

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**RELAÇÃO DE BENEFÍCIO CUSTO AMBIENTAL DOS  
SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO SANITÁRIO:  
ESTUDO DE CASO, CANOAS-RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Alessandro Carvalho Miola**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**RELAÇÃO DE BENEFÍCIO CUSTO AMBIENTAL DOS  
SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO SANITÁRIO:  
ESTUDO DE CASO, CANOAS-RS**

por

**Alessandro Carvalho Miola**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração em Análise e Gerenciamento Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geomática.**

**Orientador: Prof. José Sales Mariano da Rocha**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**RELAÇÃO DE BENEFÍCIO CUSTO AMBIENTAL DOS  
SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO SANITÁRIO:  
ESTUDO DE CASO, CANOAS-RS**

elaborada por  
**Alessandro Carvalho Miola**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**José Sales Mariano da Rocha, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Rudiney Soares Pereira, Dr. (UFSM)**

**Alessandro Herbert de Oliveira Santos, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 28 de abril de 2005.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o resultado do envolvimento de muitas pessoas. Pela atenção e dedicação de todos que contribuíram para a finalização desta dissertação o meu Muito Obrigado.

Agradeço ao meu Orientador, Prof. Dr. José Sales Mariano da Rocha, pela confiança em mim depositada ao aceitar orientar este trabalho. Espero ter sido digno dessa confiança e continuar sendo, além de um amigo, um defensor das suas convicções sobre a importância de preservar e conservar a ambiência.

Agradeço ao Prof. Msc. José Fernandes. Muito Obrigado, apenas, talvez seja pouco para expressar minha gratidão. Pela confiança; pelas lições ensinadas e pelas oportunidades. Que Deus continue iluminando-o sempre e que eu possa ser mais um discípulo da sua sabedoria para compartilhá-la com todos aqueles que buscam, pela Educação, melhores condições de vida.

Quero registrar especial agradecimento e parabenizar ao Prefeito Municipal de Canoas, Dr. Marcos Antônio Ronchetti, pelas iniciativas de levar melhorias nas condições sanitárias à população de baixa renda e de buscar soluções para os problemas da saúde pública do Município.

Obrigado aos servidores públicos municipais de Canoas, que auxiliaram de alguma forma, por meio do fornecimento dos dados, materiais, etc. utilizados no desenvolvimento do estudo.

Um agradecimento especial a algumas pessoas que pela experiência de vida e profissional trouxeram importantes colaborações, entre eles: o Eng<sup>o</sup> Civil Varner Martins Araújo (Consultor Técnico da Prefeitura Municipal de Canoas), a Odontóloga Prof. Msc. Teresinha Röhrig Zanchi (Diretora do Departamento de Saúde Pública da Prefeitura Municipal de Canoas); o Eng<sup>o</sup> Químico e Prof. PhD Jorge Orlando Cuellar (Coordenador do Curso de Especialização em Educação Ambiental da UFSM) e o Eng<sup>o</sup> Civil e Prof. Msc. Gelson Lauro Dall Forno (Doutorando em Geoprocessamento na UFRGS e Prof. da UFSM).

Agradeço aos amigos e colegas Engenheiros Florestais Doutorandos - Alessandro Herbert de Oliveira Santos e Paulo Roberto Jackes Dill, pelo auxílio e pela atenção durante a elaboração desse trabalho. Também não posso deixar de agradecer ao amigo e Fotógrafo Charles Guerra.

A todos os amigos e colegas da Pensant Consultores Ltda. que também foram parceiros nessa empreitada, pelo apoio logístico e por oportunizar as relações com os políticos de Canoas, auxiliaram a obter informações e ferramentas, que foram imprescindíveis para a conclusão desse trabalho.

Especialmente, agradeço a Sabrina, minha namorada, pessoa que nas horas de maior angústia e incerteza, sempre me incentivou e apoiou-me, com paciência, atenção, carinho e amor.

Quero agradecer à minha família. Meus pais, que mesmo com muita dificuldade possibilitaram que eu pudesse estudar chegar até a Universidade e dela aprender uma honrosa profissão. Obrigado ao carinho e ao amor deles e dos meus irmãos, a Bruninha e o Ezequiel (Keko).

Dedico este trabalho à minha mãe, sei que onde ela estiver zela por mim e ilumina meus passos. Ela que em vida foi sempre insistente para eu estudar. Assim como meu pai; pela sua fé, esforço e muito trabalho conseguiram manter eu e meus irmãos na escola, para que pudéssemos nos tornar pessoas respeitadas. A ela dedico tudo de bom que faço.

Por fim, agradeço pela fé em Deus, que Ele sempre me ilumine e permita que eu siga minha profissão e faça dela o instrumento da manutenção da qualidade de vida em nosso planeta, para esta e às futuras gerações.

*“As bases de nossa teoria são de que deve haver um equilíbrio perfeito entre ‘a terra, o homem e a educação’ e que devemos educar o homem para o aproveitamento integral e a menor destruição possível do solo onde vive.”*

*José Mariano da Rocha Filho*

*(Reitor Fundador da UFSM)*

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **RELAÇÃO DE BENEFÍCIO - CUSTO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE ÁGUA E ESGOTO SANITÁRIO: ESTUDO DE CASO, CANOAS-RS**

AUTOR: ALESSANDRO CARVALHO MIOLA  
ORIENTADOR: JOSÉ SALES MARIANO DA ROCHA  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de abril de 2005.

Este estudo de caso foi realizado no Município de Canoas – RS abordando o problema do saneamento, principalmente em relação ao lançamento dos esgotos sanitários, feito sem tratamento prévio, diretamente nos rios e arroios da região. Tal serviço, em Canoas, é concedido à Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), cujo contrato estende-se até 2025; porém, a mesma não está cumprindo as metas ajustadas com a Prefeitura. O estudo objetivou analisar a relação de benefício-custo do sistema de saneamento, nos aspectos ambiental e econômico-financeiro. No aspecto ambiental Canoas tem posição de destaque, pois sua localização geográfica está à jusante das sub-bacias hidrográficas dos rios: Sinos; Gravatá; e Jacuí. Este último tendo na sua foz o Parque Estadual do Delta do Jacuí, que faz parte da Região Hidrográfica do Guaíba. Mais de 90% da população de Canoas não possui coleta de esgoto sanitário. Os moradores fazem a ligação do esgoto sanitário diretamente na rede de drenagem pluvial, que leva a água da chuva para o sistema de macrodrenagem e deste para os rios e arroios das sub-bacias hidrográficas impactando e poluindo a ambiência. No município há uma Estação de Tratamento de Esgotos – ETE, com vazão para 1.300 litros de esgoto bruto por segundo, porém apenas um dos seis módulos projetados foi construído e opera com menos de 20% de sua capacidade. Praticamente não existem redes de coleta, todavia a rede de água tem mais de 795 km de extensão. A água bruta é captada em dois locais, um deles no Município de Esteio. O principal ponto de captação está no Arroio das Garças, à jusante dos afluentes que levam o esgoto sem tratamento, através do sistema de macrodrenagem, até o arroio. Entre eles a foz do Arroio Araçá, um dos maiores lançadores de esgoto sem tratamento, está a 650 metros de distância da captação. No aspecto econômico-financeiro o ganho de aproximadamente 24 milhões de Reais por ano que a CORSAN obtém em Canoas é canalizado para suprir despesas administrativas da superestrutura da própria companhia e para atender os sistemas deficitários de outras cidades pelo chamado Subsídio Cruzado. Assim, a população de Canoas paga por um atendimento precário, ineficiente e sustenta a operação da CORSAN em outras cidades. Há na Região Metropolitana de Porto Alegre um processo de poluição dos recursos hídricos que deve ser combatido em curto prazo, pois se agravam e crescem, diariamente, os problemas na saúde pública e a deterioração da ambiência pode se tornar irreversível.

Palavras chave: Geomática; Saneamento; Recursos Hídricos; Sensoriamento Remoto; Canoas.

## **ABSTRACT**

Master of Science Dissertation  
Post-Graduation Program in Geomatics  
Universidade Federal de Santa Maria

### **AMBIENTAL BENEFIT-COST RELATIONSHIP OF WATER AND SANITARY SEWERAGE SYSTEMS CASE STUDY: CANOAS-RS**

AUTHOR: ALESSANDRO CARVALHO MIOLA  
ADVISER: PROF. DR. JOSÉ SALES MARIANO DA ROCHA  
Local and date of presentation: Santa Maria, April, 28, 2005.

This case study was carried out at Canoas a city in the State of Rio Grande do Sul - Brazil, involving sanitation problems, mainly those related to the sanitary sewer thrown directly in the rivers and streams without any previous treatment. The sanitary service in Canoas is made by CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento). The company has a contract ending in 2025. However, the company is not accomplishing the goals, as was accorded between CORSAN and the City Hall. The objective of this study is to analyze the relation benefit-cost of the sanitary system in Canoas, with respect to the environmental and economic-financial aspects. Canoas has an important position in respect to the ambient because is geographically located downstream of hydrographic basins of the rivers Sinos, Gravataí and Jacuí. This last one having in its estuary the State Park of the Delta of the Jacuí, that is part of the Hydrographic Region of the Guaíba. More than 90% of the population has no access to the sanitary sewerage system. The residents do their own sanitary sewer connections directly into the pluvial drain that drives the water to the macro drainage system to the rivers and streams, impact and contaminating the environment. A station of sewerage treatment (ETE) is installed in the city and should have the capacity to treat 1.300 liters of sewer per second, however only one of the six projected modules is actually working, with less than 20% of its capacity. Practically collection nets don't exist, though the net of water has more than 795 km of extension. Regarding to the water supply, CORSAN capture water in two places, one at the city of Esteio. The main point of impounding of water is located in the Arroio das Garças (Stream of the Herons), downstream of the tributaries that lead the sewer, without treatment, through the macro-drain system until the stream. Between they, the estuary of the Arroio Araçá (Stream of the Araçá), launching greater of sewer without treatment, it is the 650 meters of distance of the capitation. In the economic-financial aspect the profit of approximately 24 million of Reais per year that Corsan earns in Canoas is drained to supply administrative expenses itself of the company and to cover the systems deficit of other cities by the method called Crossed Subsidy. Being thus, the population, paid for a precarious attention, inefficient and it supports the operation of the CORSAN in other cities. It has, in the Region Metropolitan of Porto Alegre, a process of pollution of the aquatic resources that must be eliminated, in short time; therefore they are aggravated and they grown, daily, the problems of the public health and the deterioration of the environment can be come irreversible.

Keywords: Geomatics; Sanitation; Aquatic Resources; Remote Sensing; Canoas.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
2.1 – A evolução do saneamento no Brasil da década de 1970 até os dias de hoje: .....	13
2.2 – O problema da falta de saneamento básico para a saúde pública e para a ambiência: .....	16
2.3 – Aspectos legais relacionados à ambiência nos municípios: .....	18
2.4 – A importância da avaliação ambiental no estudo do saneamento básico:.....	20
<b>3 – MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>21</b>
3.1 – Caracterização geral do Município de Canoas: .....	21
3.2 – Localização da área de estudo: .....	36
3.3 – Cobertura aerofotogramétrica e imageamento por satélite:.....	38
3.4 – Bases de dados: .....	43
3.4 – Equipamentos de informática e softwares utilizados: .....	44
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>44</b>
4.1 – O abastecimento de água em Canoas:.....	44
4.2 – A coleta, tratamento e destinação final dos esgotos sanitários: .....	58
4.3 – As conseqüências da falta de saneamento na saúde pública e no meio ambiente:.....	63
4.4 – Impactos da contaminação do subsolo nas águas subterrâneas do Aquífero Guarani:.....	72
4.5 – Análise do Benefício/Custo Econômico-Financeiro da Concessão: .....	75
<b>5 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>77</b>
<b>6 – BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>83</b>
Anexo I – Resumo da situação da concessão de águas e esgotos em Canoas – RS.....	83
Anexo II – Fotografias obtidas durante o período da pesquisa:.....	84

## 1 – INTRODUÇÃO

O conhecimento do problema deste Estudo de Caso ocorreu ao longo de dois anos de atividades junto a diversos órgãos da Prefeitura Municipal de Canoas, durante a vigência de um convênio com a UFSM. É relevante ressaltar que esta pesquisa tornou-se possível por haver pleno interesse público de reverter uma situação prejudicial, para com o povo canoense.

O enfoque dos estudos contextualizou a problemática do saneamento básico de Canoas em relação ao conjunto de Bacias Hidrográficas que formam o Delta do Rio Jacuí e a Região Hidrográfica do Lago Guaíba, envolvendo também os aspectos econômico-financeiro e jurídico da concessão do serviço. Também se fez uma abordagem das conseqüências na saúde pública da população, em função do problema se apresentar bastante agravado.

Em Canoas, os serviços de água e esgoto estão concedidos à Companhia Rio-grandense de Saneamento – CORSAN desde 1951, quando, em 20 de agosto, o Governo Municipal assinou o Convênio com a Secretaria de Obras Públicas do Estado do Rio Grande do Sul para execução, manutenção e exploração dos serviços de água e esgotos sanitários (Anexo I – Resumo da Evolução Histórica da Concessão dos Serviços de Saneamento).

O problema, analisado a partir da relação contratual entre a Prefeitura Municipal de Canoas e a CORSAN, está no (des) cumprimento das legislações ambientais, em nível municipal, estadual e federal, e na falta de proteção à população exposta aos impactos, provenientes dos passivos ambientais gerados pela precária coleta e inadequada destinação das águas cloacais.

Entre as fontes de pesquisa para este estudo foram utilizados mapas, relatórios, documentos e dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Canoas e pela concessionária que presta o serviço (Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN). Também se utilizou relatório do serviço intitulado: *“Auditoria Ambiental do Sistema de Suprimento de Água Potável e Destinação Final de Resíduos Líquidos”*; executado por consultoria especializada, contratada pela Prefeitura Municipal.

O objetivo geral da dissertação foi obter e sistematizar informações sobre o abastecimento de água e a coleta, tratamento, e destinação final de esgotos sanitários do Município de Canoas, em análises de benefício – custo ambiental e econômico-financeiro.

Os objetivos específicos foram os seguintes:

- Conhecer dados e informações e analisar os aspectos ambientais e de saúde pública referentes ao sistema de abastecimento de água em Canoas;
- Conhecer dados e informações e analisar os aspectos ambientais e de saúde pública da coleta, tratamento e destinação final de esgotos sanitários;
- Analisar, sob a ótica da ambiência, a questão do subsídio cruzado, modelo administrativo e operacional adotado pela concessionária CORSAN;
- Fornecer subsídios técnico-científicos aos agentes públicos no sentido de mitigar e reverter o problema do saneamento básico no município, melhorar a qualidade de vida da população e assegurar maior proteção aos recursos naturais existentes nas Bacias Hidrográficas da região, que estão sendo diária e irreversivelmente deterioradas.

Esta pesquisa se justifica porque o fato corrente em Canoas, além de estar em desacordo com a legislação ambiental (inclusive a Lei dos Crimes Ambientais), causa sérios males à saúde pública dos habitantes em locais próximos aos despejos de esgotos, caracterizados por doenças infecciosas e parasitárias, contaminações, proliferação de agentes patogênicos e de vetores como ratos, mosquitos, moscas, baratas, etc.

Além disso, é grande a diferença entre a rede de distribuição de água (aproximadamente 795 km) e a rede de coleta de esgoto sanitário (4,0 km ligados a ETE, dos 130 km existentes). Tal diferença evidencia a prioridade da concessionária em investir na expansão do sistema de distribuição de água, exploração lucrativa do ponto de vista econômico-financeiro; e a histórica despreocupação com o esgotamento sanitário, com reflexos de natureza negativa na ambiência e na saúde pública.

Outro aspecto que justifica o estudo, conforme CAVINATTO (2003) é que cada pessoa ao consumir em média 200 litros de água por dia, converte cerca de 150 litros em esgoto. Os 50 litros restantes podem voltar à atmosfera pela evaporação ou infiltrar-se no solo. Já, para PASSETO (2001) cada metro cúbico de água utilizada por uma pessoa, produz outro metro cúbico de esgoto sanitário. Entretanto, conforme a NBR 9649, o coeficiente de retorno esgoto/água é de 0,8.

O município possui a estação de tratamento de esgoto, obra construída, parcialmente, pela concessionária CORSAN, mas o tratamento de esgoto ainda não está em total funcionamento, devido à inexistência de conexão nas redes de coleta existentes, com a ETE. O despejo do esgoto sanitário, está sendo feito a céu aberto, diretamente nos arroios e córregos que cortam a área urbana e nos rios que delimitam o Município de Canoas, em função da precária rede de coleta e da aparente ineficiência do sistema de tratamento.

O Município de Canoas, e outros da Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA, está contaminando a Bacia Hidrográfica do Guaíba, por efeito do lançamento dos esgotos cloacais sem o tratamento necessário, diretamente no Rio dos Sinos, Arroio das Garças e Rio Gravataí, afluentes do Lago Guaíba.

PEREIRA (2003) consolida a justificativa deste estudo quando afirma que o saneamento básico não representa obra vistosa, ou seja, não dá votos ao “administrador político” que investe neste tipo de obra. O que importa é que a doença gerada pela falta de infra-estrutura básica, quando tratada, lá no posto de saúde ou na unidade móvel de saúde, satisfaz o “administrador político”, pois se trata de um ato que vincula o político ao eleitor. Esta visão predomina na forma de gerir a maioria das cidades brasileiras, fato que em Canoas, ao longo dos anos também não se mostrou diferente.

Assim sendo, é justificável avaliar a situação dos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgoto da cidade de Canoas, tanto em relação à ambiência, quanto ao contexto econômico-financeiro e jurídico da concessão. Tal estudo tende a apresentar indicadores e recomendações de saneamento ambiental, fundamentados numa visão holística do problema, pois é a partir do saneamento básico de qualidade, que se chega a padrões de saúde pública desejados.

O estudo foi realizado a partir de levantamentos de campo, visitas técnicas, mapeamentos por imagens de satélite e aerofotogramas, reambulação de dados no campo, mapas e plantas cartográficas, pesquisas bibliográficas e em sítios virtuais (Internet), coletas de materiais de amostra para análise, e a sistematização em atividades de escritório.

Por meio dos resultados alcançados neste estudo a Administração Municipal terá um instrumento de cunho técnico-científico, para contribuir com conhecimento de causa, junto à concessionária, na busca dos investimentos devidos, para o atri-

moramento do sistema de saneamento municipal, com a mitigação dos impactos sobre a ambiência local e regional.

## **2 – REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 – A evolução do saneamento no Brasil da década de 1970 até os dias de hoje:**

De acordo com o Ministério do Planejamento e Orçamento – MPO (1995) ao final dos anos 60 os índices de atendimento das populações urbanas com serviços de água e esgotos eram da ordem de 45% e 20%, respectivamente, refletindo uma situação bastante precária, em termos de cobertura.

A provisão pública de serviços de saneamento básico em grande escala começou no Brasil apenas nos anos 70, quando o País passou a ser predominantemente urbano, com 56% dos 93 milhões de habitantes, vivendo nas cidades. A urbanização havia se acelerado nos anos 60, crescendo a taxas de 5,2% ao ano. Entre as décadas de 60 e 70, mais de 20 milhões de pessoas haviam trocado o campo pela cidade, e apenas 11,8 milhões - 12,6% do total de habitantes - contavam com serviços públicos de abastecimento de água e 6 milhões - 6,4% - dispunham de sistemas de esgotamento sanitário, concentrados precariamente nas cidades de maior porte (ARRETCHE, 2004<sup>1</sup>).

Com a criação do Sistema Financeiro do Saneamento – SFS, e, por conseguinte, do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, em 1971, instituiu-se a prática do planejamento global das ações de saneamento básico – abastecimento de água e esgotos sanitários. O órgão centralizou no âmbito da União todo o planejamento, coordenação, bem como os recursos financeiros destinados à efetivação dos projetos de saneamento no país.

A partir da criação do PLANASA, cada Estado da Federação teve que criar a sua Companhia Estadual de Saneamento – CESB (no Rio Grande do Sul foi criada a CORSAN) e, conjuntamente o Fundo Estadual de Águas e Esgotos – FAE. A primeira era a única instituição credenciada a obter recursos do SFS e autorizada a explo-

---

<sup>1</sup> ARRETCHE, Marta T. S. **Saneamento Básico**. Disponível em: <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/saneam/apresent/apresent.htm>. Acesso em: 14/10/2004.

rar os serviços de água e esgotos em regime de monopólio. O FAE destinou-se a capitalizar recursos para financiar parte do dinheiro (50%) obtido junto ao Banco Nacional de Habitação – BNH – centralizador do SFS, cuja origem do dinheiro era o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS.

O princípio básico de funcionamento adotado pelas CESB's (no RS a CORSAN) era o caixa único, que permitiria, por meio de **subsídios cruzados entre localidades, tornar factíveis projetos isoladamente inviáveis**. A exploração empresarial desses serviços requeria a auto-suficiência financeira das CESB's, que seria obtida via tarifa, repassando-se à população usuária a totalidade dos custos operacionais e a remuneração do investimento.

Com a fatura de recursos no início do PLANASA, houve intensa execução de obras. Em termos de abastecimento de água os déficits foram significativamente reduzidos, atingindo mais de 75% da população atendida já em 1980.

Conforme as informações do MPO (1995) de 1975 a 1982 foram aplicados, pelo PLANASA, mais de U\$ 6 bilhões em obras de esgotos e abastecimento de água, o que correspondeu a receitas médias anuais da ordem de U\$ 80 milhões em taxas de administração (10% do investimento) para o conjunto das CESB's; entre elas a CORSAN.

A partir dos anos 80 o modelo do PLANASA começou a entrar em declínio, agravado pela crise financeira que atingiu o país naqueles anos. Porém alguns fatores diretamente relacionados com a operacionalização do modelo adotado foram decisivos no desequilíbrio do mesmo. São eles:

- Os altos investimentos decorrentes da utilização indiscriminada de concepções de projetos de engenharia caracterizados pela centralização, nem sempre adequada, criando grandes unidades, algumas necessariamente sofisticadas e, também, pelos elevados padrões de consumo considerados;
- A ineficiência operacional decorrente, principalmente, dos elevados custos e das perdas de faturamento, em função de desperdícios resultantes, entre outros fatores da pouca atenção dada aos sistemas de controle – medição de consumo, indicadores de eficiência, etc.;
- Os elevados custos financeiros, incompatíveis com a capacidade de retorno característica desse tipo de investimento e com as condições sócio-econômicas do país;

- As deficiências inerentes ao modelo, no que se refere à auto-sustentação, evidenciadas a partir do momento em que se começou a atender também os estratos de menor renda, nas periferias dos grandes centros e nas pequenas localidades. Esses segmentos da população, além da menor capacidade de pagamento, em muitos casos, tiveram consumos efetivos relativamente elevados em decorrência da falta de medição;
- A irrealidade tarifária, sobretudo em face de decisões políticas que, em determinados períodos, utilizaram as tarifas públicas como instrumentos de reduções das tensões inflacionárias.

A partir desses fatores chegou-se a um cenário em que, segundo o MPO, a maior parte das CESB's<sup>2</sup> enfrentou (e enfrentam atualmente), sérias dificuldades para prestar o serviço requerido pela população, apesar de terem sido realizados, com frequência, expressivos aportes de recursos financeiros dos caixas estaduais para socorrer as companhias, inclusive em face de despesas correntes. Mesmo assim o modelo vigente não se mostrou capaz de equacionar o problema da eliminação do déficit de atendimento, ainda existente nas condições sócio-econômicas atuais.

A partir da promulgação da constituição de 1988, observou-se uma progressiva passagem de responsabilidades e atribuições para os municípios. A Constituição reafirmou a responsabilidade do município pela prestação dos serviços de interesse local como os de saneamento (sem prejuízos para o princípio de competência comum dos três níveis de governo), podendo realizá-la diretamente, ou por meio de concessão (Constituição Federativa do Brasil de 1988 – Art. 30, Inc. V).

No que se refere aos serviços públicos de águas e esgotos, essa tendência à descentralização confrontou-se com uma situação adversa, uma vez que, com o PLANASA, as concessões às companhias estaduais de saneamento foram muito freqüentes, tanto que essas empresas são responsáveis, atualmente, pela administração de 2/3 do número total de sistemas de abastecimento de água em operação nas diversas cidades do país<sup>3</sup>. Todavia, as condições dessas concessões e os mecanismos de subsídios cruzados entre localidades, características do modelo do

---

<sup>2</sup> Inclusive a CORSAN.

<sup>3</sup> No Rio Grande do Sul a CORSAN opera em 318 dos 497 municípios do Estado. Entre os municípios maiores, que não possuem sistemas operados pela CORSAN estão: Caxias do Sul, Novo Hamburgo, Pelotas, Porto Alegre e São Leopoldo.

PLANASA ainda são óbices para qualquer mudança no sentido da descentralização na prestação dos serviços.

Nos anos 90 e até os dias atuais a queda qualitativa e a redução no ritmo de crescimento dos níveis de atendimento são evidentes. A expansão das periferias urbanas sem os necessários investimentos em obras – entre as quais o saneamento, e sem a efetiva viabilização da prestação desses serviços às populações periféricas mais carentes, contribui para o ressurgimento de agravos à saúde pública, como a cólera e a dengue (MPO, 1995).

A redemocratização do país e a retomada da participação de instâncias locais na discussão de problemas relativos à prestação dos serviços de saneamento ressaltam o conflito entre as companhias estaduais e os municípios de maior porte, que, em face do modelo anterior, ainda subsidiam outros cujo tamanho e padrão de consumo não permitem arrecadações tarifárias que assegurem o equilíbrio financeiro para a prestação do serviço. **Esse subsídio entre localidades consome recursos que poderiam ser utilizados na ampliação da cobertura em municípios que, apesar de superavitários, ainda não são atendidos plenamente** (MPO, 1995). Este é exatamente o caso que se aplica em Canoas.

## **2.2 – O problema da falta de saneamento básico para a saúde pública e para a ambiência:**

Os bairros das regiões metropolitanas, formados em grande parte por favelas, sem qualquer sistema de coleta de esgoto e de recolhimento de lixo, passaram a produzir grande quantidade de detritos, lançados diretamente nos córregos e represas. Como alternativas foi necessário utilizar mananciais cada vez mais distantes das metrópoles, o que exigiu obras muito caras para transportar a água às cidades (CAVINATTO, 2001).

Segundo a UNESCO/ONU, 10% dos recursos hídricos, em escala mundial estão poluídos e apenas 6% das águas de todo o planeta serve para consumo humano, baseado em monitoramentos de 240 rios e 43 lagos de 59 países. Do total de água (boa ou não) disponível na Terra, 69% é utilizada pela agricultura, 23% pelas indústrias e 8% utilizada em ambientes domésticos, FELÍCIO (1992).

PASSETO (2001) afirma que o crescimento econômico não é mais encarado como a solução para a pobreza e os demais problemas que afetam a população. O desenvolvimento passou a envolver questões sociais, culturais, ambientais e político-institucionais de uma forma ligada. Na questão específica do saneamento básico, o quadro apontado em levantamento do IBGE de 1998 é dramático:

- Mais de 10 milhões (24,8%) dos 41,8 milhões de domicílios não eram atendidos por rede de abastecimento de água;
- 23,2 milhões (55,5% do total) de domicílios não tinham acesso a sistemas de esgoto sanitário;
- Na Zona Urbana 11,4% não dispunham de água tratada e 48,9% não eram atendidos por redes de esgoto sanitário.

HELLER (1999) cita que os riscos à saúde, decorrentes de esgotamento sanitário, são de diversas naturezas. A ausência de coleta, associada à costumeira omissão pública na orientação e fiscalização dos processos de disposição de esgotos estáticos – ou *“in situ”* – provoca a presença de excretas no peridomicílio e nos arruamentos, expondo especialmente crianças ao contato direto, em decorrência, a um grande número de doenças infecciosas e parasitárias. A existência de coleta sem o correspondente tratamento, por sua vez, acarreta o perverso efeito de concentrar o efluente, em geral, nos cursos d'água superficiais, descarregando quantidades elevadíssimas de organismos patogênicos no ambiente. Paradoxalmente, mesmo a presença de estações de tratamento pouco atenua a situação, uma vez que a cultura de tratamento de esgotos predominante no país não privilegia a remoção de patogênicos do efluente, tendo por preocupação maior a estabilização da matéria orgânica.

Para esse autor existem ainda alguns vieses que dificultam o atendimento à população, com equidade e universalização na prestação dos serviços, como:

- Ausência de um enfoque de saúde pública no planejamento e na ação do setor;
- Dificuldade de articulação com outras áreas institucionais com interface, como o próprio setor de saúde, o de meio ambiente, o de recursos hídricos, o de habitação e o de desenvolvimento urbano;
- Ausência de isonomia no acesso a recursos federais, a tradicional fonte de investimentos para o setor, com visível penalização para governos municipais e para as comunidades rurais; e

- Incipiente participação popular e de organizações não governamentais na definição de políticas e prioridades.

### 2.3 – Aspectos legais relacionados à ambiência nos municípios:

Conforme DE GREGORI (2001), percebe-se que, sob o prisma do Direito Constitucional Brasileiro, o Município auferi a condição estatal de integrante da Federação como legítima entidade político-administrativa, dotada de autonomia política, administrativa e financeira. A mesma afirma que a construção da cidade ecologicamente equilibrada depende em muito de dois outros fatores de suma importância: educação ambiental e conscientização pública para a preservação do meio ambiente e da qualidade de vida.

A Constituição Federal, promulgada em 1988 refere em seus capítulos que:

#### “CAPÍTULO IV – Dos Municípios

**Art. 30.** Compete aos Municípios:

I - legislar sobre assuntos de interesse local;

II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber;

III - ...

...

VII - ...

VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano;

IX - promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual.”

Ainda observando a Constituição Federal de 1998, tem-se a referência direta em relação ao meio ambiente, como segue:

#### “CAPÍTULO VI – Do Meio Ambiente

**Art. 225.** Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1.º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - ...;

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV - ...;

V - ...;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - ...

§ 2.º ...

...  
§ 6.º ...”

Especificamente em relação à Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 cita que:

“DOS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE  
**Art. 9º** - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:  
I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;  
II - o zoneamento ambiental;  
III - ...;  
...;  
XII - ...”

CABRAL (1997) cita a Lei Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e que se baseia nos seguintes fundamentos, conforme os incisos do Art. 1º:

“CAPÍTULO I – Dos Fundamentos  
**Art. 1º** - ...  
I – a água é um bem de domínio público;  
II – a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;  
III – em situações de escassez, o uso prioritário da água é o consumo humano e a dessedentação de animais;  
IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;  
V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos;  
VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.”

Entre os objetivos desta lei está:

“CAPÍTULO II – Dos Objetivos  
**Art. 2º** - São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos;  
I - ...  
II - ...  
III – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;”

A Lei Estadual nº 10.350 de 1994, que institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o Art. 151 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, descreve na Seção I – Dos Objetivos e Princípios;

“Art. 1º - A água é um recurso natural de disponibilidade limitada e dotado de um valor econômico, que, enquanto bem público de domínio do Estado, terá sua gestão definida através de uma Política de Recursos Hídricos, nos termos desta Lei.  
Parágrafo único: Para os efeitos desta Lei, os recursos hídricos são considerados na unidade do ciclo hidrológico, compreendendo as fases aérea, superficial e subterrânea e tendo toda a Bacia Hidrográfica como unidade de intervenção.”

Conforme a Resolução Nº. 20 de 18 de junho de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, no Art. 1º, Incisos II, III, IV e V, as águas estão assim classificadas:

- “II – Classe 1 – Águas destinadas:
- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
  - b) a proteção das comunidades aquáticas;
  - c) a recreação de contato primário (natação, esqui aquático, mergulho);
  - d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
- III – Classe 2 – Águas destinadas:
- a) ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
  - b) à proteção das comunidades aquáticas;
  - c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático, mergulho);
  - d) a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
  - e) a criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
- IV – Classe 3 – Águas destinadas:
- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
  - b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
  - c) à dessedentação de animais.
- V – Classe 4 – Águas destinadas:
- a) à navegação;
  - b) à harmonia paisagística;
  - c) aos usos menos exigentes.”

Por possuírem, em muitos casos, nascentes e remanescentes de água limpa, para as Áreas de Proteção Ambiental – APA's, a Resolução N°. 10 do CONAMA, de 14 de dezembro de 1988, dispõe que:

“**Art 1º** - As Áreas de Proteção Ambiental - APA's são unidades de conservação, destinadas a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando a melhoria da qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais.

**Art. 2º** - Visando atender aos seus objetivos, as APA'S terão sempre um zoneamento ecológico-econômico.

**Art. 3º** - ...

...

**Art. 8º** - Nenhum projeto de urbanização poderá ser implantado numa APA, sem a prévia autorização de sua entidade administradora, que exigirá:

- a) Adequação com o zoneamento ecológico-econômico da área;
- b) Implantação de sistema de coleta e tratamento de esgotos;
- c) Sistema de vias públicas sempre que possível e curvas de nível e rampas suaves com galerias de águas pluviais;
- d) Lotes de tamanho mínimo suficiente para o plantio de árvores em pelo menos 20% da área do terreno;
- e) Programação de plantio de áreas verdes com uso de espécies nativas;
- f) Traçado de ruas e lotes comercializáveis com respeito à topografia com inclinação inferior a 10%.”

## 2.4 – A importância da avaliação ambiental no estudo do saneamento básico:

Análise Ambiental para TAUK (1995) se trata da mais ampla atividade analítica que se pode realizar acerca de um objeto qualquer do conhecimento. No livro organizado pela autora, a afirmação anterior parte do consultor independente Ricardo K. de Macedo, no I Simpósio Nacional de Análise Ambiental.

Conforme este consultor, avaliar um objeto ambientalmente significa compreendê-lo e mensurá-lo segundo as relações mantidas entre seus elementos e aspectos físicos, bióticos, econômicos, sociais e culturais, desde que esse objeto seja assim constituído.

Macedo citado em TAUK (1995) afirma ainda que a avaliação ambiental de uma determinada região permite que se identifiquem suas potencialidades de uso (inclusive o não uso), de ocupação, **suas vulnerabilidades e seu desempenho futuro estimado**<sup>4</sup>. Por fim, a finalidade de um processo de avaliação ambiental é o balizamento dos processos de gerenciamento e monitoramento ambientais que mereçam ser realizados, tendo como base de comparação o cenário-alvo pretendido, em todas as suas versões temporalmente atualizadas mediante o conhecimento sistemático e gradativo da realidade.

Em relação ao saneamento básico, os instrumentos de análise ambiental devem extrapolar o dimensionamento do problema em nível de bacia hidráulica (e/ou hidrossanitária). Tanto no caso da captação/retenção de água, quanto no caso da coleta até despejo final dos esgotos a análise ambiental deve preocupar-se com o manejo sustentável das microbacias hidrográficas.

Para LIMA (1999) a microbacia constitui a manifestação bem definida de um sistema natural aberto, e pode ser vista como a unidade ecossistêmica da paisagem, em termos da integração dos ciclos naturais da energia, de nutrientes e, principalmente, da água. Desta forma, ela apresenta uma condição muito singular e conveniente de definição espacial do ecossistema, dentro do qual é possível o estudo detalhado das interações entre o homem e a terra e a quantidade e qualidade da água produzida pela microbacia.

### **3 – MATERIAL E MÉTODO**

#### **3.1 – Caracterização geral do Município de Canoas:**

O Município de Canoas, pela sua posição geográfica, possui uma situação bastante particular no contexto político, sócio-econômico e principalmente ambiental do Rio Grande do Sul (Figura 01).

---

<sup>4</sup> Grifo do autor desta Dissertação.

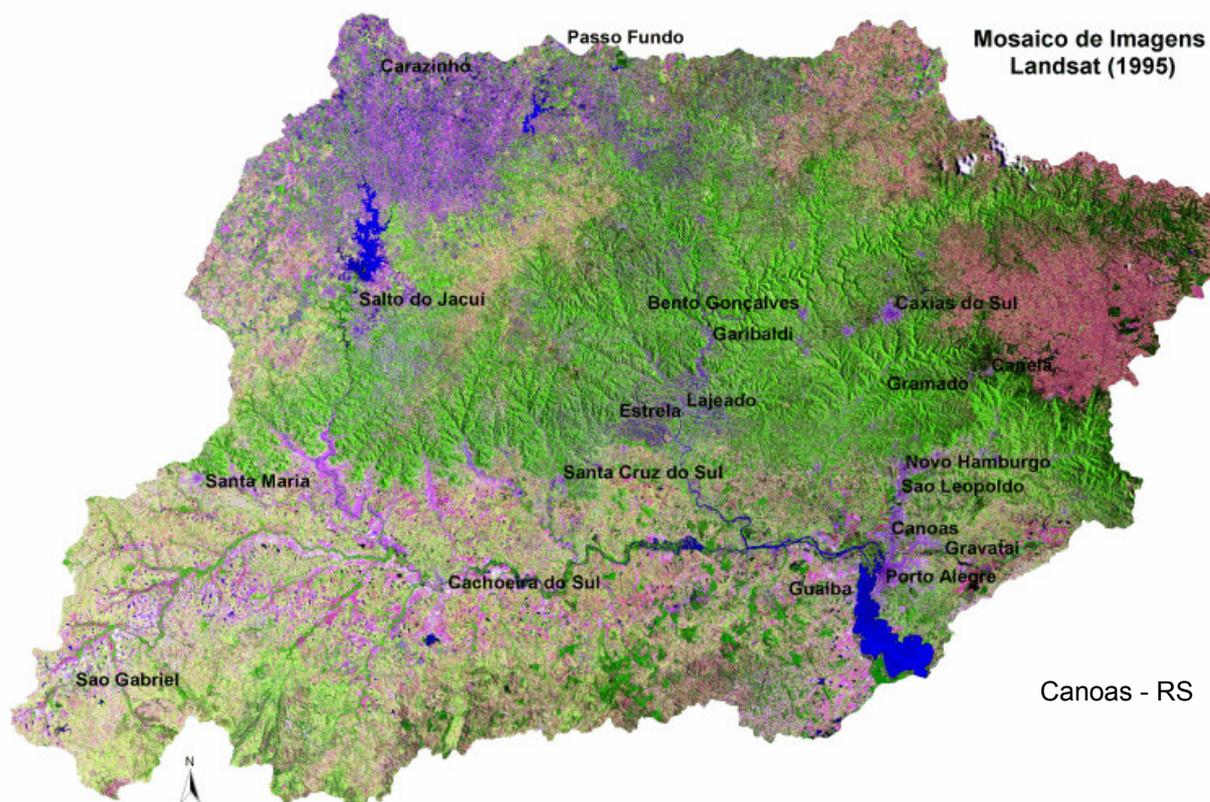


Figura 01: Região Hidrográfica do Guaíba e a localização geográfica do Município de Canoas. Disponível em: [http://www.proguaiba.rs.gov.br/mapas\\_index.html](http://www.proguaiba.rs.gov.br/mapas_index.html). Acessado em: 15/06/03.

Possui uma população de 306.093 habitantes (IBGE, 2000), predominantemente habitando a área urbana do Município. A superfície total de Canoas é de 131,0 km<sup>2</sup>; ocupada quase totalmente pela urbanização. As áreas consideradas rurais são muito restritas e na sua maioria são representadas por superfícies alagadiças, de vegetação característica; pouco propícias para a agricultura ou quaisquer outras atividades relacionadas à ocupação pelo homem.

O Projeto de Modernização da Administração Tributária e da Gestão dos Setores Sociais Básicos de Canoas – PMAT (2001) traz a informação que a área hoje ocupada pelo Município, até sua emancipação, pertencia aos Municípios de Gravataí e São Sebastião do Caí.

Segundo tal Projeto, a data importante na história de sua evolução foi o ano 1871, pois assinalou o início da construção da ferrovia São Leopoldo - Porto Alegre, fato de fundamental importância para o surgimento e progresso do núcleo inicial de povoamento. Nesta época, onde se encontra a parada da Viação Férrea, para aproveitar as árvores derrubadas na abertura da estrada, construíam-se canoas. Ponto de referência obrigatório, o local passou a ser designado por Capão das Canoas.

Em 1874, quando se inaugurou o primeiro trecho da estrada de ferro já se iniciara o povoamento em torno da estação. O proprietário das terras, Major Vicente Ferrer da Silva Freire, idealizou torná-lo centro de veraneio de famílias abastadas da Capital. Essa função de centro de veraneio Canoas exerceu por muito tempo, embora sem o exclusivismo da fase inicial.

Pouco a pouco, as grandes fazendas cederam lugar a pequenas propriedades, chácaras e granjas, algumas até organizadas; surgiram em grande número, fazendo com que, em fins do século retrasado, apresentasse uma população efetiva já bastante elevada.

Em 1908, tendo por órago São Luiz Gonzaga, constituiu-se em Capela Curada. Elevada à vila em 1938, no ano seguinte, tornou-se cidade e sede de município.

O Município de Canoas foi criado através do Decreto-Lei N° 7.839, de 27 de junho de 1939, tendo sua organização inicial estipulada no Decreto-Lei N° 8.036, de 16 de dezembro de 1939<sup>5</sup>.

Localiza-se na RMPA, mais precisamente a 29°55'04" de latitude Sul e 51°11'01" de longitude Oeste (Figura 02). Faz parte da Associação dos Municípios da Grande Porto Alegre – GRANPAL (Consulta Prévia – PMAT Canoas, 2001) e tem os seguintes limites político-geográficos: Porto Alegre (ao Sul); Cachoeirinha (ao Leste); Esteio (ao Norte); e o Parque Estadual do Delta do Jacuí com parte dos Municípios de Nova Santa Rita e Triunfo (a Oeste). É cortado pelas principais rodovias que cruzam a região metropolitana: BR 116, BR 386; e tangenciado pela BR 290 (Mapa do Estado do Rio Grande do Sul, 2002).

O Município de Canoas possui uma matriz econômica predominantemente industrial, na qual os setores produtivos mais significantes são representados por indústrias eletro-eletrônica, metalúrgica e química, esta última tendo a Refinaria Alberto Pasqualini – REFAP, como principal representante.

Os setores de prestação de serviços e comércio também compõem o PIB municipal com aproximadamente 32,3% de participação<sup>6</sup>. A agricultura no município é pouco representativa, porém a produção de hortaliças em pequenas propriedades rurais é uma cultura que vem crescendo.

---

<sup>5</sup> Fonte: Fundação de Economia e Estatística. Disponível em: [www.fee.rs.gov.br](http://www.fee.rs.gov.br). Acessado em: 10/03/2004.

<sup>6</sup> Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: [www.sefaz.rs.gov.br](http://www.sefaz.rs.gov.br). Acessado em: 16/08/2004.

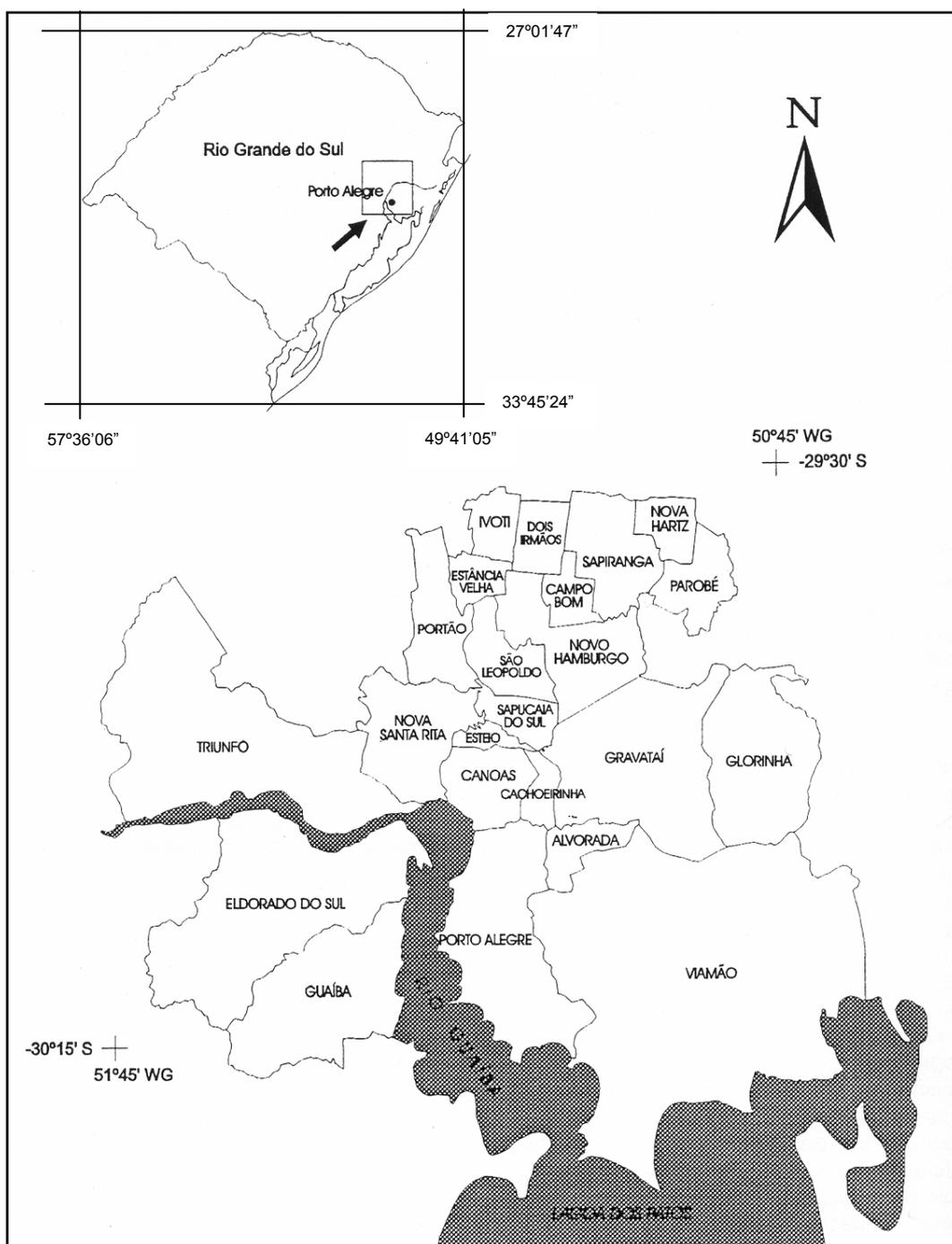


Figura 02: Localização geográfica do Município de Canoas – RS.

Fonte: PROTEGER – Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre. CPRM/METROPLAN.

Áreas agrícolas maiores, que existem no município, são cultivadas com arroz irrigado, já que a vocação destas propicia tal cultura, em função de serem terrenos planos e baixos, comumente alagadiços, situados na Zona Norte da cidade, margeando a BR 386.

Conforme ZANINI (1998) a RMPA está estruturada em torno de pólos que geograficamente caracterizam duas sub-regiões: a sub-região norte, polarizada por No-

vo Hamburgo e São Leopoldo, composta por estes dois municípios e por Campo Bom, Estância Velha, Ivoti, Sapiranga, Nova Hartz, Parobé, Dois Irmãos, Portão, e a sub-região sul, polarizada por Porto Alegre e composta pelos municípios de Alvorada, Viamão, Cachoeirinha, Gravataí, Glorinha, Canoas, Guaíba, Eldorado do Sul, Triunfo e Nova Santa Rita.

ORLANDI & GIUNO, (1994) afirmam que nas últimas três décadas a região tem apresentado índices de crescimento superiores aos índices estadual e nacional, concentrando-se nela 33% da população do Estado em área equivalente a 2% do território.

Na RMPA, historicamente, as áreas urbanas e os eixos de colonização desenvolveram-se a partir dos cursos d'água, junto às margens, pois estes eram os caminhos naturais de comunicação entre diferentes regiões, para escoamento da produção e suprimento de água. Assim, o desenvolvimento inicial teve seu padrão determinado pela hidrografia. Com o decorrer do tempo, os principais eixos rodoviários da região, (BR 116, Tabai-Canoas e BR 290) começaram a substituir as vias hidrográficas mantendo-se, entretanto, a mesma distribuição espacial de ocupação urbana e de circulação. As rodovias trouxeram, como conseqüência, a aceleração do processo de fixação de grande contingente populacional, que se instalou nessa região, ocupando principalmente as planícies de inundação dos cursos d'água. O desequilíbrio de um processo natural que comumente ocorre (inundações) se fez sentir adquirindo a magnitude de um verdadeiro desastre para todas estas populações (AFONSO, 1994).

O Parque Estadual do Delta do Jacuí, segundo maior Parque Estadual e quarta maior Unidade de Conservação Ambiental do Estado, tem parte relevante de sua área inserida na área do Município de Canoas, principalmente por se tratar da jusante de três Sub-bacias Hidrográficas, sendo estas dos rios: Jacuí, Sinos e Gravataí.

Por fazer parte de uma das regiões hidrográficas mais importantes da América Latina (a Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba) e possuir a grande vantagem de ter um relevo relativamente plano, a cidade de Canoas privilegia-se das muitas facilidades que esta situação proporciona: (i) possui uma fonte quase inesgotável de captação de água; (ii) não necessita represamentos; e (iii) tem pouca exigência de sistemas de recalque. O abastecimento de água de Canoas atende 93.650 residências (Anexo VIII), quase 100% da área urbana do Município.

Porém, com uma população exclusivamente urbana e sendo rodeado por municípios também bastante populosos, o potencial hídrico do qual Canoas desfruta está sob crescente deterioração, pela carga de esgotos sanitários que são despejados pelos habitantes dos municípios de parte da RMPA, inclusive os próprios de Canoas, sem falar na poluição por agrotóxicos provenientes das lavouras a montante do Município.

Observa-se que o Município está situado na jusante de três sub-bacias hidrográficas que compõem a Bacia do Guaíba (Figura 03), sendo elas:

- Jusante da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Jacuí – Baixo Jacuí (Parque Estadual do Delta do Jacuí);
- Jusante da Sub-bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos;
- Jusante de Sub-bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.

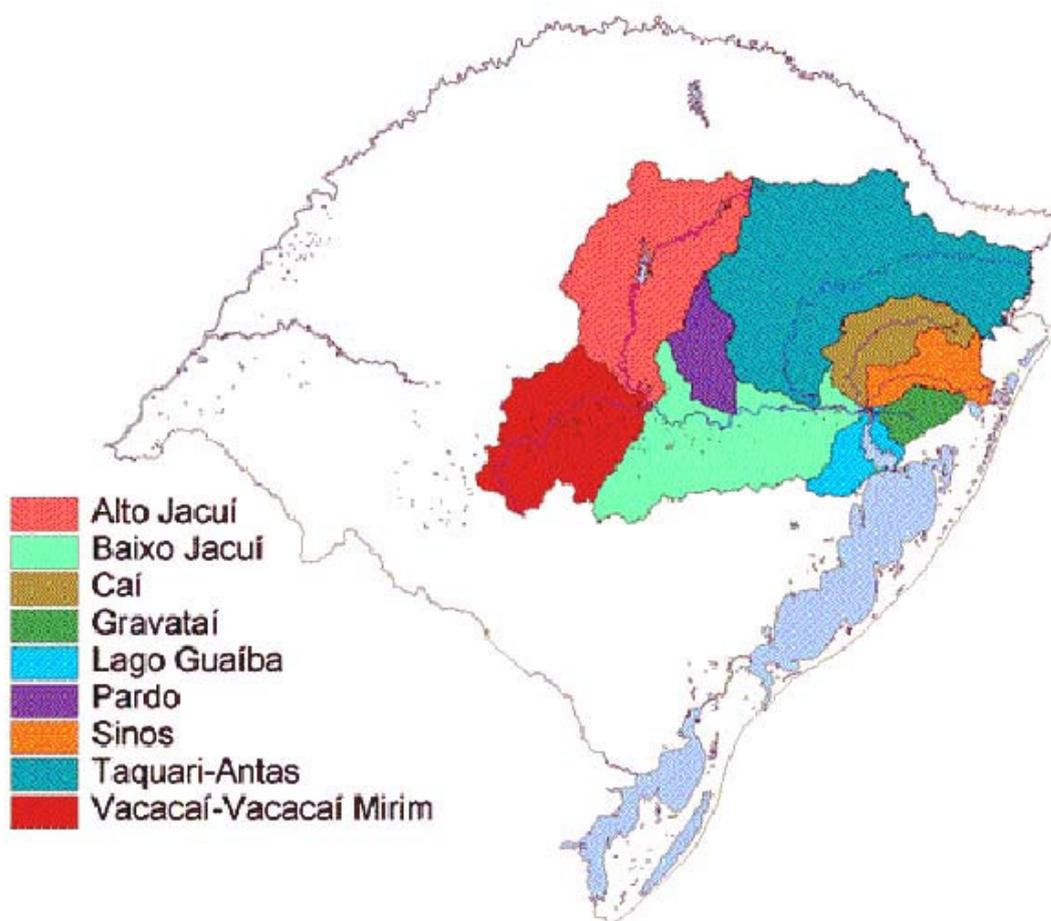


Figura 03: Bacia Hidrográfica do Guaíba – Disponível em: [www.proguaiba.rs.gov.br](http://www.proguaiba.rs.gov.br). Acessado em: 15/06/2003.

A Região Hidrográfica do Guaíba tem 84.763,54 Km<sup>2</sup>, abrangendo mais de 250 municípios em 30% do território gaúcho, onde vivem mais de 6 milhões de habitan-

tes, a grande maioria (83,5%) no meio urbano e 16,5% em áreas rurais. A região é formada por nove sub-bacias hidrográficas e responde por mais de 70% do PIB do Rio Grande do Sul. A intensa atividade econômica, industrial e agrícola - resulta numa acentuada pressão sobre os recursos naturais. Os principais problemas ambientais nas áreas urbanas - principalmente na RMPA e na Aglomeração Urbana do Nordeste - são contaminações industriais, disposição irregular de lixo e o lançamento de esgoto "in natura" nos rios e arroios. Nas áreas rurais, os problemas relacionam-se à contaminação por agrotóxicos, desmatamento e ausência de saneamento (SEMA, 2004).

Segundo ROCHA & DILL (2001), o estudo do Meio Ambiente, portanto, da Ambiência, restringe-se a dois tipos de áreas tradicionais: áreas urbanas e áreas rurais. O homem, especialmente o brasileiro, tem por tradição deteriorar (destruir) a ambiência. Assim é que, indiscriminadamente, polui o ar, destroem as florestas, as faunas, as águas, os solos através do mau uso da agricultura e da pecuária (fogo, agrotóxicos), através da exploração florestal, através das escavações de minas, distribuição dos lixos, construção de aviários, pocilgas, esgotos e estradas sem planejamentos, entre centenas de ações inadequadas à ambiência. Sabe-se que toda a forma de energia consumida no meio urbano tem sua origem no meio rural: água, eletricidade, alimentos em geral, matéria prima florestal, entre outras. Com a destruição dessa energia, a produtividade cai, o homem não encontra sustento para sobreviver no meio rural e desloca-se para as cidades criando favelas, uma vez que ele não tem preparo ou estudo para assumir posições de destaque.

Para PEREIRA (2003) a vocação das cidades com mais de 200 mil habitantes, como é o caso de Canoas e das cidades que formam as zonas metropolitanas é criar em sua volta os aglomerados urbanos e as microrregiões. Estes surgem da migração do campo para a cidade e as pessoas que fazem esta migração, normalmente vêm em busca de subempregos. Para estes migrantes o espaço urbano que resta na cidade é o da área de risco, em volta de valões, ou então em pequenas vilas, que mais tarde se transformam em cidades dormitórios.

Em Canoas esta realidade não passa despercebida, pois a área urbana é cercada de valões, que formam o sistema de macrodrenagem pluvial. As áreas adjacentes têm se constituído em grandes acúmulos de submoradias para migrantes, totalmente desprovidas de saneamento ou qualquer outro tipo de infra-estrutura.

### 3.1.1 – Vegetação:

REITZ, KLEIN & REIS, 1988; afirmam que existem 08 (oito) regiões fitogeográficas no Estado do Rio Grande do Sul.

O território de Canoas, fitogeograficamente, encontra-se inserido em uma transição entre a Região Fitogeográfica da Bacia do Rio Jacuí e a Região Fitogeográfica da Restinga Litorânea, por apresentar na sua variedade fitossociológica, espécies de ambas as regiões.

O Município de Canoas margeia a foz do Rio Jacuí, tanto que a área atual do Parque Estadual do Delta do Jacuí tem parte inserida na área do Município (Bairro Ilha das Garças).

O Projeto Madeira do Rio Grande do Sul, de 1988, descreve que a Região Fitogeográfica da Bacia do Rio Jacuí compreende duas topografias bem distintas: os terrenos mais baixos, suavemente ondulados (característica predominante na topografia do Município de Canoas), e as encostas da fralda da Serra Geral. (REITZ, KLEIN & REIS, 1988). Os terrenos suavemente ondulados são ocupados predominantemente por campos.

Em decorrência da área de influência do delta do Rio Jacuí, na vegetação que ocorre em Canoas aparecem espécies salientes por seu caráter palustre (RAMBO, apud MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1973), distinguindo-se:

a) Vegetação Flutuante:

Aguapé (*Eichhornia crassepes*);

Fetos flutuantes (*Salvinia auriculata* e *Azolla filiculoides*);

b) Vegetação de beira d'água:

Aguapé fixo (*Eichhornia azurea*);

Soldanela da água (*Limnanthenum humboldtianum*);

c) Vegetação de pântanos:

Gramíneas e ciperáceas altas;

Gravatás palustres (*Erynigium sp*);

Banana-do-mato (*Bromelia fastuosa*);

Salgueiros isolados (*Sebastiania angustifolia*).

Nas ondulações do terreno, com melhor drenagem, aparecem capões de mir-táceas, Banana-do-mato (*Bromelia fastuosa*), e alguns exemplares de figueiras (*Ficus subtriplinervia*).

d) Vegetação de prados úmidos

Posições freqüentemente inundadas, mas sem reterem água estagnada.

Dominância de gramíneas altas e muito verdes, e grande incidência de Maricás (*Mimosa bimacronata*).

### 3.1.2 – Geologia local e regional:

O Boletim Técnico Nº 30 - Levantamento de Solos do Estado do Rio Grande do Sul, editado em 1973 pelo Ministério da Agricultura, refere que os solos são o resultado da ação conjunta de fatores climáticos, biológicos, relevo e tempo, que atuam sobre o material originário, causando nestes, transformações físicas, químicas, translocações, e incorporações orgânicas.

A divisão do território Riograndense em regiões físiográficas, considera 11 regiões assim distribuídas:

1. Litoral;
2. Depressão Central;
3. Missões;
4. Campanha;
5. Serra do Sudeste;
6. Encosta do Sudeste;
7. Alto Uruguai;
8. Campos de Cima da Serra;
9. Planalto Médio;
10. Encosta Inferior do Nordeste;
11. Encosta Superior do Nordeste.

Com esta classificação elaborada pelo Conselho Nacional de Geologia, o Município de Canoas e as áreas adjacentes estão localizadas na Região da Depressão Central.

O Centro de Pesquisas em Recursos Minerais (CPRM) apresenta as principais rochas que se encontram no Estado e que formam os solos riograndenses, conforme o Quadro 01 e Figura 04:

**Quadro 01: Tipos de Rochas formadoras dos Solos do Rio Grande do Sul:**

CENOZÓICO	Quaternário	DOMÍNIO PLANÍCIE COSTEIRA E ALUVIÕES	
	Terciário	 <p>DEPÓSITOS CENOZÓICOS</p> <p>Depósitos fluviais sub-atuais e atuais; cascalhos e areias de canais fluviais e lamias de planícies de inundação. Depósitos paludais incluindo turfas. Depósitos de barreira marinha e depósitos de planície lagunar.</p>	 <p>Depósitos gravitacionais de encosta (eluviões e coluviões) gradando para sistemas de leques aluviais e canais anastomosados.</p>
MEZOZÓICO	Juro-Cretáceo	DOMÍNIO BACIA DO PARANÁ	
	Triássico	 <p>GRUPO SÃO BENTO</p> <p>Formação Serra Geral Basaltos a andesitos toleíticos de cor cinza-escura a preta a preta-acinzentada, com intercalações de arenitos eólicos intraderrames.</p>	 <p>FORMAÇÃO BOTUCATU</p> <p>Arenitos de cor rosa-clara, finos a médios, com estratificação cruzada acanalada e de grande porte, característicos de ambiente eólico.</p>
		 <p>GRUPO ROSÁRIO DO SUL</p> <p>Formações Santa Maria e Sanga do Cabral</p> <p>Seqüência indiferenciada caracterizada "latu sensu" por interdigitações de siltitos e argilitos vermelhos, maciços, arenitos médios e grosseiros, rosados, com estratificação cruzada acanalada e tubular, e arenitos avermelhados, finos a médios com estratificação cruzada e acanalada e lentes de conglomerados intraformacionais.</p>	
PALEOZÓICO	Permiano	 <p>GRUPO PASSA DOIS</p> <p>Formação Rio do Rasto</p> <p>Arenitos finos, bem selecionados, lenticulares, siltiros e argilitos esverdeados, bordos ou avermelhados com laminações paralela, cruzada, acanalada, ondulação, "climbing", "linsen" e wavy".</p>	 <p>GRUPO GUATÁ</p> <p>Formação Rio Bonito</p> <p>Siltitos cinzas e folhelhos escuros carbonosos, com leitos de camadas de carvão. Associações de arenitos cinza-esbranquiçados, finos e grosseiros, localmente conglomeráticos. Estratificações paralela, cruzada e acanalada.</p>
	Cambrio-Ordoviciano	DOMÍNIO DOM FELICIANO	
PROTEROZÓICO	Superior	DOMÍNIO DORSAL DE CANGUÇU	
	Médio	 <p>COMPLEXO GNÁISSICO ARROIO DOS RATOS</p> <p>Complexo granítico-gnáissoco, com migmatitos associados. Granitóides de composição tonalítica e granodionítica monzonítica. Gnaisses e secundariamente mármores calcossilicatadas.</p>	

Fonte: PROTEGER – Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre. CPRM/METROPLAN.

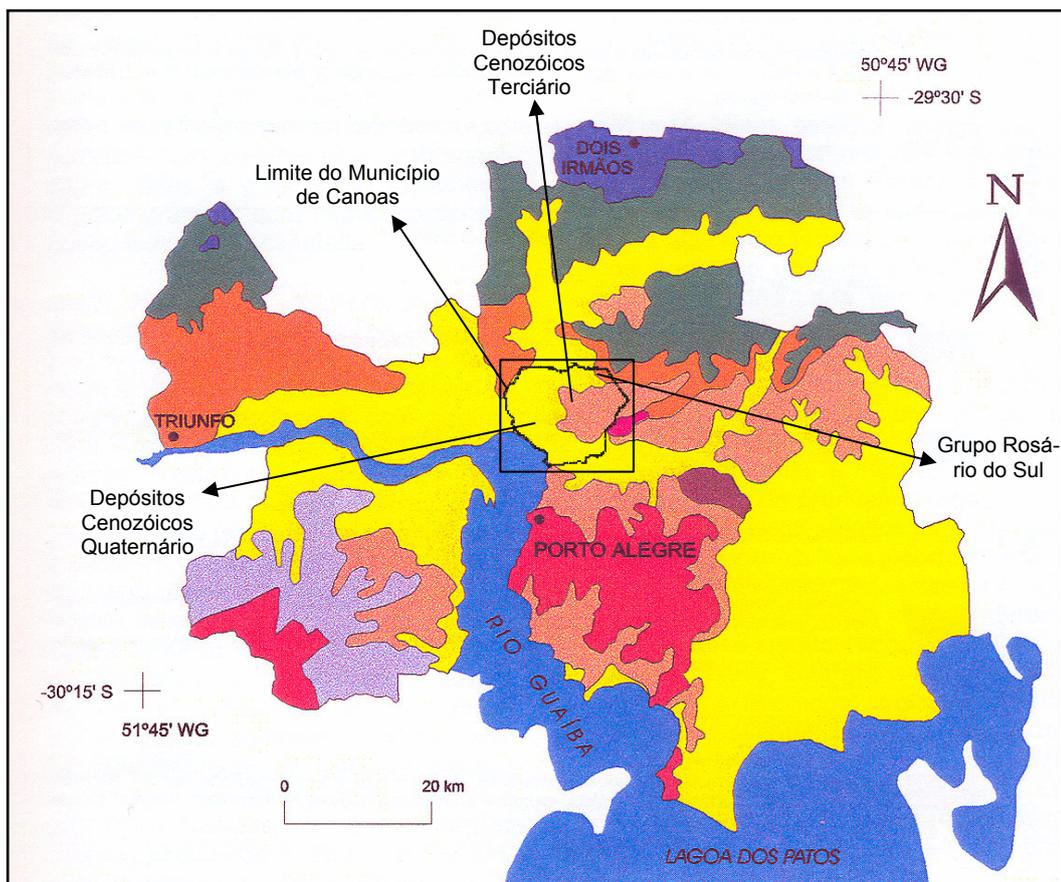


Figura 04: Mapa Geológico da Região Metropolitana de Porto Alegre.  
Fonte: PROTEGER – CPRM/METROPLAN.

Das rochas do Quadro 01, os arenitos e argilitos conglomeráticos são que constituem a Formação Gravataí, de pequena ocorrência, nas proximidades de Gravataí-RS, e formam a Unidade de Mapeamento Gravataí. Também se dá a ocorrência de aluviões recentes dos diversos rios e lagoas, formadas de vasas, areias e as dunas do litoral, atuais ou mais antigas (formação de restingas).

O Mapeamento Geológico Integrado da Bacia Hidrográfica do Guaíba, de 1998 (Figura 05) - mais recente aponta duas formações bem definidas na geologia local, abrangida pelo Município de Canoas. Esta se insere na classificação geológica “Qf4 – Depósitos aluvionares atuais”, na sua maior porção e uma menor fração na classificação geológica “Te – Depósitos eluviais e coluviais”. Conforme a Coluna Estratigráfica essas classificações significam que o Município de Canoas está em uma região de Cobertura Cenozóica. Os Depósitos aluvionares atuais formaram-se na Era Cenozóica, período Quaternário e são constituídos de cascalhos, areias grossas e finas e sedimentos siltico-argilosos, inconsolidados, que preenchem as calhas de rios e suas planícies de inundação. Nos mapas das Figuras 04 e 05 observa-se que esta é a maior porção de formação geológica da superfície territorial de Canoas.

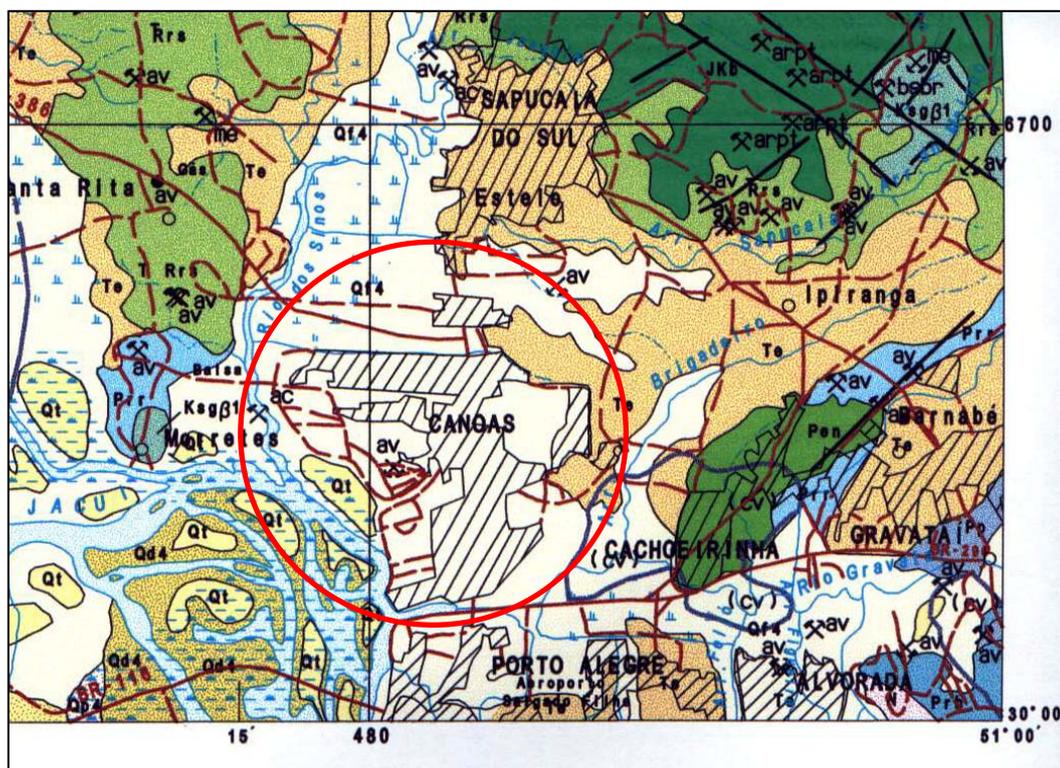


Figura 05: Mapa Geológico Integrado da Bacia Hidrográfica do Guaíba. Fragmento da Folha Caxias do Sul – 1998 (ilustração sem controle de escala).

Os Depósitos eluviais e coluviais também são da Era Cenozóica, porém mais antigos, do período Terciário; são constituídos de conglomerados, diamictitos, arenitos conglomeráticos, arenitos e lamitos avermelhados, maciços ou com estruturas acanaladas, gradam para sistemas de leques e canais anastomosados.

As regiões inseridas na Depressão Central, em grande parte, caracterizam áreas de várzea, onde os solos desenvolveram-se sobre sedimentos e são encontrados nas planícies de rios e lagos. (KLAMT, KÄMPF, SCHNEIDER, 1985).

Tais autores descrevem que a característica dominante nestes solos é a má drenagem ou o hidromorfismo, porém com grande variação de características de um lugar para outro, dada sua heterogeneidade quanto à composição granulométrica e mineralógica. A umidade excessiva dos solos das áreas de várzea está relacionada a um lençol freático próximo à superfície devido ao relevo e a camadas impermeáveis no subsolo.

Este fato é bem fácil de observar no Município de Canoas, já que muitos locais possuem relevos baixos, na ordem de 10 metros acima do nível do mar.

Além disso, parte da superfície territorial de Canoas apenas tornou-se habitável, em função da construção de polders (Anexo II - Foto 01), que permitiram o avanço da expansão urbana sobre as áreas historicamente alagadiças.

Todavia tais obras de engenharia não interferiram em modificações na constituição geológica e na característica hidromórfica e aluvial dos solos naqueles locais.

### 3.1.3 – Pedologia:

Os solos da região na qual o Município de Canoas está inserido, de acordo com a CARTA DE SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL, 1985; estão classificados como sendo: parte do território ao norte, Hidromórficos (Planossolos - Hp); e outra parte ao sul (parte maior), são Azonais (Aluviais - A).

Nos solos intrazonais as características do perfil não se desenvolvem muito, devido ao ambiente encharcado. A textura é variável de arenosa a argilosa, com ocorrência em relevos planos ou locais com condições propícias a alagamentos e encharcamentos temporários, ou mesmo ao longo dos rios e banhados. Na porção maior, aluvial, onde os solos formam-se sobre camadas de sedimentos aluviais, distinguem-se um sub-horizonte “A1” sobre o “C”. O relevo nestas áreas é plano a levemente ondulado. São pouco desenvolvidos, de moderadamente a bem drenados, pouco profundos até profundos, argilosos ou médios, sem diferenciação grande de horizontes, situados ao longo dos rios, em várzeas ou terraços de sedimentos recentes.

Estas características de solos hidromórficos e aluviais em Canoas se identificam com duas unidades de mapeamento de solos, de ocorrência no Município, a Unidade de Mapeamento Guaíba e a Unidade de Mapeamento Gravataí. São, ambas, as duas unidades de mapeamento predominantes no Município.

Os solos hidromórficos, genericamente, subdividem-se em Planossolo; Halomórficos; Gleyssolo; e Vertissolo. As variações entre um e outro se dão em decorrência da composição química, granulometria das partículas, da espessura e ocorrência dos horizontes e do tipo de relevo. Os planossolos que ocorrem na porção norte do território de Canoas são caracterizados pela transição abrupta do horizonte “A” para o “B” em textura e estrutura sendo o “A1” orgânico e escuro; o “A2”, espesso ou fino, muito lavado e claro; o “B2” com espessura forte, média ou grande, em

blocos angulares ou prismas que se desfazem em blocos e com um enriquecimento extra normal de argilas. Caracterizam-se pela cimentação, compactação ou elevado teor de argila sob vegetação natural de florestas ou gramíneas, com lençol freático flutuante. São geralmente planos, ocorrendo em regiões litorâneas ou de banhados.

#### 3.1.4 – Geomorfologia:

A Depressão Central é a região localizada entre o Planalto e a Serra do Sudeste. As altitudes crescem gradativamente para leste, de menos de 40 metros para 200 metros. Ocupa uma área de 54.000 km<sup>2</sup>. É o domínio dos sedimentos gonduânicos. O relevo caracteriza-se por apresentar amplas planícies aluviais e coxilhas sedimentares, onduladas em dezenas de metros (BOLETIM TÉCNICO Nº 30; 1973).

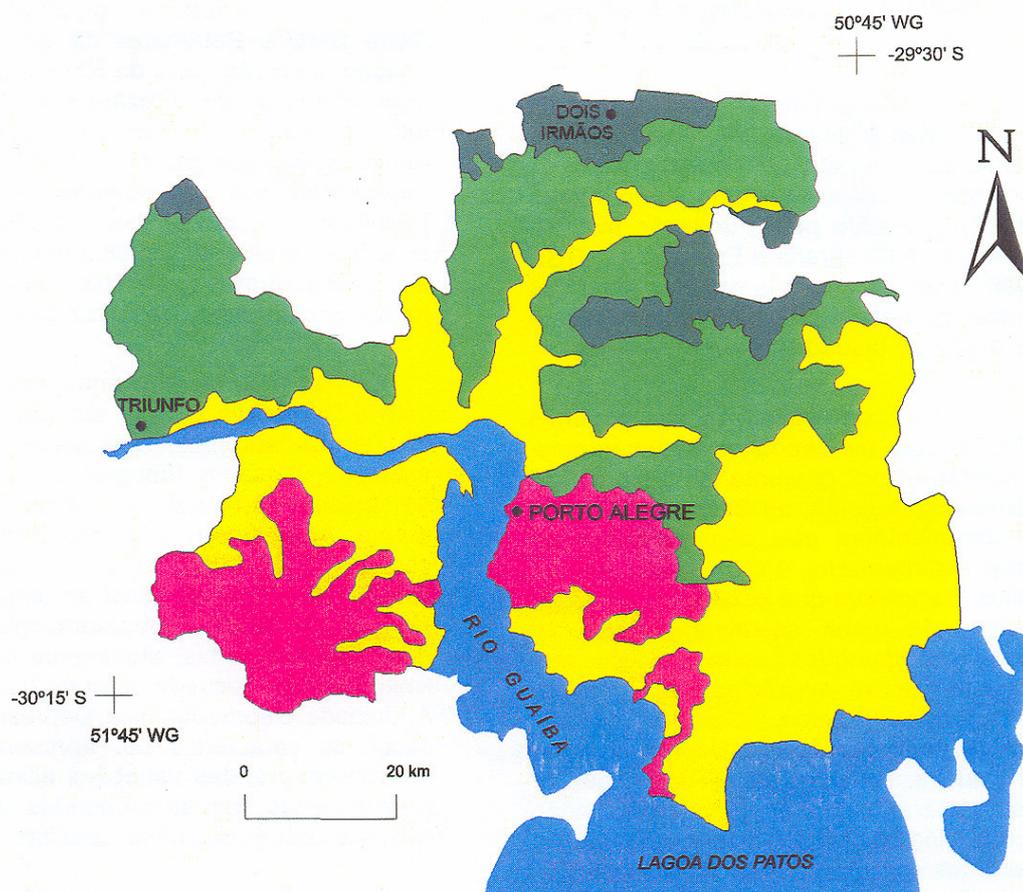
O Município de Canoas tem parte de seu território inserido na região dos Depósitos Sedimentares, zona da Planície Costeira Interna, parte na região de Bacias e Coberturas Sedimentares, na Depressão Central Gaúcha, como mostra a Figura 06. Sofre a interferência de três Bacias Hidrográficas, sendo elas: Bacia do Rio Jacuí; Bacia do Rio dos Sinos, e Bacia do Rio Gravataí.

NIELSEN *et al* (1994) descreveram, em seu trabalho “Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí”, com fidelidade as características geomorfológicas de parte do território do Município de Canoas, região ao sul onde o Rio Gravataí exerce função de limite geográfico com Porto Alegre.

NIELSEN *et al* (1994) citam o vale do Rio Gravataí, formado numa depressão entre a Região Planície Marinha a leste e os relevos planálticos a oeste, ocupa a zona de transição entre ambas.

Segundo MULLER (1970) apud NIELSEN *et al* (1994), no Rio Grande do Sul encontram-se cinco regiões morfológicas, e destas, quatro acham-se representadas na Bacia do Rio Gravataí: Planalto Arenítico-Basáltico, Depressão Periférica, Escudo e Planície Costeira.

NIELSEN *et al* (1994) descrevem que a Depressão Periférica dispõe-se entre as unidades do Planalto Arenítico-Basáltico e Escudo, apresentando relevos transitoriais em relação à unidade. A morfologia é muito mais suave; um baixo platô dissecado.



### LEGENDA

#### DEPÓSITOS SEDIMENTARES

 Planície Costeira Interna. Modelado de acumulação do tipo fluvial, terraço fluvial, terraço lagunar e pediplano.

#### BACIAS E COBERTURAS SEDIMENTARES

 Planalto das Araucárias. Modelados de dissecação diferencial relacionados às unidades geomorfológicas Serra Geral e Patamares da Serra Geral.

 Depressão Central Gaúcha. Modelados de dissecação homogênea exibidos pela unidade geomorfológica Depressão Rio Jacuí.

#### EMBASAMENTO DE ESTILOS COMPLEXOS

 Planalto Sul-Riograndense. Modelados de dissecação homogênea em relevos com heterogeneidade de tipos dissecados, relacionados à unidade geomorfológica Planalto Rebaixado Marginal.



Região Metropolitana de Porto Alegre, RS.

Figura 06: Geomorfologia da Região Metropolitana de Porto Alegre.

Esta unidade deprimida em relação às elevadas (sedimentares-vulcânicas ao norte e cristalinas ao sul) não se apresenta, contudo na mesma direção. Ela é interpretada pelos alinhamentos de relevos cristalinos, de direção geral NE-SO. Viamão, principalmente, Alvorada, Gravataí e Canoas constituem as unidades municipais on-

de se verificam os mais baixos níveis topográficos, onde dominam as planícies inconsolidadas.

O relevo da Depressão Periférica é suavemente ondulado (entre 5 e 150 metros de altitude), sendo consolidado principalmente por sedimentos gonduânicos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí localiza-se numa grande depressão, balizada ao norte pelo Planalto das Araucárias e a leste pela Planície Costeira, que compõe a porção leste do Rio Grande do Sul.

### 3.1.5 – Clima:

MOTA (1950), pesquisado e citado no Boletim Técnico Nº 30 do Ministério da Agricultura (1973) situou o clima do Rio Grande do Sul em duas variedades específicas, dentro da classificação de Köeppen:

- Cfa – Clima subtropical (ou Virginiano), úmido e sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês menos quente varia entre -3°C e 18°C;
- Cfb – Clima Temperado (ou de Faias) em que a temperatura do mês mais quente é inferior a 22°C.

Analisando o Mapa do Clima do Estado do Rio Grande do Sul<sup>7</sup> verificou-se que o clima da região onde se localiza o município de Canoas é classificado como “Cfa” subdivisão “II2b”, isto é, Clima Subtropical ou Virginiano, da Planície Sedimentar Periférica (Altitudes inferiores a 400 metros), com temperatura média do mês mais quente (janeiro) superior a 22°C; e temperatura média anual superior a 18°C.

Pela análise do referido mapa pode-se ainda inferir que as chuvas na região atingem entre 1300 a 1500 mm anuais.

A insolação média atinge, em torno de 2200 a 2300 horas/ano.

## 3.2 – Localização da área de estudo:

---

<sup>7</sup> Fonte: Mapa da Figura 11, página não numerada entre as páginas 24 e 25 do Boletim Técnico Nº 30 - Levantamento de Solos do Estado do Rio Grande do Sul - Ministério da Agricultura, Recife, 1973.

A área de estudo estará delimitada pelo polígono quadrilátero, no qual o Município de Canoas encontra-se inserido. Por conveniência, no estudo adotaram-se as coordenadas UTM dos vértices que delimitaram o recobrimento aerofotogramétrico de Canoas, realizado no ano de 1999, para delimitar o polígono no qual foi desenvolvida a pesquisa.

As coordenadas E (leste) e N (norte) são respectivamente: vértice (1) 474.888/6.696.883; vértice (2) 474.888/6.684.535; vértice (3) 491.477/6.696.883; e vértice (4) 491.477/6.684.535 (Figura 07).

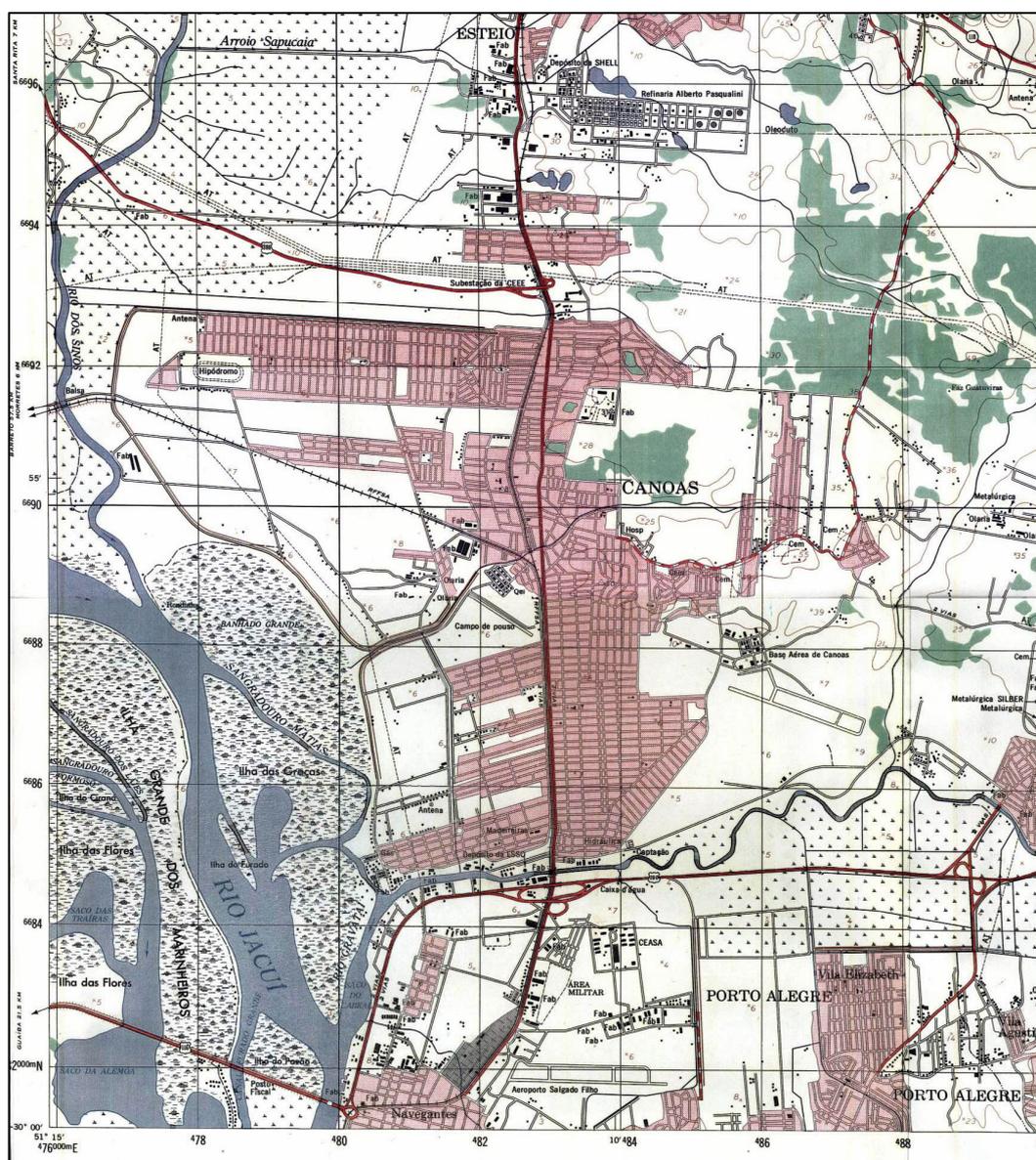


Figura 07: Folha SH.22-V-D-VI-4 – São Leopoldo – RS; adaptado para representar a área de estudo.

A área delimitada pelos vértices de coordenadas supracitadas é de 204 km<sup>2</sup>, porém circunscrita nesta está a área total do Município de Canoas que é de 131,0 km<sup>2</sup> (área efetiva de estudo).

Segundo a classificação do IBGE esta área está localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre, Microrregião Geográfica de Porto Alegre, Mesorregião Geográfica Metropolitana de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul, na Região Geográfica Sul do Brasil.

A Região Metropolitana de Porto Alegre situa-se junto ao Complexo Fluvial do Guaíba. Este é formado pela confluência de cinco rios; Jacuí, Taquari, Caí, Sinos e Gravataí (RISSO, 1994).

### **3.3 – Cobertura aerofotogramétrica e imageamento por satélite:**

O instrumento principal para o desenvolvimento deste estudo foi o arcabouço de dados alfanuméricos, fotográficos e cartográficos elaborados a partir de um recobrimento aerofotogramétrico realizado em janeiro de 1999, restituído por meios digitais, executado pela empresa ENGEFOFO SA. cedido pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Canoas para esta dissertação e pelas imagens do satélite Landast 7, de 22 de novembro de 2000, cedidas pelo Departamento de Geotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Além destas ferramentas, também se utilizaram fotografias aéreas, extraídas por meio de câmera digital a bordo de helicóptero, obtidas no dia 22/09/2002, também cedidas pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Canoas. Tais fotografias foram importantes para a identificação visual dos locais onde há ocorrências de lançamento de esgotos nos rios e arroios da região.

Para a obtenção dos fotogramas que originaram o mapa restituído do recobrimento sobre o Município de Canoas a empresa Engefoto executou as seguintes etapas:

- Cobertura aerofotogramétrica na escala 1:8000;
- Processamento das imagens;
- Apoio terrestre;
- Aerotriangulação;
- Restituição estereofotogramétrica digital na escala 1:2000;
- Edição gráfica na escala 1:2000;
- Reambulação;
- Elaboração dos desenhos finais em escala 1:2000.

Conforme pesquisa no Relatório Técnico Conclusivo, editado pela Empresa Engefoto S.A., a cobertura aerofotogramétrica sobre o Município de Canoas foi executada com uma escala nominal de 1:8000, com direção das linhas de voo W-E-W (Oeste – Leste – Oeste).

A cobertura aerofotogramétrica utilizada neste estudo está constituída de 252 fotografias distribuídas em 11 faixas de voo.

A fotointerpretação dos pares estereoscópicos foi feita com o uso de um estereoscópio de bolso, da marca Zeiss, cedido pelo Laboratório de Projetos Ambientais e Fotointerpretação – LAPAF, do Centro de Ciências Rurais da UFSM.

A partir desta cobertura aerofotogramétrica foi gerado um conjunto de 123 folhas cartográficas da área urbana de Canoas – RS, por meio de restituição digital em escala 1:2000, e já articuladas conforme o Sistema Cartográfico Brasileiro, em formato de leitura digital no programa de computador *AutoCad*<sup>®</sup> R14. Estas folhas cartográficas foram amplamente utilizadas como fonte de obtenção de distâncias horizontais e áreas de polígonos, bem como obtenção de leiautes de alguns dos objetos que integram este estudo.

A aplicação das imagens de satélite deu-se pela necessidade de uma visão de âmbito regional sobre o problema em questão. Para obter melhores resultados do imageamento de satélite foram utilizadas somente 03 (três) bandas espectrais do Landsat 7, cuja experiência confirmada por outros estudos na área de sensoriamento remoto, demonstrou melhores respostas espectrais dos alvos, para estudos ambientais nas bandas 3, 4, e 5.

Conforme ROCHA, 2000; as bandas 3, 4 e 5 mostram mais claramente os limites entre o solo e a água. A vegetação é diferenciada em função do aspecto de rugosidade na imagem. Isto ocorre porque nestas bandas espectrais há maior sensibilidade à radiação eletromagnética refletida por esses elementos, cuja diferenciação se dá em função dos seus percentuais de radiação absorvida, transferida e refletida.

O mesmo autor cita as principais características e aplicações das bandas do Landsat 7, entre elas as seguintes:

- **Banda 3** (intervalo de 0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$ ) – A vegetação verde, densa e uniforme apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (exemplo: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (exemplo:

campo, cerrado e floresta). Permite a análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento de drenagem através da visualização da mata de galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.

- **Banda 4** (intervalo de 0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ ) – Os corpos d'água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento dos corpos d'água. A vegetação verde, densa e uniforme reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre a geomorfologia, solos e geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetações que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (exemplo: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
- **Banda 5** (intervalo de 1,55 a 1,75  $\mu\text{m}$ ) – Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.

Por meio das imagens de satélite pode-se observar a distribuição das bacias hidrográficas que desembocam no Delta do Jacuí, e, conseqüentemente, sofrem influência do lançamento dos resíduos líquidos do Município de Canoas e seus limítrofes.

Para obter um resultado qualificado sobre o imageamento de satélite, as 03 bandas espectrais foram tratadas por meio do programa de computador e editor de imagens, *Adobe Photoshop*<sup>®</sup> 7.0, cuja licença de uso pertence à Universidade Federal de Santa Maria, seguindo os seguintes passos:

- 1º. Foi delimitado um retângulo sobre a imagem (cena inteira da banda 03), cobrindo a totalidade da área do Município de Canoas e seus arredores, procedendo da mesma forma para as outras duas bandas, mantendo nestas, rigorosamente, os mesmos vértices da primeira, dada a necessi-

- dade das imagens das três bandas manterem o mesmo número de linhas e colunas no formato *raster* (matricial);
- 2º. Pela aplicação de comandos do *Photoshop* as novas imagens de cada banda, correspondentes a área de interesse, foram associadas aos canais de cores RGB (*red*, *green* e *blue*), na seguinte ordem: imagem da banda 3 ao canal “B” (azul); imagem da banda 4 ao canal “G” (verde); e imagem da banda 5 ao canal “R” (vermelho), compondo assim uma nova imagem em composição falsa-cor RGB;
  - 3º. A imagem em composição falsa cor, formada a partir das bandas espectrais da imagem do satélite, foi salva em arquivo de formato *.tif*, com resolução radiométrica de 8 bit's, forma original utilizada pelo sensor ETM+ do Landsat 7 (ROCHA, 2000) na leitura e gravação das feições dos alvos terrestres.

Pela conveniência dos estudos foi incluída uma área do Município de Esteio, na imagem recortada da cena inteira do Landsat 7, visto que uma das fontes de captação da água consumida em Canoas localiza-se naquele município.

Para georreferenciar a imagem de satélite foi utilizado:

- Carta Topográfica que abrange a região de Canoas – RS (Folha São Leopoldo – RS, SH.22-V-D-VI-4); e
- GPS com precisão de navegação da marca GARMIN®, modelo *e-trex*®, de 12 canais.

O GPS serviu como instrumento auxiliar na aferição das coordenadas coletadas na carta, durante o processo de reambulação no campo, pois as imagens de satélite Landsat possuem resolução espacial de 30 metros nas três bandas utilizadas. Logo, alvos de dimensões inferiores a esta não são identificáveis, e, com isso, o georreferenciamento não necessita de precisões muito aguçadas. Estes materiais foram adquiridos pelo autor desta Dissertação, para executar tais etapas do método aqui apresentado.

Para executar o georreferenciamento da imagem de satélite (Figura 08) foi utilizado o programa de computador, o *Idrisi32*®, cuja licença de uso pertence à Universidade Federal de Santa Maria.

O procedimento utilizado no georreferenciamento da imagem consistiu em:

- 1º. Identificar na imagem pontos notáveis, de fácil visualização e identificação na tela do computador, tais como entroncamentos rodo-ferroviários,

pontes, limites de culturas florestais (eucalipto, por exemplo), grandes edificações (Refinaria Alberto Pasqualini), etc. Esta identificação foi feita por meio das coordenadas (“x” e “y”) da imagem;

2º. Por meio da carta topográfica e com o uso de um escalímetro, fez-se a interpolação das coordenadas da grade da Projeção UTM da carta, a fim de obter, na carta, as coordenadas UTM mais próximas possíveis, daqueles pontos identificados na imagem;

3º. No *Idrisi32*<sup>®</sup> foi procedido o georreferenciamento da imagem de satélite, através da criação de um arquivo de correspondência entre as coordenadas de imagem (“x” e “y”) identificadas por visualização no computador e as coordenadas UTM obtidas pela interpolação das coordenadas conhecidas, da grade UTM da carta topográfica.

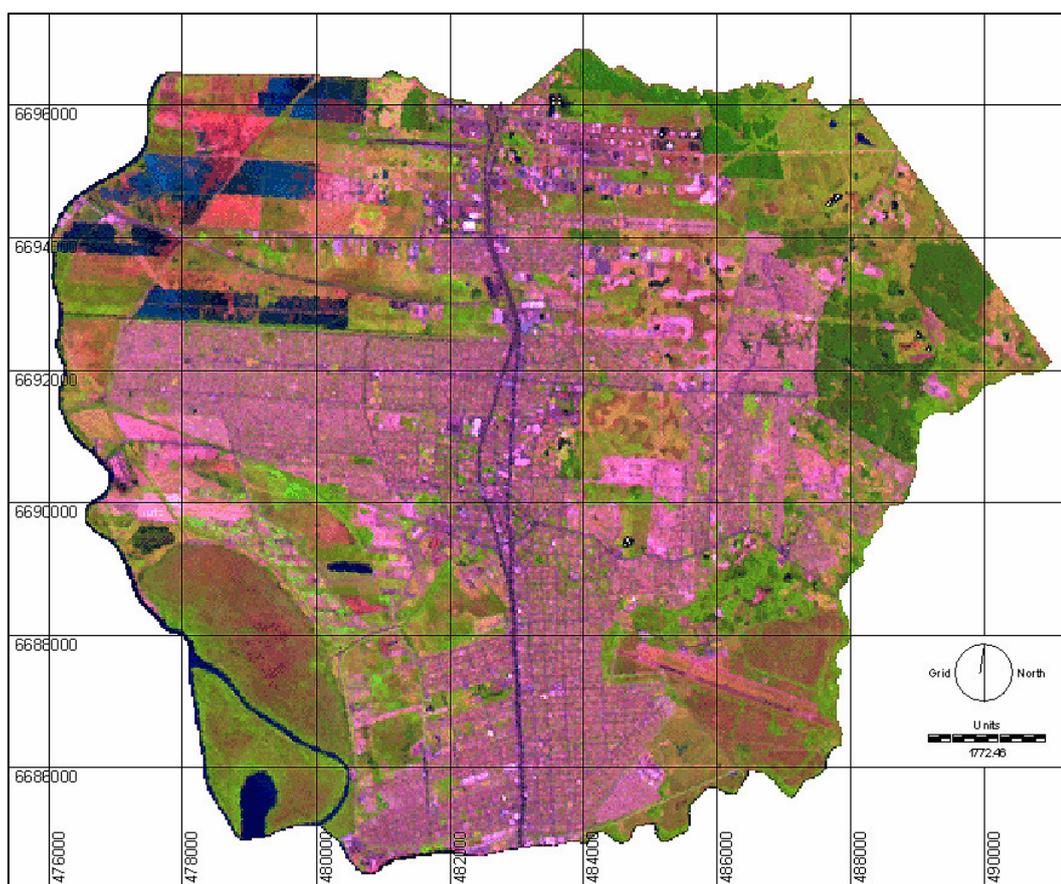


Figura 08: Composição falsa-cor RGB da imagem do satélite Landsat 7, de 22/11/2000. Imagem Georreferenciada no *Idrisi 32*.

O uso dos aerofotogramas, das fotografias aéreas, da base cartográfica em meio digital, carta topográfica e das imagens de satélite destinou-se às inferências de caráter geo-espacial sobre o tema estudado, pelos quais foi possível obter dis-

tâncias, áreas, feições do terreno, identificação e localização do problema, entre outras informações apresentadas na discussão dos resultados desta Dissertação.

### 3.4 – Bases de dados:

As principais bases de dados utilizadas para as inferências obtidas na análise ambiental deste estudo de caso foram obtidas junto às Secretarias de: Planejamento Urbano (SMPU); Especial de Projetos e Planejamento Estratégico (SEPPE); e Secretaria de Preservação Ambiental (SEMPA) da Prefeitura Municipal de Canoas – RS sendo as seguintes informações:

- *“Relatório dos Serviços de Auditoria Ambiental do Sistema de Suprimento de Água Potável e Destinação Final de resíduos Líquidos”*, estudo elaborado por empresa de consultoria contratada para este fim;
- Processos Administrativos e Leis Municipais de Canoas contendo informações jurídicas a respeito da relação contratual entre o Município de Canoas – RS e a CORSAN;
- Análise bioquímica da água do Arroio Araçá realizada pelo Instituto de Pesquisas Hidrológicas da UFRGS, cuja coleta de amostras ocorreram no dia 31 de janeiro de 2001.

Junto a CORSAN, mais especificamente por meio de consulta ao sítio virtual da Companhia, foram obtidos dados sobre o Balanço Contábil do exercício de 2003, que permitiu a obtenção de estimativas a respeito da arrecadação do sistema em Canoas.

Os dados de séries históricas sobre o saneamento em Canoas foram obtidos nos relatórios dos *“Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos”*, elaborados para os anos de 1995 a 2002, pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, vinculado à Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, trabalho viabilizado pelo Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS. Estes relatórios encontram-se no sítio virtual do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento da referida Secretaria e são de conhecimento público.

### **3.4 – Equipamentos de informática e softwares utilizados:**

Para realizar a sistematização das atividades, montagem da pesquisa e edição final da dissertação foram utilizados equipamentos de informática como microcomputador e periféricos de uso cotidiano, aplicativos Microsoft Office, gráficos e de imagem, além de programas específicos de uso em geoprocessamento como o *Idrisi 32*, AutoCAD R14 e o programa Waypoints que descarrega os dados do GPS Garmin para o computador.

Ainda se utilizou, como recurso adicional na obtenção de evidências sobre o problema em estudo, o registro fotográfico por meio de máquinas digitais, em diversos locais do município de Canoas, em diferentes datas.

## **4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O levantamento dos dados, análise e discussão dos resultados obtidos no presente estudo dos passivos ambientais desde a captação de água até o seu despejo está dividido em:

- O abastecimento de água de Canoas;
- A coleta, tratamento e destinação final de esgotos sanitários;
- As conseqüências da falta de saneamento na Saúde Pública e no Meio Ambiente;
- Impactos da contaminação do subsolo nas águas subterrâneas do Aquífero Guarani; e
- Análise do benefício-custo econômico financeiro da Concessão.

### **4.1 – O abastecimento de água em Canoas:**

Conforme já foi mencionado nesse estudo o Município de Canoas tem situação privilegiada em relação aos recursos hídricos, comparado com os outros municípios do Rio Grande do Sul. A CORSAN é a responsável pelo abastecimento de água do Município de Canoas (Anexo I). No entanto, esse abastecimento não possui caráter de exclusividade para Canoas, pois o sistema que atende o município é integrado ao

sistema de abastecimento de água dos municípios de Esteio e Sapucaia do Sul, chamado SICES – Sistema Integrado Canoas – Esteio – Sapucaia.

Assim Canoas recebe água de três Estações de Tratamento, duas localizadas no Bairro Niterói (ETA Niterói e ETA Base Aérea), que atende às Zonas Sul, Oeste, Centro e Leste; e outra ETA localizada em Esteio, que fornece água para a Zona Norte de Canoas, principalmente para os Bairros Mathias Velho, São Luiz e arredores. Encontra-se em implantação uma nova ETA (Anexo II – Foto 02), localizada no Bairro Rio Branco, porém ainda não concluída.

Além da ETA Rio Branco, as adutoras, bombeamentos e reservatórios de distribuição não estão concluídos, pois a continuação destas obras depende da programação de investimentos da concessionária, em relação à concessão de Canoas.

Pela auditoria realizada nos serviços de abastecimento de água de Canoas, executado pela consultoria contratada pela Prefeitura, Canoas não tem auto-suficiência na produção de água potável, mesmo estando às margens de grandes mananciais de recursos hídricos como as bacias do Jacuí, Sinos e Gravataí.

A captação realizada no Município de Esteio, no Rio dos Sinos, complementa a demanda de água de Canoas, isso, gera uma dependência do sistema de abastecimento de água e insuficiência de captação e tratamento.

A interligação de dois sistemas de abastecimento de água para atender o Município de Canoas, vista pelo lado da concessionária é vantajoso, pois permite a flexibilidade operacional dos sistemas, porém do lado da concedente, a Prefeitura Municipal de Canoas, é prejudicial, porque não garante auto-suficiência no atendimento ao cidadão.

O sistema abastece 67.400<sup>8</sup> ligações de água no município, que atende um total de 93.350 economias residenciais, 8.909 economias comerciais e 402 industriais<sup>9</sup>. O mesmo é constituído das seguintes unidades principais.

➤ Captações:

- 01 no Arroio das Garças;
- 01 no Rio dos Sinos.

➤ Adutoras de água:

- Aproximadamente 13 km de extensão

---

<sup>8</sup> Fonte: Relatório dos Serviços de Auditoria Ambiental do Sistema de Suprimento de Água Potável e Destinação de Resíduos Líquidos – SEMPA – Prefeitura Municipal de Canoas (Set. /2003).

<sup>9</sup> Fonte: Ofício nº 134/03 – SURSIN (nov./2003).

- 02 em Canoas (ETA's Niterói e Base Aérea)
- Estações de Tratamento:
  - 01 em Esteio (ETA Esteio);
  - 02 em Canoas (ETA's Esteio e Base Aérea).
- Reservatórios:
  - 08 Reservatórios apoiados;
  - 04 Reservatórios elevados.
- Rede de Distribuição:
  - Aproximadamente 795 km de extensão.

A concessionária CORSAN é a atual responsável pela captação, tratamento, controle da qualidade e distribuição da água em Canoas.

O abastecimento dá-se pela captação de água no Arroio das Garças e no Rio dos Sinos, cujos volumes captados atendem as ETA's Niterói e Base Aérea, em Canoas, e pela ETA Esteio, no município de mesmo nome. Atualmente é abastecido um volume diário de **115.776.000 de litros** ou 115.776 m<sup>3</sup> de água tratada para Canoas somadas as duas fontes de captação.

A maior fração do volume de água abastecido em Canoas, cerca de 75,4%, ou 87.264.000 litros/dia, é captado no Arroio das Garças, na EBA-03, localizada no final da Rua Boa Saúde, no Bairro Rio Branco (Figura 09 e Anexo II – Fotos 03 a 06). Os 24,6% restantes advêm do sistema que abastece os Municípios de Esteio e Sapucaia do Sul.

Esta Estação de Bombeamento de Água capta aproximadamente 1.470 l/s no Arroio das Garças. Destes, 960 l/s vão para a ETA Niterói, 60 l/s para a ETA Base Aérea e 450l/s para a ETA Cachoeirinha.

Este complexo de captação / tratamento / distribuição de água atende a população dos bairros Niterói, Rio Branco, Fátima (parcial), Guajuviras e Bairros do Centro, que, juntos, possuem aproximadamente 200.000 habitantes.

A ETA Esteio foi projetada para abastecer os Municípios de Esteio e Sapucaia do Sul. Porém, dado o crescimento populacional ocorrido em Canoas, a concessionária do serviço não conseguiu promover maiores investimentos, para a adução de água, para esse município. Logo, estrategicamente, foi realizada a integração do sistema de abastecimento de água Esteio - Sapucaia, a Canoas, fazendo que, com is-

so, um volume de 330 l/s de água fosse aduzido para Canoas, por meio da ETA Esteio. Esse abastecimento veio atender os bairros da zona norte de Canoas.



Figura 09: Recorte de aerofotograma do levantamento realizado pela Engefoto em Janeiro de 1999. Área de recobrimento: Localização da EBA-3 no final da Rua Boa Saúde, Bairro Rio Branco. Canoas – RS.

A situação do abastecimento de água em Canoas, no aspecto do atendimento às necessidades hídricas da população tem um prognóstico negativo, quando avaliados os volumes necessários per capita. Tal afirmativa baseia-se em estudos desenvolvidos, por meio dos índices mínimos de necessidades hídricas diárias, por pessoa, estabelecidos por diversos órgãos de saúde e ambientais, tais como: Organização Mundial da Saúde – OMS e Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental – CETESB (Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo), entre outras que determinam um volume mínimo diário de 150 l/hab./dia, para um suprimento normal de água.

Os dados apresentados no relatório entregue à SEMPA – Prefeitura Municipal de Canoas, mostram um consumo diário, por pessoa, em torno de 139,22 litros; abaixo dos índices indicados acima.

O atual sistema de abastecimento de água produz um volume consumível de aproximadamente 40.000.000 l/dia, descontadas **as perdas do sistema que são da ordem de 50%** (Fonte: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2001 – 52,7% de perdas; e; Relatório de Auditoria Ambiental do Sistema de Água Potável e Destinação Final de Resíduos Líquidos, da SEMPA – 49,52% de perdas).

Na Figura 10 observa-se o Diagrama de distribuição de água em Canoas – RS.

Caso não sejam executadas obras de ampliação imediata do sistema de abastecimento pode-se ter um déficit crescente no atendimento à população, conforme os números da Tabela 01.

A Tabela 01 indica a projeção de abastecimento de água para Canoas, considerando o atual sistema instalado (sem ampliações).

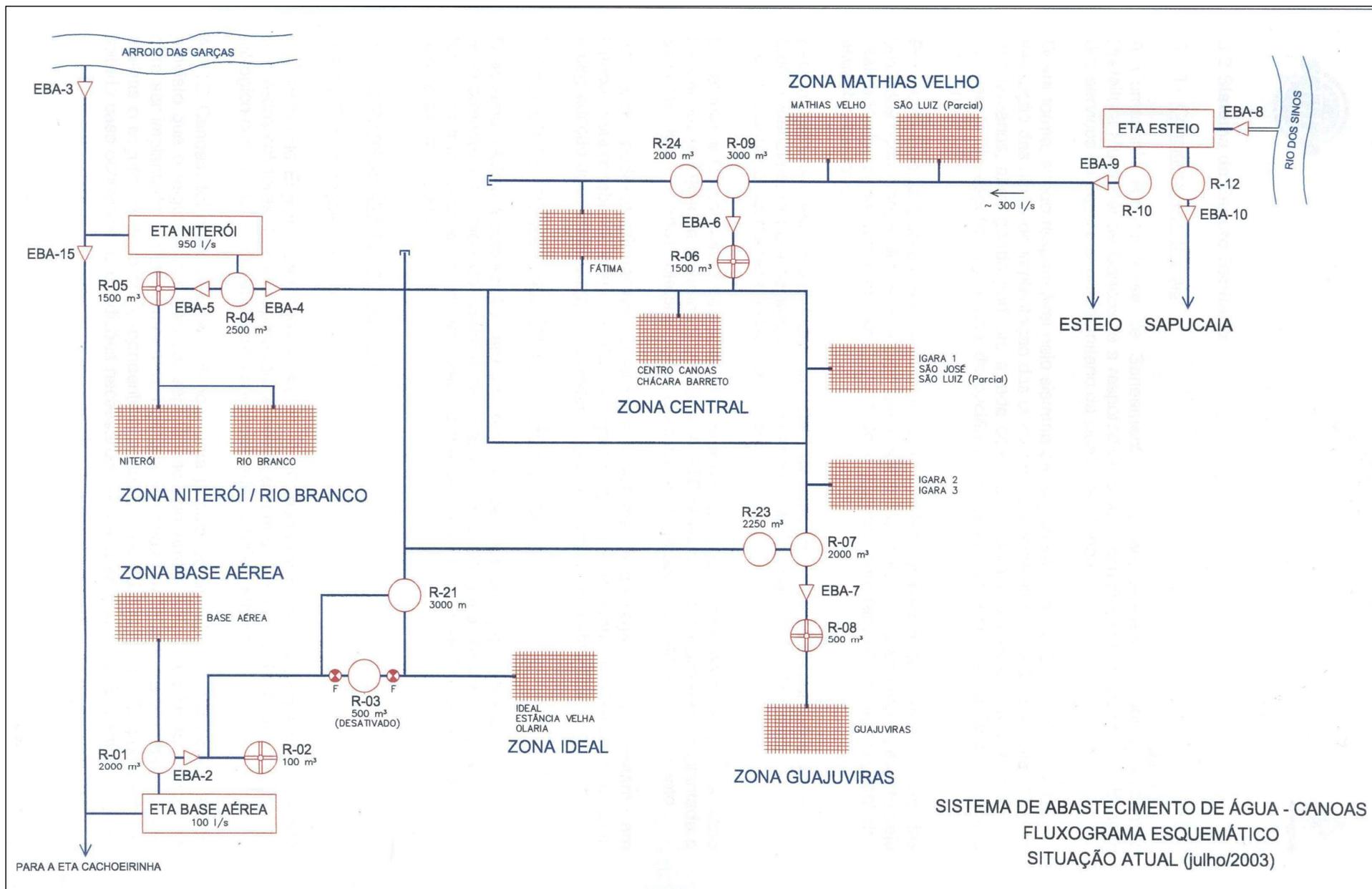


Figura 10: Diagrama de captação e abastecimento de água em Canoas – RS. (Fonte: Secretaria Municipal de Preservação Ambiental / Set.2003).

**Tabela 01: Previsão estimativa, para os próximos 20 anos, do abastecimento de água em Canoas – RS:**

Ano (1)	Nº de Ligações Ativas (2)	Pop. Atendida (3)	Pop. Total (4)	Consumo (l/dia) (5)	Consumo per capita (6)	Demanda Total de H2O Total (l/dia) (7)	Diferença da demanda H2O Total / Consumo (l/dia) (8)	Equiv. De defasagem no atendimento (em Hab.) (9)
1996	59.168	263.000	284.059	39.630.137	139,51	42.608.850	2.978.713	3.858
1997	60.132	281.565	287.751	40.695.890	141,43	43.162.650	2.466.760	16.445
1998	60.417	289.475	290.991	Não Inform.	-	43.648.650	-	-
1999	61.106	268.408	294.125	Não Inform.	-	44.118.750	-	-
2000	63.064	284.843	306.093	38.624.657	126,19	45.913.950	7.289.293	48.595
2001	64.968	300.143	310.187	40.676.712	131,14	46.528.050	5.851.338	39.009
2002	66.917	301.530	317.059	39.906.849	125,87	47.558.776	7.651.927	51.013
2003	68.925	306.821	322.688	39.906.849	123,67	48.403.156	8.496.307	56.642
2004	70.992	312.205	328.417	39.906.849	121,51	49.262.527	9.355.678	62.371
2005	73.122	317.686	334.248	39.906.849	119,39	50.137.156	10.230.307	68.202
2006	75.316	323.264	340.182	39.906.849	117,31	51.027.313	11.120.464	74.136
2007	77.575	328.940	346.222	39.906.849	115,26	51.933.275	12.026.426	80.176
2008	79.902	334.718	352.369	39.906.849	113,25	52.855.321	12.948.472	86.323
2009	82.300	340.598	358.625	39.906.849	111,28	53.793.738	13.886.889	92.579
2010	84.769	346.583	364.992	39.906.849	109,34	54.748.816	14.841.967	98.946
2011	87.312	352.674	371.472	39.906.849	107,43	55.720.851	15.814.002	105.427
2012	89.931	358.873	378.068	39.906.849	105,55	56.710.144	16.803.295	112.022
2013	92.629	365.182	384.780	39.906.849	103,71	57.717.001	17.810.152	118.734
2014	95.408	371.603	391.612	39.906.849	101,9	58.741.734	18.834.885	125.566
2015	98.270	378.138	398.564	39.906.849	100,13	59.784.661	19.877.812	132.519
2016	101.218	384.789	405.641	39.906.849	98,38	60.846.105	20.939.256	139.595
2017	104.255	391.558	412.843	39.906.849	96,66	61.926.394	22.019.545	146.797
2018	107.382	398.447	420.172	39.906.849	94,68	63.025.862	23.119.013	154.127
2019	110.604	405.459	427.632	39.906.849	93,32	64.144.851	24.238.002	161.587
2020	113.922	412.595	435.225	39.906.849	91,69	65.283.708	25.376.859	169.179
2021	117.339	419.858	442.952	39.906.849	90,09	66.442.784	26.535.935	176.906
2022	120.860	427.250	450.816	39.906.849	88,52	67.622.438	27.715.589	184.771
2023	124.485	434.773	458.820	39.906.849	86,98	68.823.037	28.916.188	192.775
2024	128.220	442.429	466.966	39.906.849	85,46	70.044.952	30.138.103	200.921
2025	132.067	450.222	475.257	39.906.849	83,97	71.288.561	31.381.712	209.211

## LEGENDA

	Ano do estudo (referência)
	Valores reais
	Valores calculados

Fonte dos dados:

(2) **Nº de ligações ativas:** dados obtidos nos Diagnósticos dos serviços de Água e Esgotos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades. Os valores estimados foram calculados por meio da previsão de futuras ligações no sistema, fixado pela concessionária em um crescimento vegetativo de 3% (três) por cento, conforme documento Memº. 146/03 DEOM/SURSIN, de 24 de julho de 2003.

(3) **População atendida:** Valores reais informados nos Diagnósticos dos serviços de Água e Esgotos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades. Os valores estimados foram calculados por meio de equação de regressão linear.

$$y = ax + b \quad \text{onde: } a = 0,939909316$$

$$b = 3.523,367698$$

(4) **População total:** Valores reais obtidos no site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Os valores estimados para a projeção de crescimento da população de Canoas para o período 2004 a 2025 foram obtidos por meio de modelo matemático ajustado a partir de equação exponencial de regressão.

$$y = a^{k \cdot \Delta x} \quad \text{onde: } a = \text{parâmetro (população do Censo do IBGE de 2000 - 306.093 habitantes);}$$

$k =$  constante ajustada por meio da linearização da equação exponencial ( $k = \ln y_x / y_{(x-1)}$ , com  $y_x =$  população do ano "x" e  $y_{(x-1)} =$  população no ano anterior) = 0,0175986757 (média calculada a partir das populações do período 1996 a 2000);

$\Delta_x =$  diferença de tempo em relação ao ano 2000.

(5) **Consumo Total:** fixado para os anos da projeção, por meio da média aritmética dos dados informados no período 1996 – 2001 em função do sistema de abastecimento de água instalado, sem considerar ampliações;

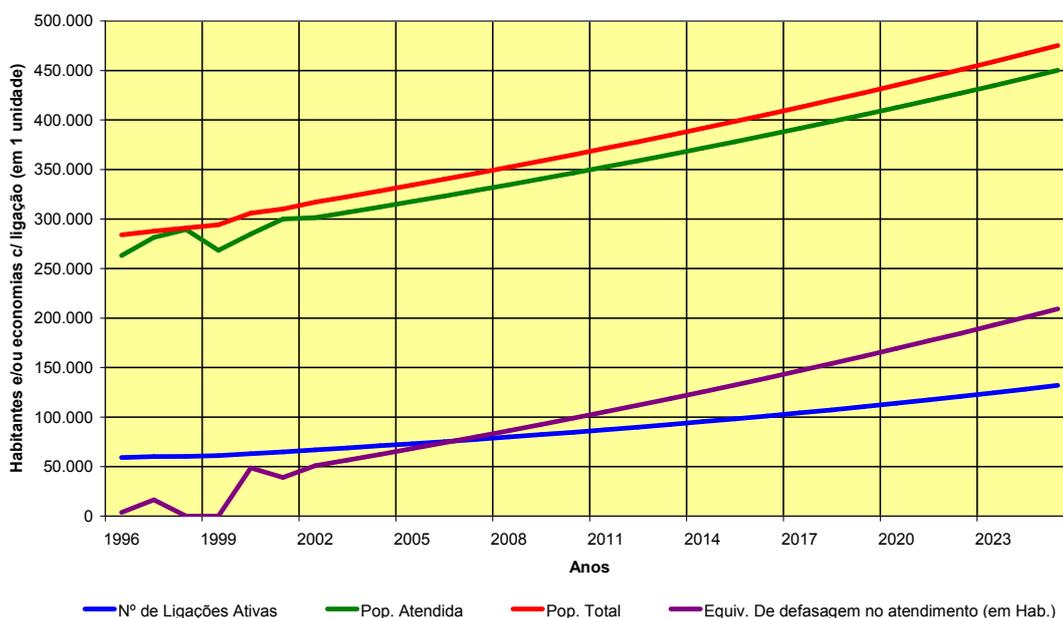
(6) **Consumo Per capita:** obtido pela divisão da população (real e estimada) pelo consumo total (5);

(7) **Demanda de H<sub>2</sub>O Total (l/dia):** resultado da multiplicação da população (real e estimada) pelo valor fixado pelos órgãos ambientais (150 l/hab./dia);

(8) **Diferença da Demanda Total / Consumo Total (l/dia):** expressa a diferença entre a demanda total mínima diária de água para o Município de Canoas (calculada a partir do indicador de 150 l/hab./dia) e o consumo total diário, fixado em 39.906.849 l/dia a partir do sistema atual instalado. Representa a necessidade em l/dia de água para um abastecimento aceitável à população, conforme suas necessidades mínimas.

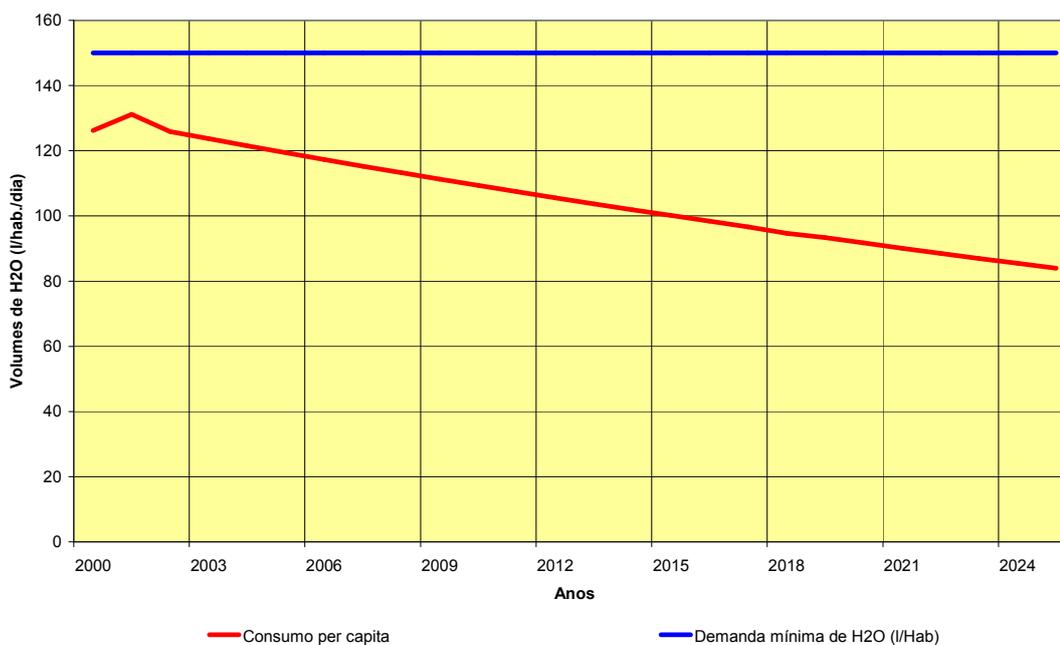
(9) **Equivalência da defasagem no atendimento (em hab.):** expressa uma equivalência da defasagem de água demandada pela população, conforme as necessidades mínimas de consumo (150 l/hab/dia), em relação ao consumo estimado. O resultado é um número equivalente em habitantes não atendidos pelo abastecimento.

**Gráfico do comportamento no crescimento da população comparado à projeção de novas ligações ao sistema e ao número equivalente de habitantes não abastecidos em função da demanda mínima de água por pessoa.**



**Figura 11: Gráfico do comportamento no crescimento da população comparado à projeção de novas ligações ao sistema e ao número equivalente de habitantes não abastecidos, em função da demanda mínima de água por pessoa.**

**Gráfico comparativo entre a projeção do consumo de água per capita calculado e a demanda mínima de água diária, para suprir as necessidades hídricas de uma pessoa.**



**Figura 12: Gráfico comparativo entre a projeção no consumo de água, per capita, calculado em função do atual sistema de abastecimento, e a demanda mínima diária de água, para suprir as necessidades hídricas de água de uma pessoa.**

Gráfico comparativo do volume abastecido pelo sistema atual da concessionária e o volume mínimo necessário pela população.



Figura 13: Gráfico comparativo entre o volume abastecido pelo sistema atual da concessionária e o volume mínimo demandado pela população de Canoas – RS.

A Figura 11 mostra a projeção no crescimento da população, calculada a partir de um modelo matemático, ajustado por análise de regressão, comparada com a projeção de crescimento no número de ligações de água no sistema, calculada por meio do índice de crescimento estabelecido pela concessionária e fixado em 3,0%. **A inclinação maior na curva de “População Atendida”, comparada à curva das Economias com ligação, indica a tendência crescente ao déficit de atendimento à população, verificada pela análise sob o próprio indicador de crescimento, fixado pela concessionária.**

A Figura 12 apresenta uma comparação entre o volume ideal para o consumo diário de uma pessoa (150 l/hab./dia) e os volumes de consumo per capita (em l/hab./dia), calculados tomando por base o crescimento populacional projetado para Canoas nos próximos 21 anos. A curva em vermelho, decrescente, mostra a redução do abastecimento per capita em função do atual sistema instalado em Canoas, desconsiderando ampliações; e em função do tempo, aumentando a problemática do déficit de abastecimento para a população.

A Figura 13 mostra o comportamento do crescimento na demanda de água para Canoas, de 2000 a 2025, em relação ao atual volume abastecido, que é consumido pela população, já descontadas as perdas do sistema que são da ordem de 50%.

A linha verde representa o consumo médio do período de 1996 a 2001, fixado até o fim do período de análise, considerando a estrutura atual.

A linha azul representa o crescimento na demanda da população de Canoas, cuja tendência é o próprio déficit de água, necessária ao consumo ideal. Para fins de comparação a linha vermelha mostra, com valores em módulo, a diferença das linhas verde e azul.

Os gráficos, juntamente com as demais informações coletadas prescrevem a crítica situação na qual se encontra o atual sistema de abastecimento de água de Canoas, visto sob o foco do abastecimento à população.

Como a própria concessionária informa, o percentual de perdas chega a quase 50% (dado do relatório da auditoria contratada pela SEMPA de Canoas, em 2003), sendo que em 2001 esse índice era de 52,7%. Isso associado à crescente demanda da população mostra um curto horizonte de abastecimento, que se analisado em números, tem já nos dias atuais, grandes déficits de abastecimento.

No aspecto ambiental do fornecimento de água em Canoas, também existe outra situação alarmante.

O município possui apenas um ponto de captação, o arroio das Garças. O fato crítico que ocorre são os constantes lançamentos de esgotos sanitários e industriais que, por meio dos escoamentos produzidos pelos valões do sistema de prevenção contra as cheias do município, chegam ao Arroio Araçá, e ao Banhado Grande, ambos afluentes do Arroio das Garças.

Efetuada um levantamento sobre o mapa de Canoas foi verificado que a distância de escoamento dos esgotos lançados pelo Arroio Araçá, que **fica a montante do ponto de captação de água de Canoas é de 2400 metros**, sendo um dos pontos de lançamento de esgoto que estão acima do ponto de captação de água. O mesmo ponto inicial de lançamento de esgotos do Arroio Araçá tem a foz distando apenas 650 metros do Banhado Grande, que faz parte do Parque Estadual do Delta do Jacuí, e, em épocas de chuvas intensas e prolongadas, transborda águas para o Arroio das Garças e para os demais rios do Delta (Anexo II – Foto 07).

A imagem do satélite, na seqüência, mostra a localização dos principais pontos de despejo de esgotos, comparados com o ponto de captação de água (Figura 14).

Na imagem do satélite os pontos vermelhos representam os locais onde esgotos sanitários afluem para os banhados e rios do Delta do Jacuí. O ponto azul representa a localização da captação de água em Canoas.

Tais despejos de esgotos à montante do ponto de captação de água, como pode ser observado na imagem do satélite, produzem índices excessivos de contaminação da água.

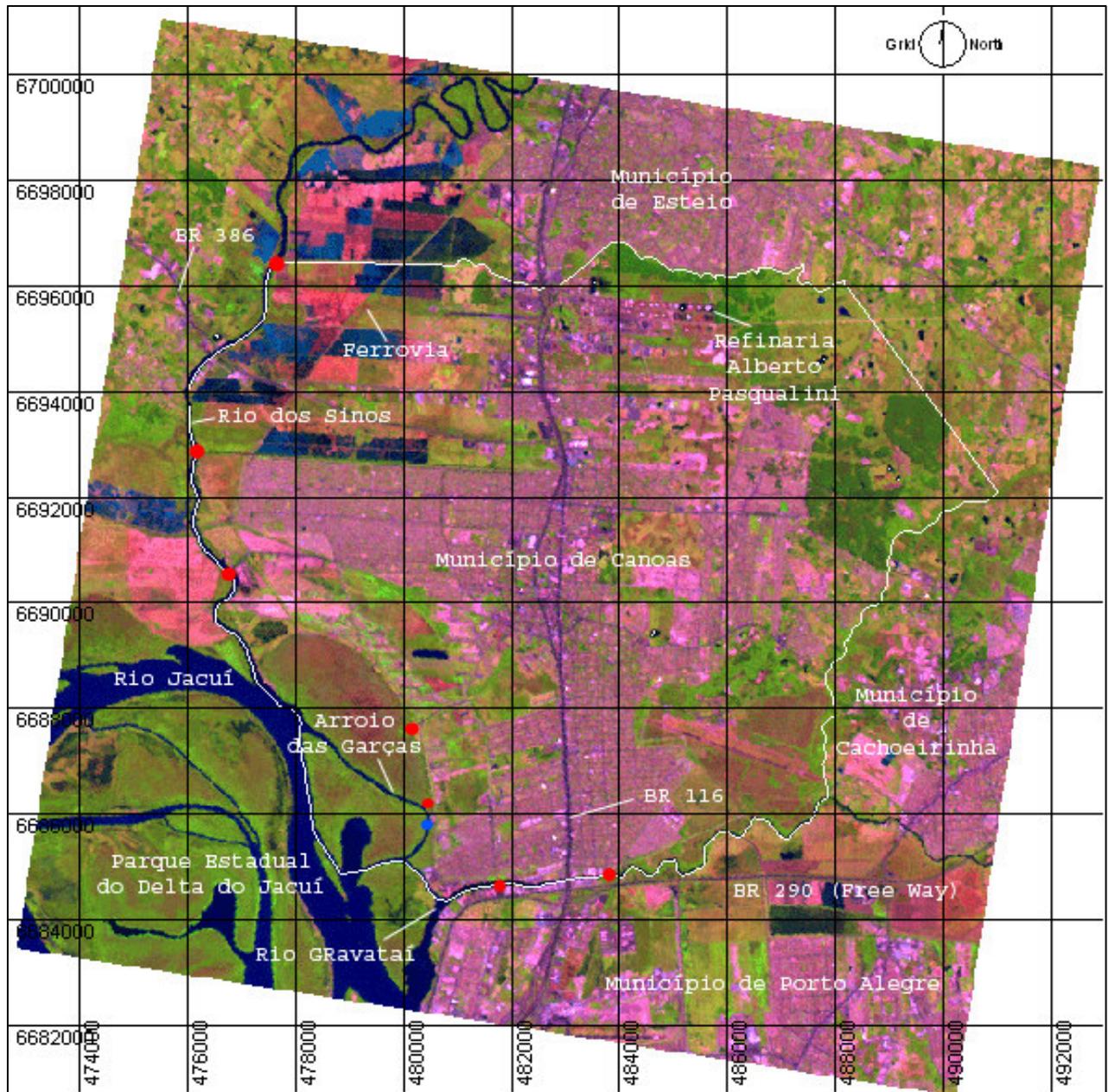


Figura 14: Imagem do satélite Landsat TM 7 de 22/11/2000. Mostra o Parque Estadual do Delta do Jacuí e o Município de Canoas delimitado pelos Rios Jacuí, Sinos e Gravataí com os principais locais de despejo de esgotos em relação a local de captação de água.

Cabe salientar, que pela quantificação das distâncias dos pontos de lançamento de esgotos à montante do ponto de captação de água, **a foz do Arroio Araçá está somente a 650 metros de distância** (Figura 15).

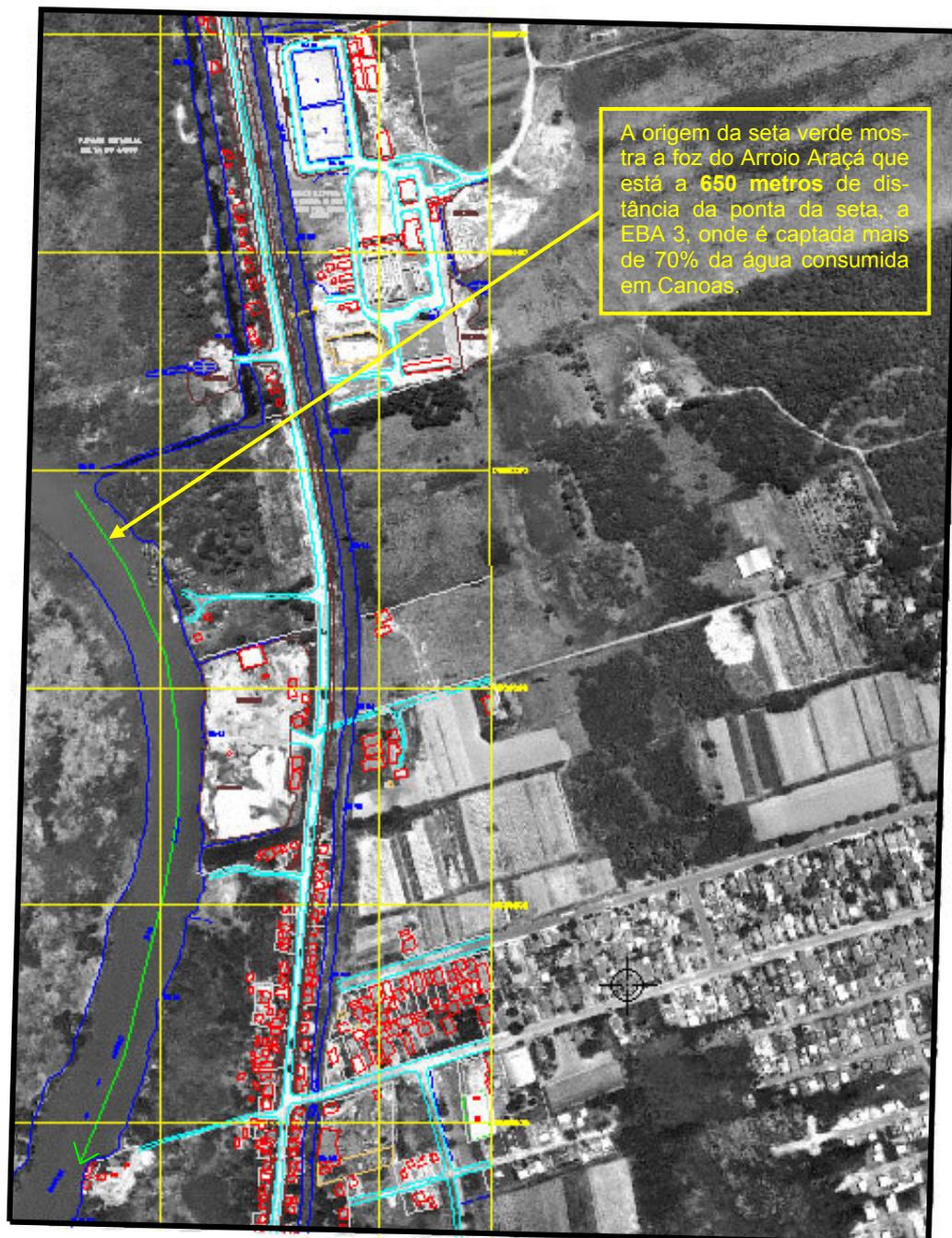


Figura 15: Recorte de aerofotograma do levantamento realizado pela Empresa Engefoto em Janeiro de 1999 (georreferenciado). Bairro Rio Branco, Canoas – RS.

Coletas de amostras de água em diferentes pontos do Arroio Araçá (afluente do Arroio das Garças), realizadas por técnicos do Departamento de Águas e Esgotos – DEP, da Prefeitura e analisadas no Instituto de Pesquisas Hidrológicas – IPH / UFRGS mostraram que a água captada na EBA 03 é imprópria para o consumo humano. No Quadro 02 o comparativo feito em relação aos teores máximos de contaminantes admitidos na Resolução nº 20 de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, prova que em alguns dos critérios analisados, como Colifor-

mes Fecais, a poluição da água na foz do Arroio Araçá é milhares de vezes superior aos índices permitidos.

Conforme informações contidas no relatório da auditoria realizada no sistema de saneamento de Canoas, o manancial de água que o município dispõe, no aspecto quantitativo é abundante. Entretanto, isso não significa que exista água potável em abundância, pois, qualitativamente, os mananciais estão completamente contaminados.

**Quadro 02 – Avaliação qualitativa de amostras de água coletadas do Arroio Araçá (análise realizada pelo Instituto de Pesquisas Hidrológicas – IPH/UFRGS).**

ANÁLISE DA ÁGUA DO ARROIO ARAÇÁ/CANOAS/RS - DATA: 31/JAN/2003-10:00h							
ANÁLISES	UNIDADE	PONTOS COLETA	RESULTADO	CONAMA-Res. nº 20-Teores Máximos-ÁGUA DOCE			
				CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
pH	x-x-x	NASCENTE	6,5	6 e 9	6 e 9	6 e 9	6 e 9
		INTERMED	7,2				
		FOZ	7,1				
ACIDEZ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	NASCENTE	30,0	x-x-x	x-x-x	x-x-x	x-x-x
		INTERMED	8,4				
		FOZ	7,3				
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l CaCO <sub>3</sub>	NASCENTE	6,6	x-x-x	x-x-x	x-x-x	x-x-x
		INTERMED	110,0				
		FOZ	91,0				
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	NASCENTE	73,0	500	500	500	x-x-x
		INTERMED	206,0				
		FOZ	208,0				
COLIFORMES TOTAIS	N.M.P/100 ml	NASCENTE	9.200	1.000	5.000	20.000	x-x-x
		INTERMED	>2.400.000				
		FOZ	>2.400.000				
COLIFORMES FECALIS	N.M.P/100 ml	NASCENTE	< 2	<= 200	1.000	4.000	x-x-x
		INTERMED	1.600.000				
		FOZ	130.000				
<b>OBS: A coleta das amostras foi efetuada após 7 dias de estiagem no Município.</b>							

Fonte: Departamento de Esgotos Pluviais da Secretaria Municipal de Obras Públicas de Canoas – SMOP.

O lançamento de esgotos sanitários sem tratamento nos rios é diretamente proporcional ao volume de esgotos produzidos e isso impossibilita a potabilidade da água servida por causa da contaminação, como se vê nos dados do Quadro 02, que mostra a análise da água do Arroio Araçá.

Mesmo sob as condições de qualidade apresentadas nas análises do Quadro 02, ainda é mantida a captação nesse local, em função de aspectos econômicos favoráveis à Concessionária.

Para produzir o mínimo de potabilidade da água o tratamento em Canoas requer a adição de produtos químicos especiais. O relatório da auditoria realizada no

sistema de saneamento de Canoas, não afirma com segurança, que tipos de produtos químicos são utilizados. A cloração da água é permanente, e em primeira análise, parece ser o único tipo de tratamento químico que está sendo feito além da floculação e filtragem de partículas sólidas em suspensão. Isto, apenas, não elimina grande número de agentes patogênicos que são resistentes.

A água do Arroio das Garças, atual ponto de captação da CORSAN, que serve a ETA Niterói e ETA Base Aérea, e do qual o arroio Araçá é afluyente, possui padrão de qualidade **Classe D**, numa padronização que diferencia 5 classes: A – Sem poluição; B – Ligeiramente poluído; C – Poluído; D – Muito Poluído; e; E – Extremamente poluído. A mesma classe de qualidade é encontrada no ponto de captação do Rio dos Sinos, que serve parte da água consumida em Canoas.

Apesar do novo local para captação de água estar localizado a montante da Foz do Arroio Araçá, que flui um considerável volume de esgotos para o Arroio das Garças, o problema de contaminação da água permanece.

O Arroio das Garças margeia o Banhado Grande, que também é um coletor de águas contaminadas de esgotos do Arroio Araçá. Como a bacia hidrográfica do Arroio das Garças é praticamente plana (rasa), qualquer período de cheias tende a extravasar o leito do Arroio, solubilizando as águas do Banhado Grande e margens, e, por conseqüência, tornando-se tão contaminada quanto à água à jusante do ponto de captação (Anexo II – Fotos 08 e 09).

Outro aspecto relevante é o efeito “esponja” que o solo das áreas do Delta do Jacuí possui, infiltrando águas, que, conseqüentemente, atingem o lençol freático e terminam por contaminar também as águas subterrâneas (Anexo II – Foto 10).

Logo, a água captada no Arroio das Garças, a 100 metros do local onde está em construção a ETA Rio Branco, também é bastante poluída.

#### **4.2 – A coleta, tratamento e destinação final dos esgotos sanitários:**

A situação dos serviços de coleta e tratamento dos esgotos sanitários tem vinculação direta com a situação do abastecimento de água em Canoas. A análise e a avaliação do problema, portanto, tem de ser feita considerando esse contexto ambiental do problema de saneamento.

A CORSAN, responsável pelo sistema de esgoto sanitário deve realizar a execução das obras de implantação das unidades operacionais necessárias ao atendimento dos usuários, abrangendo, portanto, a rede coletora, as estações elevatórias, a estação de tratamento de esgotos, o controle e a eficiência do processo, e o destino final do esgoto sanitário<sup>10</sup> (Anexo II – Foto 11).

Consta nessa fonte, que a CORSAN não pode implantar todo o sistema de esgoto sanitário de Canoas por falta de recursos financeiros.

No aspecto técnico, a situação dos esgotos em Canoas tem relação inversamente proporcional com a situação do abastecimento de água, pois os investimentos em esgotos são inexpressivos, enquanto que, em relação ao abastecimento de água, a concessionária empenha-se em manter o sistema em funcionamento, visto que esse é bastante lucrativo na Unidade de Saneamento de Canoas.

Atualmente o sistema de macro e microdrenagem pluvial de Canoas recebe, praticamente, todo o esgoto coletado no Município sem nenhum tipo de tratamento.

Isso pode ser verificado nos diversos locais, onde as tubulações do sistema de drenagem pluvial esgotam nos valos do sistema de proteção contra as cheias de Canoas (Anexo II – Foto 12).

A ETE de Canoas foi projetada para receber os esgotos sanitários de 10 (dez) Bacias Hidrossanitárias e despejar seus efluentes (tratados) no Arroio Araçá, que margeia o Dique do Rio Branco e aflui para o Banhado Grande no Delta do Jacuí.

Com capacidade operacional projetada para atender uma população de 407.000 habitantes essa estação de tratamento deveria ter seis módulos construídos, porém apenas um encontra-se em funcionamento, entretanto, não a pleno, pois não existem redes coletoras interligadas.

As redes de esgoto existentes, num total de 130 km, não estão ligadas à ETE ou interligadas entre si. Apenas 4,0 km de rede estão ligados à ETE, conforme informação contida no relatório da auditoria contratada pela SEMPA<sup>11</sup> (Figuras 16 e 17).

Na Figura 17 o detalhe a direita-acima mostra o PV 327A, que, na Planta Baixa do Projeto da ETE, representa o Poço de Visita integrante do Coletor Tronco nº 07. Entretanto, na prática, o que ocorre é que o mesmo local, onde seria o ponto final do

---

<sup>10</sup> Fonte: Relatório dos Serviços de Auditoria Ambiental do Sistema de Suprimento de Água Potável e Destinação de Resíduos Líquidos – SEMPA – Prefeitura Municipal de Canoas (Set. /2003).

<sup>11</sup> Fonte: Relatório dos Serviços de Auditoria Ambiental do Sistema de Suprimento de Água Potável e Destinação de Resíduos Líquidos – SEMPA – Prefeitura Municipal de Canoas (Set. /2003)

emissor de esgotos para a ETE, serve de ponto de lançamento dos esgotos, diretamente na Vala da Av. Irineu C. Braga.

As fotos 11 a 13 do Anexo II ilustram o problema do não tratamento dos esgotos em Canoas. Por meio das fotos pode-se observar que o esgoto que chega até a ETE é proveniente de caminhões-pipa, com resíduos de fossas sépticas em condomínios e outros locais da cidade.

Conforme informações contidas no Relatório da Auditoria contratada pela SEMPA, a câmara de chegada de esgoto foi implantada para receber 1.300 l/s de esgoto bruto. A ETE recebe somente 50 l/s de esgoto bruto aproximadamente, provenientes de 200 economias do loteamento Central Park e outras poucas economias do Bairro Fátima, que possuem ligação à ETE.

Como a capacidade das bombas de elevação de esgoto (Bombas Parafuso) é alta e, em contrapartida, o volume de esgoto recebido na câmara de chegada é mínimo, o complexo todo funciona de forma intermitente, **mais parado do que em operação.**

O volume de esgotos que chega à ETE por meio dos caminhões-pipa é de  $\pm 200 \text{ m}^3/\text{dia}$ , que em l/s (litros por segundo) resulta em uma vazão de 2,31 l/. Logo a vazão de esgoto bruto que chega à câmara de recebimento de esgotos é de aproximadamente 50,31l/s. Para um módulo 260 l/s (único módulo instalado e em operação, dos seis projetados – Figura 16), isso representa em termos percentuais, em relação à capacidade instalada, 19,34% de funcionamento. Se for comparada a vazão de esgotos que chega, com a vazão de esgotos para a qual a ETE foi projetada, o percentual que representa a eficácia da ETE cai para 3,87%.

Ainda em relação à Estação de Tratamento de Esgotos, as Fotos 14 a 16 do Anexo II mostram o estado de conservação das instalações que formam a ETE. Nas fotos pode-se observar que não existem sinais de previsão de investimentos imediatos em ampliações ou melhoras na operacionalização da ETE.

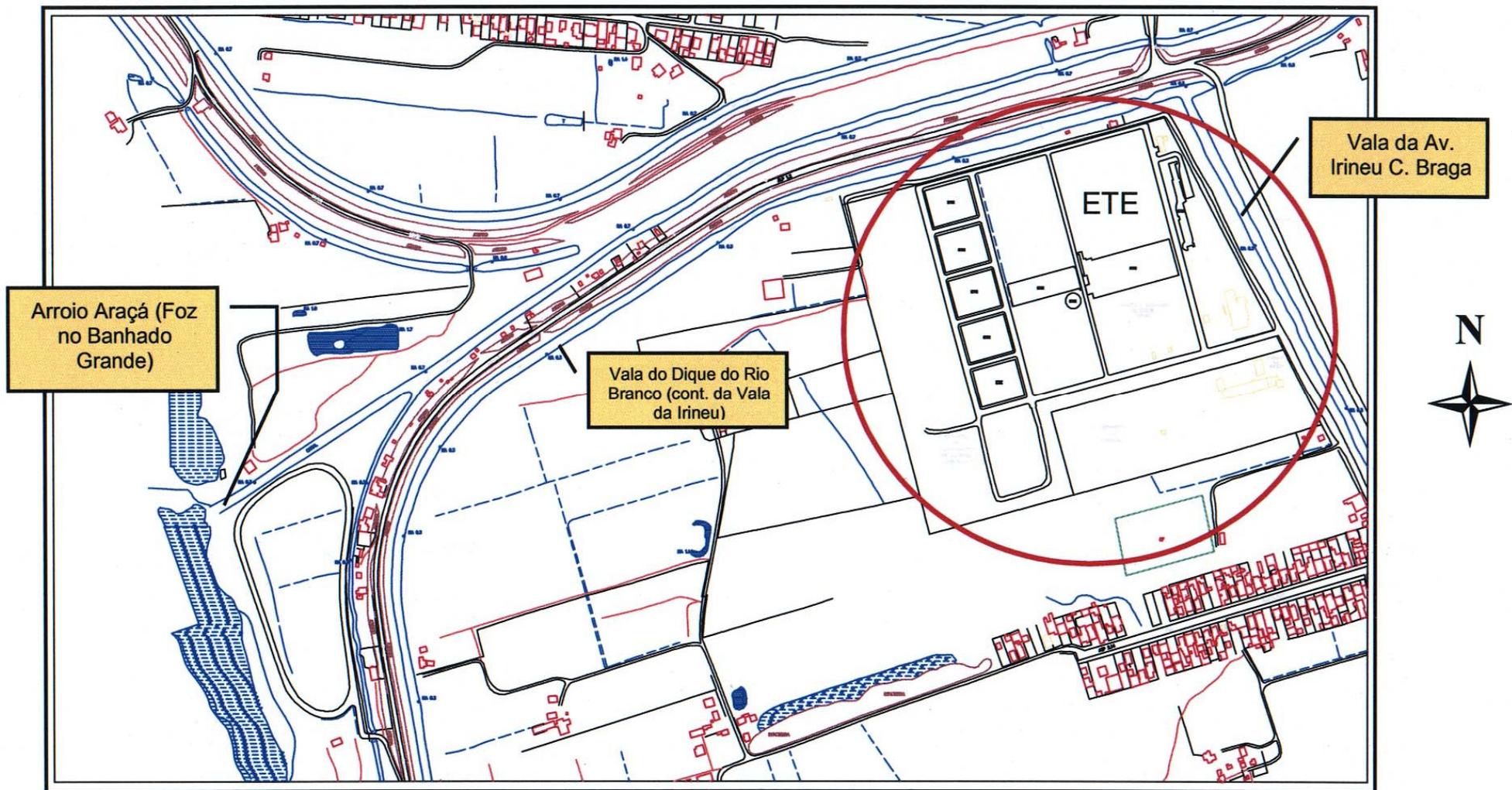


Figura 16: Croqui de localização da Estação de Tratamento de Esgotos, no Bairro Fátima, em Canoas; e da macrodrenagem pluvial no entorno da ETE. Fonte: Folha Cartográfica Digital do Mapeamento Aerofotogramétrico do Município de Canoas / Janeiro de 1999.

Obs.: No croqui obtido da restituição digital do aerofotogramétrico pode-se ver que apenas parte do projeto da ETE foi implantado.

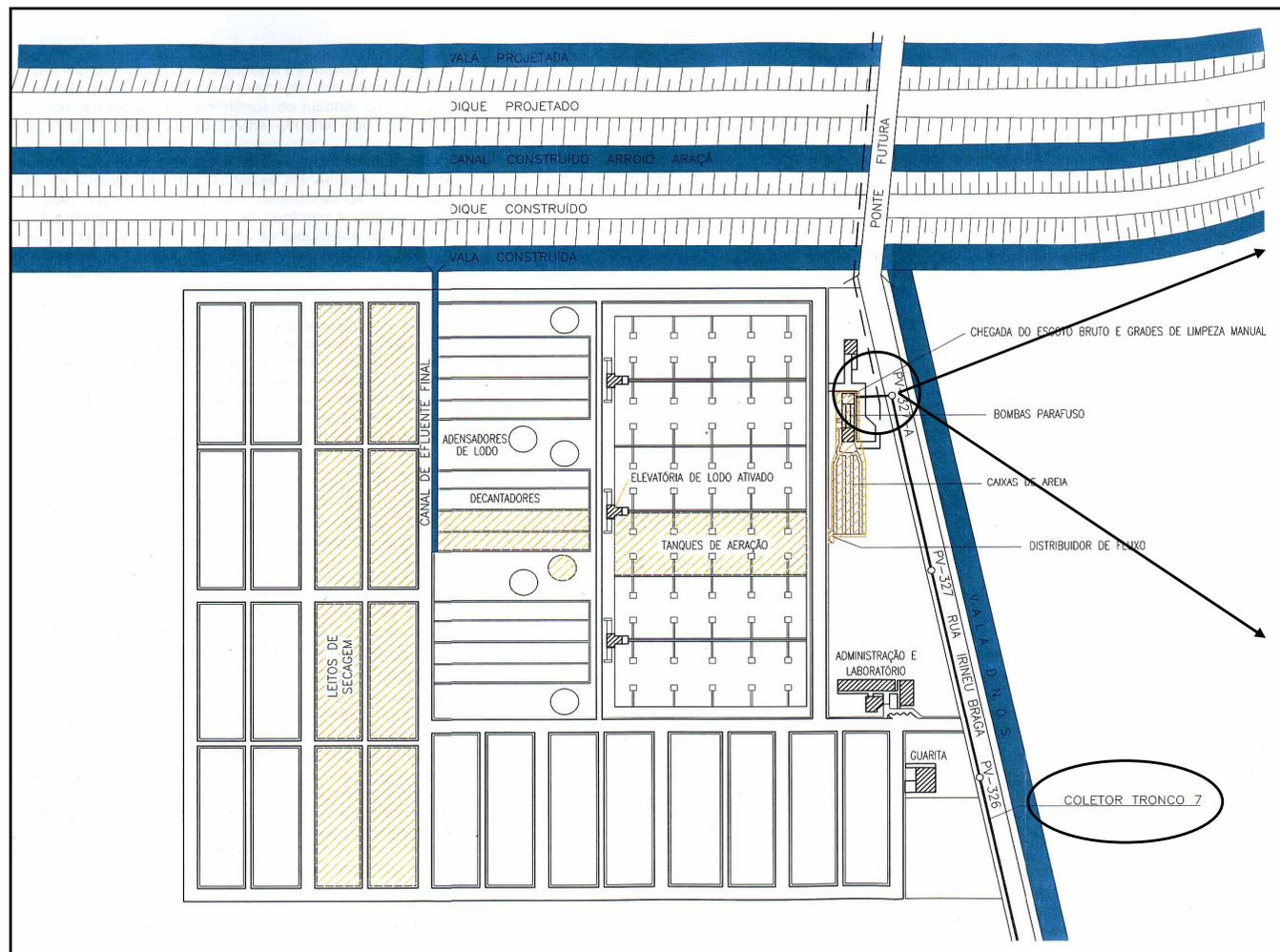


Figura 17: Planta Baixa da ETE de Canoas, mostrando o projetado e o executado.  
 Fonte: Relatório de Auditoria contratada pela SEMPA. Set./2003.

O estado de conservação das instalações atuais é bastante precário. Isso, no mínimo, evidencia que a concessionária CORSAN, não está cumprindo as cláusulas do Termo Aditivo s/nº 07/97 de dois de abril de 1997, assinado com a Prefeitura Municipal de Canoas, que reza de forma clara e explícita que **a CORSAN**; na Cláusula Terceira,

“...compromete-se a concluir e colocar em funcionamento a estação de tratamento de esgotos cloacais do Mato Grande, no prazo de 24 (vinte e quatro) meses”.

O problema do saneamento em Canoas não se resume a uma Estação de Tratamento de Esgotos inoperante. Em todo o município (bairros e vilas), principalmente nas vilas mais pobres, nada existe em relação ao esgotamento sanitário.

Uma das causas é o baixo poder aquisitivo das famílias e a falta de educação ambiental e sanitária das pessoas, pouco instruídas, muitas delas até mesmo analfabetas.

Porém, parte dessa responsabilidade está na concessionária do serviço, pois esta leva as ligações de água às famílias das vilas e bairros, mas não oferta o serviço de coleta de esgotos, implantando apenas a rede de água, conseqüentemente a cada nova ligação de água que surge, uma nova fonte de esgotos é gerada.

Todos resíduos líquidos de cada ligação de água feita pela CORSAN, na mesma proporção em volume de água consumida, acabam indo parar na rede coletora pluvial, quando esta existe; caso contrário terminam por escoar a céu aberto, como se observa no Anexo II – Fotos 17 a 21.

#### **4.3 – As conseqüências da falta de saneamento na saúde pública e no meio ambiente:**

A água constitui o elemento fundamental para a existência dos seres vivos no planeta Terra, inclusive o homem.

A água cobre aproximadamente  $\frac{3}{4}$  da superfície da Terra, sendo: 97% água salgada (mares e oceanos), 1,8% congelada (regiões polares) e 0,8% água doce, dos quais não se tem o conhecimento da fração que está contaminada.

Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS, 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. A cada ano, no mundo, 15 milhões de crianças entre 0 e 5 anos de idade mor-

rem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de água e esgotos.

Sabe-se ainda, que 30% da população mundial tem água tratada e 70% dependem de poços e outras fontes de abastecimento passíveis de contaminação.

Uma série de doenças pode ser associada à água, ou por sua contaminação por excretas humanas ou animais, ou pela presença de substâncias químicas nocivas à saúde humana.

As doenças relacionadas à água podem ser classificadas em dois grupos:

- **Doenças de transmissão hídrica:** são aquelas em que a água atua como veículo do agente infeccioso. Micro-organismos patogênicos oriundos de excretas humanos e animais infectados causam problemas principalmente no aparelho intestinal do homem. Podem ser provocados por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos;
- **Doenças de origem hídrica:** são aquelas causadas por determinadas substâncias químicas, orgânicas ou inorgânicas, presentes na água em concentrações inadequadas, em geral superiores às especificadas nos padrões para águas de consumo humano. Estas substâncias podem existir naturalmente no manancial ou resultarem de poluição. Exemplos: saturnismo – excesso de chumbo, metemoglobinemia em crianças – ingestão de concentrações excessivas de nitrato.

Cabe ressaltar que a questão da saúde pública passa impreterivelmente pela precedente do saneamento básico. Isto se verifica em números pelo indicador da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, conforme apontado no Manual de Saneamento para Municípios, onde se tem que para cada R\$ 1,00 (um Real) investido em saneamento economiza-se R\$ 4,00 (quatro Reais) na área de medicina curativa (PASSETO, 2001).

As Fotos 22 e 23 do Anexo II mostra aspectos de crianças moradoras da invasão do Dique do Rio Branco, no Bairro Mato Grande, local sem qualquer tipo de infra-estrutura de saneamento.

As Fotos 24 e 25 do Anexo II mostram que é preocupante a questão sanitária em Canoas, principalmente em relação ao esgoto. Pode-se observar o aspecto das instalações sanitárias de algumas famílias nas vilas.

Nesses locais a administração municipal em 2003 implantou módulos sanitários novos (Anexo II – Foto 26 e 27), para melhorar as condições de saúde das pessoas,

porém como não existem redes coletoras de esgotos o problema de saneamento fica apenas amenizado, mas não solucionado.

### Quadro 03 – Doenças relacionadas com a ausência de redes de esgotos sanitários<sup>12</sup>

Grupos de Doenças	Formas de Transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Fecos-orais (não-bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal ou doméstica adequada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliomeélite;</li> <li>• Hepatite tipo "A";</li> <li>• Giardíase;</li> <li>• Desintéria amebiana;</li> <li>• Diarréia por vírus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Melhorar as moradias e instalações sanitárias;</li> <li>⇒ Implantar sistema de abastecimento de água;</li> <li>⇒ Promover a Educação Ambiental e Sanitária.</li> </ul>
Fecos-orais (bacterianas)	Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com fontes de águas contaminadas pelas fezes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Febre tifóide;</li> <li>• Febre paratífóide;</li> <li>• Diarréias e desintérias bacterianas, como a cólera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Implantar sistema adequado de disposição de esgotos;</li> <li>⇒ Melhorar as moradias e as instalações sanitárias;</li> <li>⇒ Implantar sistema de abastecimento de água;</li> <li>⇒ Promover a Educação Ambiental e Sanitária.</li> </ul>
Helminhos transmitidos pelo solo	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ascariíase (lombriga);</li> <li>• Tricuriíase;</li> <li>• Ancilostomíase (amarelão).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Construir e manter limpas as instalações sanitárias;</li> <li>⇒ tratar os esgotos antes da disposição no ambiente (solo);</li> <li>⇒ Evitar contato direto da pele com o solo (usar calçado).</li> </ul>
Tênias (solitárias) na carne de boi e suína.	Ingestão de carne mal cozida de animais infectados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teníase;</li> <li>• Cisticercose.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Construir instalações sanitárias adequadas;</li> <li>⇒ Tratar os esgotos antes da disposição no solo;</li> <li>⇒ Inspeccionar a carne e ter cuidados na sua preparação.</li> </ul>
Helminhos associados à água	Contato da pele com água contaminada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquistossomose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Construir instalações sanitárias adequadas;</li> <li>⇒ Tratar os esgotos antes do lançamento em curso d'água;</li> <li>⇒ Controlar os caramujos;</li> <li>⇒ Evitar contato com a água contaminada.</li> </ul>
Insetos vetores relacionados com fezes	Procriação de insetos em locais contaminados pelas fezes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filariose (elefantíase)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Combater os insetos transmissores;</li> <li>⇒ Eliminar condições que possam favorecer criadouros (valas de esgoto pluvial com esgoto cloacal escoando abertas pela cidade, por exemplo);</li> <li>⇒ Evitar o contato com criadouros e utilizar meios de proteção individual.</li> </ul>

<sup>12</sup> Fonte: Dossiê do Saneamento – Esgoto é Vida. Autor: Wilson Passeto. Ano: 2001.

**Quadro 04 – Doenças relacionadas com a água contaminada.**

<b>Grupos de Doenças</b>	<b>Formas de Transmissão</b>	<b>Principais doenças</b>	<b>Formas de prevenção</b>
Transmitidas pela via feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico (agente causador) é ingerido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarréias e desintérias como a cólera e a giardíase;</li> <li>• Leptospirose;</li> <li>• Amebíase;</li> <li>• Hepatite infecciosa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar uso de fonte contaminadas;</li> <li>⇒ Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.</li> </ul>
Controladas pela limpeza com água.	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infecções na pele e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica.</li> </ul>
Associadas à água (uma parte do ciclo de vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patógeno penetra pela pele ou é ingerido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquistossomose.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Adotar medidas adequadas para a disposição final dos esgotos;</li> <li>⇒ Evitar o contato de pessoas com águas infectadas;</li> <li>⇒ Proteger mananciais;</li> <li>⇒ Combater o hospedeiro intermediário.</li> </ul>
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malária;</li> <li>• Febre amarela;</li> <li>• Dengue;</li> <li>• Elefantíase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Eliminar condições que possam favorecer criadouros;</li> <li>⇒ Combater os insetos transmissores;</li> <li>⇒ Evitar o contato com criadouros (valas de esgoto pluvial com esgoto cloacal escoando abertas pela cidade, por exemplo);</li> <li>⇒ Utilizar meios de proteção individual.</li> </ul>

**Quadro 05 – Doenças e outras conseqüências da ausência de tratamento do esgoto sanitário**

<b>Poluentes</b>	<b>Parâmetros de Caracterização</b>	<b>Tipos de Esgotos</b>	<b>Conseqüências</b>
Patogênicos	Coliformes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domésticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Doenças de veiculação hídrica.</li> </ul>
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domésticos;</li> <li>• Industriais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Problemas estéticos (pele);</li> <li>⇒ Depósitos de lodo;</li> <li>⇒ Absorção de poluentes;</li> <li>⇒ Proteção de patógenos.</li> </ul>
Matéria orgânica biodegradável	Demanda Bioquímica de Oxigênio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domésticos;</li> <li>• Industriais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Consumo de Oxigênio;</li> <li>⇒ Mortandade de peixes;</li> <li>⇒ Condições sépticas.</li> </ul>
Compostos não biodegradáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesticidas;</li> <li>• Detergentes;</li> <li>• Outros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industriais;</li> <li>• Agrícolas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Toxicidade;</li> <li>⇒ Espumas;</li> <li>⇒ Redução da transferência de oxigênio;</li> <li>⇒ Não biodegradabilidade;</li> <li>⇒ Maus odores.</li> </ul>

Em relação ao ambiente natural (ecossistemas) ocorrem outros problemas também preocupantes.

Os sistemas de esgotos de uma cidade devem ser vistos como de vital importância para que a mesma possua o mínimo de condições de qualidade de vida para sua população. A necessidade de desenvolver projetos de estações de tratamento

dos esgotos sanitários, antes destes serem liberados para a ambiência, constitui um problema para a maioria das administrações municipais, que convivem com a crônica problemática dos recursos sempre escassos e insuficientes. Esse fato em Canoas não deveria ser um problema, pois a cidade possui Estação de Tratamento de Esgotos, entretanto, esta funciona precariamente.

A forma como o problema dos esgotos sanitários de Canoas vem sendo tratado pela concessionária também constitui um impacto ambiental, pois um dos maiores indicadores de saúde pública e potencial vetor de transmissão de doenças, que podem se transformar em surtos municipais, não pode receber a indiferença e despreocupação daqueles que são responsáveis, justamente por garantir que estes problemas permaneçam o mais distante possível da população.

De forma qualitativa, descreve-se a seguir os principais impactos ambientais observados em Canoas, em função do contexto da situação atual em que se encontram os principais locais de escoamento de esgotos sanitários do Município, bem como dos seus municípios vizinhos.

Pela Figura 18 observa-se a vasta mancha urbana que margeia o Parque Estadual do Delta do Jacuí. Na ilustração os rios que atravessam grandes áreas urbanizadas como, o Rio Gravataí (passa por Gravataí, Cachoeirinha e Canoas) e o Rio dos Sinos (passa, entre outros, por Estância Velha, Novo Hamburgo, São Leopoldo e Canoas) são grandes canais condutores de esgotos sanitários sem tratamento destes municípios para a Bacia Hidrográfica do Guaíba. Pelo mapa pode-se ver também que o Município de Canoas é margeado por estes dois rios. Como Canoas tem um tratamento de esgotos deficitário e ineficiente, a carga destes efluentes vai toda para tais cursos d'água e destes para o delta.

A emissão de resíduos líquidos nos rios, arroios, banhados, etc., como acontece com esgotos pluviais e domésticos (esgotos sanitários) em cidades banhadas por estes recursos hídricos repercute em gravíssimas conseqüências sobre a água, que pode ser considerado um dos mais importantes, senão o mais importante suporte para a existência da vida no planeta Terra.

A poluição da água indica que um ou mais de seus usos foram prejudicados, podendo atingir o homem de forma direta, pois ela é usada por este para ser bebida, para tomar banho, para lavar roupas e utensílios e, principalmente para sua alimentação e dos animais domésticos. A água de um rio é considerada de boa qualidade quando apresenta, menos de mil coliformes fecais e menos de dez microrganismos

patogênicos por litro (como aqueles causadores de verminoses, cólera, esquistossomose, febre tifóide, hepatite, leptospirose, poliometite, etc.).

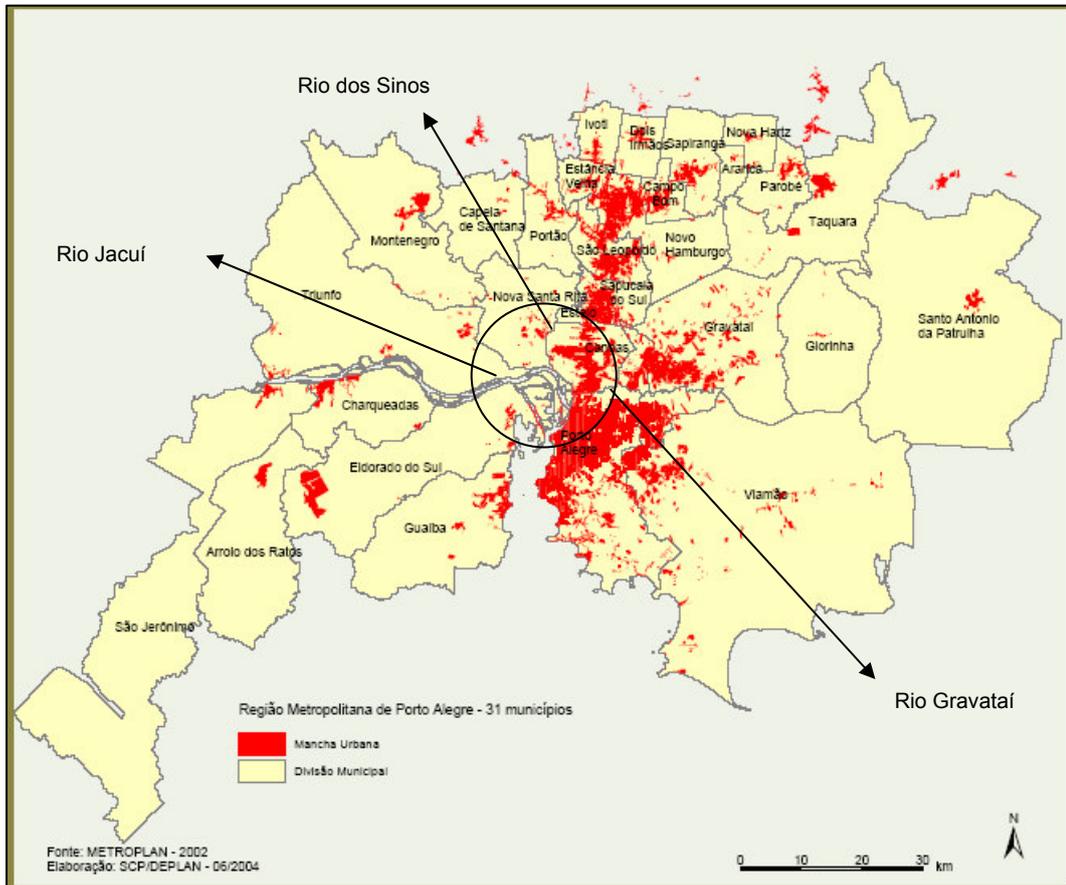


Figura 18: Mapa da Região Metropolitana de Porto Alegre e a mancha urbana dos municípios integrantes (adaptado). Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/>. Acessado em: 20/07/2004.

O rio é habitado, normalmente, por muitos tipos de bactérias, assim como por várias espécies de algas e de peixes. Essas bactérias são importantíssimas porque, alimentando-se de matérias orgânicas, são elas que consomem toda a carga poluidora que lhe é lançada, sendo assim as principais responsáveis pela autodepuração, ou seja, limpeza do rio.

Porém, quando o rio recebe esgotos, ele passa a conter outros tipos de bactérias que não são da água e que podem ou não causar doenças às pessoas que beberem dessa água. Um grupo importante, dentre elas, é o grupo das bactérias coliformes.

Bactérias coliformes não causam doenças. Elas, ao contrário, vivem no interior do intestino de todos os seres humanos, auxiliando a digestão. É claro que as fezes humanas contêm um número astronômico dessas bactérias: cerca de 200 bilhões de

coliformes são eliminados por pessoa, todos os dias. Isso tem uma grande importância para a avaliação da qualidade da água dos rios: suas águas recebem esgotos, fatalmente receberão coliformes.

A presença das bactérias coliformes na água de um rio significa, pois, que esse rio recebeu matérias fecais, ou esgotos. Por outro lado, são as fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de doenças. Assim, se a água recebe fezes por meio dos esgotos, ela pode muito bem estar recebendo micróbios patogênicos.

Quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis, como o esgoto sanitário, chorume, etc. (Anexo II - Foto 28), o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece. O oxigênio dissolvido, do ponto de vista ecológico, é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microrganismos que utilizam o oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o consumo de oxigênio da água. Muitas vezes a morte de peixes em rios poluídos deve-se à ausência de oxigênio bem mais do que pela presença de substâncias tóxicas.

A água dos rios que possuem características semelhantes às acima descritas, além de produzirem sérios problemas para o equilíbrio ecológico destes tipos de ecossistemas, traz consigo outras conseqüências ainda mais perigosas para o ser humano, que serão descritas em capítulo à parte. Um exemplo é a reprodução em massa de mosquitos que invadem a cidade nos dias quentes, gerando alto risco à saúde humana.

Alguns testes deverão ser realizados para comprovar a gravidade do problema do impacto sobre os recursos hídricos. Por exemplo, Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio, que é utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente e corresponde a quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou de águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

Outros testes químicos que possam identificar a presença e quantidade de compostos de nitrogênio e fósforo são importantes, pois, as águas naturais, em ge-

ral, contêm nitratos em solução e, além disso, principalmente tratando-se de águas que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos ou menos oxidados, tais como: compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos. Em geral a presença destes denuncia a presença de poluição recente, uma vez que estas substâncias são oxidadas rapidamente na água, graças principalmente à presença de bactérias nitrificantes. Por esse motivo constituem importante índice da presença de despejos orgânicos recentes. Os compostos de fósforo são um dos mais importantes fatores limitantes a vida dos organismos aquáticos e de importância fundamental no controle ecológico das algas. Despejos orgânicos, especialmente de esgotos sanitários, bem como alguns tipos de despejos industriais podem enriquecer a água com esse elemento.

A fauna que depende das águas dos arroios de Canoas e dos Rios Gravataí, Jacuí e dos Sinos também sofre os impactos do despejo dos esgotos sanitários sem tratamento nestes locais. De forma indireta as substâncias que contaminam a água causam doenças nos animais domésticos, uma vez que estes utilizam a mesma para saciar a sede. Estes animais, bois, porcos, vacas, ovelhas, etc., quando abatidos levam consigo os agentes patológicos causadores de doenças epidemiológicas muito graves (Anexo II – Foto 29).

A fauna silvestre além deste impacto também sofre com o grave desequilíbrio ecológico provocado pela mortalidade dos peixes, pois muitos animais terrestres, principalmente pássaros, utilizam este tipo de alimentação, decorrente da cadeia alimentar.

Entretanto os peixes, entre os animais, são os que mais sentem os impactos do despejo de esgotos sanitários não tratados. Como foi descrito no capítulo anterior, os resíduos orgânicos contaminam a água e aumentam a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), isto gera um consumo exagerado de oxigênio pelos microorganismos dos esgotos, oxigênio este que deveria estar disponível para os peixes, que acabam morrendo por falta deste elemento.

A falta de oxigênio para a respiração da fauna subaquática também é uma das conseqüências do progressivo despovoamento de peixes no Rio dos Sinos, Arroio das Garças e Rio Gravataí, visto que os alevinos (peixes na fase mais juvenil de desenvolvimento) são bastante sensíveis aos gradientes de concentração de oxigênio na água. Com isso muitas espécies de peixes têm desaparecido e estão em vias de extinção.

A poluição dos rios é a maior causa de desequilíbrios ecológicos para a ictiofauna (Anexo II – Foto 30). Cabe aos órgãos competentes evitar que efluentes de processos industriais e esgotos sanitários sejam lançados nas margens dos rios sem os tratamentos adequados, pois persistindo esta realidade, num prazo bastante curto de tempo espécies como o dourado (*Salminus maxillosus*), o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e outros siluriformes, popularmente conhecidos como bagres, a traíra (*Hoplias lacerdae*), jundiá (*Rhandia quelen*) entre muitas outras espécies de peixes que habitam os rios da região serão vistos apenas em fotografias históricas.

Tecnicamente, cabe ainda lembrar que o manejo dos recursos hídricos é um processo integrado não sendo limitado por fronteiras políticas, mas sim pela geografia que delimita e condiciona os escoamentos das nascentes segundo seus divisores de águas, portanto não adiantará o Município de Canoas, apenas, tomar medidas compensatórias e mitigadoras para reduzir e eliminar os impactos aos recursos hídricos e por conseqüência à fauna limnológica, se não houver uma ação integrada por parte de outros municípios que se situam a montante e a jusante dos limites de Canoas.

Poluir rios e outros mananciais de água, seja da forma como for, constitui crime passível de prisão (Lei dos Crimes Ambientais, 1998).

Os impactos sobre o solo e o subsolo estão, da mesma forma que como ocorre com a fauna, muito inter-relacionados com a água e ocorrem muito mais indiretamente do que diretamente, porém nem por isso deixam de ser preocupantes pois derivam conseqüências bastante nocivas à população e ao meio ambiente como um todo.

O solo constitui o meio de propagação da água através de seus macro e microporos, conduzindo até as raízes dos vegetais e ao lençol freático. Quando substâncias tóxicas ou nocivas de qualquer espécie (como o esgoto sanitário) entram em contato com o solo, contaminam-no com alta concentração de elementos químicos e agentes patogênicos causadores de doenças (já descritas anteriormente) fazendo com que a água das chuvas, ao infiltrar-se para as camadas mais profundas, também se contamine no trajeto em direção ao lençol freático, que por sua vez, sofre a mesma conseqüência.

Da mesma forma a própria água, que faz a solução dos efluentes cloacais, altamente contaminada com bactérias e microorganismos, substâncias químicas, etc.,

termina por infectar os locais próximos aos escoadouros de esgoto em função da capilaridade, principal característica de propagação no solo e subsolo.

Outro perigo iminente que decorre do despejo de esgotos a céu aberto é a proliferação descontrolada de ratos e insetos como moscas, mosquitos, baratas, além de vários insetos que são também vetores de transmissão de doenças de alto risco para a saúde pública, entre elas a dengue, a febre amarela, a doença de Chagas só para citar algumas.

Existe também o desconforto do convívio com esgotos fluindo a céu aberto, causando odores fétidos perenes e um péssimo aspecto visual que também deve ser considerado como impacto ambiental, pois meio ambiente não é apenas natureza preservada, é também qualidade de vida para a população.

#### **4.4 – Impactos da contaminação do subsolo nas águas subterrâneas do Aquífero Guarani:**

O aquífero Guarani é talvez o maior manancial transfronteiriço de água doce subterrânea no planeta, estendendo-se desde a Bacia Sedimentar do Paraná até a Bacia do Chaco–Paraná. Está localizado no centro-leste da América do Sul, entre 12° e 35° de latitude Sul e 47° e 65° de longitude Oeste, subjacente a quatro países: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. Tem extensão total aproximada de 1,2 milhões de km<sup>2</sup>, sendo 840 mil km<sup>2</sup> no Brasil, 225,500 mil km<sup>2</sup> na Argentina, 71,700 mil km<sup>2</sup> no Paraguai e 58.500 km<sup>2</sup> no Uruguai. A porção brasileira integra o território de oito Estados: MS (213.200 km<sup>2</sup>), **RS (157.600 km<sup>2</sup>)**, SP (155.800 km<sup>2</sup>), PR (131.300 km<sup>2</sup>), GO (55.000 km<sup>2</sup>), MG (51.300 km<sup>2</sup>), SC (49.200 km<sup>2</sup>) e MT (26.400 km<sup>2</sup>). A população atual do domínio de ocorrência do aquífero é estimada em 15 milhões de habitantes<sup>13</sup>.

Estudos têm revelado que as águas do aquífero Guarani ainda estão livres de contaminação. Contudo, considerando que a área de recarga coincide com importantes áreas agrícolas brasileiras, onde se tem usado intensamente herbicidas, é de se esperar que são necessárias medidas urgentes de controle, monitoramento e redução da carga de agrotóxicos, sob pena de se vir a ter sérios problemas de poluição.

---

<sup>13</sup> Fonte: [www.ana.gov.br/guarani/sistema/descricao.htm](http://www.ana.gov.br/guarani/sistema/descricao.htm) (acesso em: 23/04/2004).

Outros perigos são:

- a) Poços abandonados: todo poço, que atinja ou não o aquífero Guarani, e deixe de ser usado, deve ser convenientemente selado para evitar a entrada direta de águas poluídas;
- b) Vedação: todo poço deve ser bem vedado para evitar a entrada de água poluída no espaço anelar existente entre o revestimento do mesmo e as paredes da perfuração.

Em geral, **a poluição das águas subterrâneas se concentra mais em áreas urbanas**, onde se encontram grandes volumes de fontes de poluição, como esgotos não tratados e lixões. Exemplo disso é a cidade de Natal, basicamente abastecida (cerca de 70%), por águas subterrâneas: 159 poços, dentre os quais 15 já deixaram de ser explorados por ruptura de revestimento e pela presença de nitrato em nível superior ao permitido pela Organização Mundial de Saúde - OMS. Observe-se que atualmente somente 26% do esgoto é coletado por rede, e apenas 22% do esgoto coletado é tratado.

Comparando a situação da cidade de Canoas – RS com o caso de Natal – RN, a diferença verificada é a forma de captação da água, pois Canoas concentra um menor número de poços, entretanto a rede de coleta de esgoto é inferior, (não atinge 10% da área do município), e o tratamento, como já foi observado neste trabalho, é praticamente inexistente.

Assim sendo, os despejos de esgotos sanitários sem tratamento nos rios e banhados em Canoas, além de todas as conseqüências abordadas em capítulos anteriores, também compromete significativamente a qualidade das águas subterrâneas, que, por sua vez fazem parte da região de abrangência do Aquífero Guarani.

Pelo mapa da Figura 19, observa-se que Canoas está na porção de transição entre as áreas de potenciais de recarga indireta (em amarelo) e de recarga direta (em verde). Isso significa que nas áreas de recarga direta as águas infiltram-se diretamente pelos afloramentos do aquífero Guarani e pelas fissuras das rochas subjacentes. Nas áreas de recarga indireta as águas são drenadas para o aquífero a partir de drenagens superficiais e do fluxo subterrâneo indireto.

Os estudos geológicos mostraram que o subsolo de Canoas, na sua parte mais a Oeste, têm consistência “esponjosa”, por se tratar de solos constituídos de rochas sedimentares. Essa característica de solo faz com que a infiltração de águas superficiais, (inclusive águas contaminadas com efluentes sanitários), atinja as camadas

mais profundas dos lençóis freáticos, provocando a contaminação também desses mananciais.

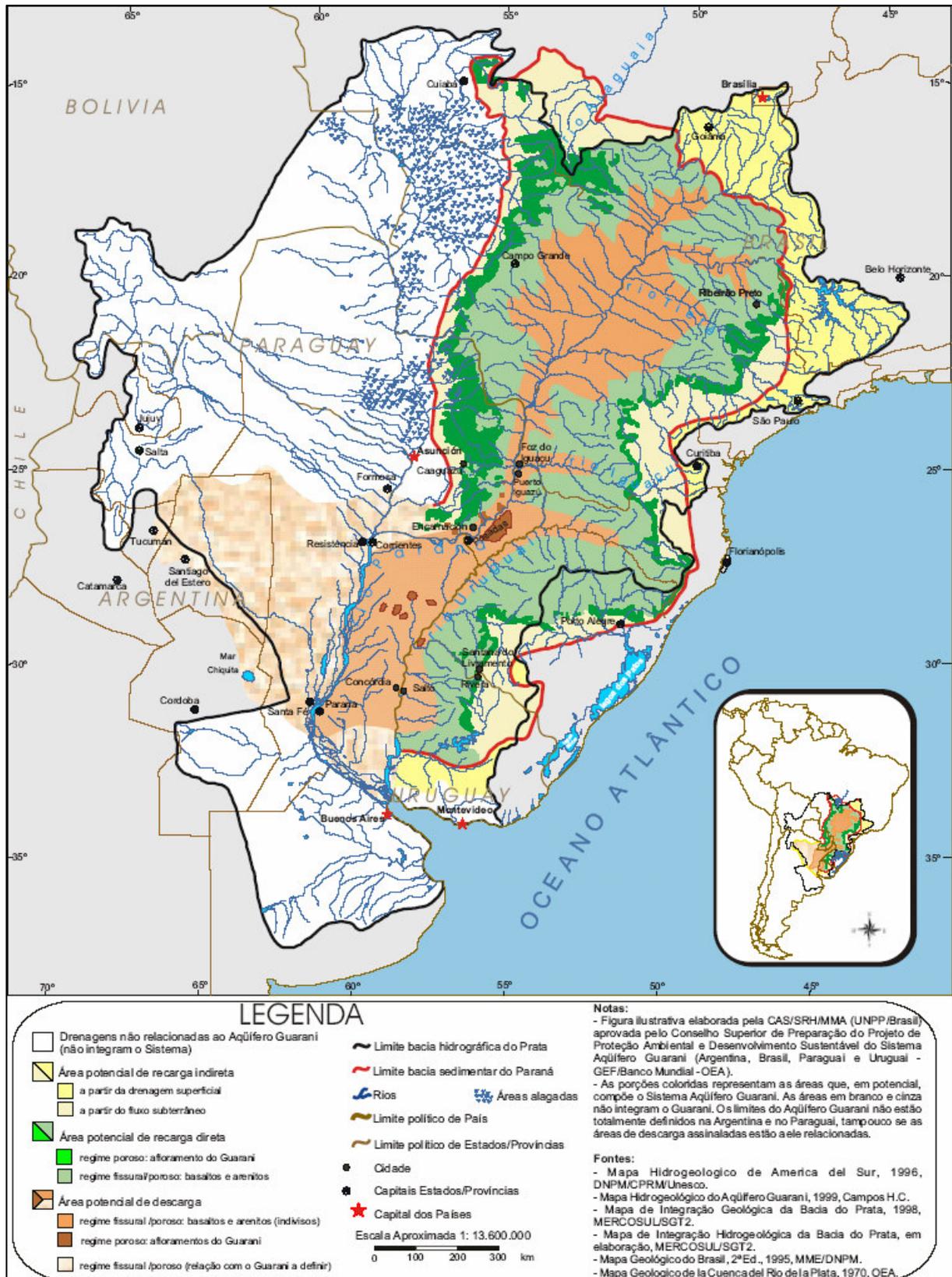


Figura 19: Mapa esquemático do sistema Aquífero Guarani.

Fonte : <http://www.ana.gov.br/guarani/sistema/mapa.htm> acessado em 23/04/2004).

Analisando a Figura 19 e considerando a posição geográfica de Canoas, verifica-se, que o volume de esgotos sanitários que são despejados, principalmente em locais como a foz do Arroio Araçá e as valas da macrodrenagem do município, atuam como “veias” alimentadoras do subsolo com águas contaminadas por esgotos sanitários por meio de infiltração no solo e subsolo. Esse fato tem impacto sobre as duas áreas mostradas no mapa anterior (recarga direta e indireta).

Como Canoas está localizada, exatamente na transição entre as áreas de recargas direta e indireta do aquífero, a infiltração pode estar contaminando, mais seriamente aquele manancial justamente sob o território canoense, comprometendo a qualidade da água desse que pode, futuramente, ser um reservatório de água potável a abastecer o Município de Canoas e outros municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre.

#### 4.5 – Análise do Benefício/Custo Econômico-Financeiro da Concessão:

O Sistema de Saneamento de Canoas, concedido à Companhia Riograndense de Saneamento tem a configuração e representação no Sistema CORSAN conforme consta no Quadro 06:

#### Quadro 06 – Comparativo de receitas operacionais e economias ligadas ao Sistema de Saneamento de Canoas com os totais da CORSAN para o Rio Grande do Sul. Ano 2003.

<b>Itens</b>	<b>Sistema Canoas</b>	<b>CORSAN</b>	<b>% Canoas/CORSAN</b>
Receita Operacional (em R\$)	36.000.000	705.562.000	5,10
Economias com água	102.961	2.002.419	5,14
Economias com esgoto	10.700	209.643	5,10

O déficit de ligações de esgoto sanitário é de 92.261 economias, que corresponde à diferença entre as economias com água e as economias com esgoto. Representa 89% de déficit no serviço, isto é, somente 11% da área urbana está coberta por coleta de esgoto nos bairros e loteamentos a seguir:

Item 2 do Of. nº 134/03 SURSIN (Anexo II).

“...Bairro Guajuviras; Chácara Barreto; Estância Velha; Niterói; Vila Fernandes; Cinco Colônias; Hércules; e Loteamentos Igara 3; Moinhos de Vento; Jardim do Lago; Profilurb; Bela Vista; Vila Capri e Central Park.”

No relatório e Balanço (Anexo XI) referente ao exercício 2003, publicado pela CORSAN é informado que houve aumento do volume de água produzida de 1,5% em função das ações de combate as perdas de água e colocação de hidrômetros. A Auditoria Ambiental contratada pela Prefeitura Municipal de Canoas e referida neste trabalho apontou uma perda da ordem de 50%, indicador que onera significativamente o custo de operação do sistema.

O presidente da CORSAN, Vitor Bertini, em entrevista ao Jornal Zero Hora de 25/03/2004 informa que **“dos 342 municípios onde o sistema está concedido a CORSAN, apenas 20 são superavitários e ajudam a sustentar os outros 322 deficitários”**, havendo, portanto um subsídio cruzado.

Na verdade o **“subsídio cruzado”** não deveria existir, pois engendra a iniquidade tributária na medida em que possibilita a população de renda inferior subsidiar a de renda superior de outros municípios, cujas características de operação e pré-investimento do sistema os tornam deficitários.

Nos casos onde o sistema é deficitário é justo que a cobertura do déficit seja feita com recursos do tesouro do município beneficiário, do Estado ou da União. Transferir recursos, conforme refere o Presidente da concessionária, de 20 sistemas superavitários, onde se inclui Canoas, para sustentar outros 322 deficitários; é injusto, pois o financiamento é decorrente do excedente de outra comunidade, como é o caso de Canoas, ainda não saneados na área de coleta, tratamento e destinação final de esgotos sanitários.

Assim sendo é importante saber qual o superávit do sistema de Canoas.

Diante das dificuldades para obtenção dos dados sobre as despesas de operação do sistema de água e esgoto de Canoas, adotou-se como parâmetro às informações contidas no Processo Cautelar movido pela Prefeitura Municipal de Passo Fundo – RS contra a CORSAN, para estimar por analogia as despesas do sistema de Canoas, já que as receitas foram informadas através do Of. 134/03 SURSIN (Anexo VIII).

Utilizaram-se dados fornecidos pela própria concessionária CORSAN em Processo Cautelar da 5ª Vara Cível da Comarca de Passo Fundo – RS de nº 21193011075 que as folhas 72 contem a seguinte informação:

**Quadro 07 – Dados do Sistema Passo Fundo:**

Receita Média (15 meses)	U\$ 501.660/mês	100,00%
Despesas de Exploração	U\$ 193.697/mês	<b>38,61%</b>
Despesas com a Administração Central	U\$ 127.011/mês	25,31%
Serviço da Dívida	U\$ 28.556/mês	5,69%
Superávit	U\$ 152.396/mês	30,39%

O Sistema Canoas é sem dúvida menos dispendioso que o de Passo Fundo pelas suas características topográficas, não exigindo grandes recalques, e de captação por bombeamento direto do rio, sem a necessidade de barragens como é o caso daquele Município.

Assim sendo é possível estimar o custo operacional do sistema de Canoas em 1/3 da sua Receita, isto é, R\$ 1 milhão/mês. **Com superávit, entretanto seria de R\$ 2 milhões/mês ou R\$ 24 milhões/ano.**

No exercício de 2003 a arrecadação da Prefeitura Municipal de Canoas com o IPTU (R\$ 5.513.820,00) e a Taxa de Prestação de Serviços (R\$ 3.827.858,00) um total de R\$ 9.341.678, equivalente a cerca de 40% do superávit estimado da CORSAN no município. A Taxa de Serviços Urbanos financia a coleta e destinação do lixo, que é altamente deficitário.

Conclui-se assim que o custo que a comunidade de Canoas está pagando é significativamente maior que os benefícios recebidos e injustamente contribui para financiar outras comunidades quando esse papel deveria ser de responsabilidade do tesouro dos entes federados (Município, Estado e União) beneficiados.

**5 – CONCLUSÕES**

Após dissertar sobre este estudo de caso conclui-se que:

- (i) A concessionária não cumpriu as metas estabelecidas no Termo de Aditamento de Nº 07/97 que prorroga a concessão até 2025, tendo sido notificada em 23/04/2002 através do Of. GP 300/02 do não cumprimento das metas contratuais;

- (ii) Para a ETE do Mato Grande foi fixado o prazo de 24 (vinte e quatro) meses, a partir de abril de 1997, para a conclusão e funcionamento, o que não ocorreu;
- (iii) O sistema de coleta e tratamento dos esgotos sanitários continua precário e 90% da área urbana não dispõe do serviço;
- (iv) Atualmente, o lançamento dos esgotos sanitários de Canoas é feito diretamente, sem tratamento, em arroios e rios que afluem para o Delta do Jacuí, entre eles o Rio dos Sinos, Rio Gravataí e Arroio das Garças;
- (v) Os locais onde afluem os maiores volumes de esgotos sanitários nos rios que cercam Canoas estão à montante do ponto de captação de água, da CORSAN, um deles, o do Arroio Araçá, fica somente a 650 metros a acima do local onde a água consumida em Canoas é captada;
- (vi) A concessionária arrecada em torno de R\$ 3 milhões/mês em tarifas para uma despesa de custeio do sistema, estimada em 1/3 desse valor. Resulta um saldo financeiro mensal da ordem de R\$ 2 milhões/mês para investimentos, ou R\$ 24 milhões/ano, não se justificando o não cumprimento das metas;
- (vii) O sistema de operacionalização do abastecimento de água Canoas – Esteio – Sapucaia (SICES) é lucrativo para a CORSAN, porém não atende às demandas mínimas exigidas pela população de Canoas;
- (viii) Isoladamente, Canoas tem um dos sistemas de saneamento da CORSAN mais lucrativos do Estado, fato que sustenta pelo subsídio cruzado a operação da Companhia em outras cidades, evidenciando que a comunidade de Canoas é que paga pelo serviço prestado pela Companhia que beneficia habitantes de outros municípios;
- (ix) Além do sistema de subsídio cruzado beneficiar somente a CORSAN, acarreta, indiretamente gastos à Prefeitura Municipal de Canoas na área de saúde pública, dada a falta de saneamento, principalmente pelo lançamento dos esgotos sanitários sem tratamento, responsabilidade única da concessionária.

## 6 – BIBLIOGRAFIA

AFONSO, Riso; GIUNO, Nanci B. **Áreas de inundação, Banhados e Alagamento da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS**. Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS (PROTEGER). CPRM/METROPLAN, 1995.

CABRAL, Bernardo. **Legislação Estadual de Recursos Hídricos**. Caderno Legislativo Nº 002/97. Senado Federal. Gabinete do Senador Bernardo Cabral. Brasília – DF. 1997.

CAIRNCROSS, Frances. **Meio Ambiente: Custos e Benefícios**. Tradução de Cid Knipel Moreira – São Paulo – SP. Ed. Nobel, 1992.

CAVINATTO, Vilma Maria. **Saneamento Básico: Fonte de saúde e bem estar**. 21.ed. São Paulo – SP. Ed. Moderna, 2003.

CUNHA, Sandra Batista da Cunha; GUERRA, Antonio José Guerra. **Avaliação e Perícia Ambiental**. 2.ed.; Rio de Janeiro – RJ; Ed. Bertrand Brasil; 2000.

DE GREGORI, Isabel Christine. **O Estatuto da Cidade e os Interesses Urbano-Ambientais Regionalizados: A ruptura paradigmática na ordem jurídica brasileira e as perspectivas de desenvolvimento regional sustentável no contexto da Lei 10.257/01**. Projeto de Pesquisa, Doutorado em Desenvolvimento Regional – Universidade de Santa Cruz do Sul –UNISC. Santa Cruz do Sul – RS. 2001.

FAVILLA, Carlos Alberto C.; ROMANINI, Sérgio José; WILDNER, Wilson; **Mapeamento Geológico Integrado da Bacia Hidrográfica do Guaíba**. PRÓ-GUAÍBA – Controle e Administração Ambiental da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Subprojeto Monitoramento do Uso e Ocupação Territorial. Folha Caxias do Sul, Escala 1:250.000. Convênio Estado do Rio Grande do Sul – Secretaria da Coordenação e Planejamento / Fundo Pró-Guaíba e CPRM – Serviço Geológico do Brasil; Agosto de 1998.

FELÍCIO, H. **Reuso da Água. Abordagem**. São Paulo – SP. Ver. DAE/SABESP. 1992.

HELLER, L. **Quadro Sanitário Brasileiro – Conseqüências ambientais, epidemiológicas e sociais**. Revista Ação Ambiental. Num. 6. Ed. UFV. Viçosa – MG. 1999.

KLAMT, Egon; KÄMPT Nestor; SCHNEIDER, Paulo. **Solos de Várzea no Estado do Rio Grande do Sul**. Boletim Técnico N° 4, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Agronomia – Dep. de Solos. Porto Alegre – RS, 1985.

KURTZ, Fábio C.; ROCHA, José S. M da; KURTZ, Sílvia M.; LIMA, Rodrigo R. de. **Aplicação do SIG no Zoneamento Ambiental da Estação Ecológica do Taim (RS)**. Universidade Federal de Santa Maria – RS. Anais do Gis Brasil 1999 – pág. 397-406.1999.

LIMA, Walter de P. **A microbacia e o desenvolvimento sustentável**. Revista Ação Ambiental. Num. 3. Ed. UFV. Viçosa – MG. 1999.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA; **Levantamento e Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Sul**, Boletim Técnico N° 30 – Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária – Divisão de Pesquisa Pedológica. Recife, 1973.

MUKAI, Toshio. **Direito Urbano-Ambiental Brasileiro**. 2ª ed. Ver., atual. e ampliada. (de acordo com o Estatuto da Cidade – Lei N° 10.257/01 e com o novo Código Civil, 10.406) - São Paulo – SP. Dialética, 2002.

ORLANDI, Fº., V; GIUNO, N. B.; orgs. **Sinopse de trabalhos desenvolvidos**. (Série GATE – PROTEGER) Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS (PROTEGER). CPRM/METROPLAN, 1994.

PASSETO, Wilson. **Dossiê do Saneamento – Esgoto é Vida**. Curitiba – PR. Ed. Água e Cidade. 2001.

PEREIRA, Luís Portella; **A Função Social da Propriedade Urbana**. Porto Alegre – RS. Ed. Síntese, 2003.

PORTO, Ricardo Porto; CORTAZZI, Amneris Morschneiser; **Carta de Solos do Rio Grande do Sul**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul; Secretaria da Agricultura; Departamento de Comandos Mecanizados. Porto Alegre – RS. 1985.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DO SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de águas e esgotos - 1995**. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília – DF. 1996.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DO SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de águas e esgotos - 1996**. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília – DF. 1997.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DO SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de águas e esgotos - 1997**. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília – DF. 1998.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DO SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de águas e esgotos - 1998**. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília – DF. 1999.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DO SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de águas e esgotos - 1999**. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília – DF. 2000.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DO SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de águas e esgotos - 2000**. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília – DF. 2001.

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DO SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de águas e esgotos - 2001**. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília – DF. 2002.

PROTEGER. Centro de Pesquisas de Recursos Minerais – CPRM/ METROPLAN. Porto Alegre – RS. 1994.

REITZ, Raulino, KLEIN, Roberto M.; REIS, Ademir. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre; Ed. Companhia Riograndense de Artes Gráficas; 1988.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora – MG; Ed. do Autor; 2000.

ROCHA, José Sales Mariano da; DILL, Paulo Roberto Jacques. **Cartilha Ambiental**. Santa Maria – RS; Ed. Pallotti, 2001.

TAUK-TORNISIELO, Sâmia M.; GOBBI, Nivar; FOWLER, Harold Gordon. **Análise Ambiental: Uma visão multidisciplinar**. 2.ed. São Paulo – SP. Editora da Universidade Paulista, 1995.

ZANINI, Luiz F. P. **Potencial mineral para não metálicos da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS**. Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS (PROTEGER). CPRM/METROPLAN. 1998.

PMAT/BNDES; **Projeto de Modernização da Administração Tributária e da Gestão dos Setores Sociais Básicos do Município de Canoas - PMAT**. Prefeitura Municipal de Canoas. Canoas – RS; 2001.

\_\_\_\_\_; **Projeto do Cadastro Técnico Municipal de Canoas**. Prefeitura Municipal de Canoas. Canoas – RS. 2001.

## ANEXOS

### Anexo I – Resumo da situação da concessão de águas e esgotos em Canoas – RS.

Data	Evento	Resumo da Resolução
05/08/48	Lei Municipal nº 34	A Prefeitura foi autorizada a celebrar Convênio com o Estado para a execução e exploração, por parte deste, dos serviços de água e esgoto da cidade de Canoas.
27/12/49	Lei Estadual nº 895	O Estado recebeu a autorização para a criação dos serviços de água em diversas cidades, incluindo a cidade de Canoas.
20/08/51	Convênio nº 20	<b>Convênio entre a Prefeitura Municipal de Canoas e o Estado, através da Secretaria de Obras Públicas, para que o Estado realize a execução, manutenção e exploração dos serviços de água e esgoto sanitário da cidade de Canoas, pelo prazo mínimo de 20 (vinte) anos. Após este prazo o Convênio ficaria automaticamente prorrogado, sempre por períodos de 5 (cinco) anos, obrigando-se a Prefeitura a comunicar a intenção de assumir o Sistema, com antecedência mínima de 6 (seis) meses.</b>
21/12/65	Lei estadual nº 5.167/65	Constituída a Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, tendo por finalidade realizar estudos, projetos, construção, operação e exploração dos serviços públicos de abastecimento de água potável e de esgoto sanitário, bem como qualquer outra atividade afim.
1970	Prefeitura Municipal de Canoas e Estado: Novo Convênio	Análise de uma Minuta de Convênio fornecida pela CORSAN, onde constam diversos pareceres, sendo que o mesmo não foi aprovado pela Prefeitura, permanecendo as condições vigentes no Convênio nº 20.
13/03/85	Prefeitura de Canoas e Estado: Termo de Cooperação.	Termo de Cooperação Técnica celebrado entre a CORSAN e a Prefeitura Municipal de Canoas, visando conjugar esforços para atender as populações de baixa renda do Município. Prazo de 2 (dois) anos podendo ser prorrogado.
04/06/93	Parecer nº 33 – Prefeitura – Análise do Convênio existente.	Análise da Procuradoria Geral do Município sobre o Convênio nº 20, vigente, estando concluído no Parecer que as condições vigentes são favoráveis a manutenção da concessão e a concessionária tem se mostrado aberta a negociações no sentido do aprimoramento do serviço.
26/03/97	Lei Municipal nº 4.161/97	A Prefeitura foi autorizada a celebrar aditamento ao Convênio com o Estado para a execução e exploração, por parte da CORSAN, dos serviços de água e esgoto da cidade de Canoas. Fica estabelecido o prazo de até 5 (cinco) anos para a execução das obras previstas no ANEXO I do Termo de Aditamento do Convênio, sob pena da sua rescisão.
02/04/97	Termo de Aditamento nº 07/97	A Prefeitura e a CORSAN celebraram aditamento ao Convênio nº 20, de 20/08/51, para a execução e exploração, por parte da CORSAN, dos serviços de água e esgoto da cidade de Canoas. Fica estabelecido o prazo de até cinco (cinco) anos para a execução das obras sob pena de sua rescisão. No contrato foi ainda incluído que a ETE do Mato Grande teria o prazo de conclusão das obras e funcionamento em 24 (vinte e quatro) meses. Em função da inclusão das obras do ANEXO I do Termo de Aditamento, o Contrato ficou prorrogado até 2025.
23/04/02	Of. GP/299/02	Ofício da Prefeitura para a FEPAM denunciando que a CORSAN tem fugido a responsabilidade referente ao tratamento e destino do esgoto na cidade de Canoas.
23/04/02	Of. GP/300/02	Ofício da Prefeitura para a CORSAN expressando sua preocupação com o não cumprimento contratual. Também foi apresentada a forte intenção da Municipalidade em apresentar proposta à Agência Nacional das Águas – ANA, para a obtenção de recursos na área de esgoto. Os técnicos da Municipalidade, em função da inviabilidade de tempo para a CORSAN preparar as propostas, ficaram responsáveis pela apresentação das propostas à ANA, o que realmente ocorreu em tempo hábil.

Fonte: Relatório dos Serviços de Auditoria Ambiental do Sistema de Suprimento de Água Potável e Destinação Final de Resíduos Líquidos – Canoas. Setembro de 2003.

**Anexo II – Fotografias obtidas durante o período da pesquisa:**



Foto 01: Vista de um dos Pôlderes de Canoas. O Dique do Mathias Velho, localizado no Bairro Mathias Velho tem mais de 8,0 km de extensão e delimita os Bairros Mathias Velho e Harmonia no Município de Canoas – RS. Data: 16/08/03.



Foto 02: Etapas de construção da nova Estação de Tratamento de Água de Canoas, localizada no Bairro Rio Branco. Foto: Prefeitura Municipal de Canoas. Data: Set. de 2002.



Foto 03: Arroio das Garças, à montante da Estação de Bombeamento de Água EBA-03. Data: 21/10/2003.



Foto 04: Estação de Captação de Água vista dos equipamentos. Data: 21/10/2003.



Foto 05: Detalhe do ponto de captação de água da EBA-03. Data: 21/10/2003.



Foto 06: Aspectos da água no ponto de localização da bomba vertical de captação de água da EBA-03. Data: 21/10/2003.

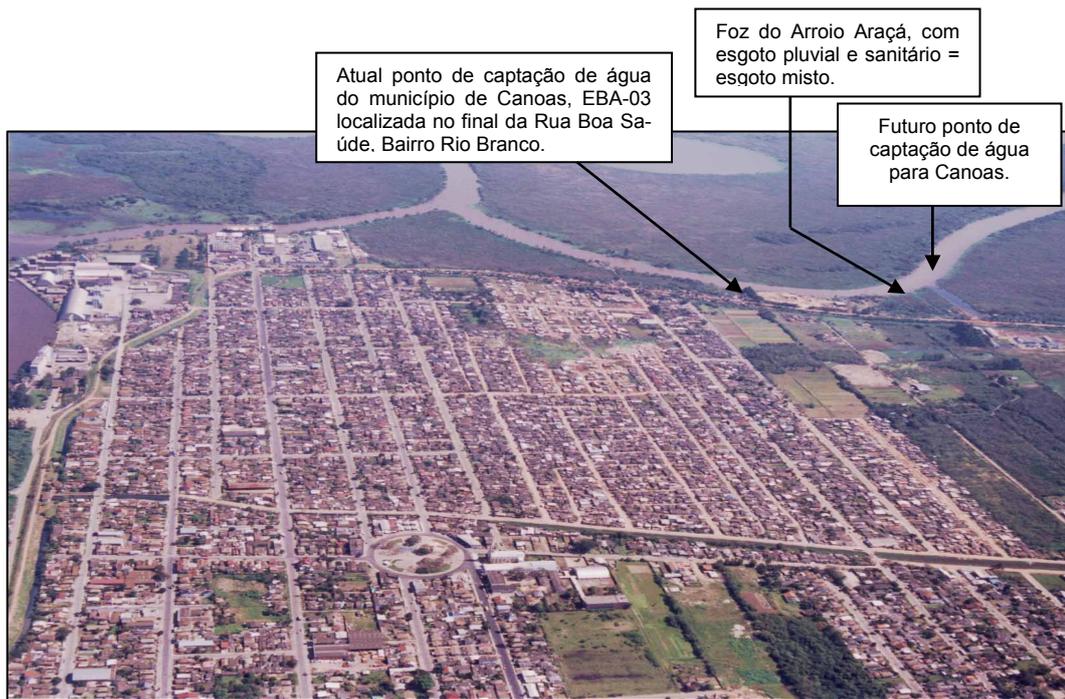


Foto 07: Detalhes de localização dos pontos de lançamento de esgoto, do atual ponto de captação de água e do futuro ponto de captação no Arroio das Garças. Foto: Belfoto (adaptada) Data: 23/09/2002.

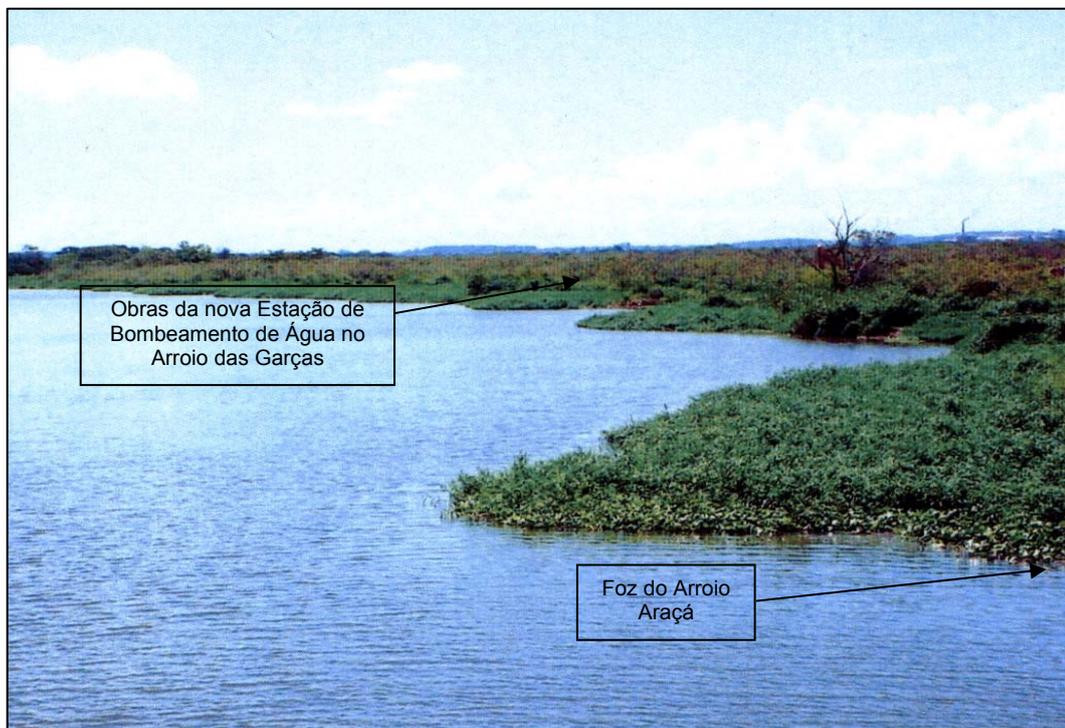


Foto 08: Arroio das Garças – Bacia hidrográfica em relevo plano, com alta susceptibilidade de alagamentos. Data: 30/01/04.



Foto 09: Outro ângulo do local mostrado na Figura 33. Data: 30/01/04.

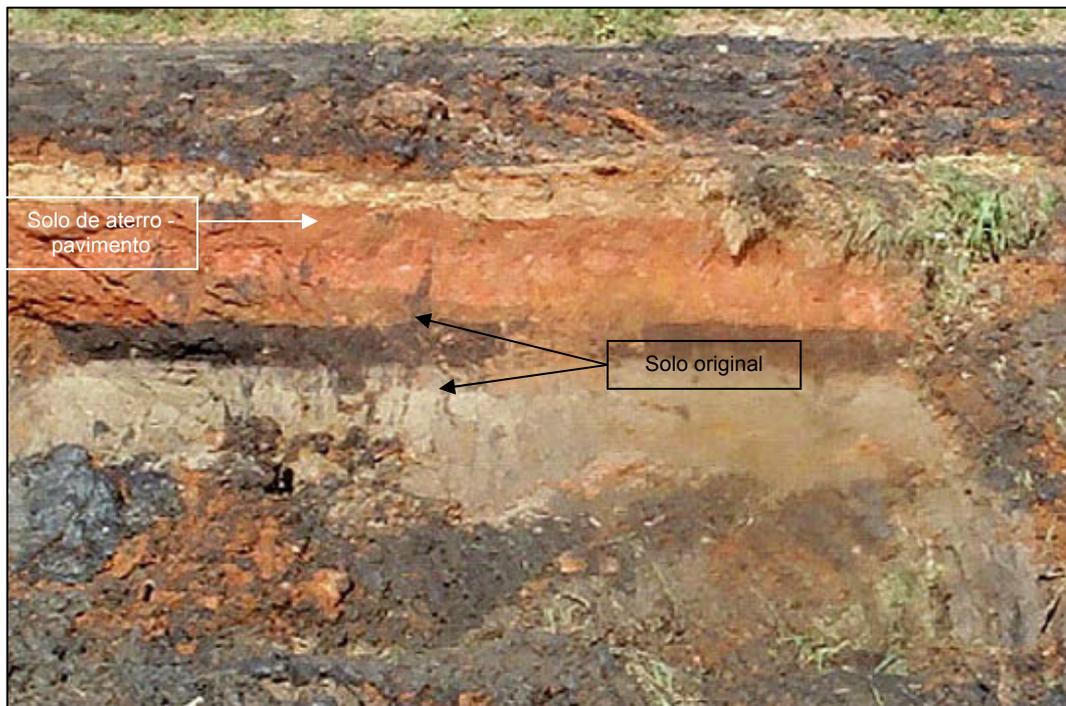


Foto 10: Perfil de solo em recorte realizado ao lado da Av. Irineu Carvalho de Braga mostrando faixas de solo de aterro e a transição abrupta para o solo original, de propriedades hidromórficas. Bairro Rio Branco. Foto: Prefeitura Municipal de Canoas. Data: 06/10/03.



Foto 11: Em primeiro plano escoamento de esgotos “in natura” na vala do Dique do Rio Branco, à margem da cerca que delimita a ETE no Bairro Fátima em Canoas, em segundo plano. Data: 20/02/04.



Foto 12: Tubulação localizada nas proximidades da esquina da Rua Ulisses Guimarães com a Av. Irineu C. de Braga, despejando esgotos sanitários diretamente na Vala da Irineu. Data: 21/10/2003.



Foto 13: Descarga de esgoto sanitário bruto na ETE observa-se dois caminhões-pipa na câmara de chegada de esgoto bruto. Data 15/10/2003.

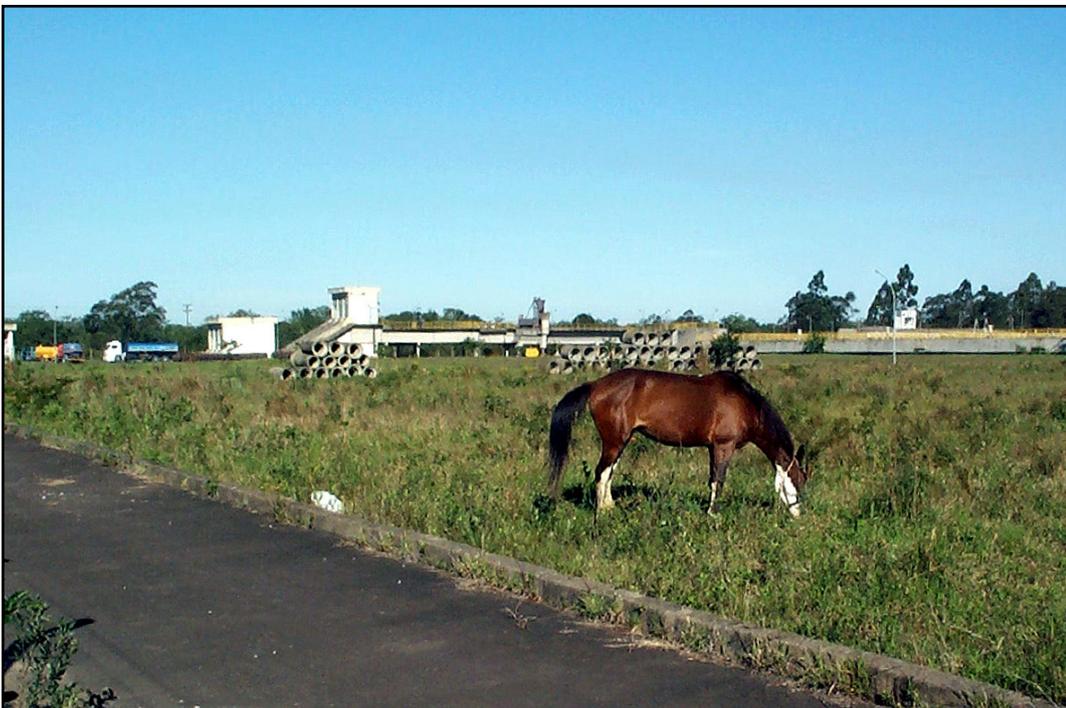


Foto 14: Local na ETE onde deveriam estar construídos os Tanques de Aeração. Data: 15/10/2003.



Foto 15: Leitos de secagem do lodo de esgoto. Como a estação de tratamento não tem executado o tratamento de esgotos a pleno, os leitos de secagem do lodo de esgoto, (resíduo do tratamento) permanecem sempre secos. Data: 15/10/2003.



Foto 16: Vista panorâmica dos leitos de secagem. Foto: Data: 15/10/2003.



Foto 17: Rua da Vila Getúlio Vargas, no Bairro Mathias Velho com esgoto sanitário escorrendo a céu aberto em frente às moradias. Foto: Prefeitura Municipal de Canoas. Data: 01/07/2003.



Foto 18: Rua Martin Luther King, Vila Getúlio Vargas, Bairro Mathias Velho. Mesma situação da foto anterior. Foto: Prefeitura Municipal de Canoas. Data: 26/08/2003.

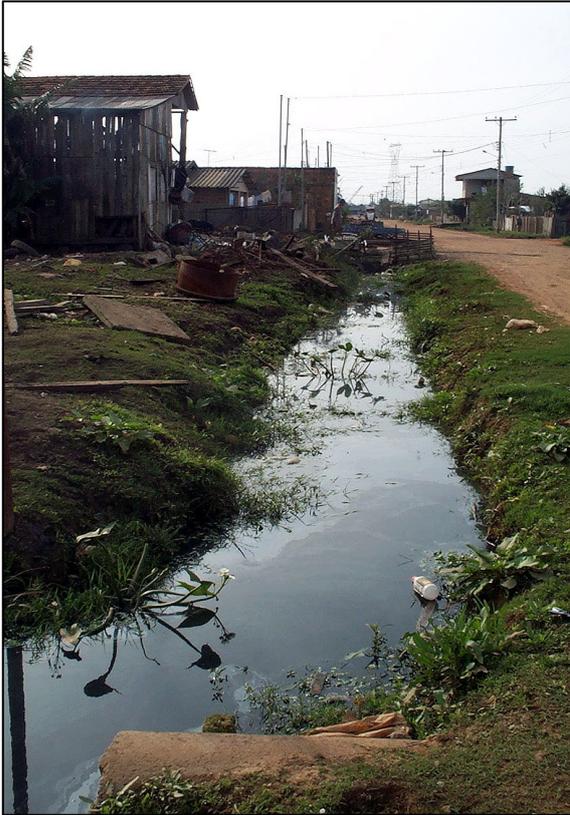


Foto 19: Rua Chico Mendes, na Vila João de Barro, Bairro Niterói. Foto: Prefeitura Municipal de Canoas. Data: 01/07/2003.



Foto 20: Área da CONTEL no Bairro Guajuviras ocupada irregularmente. Foto Prefeitura Municipal de Canoas. Data: 15/08/2003.



Foto 21: Arroio Araçá em local próximo à sua nascente, já recebendo esgotos sanitário, como mostra o detalhe da foto. Rua Olavo Fernandes, Bairro Estância Velha. Foto: Prefeitura Municipal de Canoas. Data: Dezembro de 2002.



Foto 22: Crianças moradoras da invasão do Dique do Rio Branco, local muito próximo à Estação de Tratamento de Esgotos, na divisa dos Bairros Fátima e Mato Grande, em meio ao lixo e ao esgoto. Problema de saúde pública. Data: 15/10/2003.



Foto 23: Aspecto das condições de higiene das crianças mostradas na Foto 22. Data: 15/10/2003.

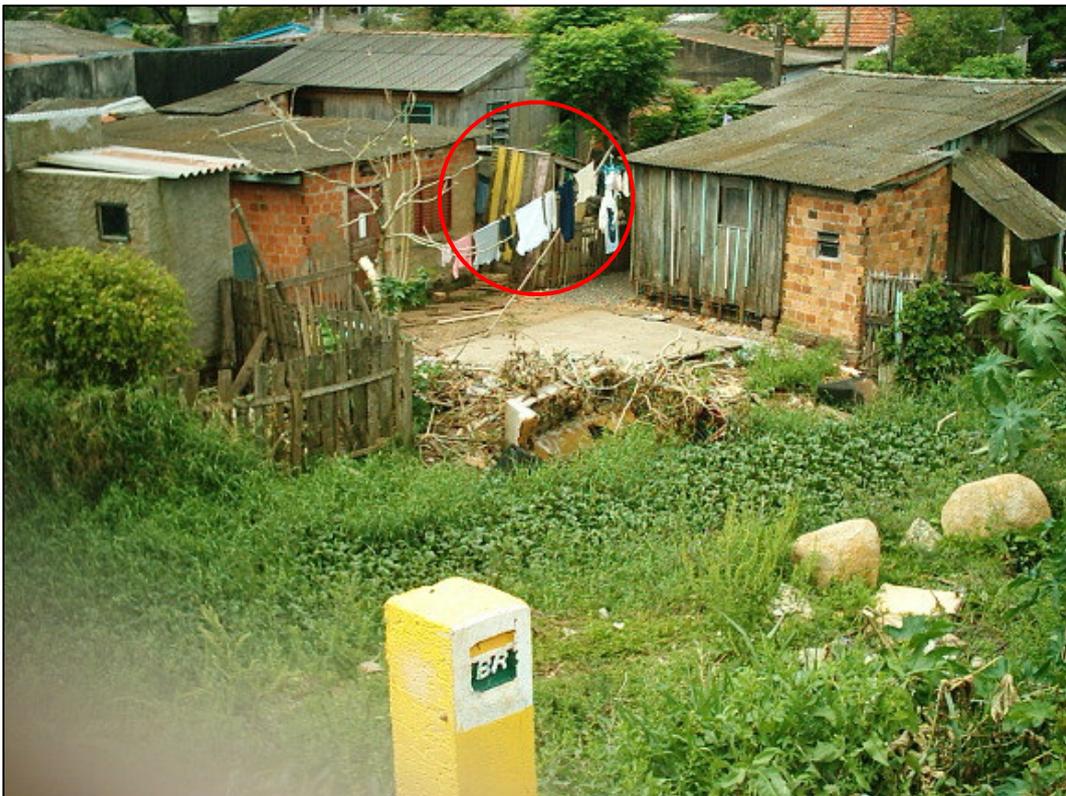


Foto 24: No detalhe, situação semelhante à descrita na Figura 50. Foto: Engº Jorge Orlando Cuellar. Data: 12/06/2003.

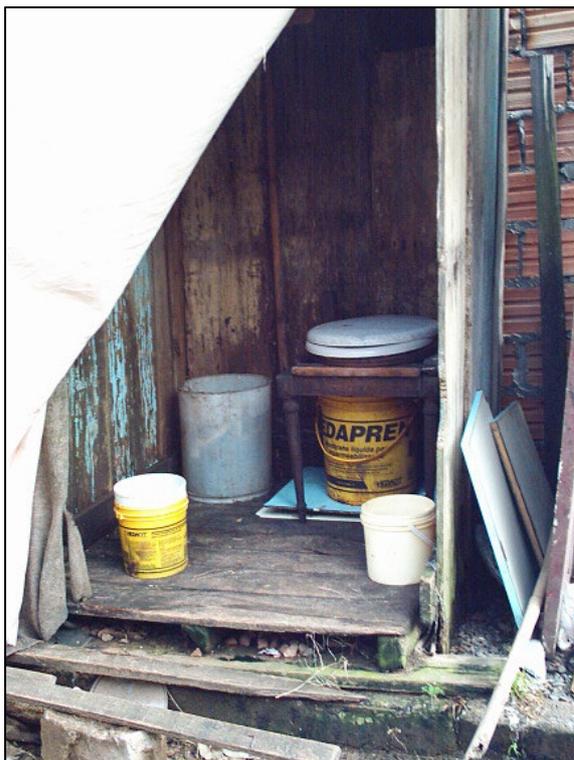


Foto 25: Situação sanitária de famílias da periferia em Canoas, antes da implantação do Programa de Erradicação de Submoradias da Prefeitura Municipal. Foto: Eduardo Barin Facin. Data: 12/06/2003.



Foto 26: Módulos sanitários implantados através do Programa de Erradicação de Submoradias da Prefeitura Municipal de Canoas – melhoria nas condições sanitárias das famílias de baixa renda. Foto: Eduardo Barin Facin. Data: 16/09/2003.



Foto 27: Outro módulo sanitário. Foto: Eduardo Barin Facin. Data: 12/06/2003.



Foto 28: Vala da Vila Eusébio da Rocha no Bairro Guajuviras com água contaminada por esgotos sanitários e lixo. Data: 10/02/2003.



Foto 29: Porcos soltos à margem da vala que se situa no Dique do Rio Branco, por onde fluem os esgotos que saem, sem tratamento, da ETE de Canoas. Data: 27/05/2003.



Foto 30: Efluentes sanitários saindo da Casa de Bombas N° 03 em direção ao Rio Gravataí. Data: 21/10/2003.