis. As concentrações variam com a idade dos resíduos dispostos, ou seja, quanto maior a idade do aterro sanitário menores as concentrações efluentes em decorrência da menor quantidade remanescente de matéria orgânica biodegradável. Conforme Reichter (2000) as concentrações de DBO variam de 2.000 mg/l a 30.000 mg/l para aterros com menos de dois anos. Para fins de estimativa da carga poluidora gerada anualmente, considerou-se uma concentração de DBO igual a 10.000 mg/l.

Sendo que as variações de vazão estão diretamente relacionadas ao volume precipitado, foi utilizada na estimativa a precipitação média anual da região que é de 1.500 mm. A precipitação média anual de 1.500 mm corresponde a 1.500 L/m²/ano, de forma que o volume de efluente gerado foi obtido multiplicando-se a dimensão da área anualmente ocupada pelos resíduos sólidos pela precipitação média anual ocorrente na bacia hidrográfica.

Os locais de disposição cujas coordenadas constavam nos bancos de dados consultados ou cujos endereços foi possível determinar foram incluídos nas sub-bacias correspondentes. Nos demais locais de disposição, ou seja, naqueles em que não foi possível estabelecer a localização, considerou-se a disposição na sub-bacia na qual se insere a maior parte do município em questão.

A partir das considerações realizadas para estimativa das cargas poluidoras decorrentes da degradação dos resíduos sólidos e da localização das áreas de disposição por sub-bacia, chegou-se aos resultados apresentados no quadro 5.3.4 abaixo e demonstrados nos gráficos 5.3.1 e 5.3.2.

Quadro 5.3.4 – Cargas orgânicas geradas nas sub-bacias pela decomposição dos resíduos sólidos urbanos dispostos

Sub-bacia	Volume de resíduos dispostos (m ³ /ano)	Efluente gerado (m ³ /ano)	Carga orgânica bruta (ton/ano)	Carga orgânica remanescente (ton/ano)
Rio Turvo	0,00	0,00	0,00	0,00
Lajeado Grande	27.874,80	13.937,40	139,37	83,62
Rio Buricá	16.366,01	9.136,46	91,36	67,58
Rio Santa Rosa	30.139,43	18.628,82	186,29	179,39
Rio Santo Cristo	41.667,75	20.334,24	203,34	118,96
Rio Amandaú	1.100,25	825,19	8,25	8,25
Rio Comandai	6.208,20	2.750,83	27,51	20,42
Outras sub-bacias	14.861,93	8.089,34	80,89	59,43
Total	138.218,36	73.702,27	737,02	537,66

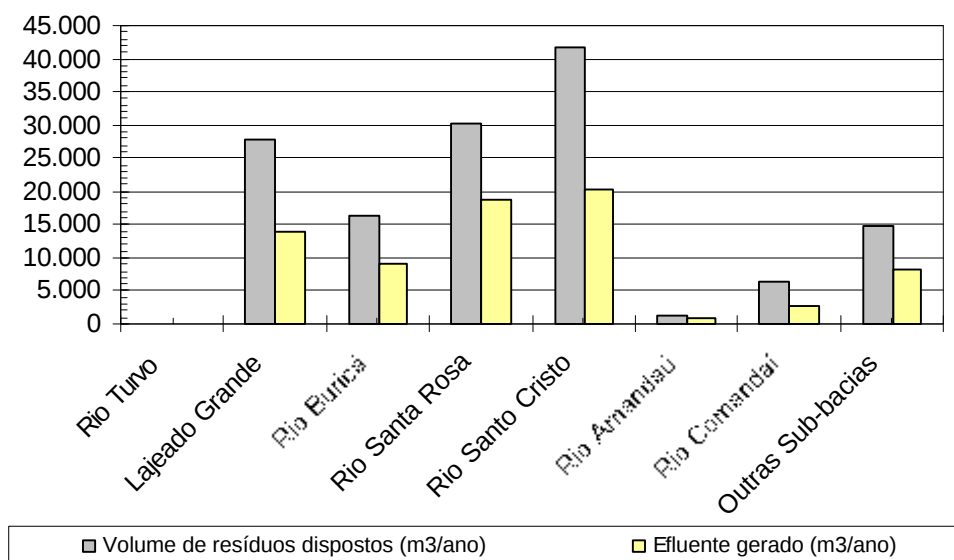


Gráfico 5.3.1 – Volumes gerados pela disposição dos resíduos sólidos urbanos dispostos

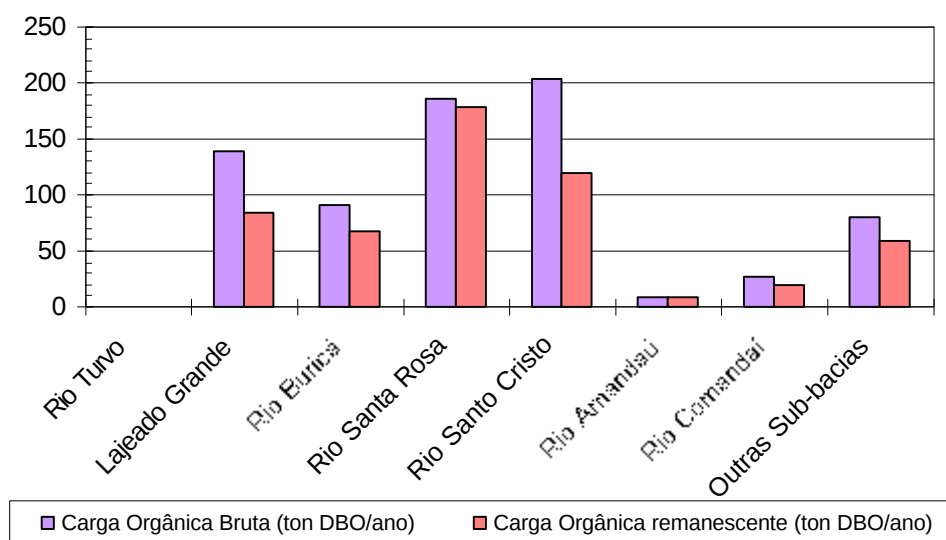


Gráfico 5.3.2 – Volumes gerados pela disposição dos resíduos sólidos urbanos dispostos

A figura 5.3.4 apresenta a carga de DBO proveniente do efluente dos resíduos sólidos urbanos, em termos totais por sub-bacia. De acordo com esta figura, as maiores cargas de DBO lançadas por depósitos de resíduos sólidos estão nas sub-bacias do Rio Santa Rosa e na sub-bacia do grupo “outras sub-bacias” onde se inserem as áreas urbanas de Horizontina, Doutor Maurício Cardoso e Novo Machado.

Um dado importante a ser ressaltado está apresentado no quadro 5.3.4. Os percentuais de carga remanescentes são elevados, repercutindo a falta de destinação adequada dos resíduos sólidos. Os maiores abatimentos na DBO gerada estão exatamente nas sub-bacias do Rio Turvo (em função da presença do CITRESU) e do Rio Santo Cristo (em função da presença de Aterros Sanitários nos municípios de Santa Rosa e Santo Cristo).

Quadro 5.3.4 – Percentagem de carga remanescente proveniente dos resíduos sólidos nas sub-bacias

Sub-bacia	Carga Orgânica Bruta (ton DBO/ano)	Carga Orgânica remanescente (ton DBO/ano)	% entre remanescente / bruta
Rio Turvo	0,00	0,00	0,00
Lajeado Grande	139,37	83,62	60%
Rio Buricá	91,36	67,58	74%
Rio Santa Rosa	186,29	179,39	96%
Rio Santo Cristo	203,34	118,96	59%
Rio Amandaú	8,25	8,25	100%
Rio Comandaí	27,51	20,42	74%
Outras Sub-bacias	80,89	59,43	73%
Total	737,02	537,66	73%

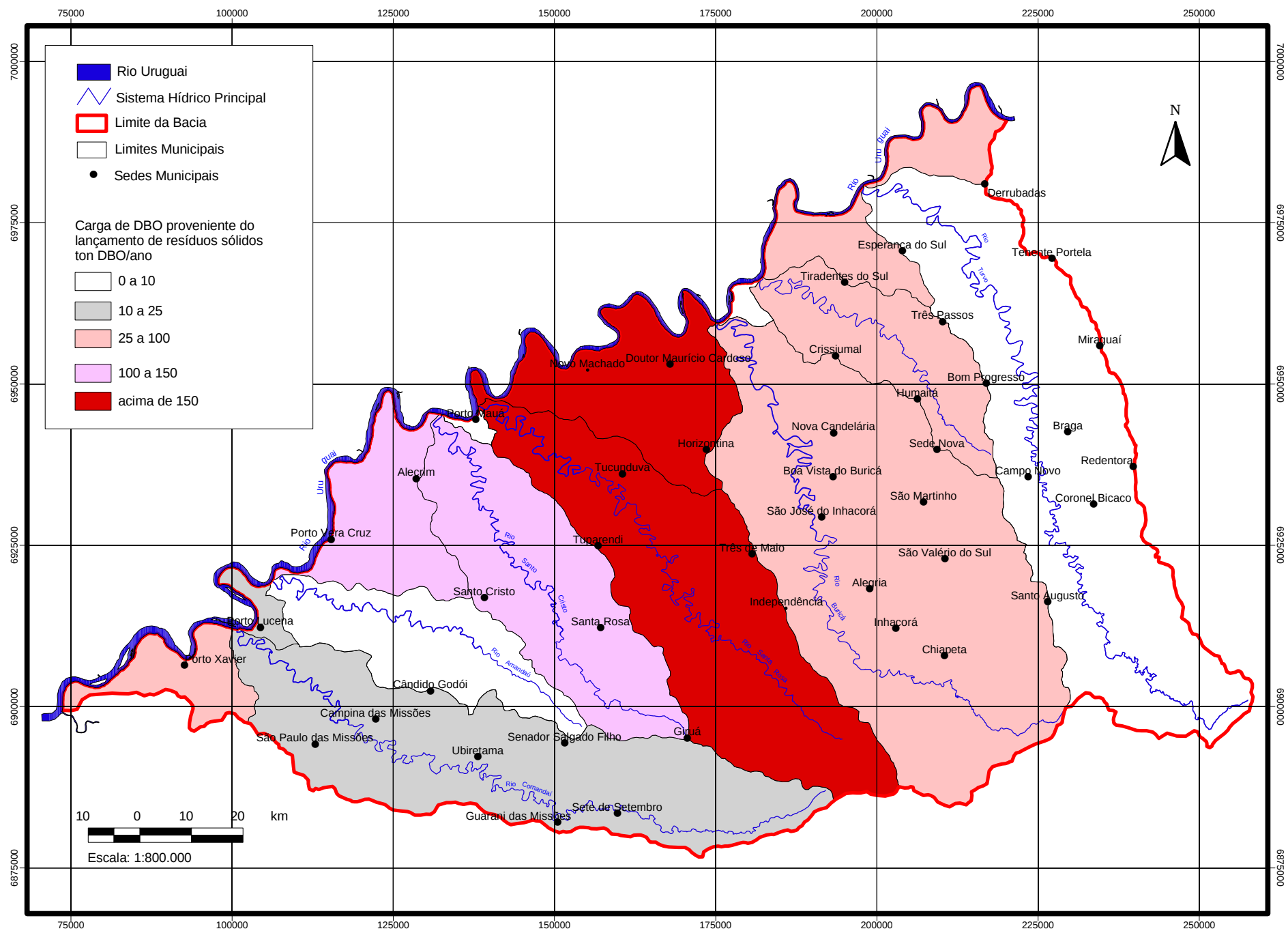


Figura 5.3.4 - Carga de DBO proveniente do lançamento de resíduos sólidos (total por Sub-bacia)

5.3.6. Lançamento dos efluentes industriais

5.3.6.1. Quantificação da carga poluidora

Para a quantificação da carga poluidora proveniente do setor de indústria na bacia U 30, foi realizado um levantamento de dados de todas as Licenças existentes no Banco de Dados da FEPAM das empresas pertencentes à Bacia U30.

A partir destes dados, foi adotada uma divisão das empresas por Porte (classificação FEPAM) e por tipo de Atividade (classificação FEPAM). Tal divisão teve o intuito de realizar uma quantificação das indústrias nos dois critérios citados acima. A partir da mesma fonte de dados, foram então determinadas: a produção média e a vazão média de efluentes industriais conforme a atividade e porte da empresa. De posse dos dados citados nos itens anteriores realizou-se uma “filtragem” onde foram eliminadas as atividades e portes de empresas que não realizavam qualquer lançamento de efluentes industriais.

Para as empresas e/ou estabelecimentos industriais que geram efluentes, foi construída uma nova tabela onde apresenta-se de forma quantitativa as atividades das empresas em duas faixas de porte (mínima a média e grande a excepcional), mostrando também as vazões médias de lançamento de cada uma das atividades conforme o seu porte, vide quadro 5.3.5.

Os dados de concentrações de lançamento para os parâmetros DBO, DQO, Cr, Fe e Ni foram buscados no documento “Diagnóstico das Cargas Poluidoras no Estado do Rio Grande do Sul”, publicado pela FEPAM em conjunto com a GTZ. Os parâmetros utilizados foram escolhidos por representarem adequadamente as tipologias industriais existentes na bacia: indústria alimentícia (DBO e DQO) e indústria metal-mecânica (DQO e metais).

Vale ressaltar que para que tais concentrações de lançamento pudessem ser utilizadas, como base para cálculo das cargas totais, foi realizada uma adaptação da classificação obtida nos documentos licenciatórios das atividades com a classificação de atividades encontrada no Diagnóstico das Cargas Poluidoras. A quantificação final da carga por estabelecimento, foi realizada então, com base na vazão (quadro 5.3.5) e concentração (quadro 5.3.6). As cargas finais estão apresentadas no quadro 5.3.7.

As cargas totais obtidas por estabelecimento foram somadas para cada sub-bacia, tendo em consideração, pela inexistência de dados de localização geográfica, que as indústrias localizam-se nas proximidades da área urbana. O quadro 5.3.8 apresenta a carga de DBO, DQO, Cr, Fe e Ni gerada em cada uma das Sub-bacias da Bacia U30.

Quadro 5.3.5 - Quantificação do Porte e da Vazão Média de Efluente Líquido Industrial das Empresas por Ramo de Atividade

Atividade \ Porte	Número de empresas		Vazão média de efluente (m³/dia)	
	Mínimo a Médio	Grande a Excepcional	Mínimo a Médio	Grande a Excepcional
Fabricação de metálicos, com tratamento de superfície e com pintura	2	0	0,1	0,0
Fabricação de metálicos, sem tratamento de superfície e sem pintura	12	0	1,3	0,0
Fabricação de máquinas e aparelhos, com tratamento de superfície	0	1	0,0	95,0
Fabricação de máquinas e aparelhos, sem tratamento superfície	2	1	0,4	1,0
Fabricação de utensílios, peças e acessórios, com tratamento de superfície	1	0	5,0	0,0
Fabricação, montagem e reparação de tratores e máquinas de terraplanagem	0	1	0,0	80,0
Curtimento de peles	2	0	31,0	0,0
Acabamento de couros, a partir de wet blue ou atanado	1	0	2,0	0,0
Fabricação de produtos de limpeza/polimento/ desinfetante	1	0	1,0	0,0
Produção de óleo, gordura, cera vegetal e animal e produto da destilação da madeira	5	0	7,6	0,0
Matadouros e abatedouros de bovinos e suínos, com industrialização de carnes	9	0	27,5	0,0
Matadouros e abatedouros de bovinos e suínos, sem industrialização de carnes	46	2	103,2	950,0
Matadouros e abatedouros de aves e coelhos, sem industrialização de carnes	5	0	18,6	0,0
Fabricação de embutidos	2	0	0,3	0,0
Preparação de conservas de carne	1	0	0,5	0,0
Fabricação de ração e alimentos para animais, com cozimento e/ou com digestão	2	0	3,0	0,0
Fabricação de ração e alimentos para animais somente com mistura	2	0	2,0	0,0
Preparação de pescado/ fabricação de conservas de pescado	1	0	4,0	0,0
Beneficiamento e industrialização de leite e seus derivados	11	0	203,5	0,0
Fabricação de queijos	4	0	109,3	0,0
Preparação de leite, inclusive pasteurização	14	0	60,0	0,0
Fabricação de açúcar refinado	5	0	0,7	0,0
Fabricação de doces em pasta, cristalizados, em barra	1	0	5,5	0,0
Fabricação de conservas, exceto de carne e pescado	4	0	0,8	0,0
Fabricação de produtos derivados da mandioca	2	0	32,5	0,0
Refino e preparação de óleo, gordura vegetal e animal e manteiga de cacau	0	2	0,0	105,0
Fabricação de outros produtos alimentares não especificados	3	0	3,0	0,0
Fabricação de cerveja/ chope/ malte	1	0	1,2	0,0
Cantina rural (conforme decreto federal 99066)	1	0	1,0	0,0
Fabricação de aguardente, licores e outros destilados	7	0	2,0	0,0

Quadro 5.3.6 - Concentração de Efluente Industrial conforme o Ramo de Atividade

Atividade	Concentração (mg/L)	DBO	DQO	Cr	Fe	Ni
Fabricação de metálicos, com tratamento de superfície e com pintura		115,00	700,00	51,09	32,64	24,00
Fabricação de metálicos, sem tratamento de superfície e sem pintura		65,60	262,50	0,02	5,39	0,09
Fabricação de máquinas e aparelhos, com tratamento de superfície		115,00	700,00	51,09	32,64	24,00
Fabricação de máquinas e aparelhos, sem tratamento de superfície		115,00	700,00	51,09	32,64	24,00
Fabricação de utensílios, peças e acessórios, com tratamento de superfície		115,00	700,00	51,09	32,64	24,00
Fabricação, montagem e reparação de tratores e máquinas de terraplanagem		115,00	700,00	51,09	32,64	24,00
Curtimento de peles		11780,00	55268,80	447,28	33,94	00,08
Acabamento de couros, a partir de wet blue ou atinado		11419,90	44498,00	337,42	44,09	00,05
Fabricação de produtos de limpeza/ polimento/ desinfetante		269,10	400,00	0,00	0,00	0,00
Produção de óleo, gordura, cera vegetal e animal e produto da destilação da madeira		107,70	500,00	0,00	0,00	0,00
Matadouros e abatedouros de bovinos e suínos, com industrialização de carnes		2712,50	4500,00	0,00	0,00	0,00
Matadouros e abatedouros de bovinos e suínos, sem industrialização de carnes		2712,50	4500,00	0,00	0,00	0,00
Matadouros e abatedouros de aves e coelhos, sem industrialização de carnes		1705,10	3500,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de embutidos		1273,00	2400,00	0,00	0,00	0,00
Preparação de conservas de carne		1273,00	2400,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de ração e alimentos para animais, com cozimento e/ou com digestão		2086,70	4000,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de ração e alimentos para animais somente com mistura		2086,70	4000,00	0,00	0,00	0,00
Preparação de pescado/ fabricação de conservas de pescado		2305,00	4000,00	0,00	0,00	0,00
Beneficiamento e industrialização de leite e seus derivados		1503,00	3000,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de queijos		1503,00	3000,00	0,00	0,00	0,00
Preparação de leite, inclusive pasteurização		643,40	1000,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de açúcar refinado		480,00	960,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de doces em pasta, cristalizados, em barra		2386,20	3805,00	0,00	1,50	0,00
Fabricação de conservas, exceto de carne e pescado		2028,80	4000,00	0,00	1,50	0,00
Fabricação de produtos derivados da mandioca		1568,80	3000,00	0,00	3,85	0,00
Refino e preparação de óleo, gordura vegetal e animal e manteiga de cacau		0,00	3000,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de outros produtos alimentares não especificados		480,00	960,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de cerveja/ chope/ malte		1367,80	2800,00	0,00	0,00	0,00
Cantina rural (conforme decreto federal 99066)		2329,30	4000,00	0,00	0,00	0,00
Fabricação de aguardente, licores e outros destilados		7510,00	15000,00	0,00	0,00	0,00

Quadro 5.3.7- Carga Total de Efluente Industrial conforme o Ramo de Atividade

Atividade	Carga (ton/ano)	DBO	DQO	Cr	Fe	Ni
Fabricação de metálicos, com tratamento de superfície e com pintura		0,00420	0,02555	0,00186	0,00119	0,00088
Fabricação de metálicos, sem tratamento de superfície e sem pintura		0,35916	1,43719	0,00011	0,02951	0,00049
Fabricação de máquinas e aparelhos, com tratamento de superfície		3,98763	24,27250	1,77155	1,13179	0,83220
Fabricação de máquinas e aparelhos, sem tratamento superfície		0,07346	0,44713	0,03263	0,02085	0,01533
Fabricação de utensílios, peças e acessórios, com tratamento de superfície		0,20988	1,27750	0,09324	0,05957	0,04380
Fabricação, montagem e reparação de tratores e máquinas de terraplanagem		3,35800	20,44000	1,49183	0,95309	0,70080
Curtimento de peles		40,28140	119,23294	1,06995	0,08916	0,00170
Acabamento de couros, a partir de wet blue ou atinado		1,03653	3,28354	0,02732	0,00299	0,00003
Fabricação de produtos de limpeza/ polimento/ desinfetante		0,09822	0,14600	0,00000	0,00000	0,00000
Produção de óleo, gordura, cera vegetal e animal e produto da destilação da madeira		1,50166	6,97150	0,00000	0,00000	0,00000
Matadouros e abatedouros de bovinos e suínos, com industrialização de carnes		245,04047	406,51875	0,00000	0,00000	0,00000
Matadouros e abatedouros de bovinos e suínos, sem industrialização de carnes		6581,91768	10919,31044	0,00000	0,00000	0,00000
Matadouros e abatedouros de aves e coelhos, sem industrialização de carnes		57,87962	118,80750	0,00000	0,00000	0,00000
Fabricação de embutidos		0,27879	0,52560	0,00000	0,00000	0,00000
Preparação de conservas de carne		0,23232	0,43800	0,00000	0,00000	0,00000
Fabricação de ração e alimentos para animais, com cozimento e/ou com digestão		4,56987	8,76000	0,00000	0,00000	0,00000
Fabricação de ração e alimentos para animais somente com mistura		3,04658	5,84000	0,00000	0,00000	0,00000
Preparação de pescado/ fabricação de conservas de pescado		3,36530	5,84000	0,00000	0,00000	0,00000
Beneficiamento e industrialização de leite e seus derivados		1228,27129	2451,63930	0,00000	0,00000	0,00000
Fabricação de queijos		239,73602	478,51500	0,00000	0,00000	0,00000
Preparação de leite, inclusive pasteurização		197,29932	306,65110	0,00000	0,00000	0,00000
Fabricação de açúcar refinado		0,61320	1,22640	0,00000	0,00000	0,00000
Fabricação de doces em pasta, cristalizados, em barra		4,79030	7,63854	0,00000	0,00301	0,00000
Fabricação de conservas, exceto de carne e pescado		2,22154	4,38000	0,00000	0,00164	0,00000
Fabricação de produtos derivados da mandioca		37,21978	71,17500	0,00000	0,09134	0,00000
Refino e preparação de óleo, gordura vegetal e animal e manteiga de cacau		0,00000	229,95000	0,00000	0,00000	0,00000
Fabricação de outros produtos alimentares		11,57680	33,15360	00,00000	00,00000	00,00000
Fabricação de cerveja/ chope/ malte		0,57913	1,18552	0,00000	0,00000	0,00000
Cantina rural (conforme dec. Fed. 99066)		00,85019	11,46000	00,00000	00,00000	00,00000
Fabricação de aguardente, licores e outros destilados		38,37610	76,65000	0,00000	0,00000	0,00000

Quadro 5.3.8 - Carga Total de Efluente Industrial por Sub-Bacia

Sub-bacia	Carga (ton/ano)	DBO	DQO	Cr	Fe	Ni
Rio Turvo		959,33	1722,1177	0,0233	0,0183	0,0110
Lajeado Grande		786,07	1378,6418	0,0000	0,0002	0,0000
Rio Buricá		1249,31	2131,2531	0,2821	0,2261	0,1325
Rio Santa Rosa		748,27	1351,4303	0,2248	0,1157	0,0806
Rio Santo Cristo		3347,51	5895,8380	1,8328	0,9333	0,6359
Rio Amandaú		56,29	93,4444	0,0000	0,0014	0,0000
Rio Comandá		470,26	845,7144	0,5363	0,0465	0,0015
Outras sub-bacias		1043,26	1797,5880	1,6124	1,0526	0,7446
Total		8660,3	15216,0277	4,51	2,39	1,61

As figuras 5.3.5 e 5.3.6 apresentam a carga de DBO e DQO lançada pela indústria, por sub-bacia. O gráfico 5.3.3 apresenta a distribuição das cargas totais dos metais pesados, por sub-bacias.

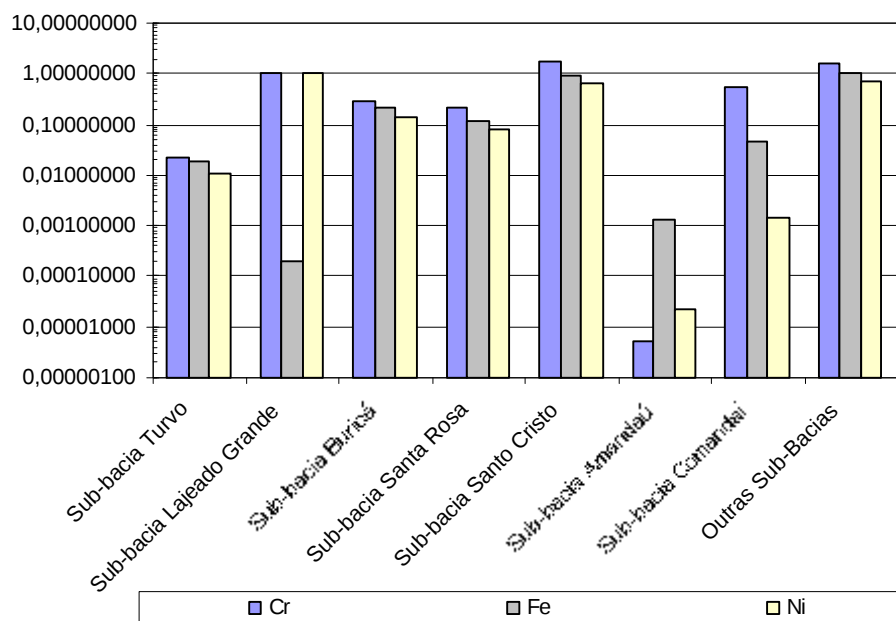


Gráfico 5.3.3 – Cargas provenientes do lançamento de efluentes industriais

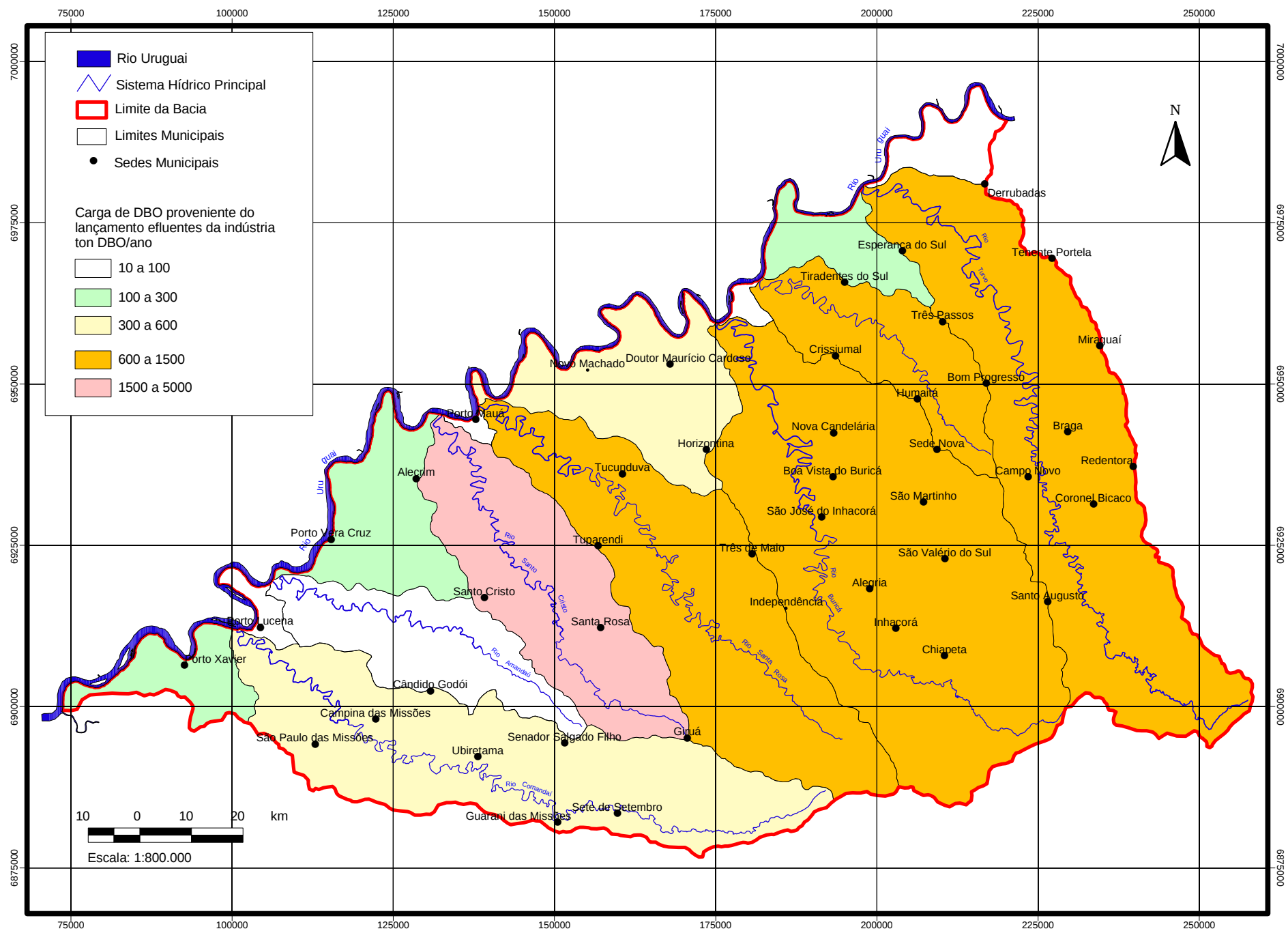


Figura 5.3.5 - Carga de DBO proveniente do lançamento de efluentes da indústria (total por Sub-bacia)

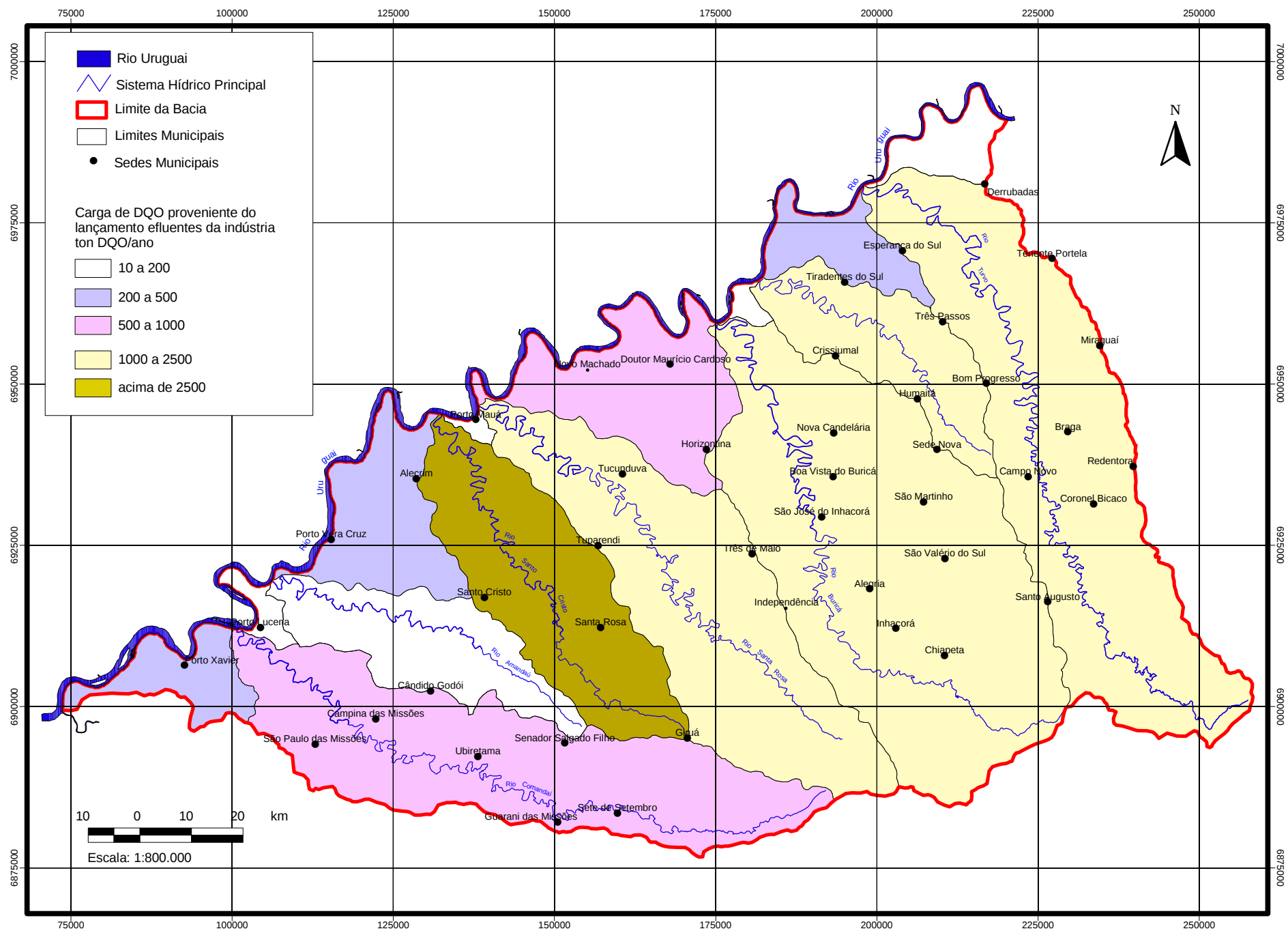


Figura 5.3.6 - Carga de DQO proveniente do lançamento de efluentes da indústria (total por Sub-bacia)

5.3.7. Lançamento de efluentes da agropecuária

5.3.7.1. Quantificação da carga poluidora

A carga poluente proveniente da pecuária está diretamente relacionada ao tamanho dos rebanhos, ao tipo de rebanho (suínos, aves ou bovinos) e ao sistema de criação (intensiva ou extensiva).

Os principais rebanhos existentes na Bacia U 30, conforme identificado anteriormente na caracterização socioeconômica (Atividade 01.02.03.05.01 – Cap. 3.8), correspondem a gado bovino, aves e suínos. Sobre os rebanhos efetivos foram aplicadas taxas de contribuição *per capita* de acordo com o tipo de animal criado. Essas taxas, retiradas de Imhoff (1986), são apresentadas no quadro 5.3.9.

Quadro 5.3.9 – Taxas de contribuição *per capita* para pecuária

Rebanho	Contribuição equivalente	Utilizado	Taxa de contribuição <i>per capita</i> (g DBO/cab.dia)
Suínos	3 a 5 vezes a produção <i>per capita</i> humana	4,00	216,00
Bovinos	5 a 10 vezes a produção <i>per capita</i> humana	7,00	378,00
Aves	0,12 a 0,25 a produção <i>per capita</i> humana	0,18	9,72

As cargas estimadas a partir das contribuições *per capita* são cargas brutas, pois não se pode avaliar com os dados disponíveis o tipo de tratamento utilizado ou a ausência de tratamento.

Tendo em vista que as cargas orgânicas originadas na pecuária ao alcançarem os recursos hídricos já passaram por um processo natural de depuração, foi aplicado um coeficiente de redução sobre as cargas brutas para considerar essa pré-depuração. Na determinação desses coeficientes utilizou-se o critério de que as criações predominantemente confinadas (suínos e aves) representam impacto maior sobre os recursos hídricos do que as não confinadas. Desse modo, os coeficientes de redução utilizados foram: 0,25 para rebanhos confinados - aves e suínos; e 0,85 para rebanhos não confinados - gado bovino.

Os resíduos da pecuária representam uma fonte difusa de efluentes pois os rebanhos estão distribuídos nas áreas rurais dos municípios. Desse modo, a distribuição da carga orgânica da pecuária foi considerada uniformemente distribuída dentro dos limites de cada município. Para os municípios que se localizam em divisores de água, os rebanhos foram divididos proporcionalmente à área do município inserida em cada sub-bacia.

Nos casos dos municípios que apresentam parte de seus territórios fora dos limites da Bacia U 30, foi desconsiderada parte dos rebanhos proporcional às áreas não inseridas na referida bacia hidrográfica.

O quadro 5.3.10 apresenta a estimativa de cargas orgânicas provenientes da pecuária na Bacia U 30. A figura 5.3.7 apresenta a carga total por sub-bacia dos efluentes gerados pela agropecuária.

Quadro 5.3.10 – Cargas orgânicas provenientes da pecuária (ton DBO/ano)

Sub-bacia	Suínos	Bovinos	Aves	Total
Rio Turvo	2.039,39	1.418,70	496,58	3.954,67
Lajeado Grande	1.940,16	1.002,77	426,35	3.369,28
Rio Buricá	5.424,67	3.496,84	749,58	9.671,09
Rio Santa Rosa	1.828,31	2.109,85	332,96	4.271,12
Rio Santo Cristo	2.626,04	1.287,78	212,95	4.126,77
Rio Amandaú	1.404,36	1.474,16	260,24	3.138,75
Rio Comandaí	1.907,45	2.450,23	448,94	4.806,62
Outras sub-bacias	2.439,94	3.187,67	631,33	6.258,94
Total	19.610,32	16.427,99	3.558,93	39.597,23

Em termos gerais a maior carga total de DBO gerada pela agropecuária está na sub-bacia do Rio Buricá (ver figura 5.3.7). Por outro lado, não significa que a pior situação do ponto de vista de concentração de DBO/ha esteja na sub-bacia do Rio Buricá. De acordo com o que mostra a figura 5.3.8, é na sub-bacia do Lajeado Grande que se verifica a maior taxa de lançamento de DBO por hectare, cerca de 150 kg/ha/ano.

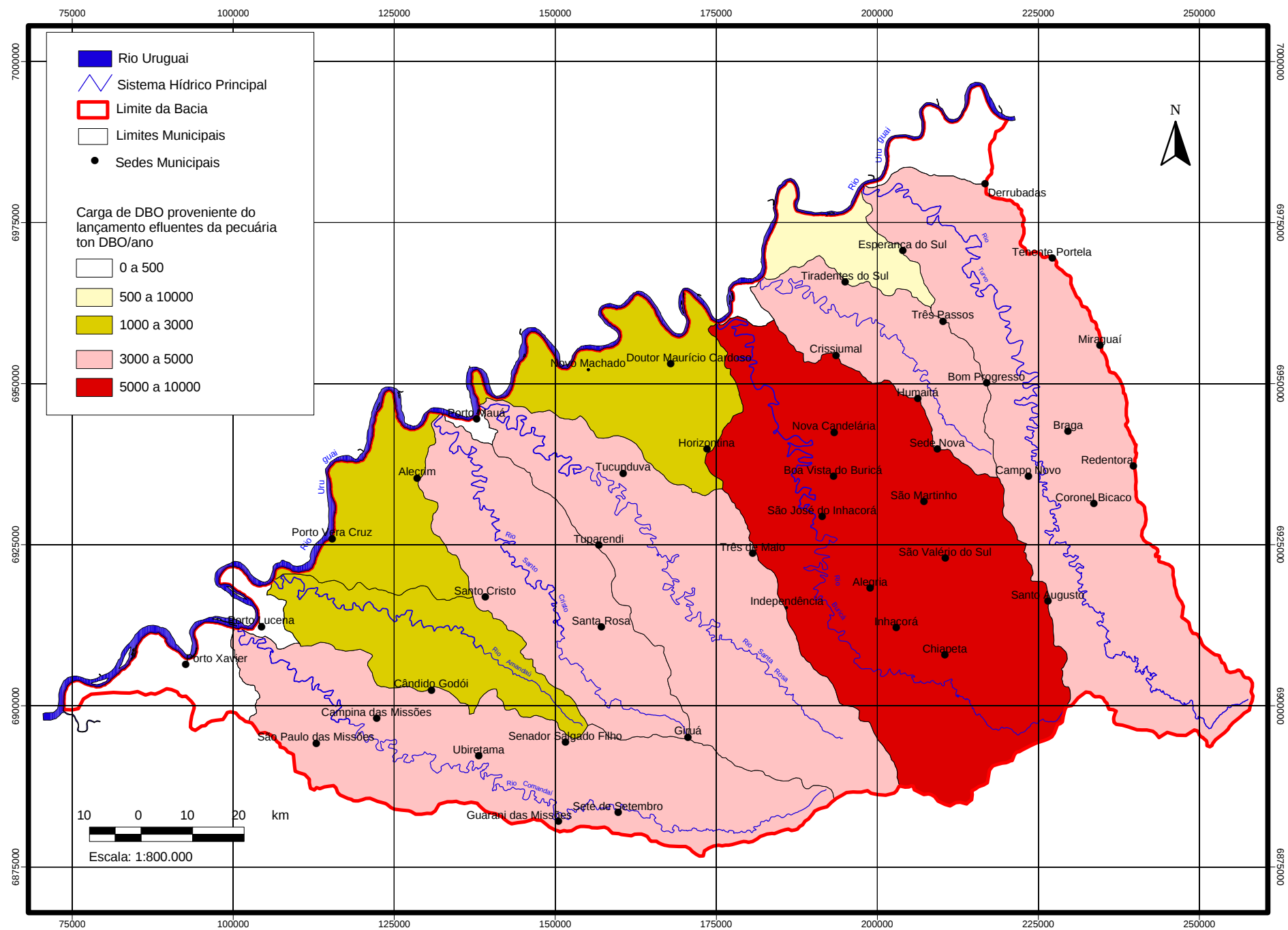


Figura 5.3.7 - Carga de DBO proveniente do lançamento de efluentes da pecuária (total por Sub-bacia)

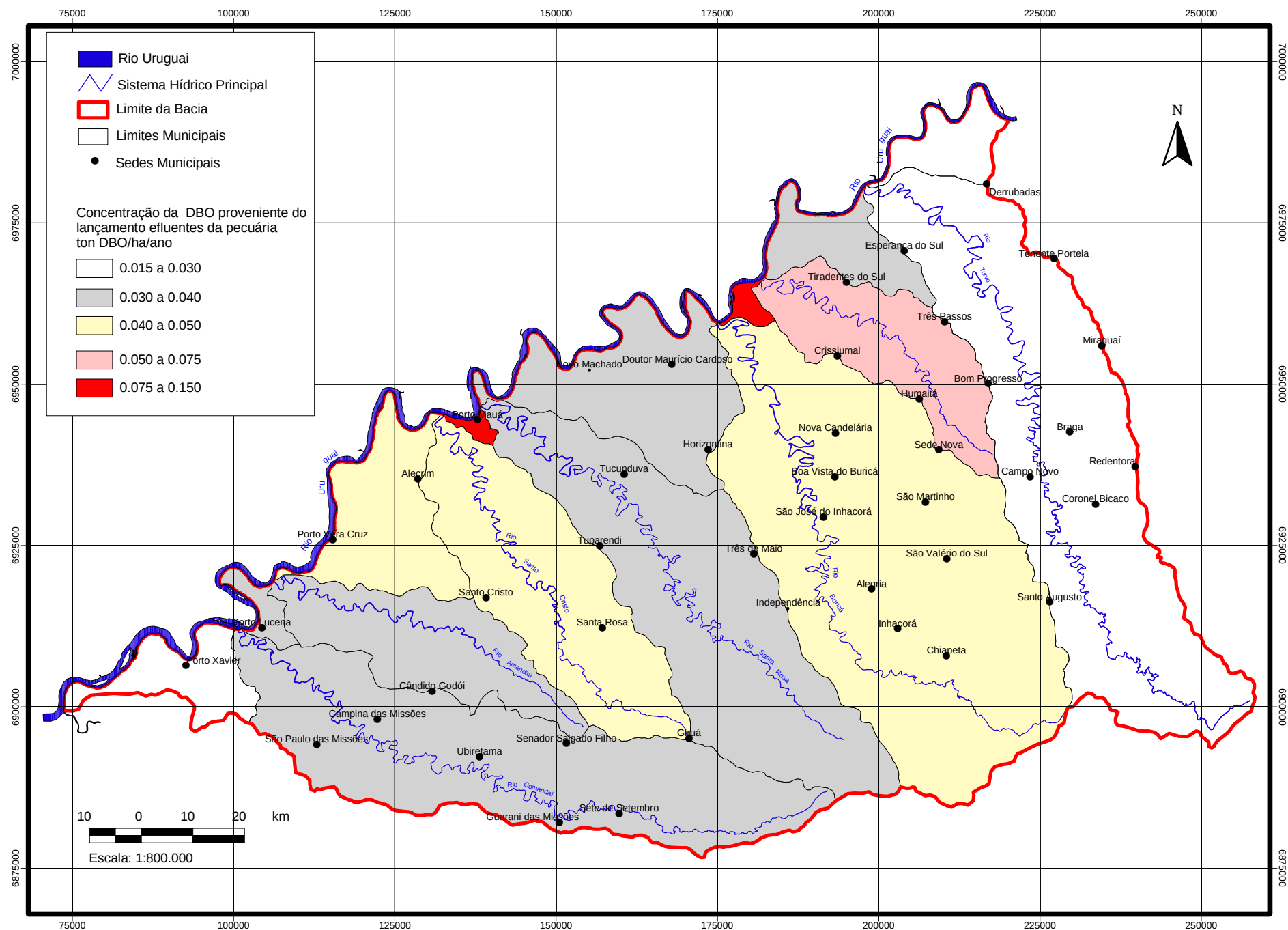


Figura 5.3.8 - Concentração da DBO proveniente do lançamento de efluentes da pecuária (ton/ha/ano)

5.3.8. Síntese das Cargas Lançadas na Bacia U 30

O quadro 5.3.11 apresenta a quantidade total de carga poluidora gerada pelas atividades de agropecuária e indústria, pelo lançamento de esgotos sanitários e pelo efluente proveniente dos depósitos de resíduos sólidos urbanos.

A carga total de DBO gerada pelos diferentes setores na bacia U 30 atinge 50.989 ton/ano. Deste total, a agropecuária contribui flagrantemente com a maior parcela, correspondente a aproximadamente 78% do total.

O problema associado ao lançamento da DBO pela atividade agropecuária se agrava tendo em vista a concentração em determinadas sub-bacias. Neste aspecto a sub-bacia do Arroio Lajeado Grande apresenta a pior situação sendo que o lançamento atinge taxas de 150 Kg/ha/ano.

A precária situação do saneamento na bacia repercute num lançamento, pelos depósitos de resíduos sólidos e pelo esgoto sanitário, de 1.433 ton de DBO/ano (cerca de 2% do total).

Quadro 5.3.11 – Cargas poluidoras totais para a Bacia U 30.

Sub-bacia	DBO (ton/ano)				SS (ton/ano)	Coliformes (10 ⁶ NMP/ano)	DQO (ton/ano)	Ni (ton/ano)	Cr (ton/ano)	Fe (ton/ano)
	Agropecuária	Resíduos Sólidos	Esgoto Sanitário	Indústria	Esgoto Sanitário	Esgoto Sanitário	Indústria	Indústria	Indústria	Indústria
Rio Turvo	3.954,67	-	120,84	959,33	697,13	24,361	1.722,1177	0,0233	0,0183	0,0110
Lajeado Grande	3.369,28	83,62	110,61	786,07	297,47	10,395	1.378,6418	0,0000	0,0002	0,0000
Rio Buricá	9.671,09	67,58	53,19	1249,31	604,91	21,138	2.131,2531	0,2821	0,2261	0,1325
Rio Santa Rosa	4.271,12	179,39	106,24	748,27	531,98	18,590	1.351,4303	0,2248	0,1157	0,0806
Rio Santo Cristo	4.126,77	118,96	312,83	3347,51	1.126,20	39,355	5.895,8380	1,8328	0,9333	0,6359
Rio Amandaú	3.138,75	8,25	3,46	56,29	16,03	0,560	93,4444	0,0000	0,0014	0,0000
Rio Comandaí	4.806,62	20,42	69,78	470,26	301,18	10,820	845,7144	0,5363	0,0465	0,0015
Outras sub-bacias	6.258,94	59,43	118,18	1043,26	533,57	18,645	1.797,5880	1,6124	1,0526	0,7446
Total	39.597,23	537,66	895,14	8660,29	4.108,47	143,868	15.216,03	4,5117	2,3941	1,6061