

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA MICROBACIA DO LAJEADO  
SÃO JOSÉ – CHAPECÓ/SC E SEUS REFLEXOS NA QUALIDADE  
DA ÁGUA**

**Odete Catarina Locatelli Gonçalves**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

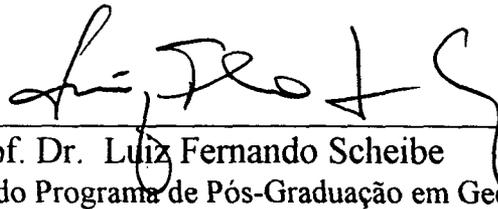
**Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais**

**Chapecó - SC, Outubro de 2000**

**"Uso e ocupação do solo na microbacia do Lajeado São José – Chapecó/SC e seus reflexos na qualidade da água".**

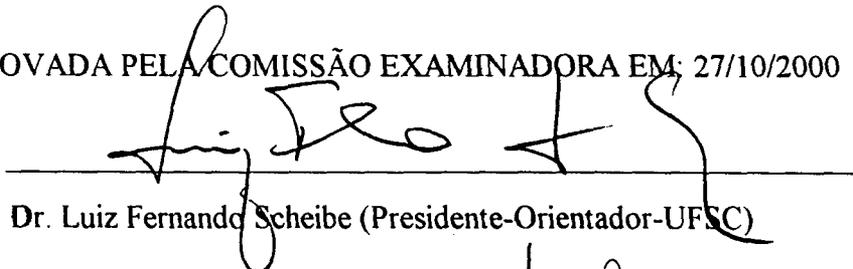
**Odete Catarina Locatelli Gonçalves**

*Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração em Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.*

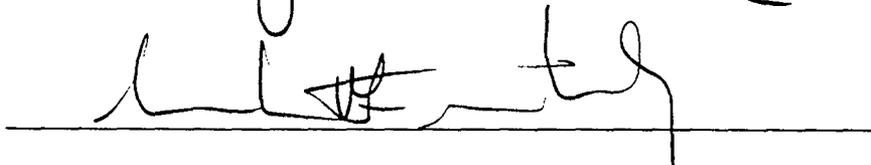


Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 27/10/2000



Dr. Luiz Fernando Scheibe (Presidente-Orientador-UFSC)



Dr.ª Sandra Maria de Arruda Furtado (Membro-UFSC)



Dr. Clécio Azevedo da Silva (Membro-Bolsista-recém doutor/CNPq)

Florianópolis - 2000

Dedico

*Esta pesquisa a todos os usuários da água da Microbacia do  
Lajeado São José - Chapecó-SC.*

## AGRADECIMENTOS

- A DEUS acima de tudo.
- À banca, em primeiro lugar por aceitar a incumbência de avaliar este trabalho;
- Ao orientador, Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe que abriu caminho aceitando inicialmente como aluna especial e, pelos esclarecimentos sempre que solicitado e também como coordenador do Curso de Pós-Graduação em Geografia da UFSC;
- À Prof. Dra. Sandra M. de Arruda Furtado, por ajudar-me no momento mais difícil e mostrar-me que seria capaz de chegar ao fim deste trabalho;
- À Profa. Maria Dolores Buss, por todas as vezes que me acolheu;
- Ao Prof. Dr. Roldão Roosevelt U. de Queiroz pela realização das análises de metais pesados;
- Aos profs.: Scheibe, Sandra, Dolores, Gerusa, Marcelo, Joel, Josel, Margareth, pelos ensinamentos no decorrer do curso;
- À Marli, secretária da Pós-Graduação, pelo carinho e atenção quando solicitada;
- À FAPEU – Florianópolis-SC pela ajuda nos custos;
- À amiga Araci que num momento muito importante sugeriu este mestrado;
- À UNOESC, CAMPUS DE CHAPECÓ-SC, por possibilitar este aperfeiçoamento;
- À Profa. Dra. Arlene Renk, pelo incentivo e carinho que sempre me dedicou;
- Ao Prof. Odilon Luiz Poli, pela dedicação e estímulo à pesquisa;
- Ao Paulo, meu esposo, que sempre respeitou minhas decisões e soube me esperar com alegria;
- À minha família: Sandra, Carlos, Raquel, Hugo, Pedro e Vitor, pelo incentivo, sempre apoiando minhas decisões e saber esperar, devo a vocês minha razão de viver.
- À minha mãe, irmãos e cunhadas por entender o meu trabalho;
- À Eliane, sempre pronta a me ajudar;
- Aos profs. Antonio Francisco e Leonel, pela ajuda e estímulo quando precisei.
- Ao Ângelo Batista Triantafyllou, pelas orientações quanto à localização da área de estudo e ao Sebastião pelo atendimento quando necessário;
- Ao Bolivar de Bortolli, amigo e companheiro nos trabalhos de campo.

- À EPAGRI – Eng<sup>o</sup>. Agr. Nelson Cortina - , pelas explicações dadas quando solicitado; ao Eng<sup>o</sup>. Lauro Bassi, pela sugestão na escolha do trabalho e empréstimo de seu material. À Viviane, Eng<sup>a</sup>. Química, pelas explicações quando solicitada, ao Luciano pela ajuda na coleta das amostras de água;

- À CASAN, nas pessoas do Sr. Polidoro Pinto, Pedro e Telmo, pela ajuda sempre que precisei.

- Ao Antonio Batiston pela informações prestadas;

- Ao 6<sup>o</sup>. Período do Curso de Geografia 2000 pela aplicação dos questionários.

- À Prefeitura Municipal de Chapecó, nas pessoas do Arquiteto Flávio Gusati e de Etiene Stuani, sempre prontos a me ajudar.

- Aos técnicos e amigos Nazareno e Edson pela eficiência e disponibilidade na construção dos mapas.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	IV
LISTA DE GRÁFICOS.....	VIII
LISTA DE FOTOS .....	X
LISTA DE TABELAS .....	XII
LISTA DE MAPAS .....	XIII
RESUMO .....	XIV
ABSTRACT .....	XVI
INTRODUÇÃO .....	1
FIGURA 1 - MAPA DO ZONEMANENTO DO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ / SC. ....	24
2. METODOLOGIA .....	5
3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO E ASPECTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ – CHAPECÓ-SC.....	8
4. QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ-CHAPECÓ, A MONTANTE DA BARRAGEM ENGENHO BRAUN.....	31
4.1. Resultados das Análises.....	35
4.1.1 – Potabilidade: .....	35
<i>Temperatura</i> .....	38
<i>Turbidez</i> .....	39
<i>pH (Potencial de Hidrogênio)</i> .....	40
<i>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)</i> .....	41
<i>Oxigênio Dissolvido (OD)</i> .....	43

<i>Coliformes Fecais e Totais</i> .....	44
<i>Sólidos Dissolvidos e Suspensos</i> .....	47
<i>Nitrogênio</i> .....	48
<i>Fósforo</i> .....	49
<b>5. METAIS PESADOS, USO DO SOLO E A ÁGUA A MONTANTE DA BARRAGEM ENGENHO BRAUN – MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ – CHAPECÓ(SC)..</b>	<b>51</b>
<i>Chumbo (Pb)</i> .....	56
<i>Níquel (Ni)</i> .....	59
<i>Prata (Ag)</i> .....	59
<i>Mercúrio (Hg)</i> .....	60
<i>Cádmio (Cd)</i> .....	61
<i>Cobre (Cu)</i> .....	63
<i>Manganês (Mn) e Ferro (Fe)</i> .....	65
<i>Alumínio (Al)</i> .....	67
<i>Zinco (ZN)</i> .....	68
5.1. Comentários Gerais Sobre a Relação da Potabilidade e dos Teores de Metais Com o Uso do Solo na Microbacia do Lajeado São José:.....	70
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>75</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIAS</b> .....	<b>78</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico n.º 1:</b> Temperatura das Amostras de Água Coletadas na Microbacia do Lajeado São José.....	38
<b>Gráfico n.º 2 :</b> A Turbidez das Amostras na Microbacia do Lajeado São José.....	40
<b>Gráfico n.º 3:</b> Concentração de pH nas Amostras Analisadas na Microbacia do Lajeado São José.....	41
<b>Gráfico n.º 4:</b> Valores de DBO para as Amostras da Microbacia do Lajeado São José.....	42
<b>Gráfico n.º 5:</b> Valores de OD para as Amostras Analisadas.....	44
<b>Gráfico n.º 6:</b> Coliformes Fecais. Para este Gráfico, o Valor Referente à Amostra 2 (57.940) foi Dividido por 10.....	45
<b>Gráfico n.º 7:</b> Concentração de Coliformes Totais nas Amostras Analisadas.....	46
<b>Gráfico n.º 8:</b> Valores de SDT nas Amostras Realizadas.....	47
<b>Gráfico n.º 9:</b> Valores de Nitrogênio nas Amostras Analisadas.....	49
<b>Gráfico n.º 10:</b> Concentração de P-Total nas Amostras Realizadas.....	50
<b>Gráfico n.º 11:</b> Teores de Chumbo nas Amostras de Água da Microbacia do Lajeado São José.....	58
<b>Gráfico n.º 12:</b> Teores de Níquel nas Amostras da Água da Microbacia do Lajeado São José.....	59
<b>Gráfico n.º 13:</b> Teores de Prata nas Amostras da Água da Microbacia do Lajeado São José.....	60

<b>Gráfico n.º 14:</b> Teores de Cádmio nas Amostras de Água da Microbacia do Lajeado São José.....	62
<b>Gráfico n.º 15:</b> Teores de Cobre nas Amostras da Água da Microbacia do Lajeado São José.....	64
<b>Gráfico n.º 16:</b> Teores de Ferro e Manganês nas Amostras da Água da Microbacia do Lajeado São José.....	66
<b>Gráfico n.º 17:</b> Teores de Ferro e Manganês nas Amostras da Água da Microbacia do Lajeado São José.....	67
<b>Gráfico n.º 18:</b> Teores de Alumínio nas Amostras de Água da Microbacia do Lajeado São José.....	68
<b>Gráfico n.º 19:</b> Teores de Zinco nas Amostras de Água da Microbacia do Lajeado São José.....	69
<b>Gráfico n.º. 20:</b> Teores de Metais Pesados em Mg/L, nas Amostras do Lajeado São José.....	74

## LISTA DE FOTOS

- Foto 1:** Nesta vista aérea da Colônia Cella, na margem direita da parte norte da Microbacia (tomada do Norte, na parte inferior, para o Sul, na parte superior da foto), observa-se o traçado da BR-282 e um grande número de aviários e chiqueirões (conta-se pelo menos 22, embora nem todos necessariamente na área da Microbacia estudada). Foto Barichello / 2000..... 19
- Foto 02:** Aspecto da Barragem Engenho Braun, observando-se o trecho encachoeirado do Lajeado São José, logo a jusante da mesma. Na parte central, à esquerda, o Campus da UNOESC, a Indústria de Compensados BR Ltda e as instalações (cúpulas redondas) da EFAPI. Foto Barichello / 2000..... 22
- Foto 3:** A localidade de Cordilheira Alta, no extremo norte da Microbacia do Lajeado São José, cujas nascentes correm em direção à parte superior da foto. Na parte esquerda, um conjunto habitacional, e na parte central, pelo menos 3 grandes aviários. Novas indústrias estão se instalando ao longo do traçado da BR-282, no lado direito da foto, na qual se observam, também, algumas áreas de matas relativamente bem conservadas, campos e áreas de cultivo. Foto Barichello / 2000 ..... 23
- Foto 4:** Tomada de Norte para sul, a foto mostra em primeiro plano, o kartódromo municipal de Chapecó, e logo acima, a BR-282. Ao longo do Acesso Plínio Arlindo de Nês, em direção ao alto da foto, um grande posto de gasolina, do lado direito, e do lado esquerdo, diversas oficinas mecânicas, um conjunto de moradias e, pouco mais adiante, os silos da Aurora S/A. Diversas áreas que já sofreram terraplenagem aguardam nova utilização industrial ou comercial. No limite superior da foto, esboça-se o Bairro Vila Rica. Foto Barichello / 2000..... 26
- Foto 5:** Aspecto do bairro Vila Rica, vendo-se logo ao lado a fábrica da Coca-Cola (telhados arredondados). Do outro lado do Acesso Plínio Arlindo de Nês, as indústrias CONCREXAP-Concreto Usinado, as oficinas da Marvel Veículos, o depósito de Móveis BERLANDA e o Atacado Tozzo Ltda. Mais ao fundo, à direita, a FIBRATEC, fábrica de piscinas e caixas d'água de fibra de vidro. Observe-se as áreas

de terraplenagem recente, bem como a quase total ausência de aviários e/ou chiqueirões visíveis na foto. Foto Barichello / 2000..... 27

**Foto 6:** Em primeiro plano, áreas de cultivo, de florestamento e matas da margem esquerda do Lajeado São José; paralelamente ao acesso Plínio Arlindo de Nês, observa-se o curso sinuoso do Lajeado São José, marcado por mata ciliar remanescente, e na parte superior esquerda da foto, parte do Loteamento Eldorado III. Foto Barichello / 2000 28

**Foto 7:** Em primeiro plano as instalações da EFAPI e a Indústria de Compensados BR Ltda., com excelente vista geral da Barragem Engenho Braun. À direita, a BR-283 e o complexo industrial da Sadia Concórdia S.A.. Na parte superior direita, a Av. Leopoldo Sander, com o Bairro Alvorada, seguindo-se, para a esquerda (logo após a Sanga das Pombas) área não urbanizada, correspondente a uma grande invernada de criação de gado leiteiro e um Haras e ao campo de experimentação da EPAGRI. Logo mais à esquerda, os bairros Bela Vista e Cristo Rei. No canto superior direito da foto, o Bairro São Cristóvão, parcialmente também contido na Microbacia do Lajeado São José, e alguns dos prédios mais próximos à área central de Chapecó. Foto Barichello / 2000 ..... 29

**Foto 8:** Área de cultivos experimentais da EPAGRI em Chapecó, utilizada para trigo, triticales (espécie de trigo para ração), milho, soja, em rotação de culturas. Atualmente, utiliza-se plantio direto e cultivo de forrageiras no inverno, para conservação do solo (inf. Eng. Agr. Nelson Cortina, chefe do Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades, CPPP/EPAGRI/CHAPECÓ). Ao fundo, à esquerda, o centro da cidade de Chapecó. Foto Barichello / 2000 ..... 30

**Foto 09:** Rua Caçador , no Loteamento Eldorado III em Chapecó-SC. Note-se, no lado esquerdo da foto, que os barracos estão na própria rua, de maneira totalmente irregular. Nesse local, inexistente saneamento básico. Os dejetos (fezes, restos) são lançados diretamente em valas, no fundo das casas, a céu aberto, contribuindo certamente na contaminação do Lajeado São José, que se encontra ao final desta mesma rua. Foto: autora/2000 ..... 72

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA N.º 1: CLASSIFICAÇÃO E USOS PREPONDERANTES DAS ÁGUAS BRASILEIRAS, CONFORME RESOLUÇÃO Nº20/86– CONAMA.....</b>	<b>32</b>
<b>TABELA N.º 2: CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DOCES SEGUNDO O DECRETO ESTADUAL N.º 14.250/81.....</b>	<b>34</b>
<b>TABELA N.º 3: METODOLOGIA DE ANÁLISE DE ÁGUAS NO LABORATÓRIO DA EPAGRI –CHAPECÓ-SC.....</b>	<b>36</b>
<b>TABELA N.º 4: PARÂMETROS DE POTABILIDADE EM 09 AMOSTRAS COLETADAS NA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ – CHAPECÓ – SC.</b>	<b>37</b>
<b>TABELA N.º 5: AMOSTRAS PARA ANÁLISE DE ÁGUA (METAIS).....</b>	<b>52</b>
<b>TABELA N.º 6: RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS METAIS PESADOS NA ÁGUA DA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ EM MG/L.....</b>	<b>53</b>
<b>TABELA N.º 7: QUADRO COMPARATIVO DOS PADRÕES INTERNACIONAIS DE QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL .....</b>	<b>55</b>
<b>TABELA N.º 8: METAIS PESADOS, FONTES E POSSÍVEIS EFEITOS NA SAÚDE</b>	<b>56</b>

**LISTA DE MAPAS**

<b>MAPA N.º 1: MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO – CHAPECÓ-SC.....</b>	<b>9</b>
<b>MAPA N.º 2: MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ ALTIMETRIA, CHAPECÓ - SC.....</b>	<b>11</b>
<b>MAPA N.º 3: MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ USO E OCUPAÇÃO DO SOLO (1978) – CHAPECÓ-SC.....</b>	<b>15</b>
<b>MAPA N.º 4: MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ USO E OCUPAÇÃO DO SOLO (2000) – CHAPECÓ-SC.....</b>	<b>17</b>
<b>MAPA N.º 5: MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ PONTOS DE AMOSTRAGEM PARA ANÁLISE DE METAIS PESADOS E DA POTABILIDADE DA ÁGUA – CHAPECÓ-SC.....</b>	<b>20</b>

## RESUMO

A presente dissertação de mestrado trata do uso e ocupação do solo da APA (Área de Proteção Ambiental) da Microbacia do Lajeado São José – Chapecó-SC, responsável pelo abastecimento público da maior parte da população dessa cidade, e localizada entre 26° 58' 40" e 27° 07' 00" de Latitude Sul e 52° 35' 31" e 52° 41' 34" de Longitude Oeste. Para o mapa de uso e ocupação do solo foram usadas as fotografias aéreas de 1978 (1:25.000), 1988 (1:10.000) e 2000 (fotos oblíquas de sobrevôo para a pesquisa). Na margem direita do Lajeado são predominantes e intensas as atividades agropecuárias, e na margem esquerda desenvolveu-se uma expansão urbana-industrial. Foram coletadas amostras de água do lajeado e principais afluentes, para análise química para metais e de parâmetros de potabilidade. Os resultados mostram teores de metais pesados muitas vezes acima dos máximos permitidos pelo CONAMA (Res. 020/86) para águas destinadas ao abastecimento público, bem como elevado grau de contaminação orgânica, demonstrado pelos altos índices de coliformes totais e fecais, tanto na área agropecuária da margem direita (caso das amostras 4, 5, 15, e 8, por exemplo), como na urbano-industrial situada na Zona de Uso Especial (ZUE) que corta longitudinalmente a APA, na margem esquerda do Lajeado (p. ex. amostras 2 e 14). Estes índices de poluição comprometem a qualidade da água e conseqüentemente a qualidade de vida da população que se serve desta água. A poluição nas áreas de cultivo, é ligada aos aviários e chiqueirões, bem como aos estábulos com gado leiteiro, indica que não tem sido suficientes as técnicas preconizadas para o controle do lançamento dos dejetos orgânicos, e provavelmente dos agrotóxicos e outros insumos, nesta área de drenagem. Na margem esquerda da Microbacia, há carência de obras de saneamento, face aos problemas ambientais causados pelo lançamento de efluentes na drenagem. Considerando a importância das atividades desenvolvidas na Microbacia do Lajeado São José, faz-se portanto necessário, para paralelamente preservar os recursos hídricos da mesma bacia, disciplinar e controlar de forma mais rígida a ocupação e os usos do solo, e implementar formas de recuperação através do conveniente tratamento de águas residuárias, sanitárias e industriais. Assim, um plano de ação a ser desenvolvido nesta Microbacia deveria, entre outras providências, contemplar levantamentos de dados quanto à área total de terra cultivada, os diferentes tipos de cultivo e os fertilizantes químicos e agrotóxicos utilizados; buscar a diminuição e até a supressão do uso desses insumos; o equacionamento da

quantidade de aviários/chiqueirões e de gado, em proporção à área de terra utilizada, bem como o controle do destino dos dejetos de suínos, quanto à vulnerabilidade das diversas áreas de aplicação; medidas para a recuperação da mata ciliar em toda a faixa de proteção legal; o levantamento, junto às indústrias, do destino e da qualidade dos resíduos industriais por elas lançados; exigir tratamento prévio de todos os resíduos, e estabelecer sistema de saneamento básico para captação dos efluentes já beneficiados; a urgente necessidade de saneamento básico nos loteamentos e áreas já urbanizadas desta área, bem como no campus da UNOESC e na área da EFAPI, priorizando-o até mesmo em relação às necessidades deste saneamento no centro da cidade. É importante ter presente que não se trata de desestabilizar as atividades agropecuárias e industriais, nem de desalojar as populações já residentes, mas de buscar a cooperação de todos, através da educação ambiental, e a aplicação das normas legais, buscando melhores condições de vida para todos.

## ABSTRACT

The present M. Sc. dissertation is about the soil use and occupation of the APA (Environmental Protection Area) of the Lajeado de São José Microbasin – Chapecó – SC, responsible for the water public provision of the major part of the population of this city. The Microbasin is localized between 26° 58' 40" and 27° 07' 00" South and 52° 35' 31" and 52° 41' 34" West. For the map of the soil use and occupation, air photos from 1978 (1:25.000), 1988 (1:10.000) and 2000 (oblique photos obtained especially for this research) were used. On the right border of the Lajeado de São José there are intense agropecuary activities, and on the left border an urban-industrial expansion was developed. Water samples were collected from the Lajeado and its tributaries, for heavy metal and potability parameters analyses. The results show heavy metals levels above the CONAMA (res. 020/86) permitted standards for public provision water, as well as high degrees of organic contamination, shown by the high levels of total and fecal coliforms, in the agropecuary right border (samples 4, 5, 15 and 8, for example), and in the urban-industrial sector placed in the Special Use Zone (ZUE) (for example samples 2 and 14). These pollution levels compromise the water quality, and consequently the life quality of the population that's served with this water. The pollution on cultivated areas, and that linked to chicken and pig coops, and to cattle stables, indicates that the methods being used to control the organic, and probably the pesticides, pollution are not enough, in these draining areas. In the left border, there aren't enough sanitation facilities to prevent the environmental problems caused by the launching of residues on the drainage. Considering the importance of the activities developed on the Lajeado São José Microbasin, it is necessary, in order to preserve the hydrous resources, to discipline and control in a more severe way the soil use and occupation soil, and to install forms of recuperation through the treatment of the residuary, sanitary and industrial waters. An action plan for this Microbasin should include: data on the total of cultivated area and on the different kinds of crops and the used chemical fertilizers and pesticides (should also try to reduce or even cancel the use of these); the reduction of chicken coops, pig sties and cattle to a proportion compatible with the used land; the control of the destiny of the pigs dejects, taking the vulnerability of the sites in consideration; measures for the recovery of the forests in the legal protection areas; a survey about the industrial residues destiny; and the implementation of basic sanitation facilities concerning the plotting and urbanized areas, the UNOESC Campus and the

EFAPI's area. It's important to say that it is not the case of turning unstable the agropecuary and industrial activities, nor moving out the already resident population, but to search for the cooperation of all citizens, through the environmental education, and the enforcement of the legal norms, looking for better life conditions for everybody.

## INTRODUÇÃO

Considerando a intensa utilização de água no sistema produtivo da industrialização, irrigação como suporte da produção agrícola e consumo humano devido à urbanização da sociedade, há que se reconhecer a limitação da oferta hídrica enquanto recurso renovável. Diante do uso predatório implementado pela sociedade e evidenciado nas situações de escassez e poluição que ameaçam o abastecimento tendem a ser o principal problema ambiental do século.

“ A água é um bem que deve ser utilizado pelo homem para sua sobrevivência e melhoria de suas condições econômicas, sociais e comunitárias. Além disso, a água é também um meio onde habitam organismos que necessitam condições ambientais adequadas para sobrevivência.” (TUCCI 1997, p. 849)

No Brasil, existe uma Legislação específica para a água desde 1934 – “Código de Águas” – considerada internacionalmente como uma das mais completas Leis já produzidas (KRAUSE, 1998). No entanto, segundo o mesmo autor, a sua regulamentação priorizou o uso da água à geração de energia, em detrimento de outros setores. Durante mais de sessenta anos de hegemonia do “Código de Águas” enquanto legislação vigente, a gestão foi setORIZADA e fragmentada, baseada na idéia de abundância. Ainda, em virtude desta lacuna, engendrada no período de vigência do “Código das Águas”, também pelo desenvolvimento dos setores dos usuários da água, trazendo conflitos de diferentes magnitudes, é que a Lei nº. 9.433/97 conduz a um novo modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos. A Lei atribui à sociedade o papel de conduzir a política e a gestão dos recursos hídricos com uma considerável parcela de responsabilidade.

Contudo,

“A exploração da natureza pelo homem afeta toda a biosfera, alterando o equilíbrio existente. Especificamente, em relação as águas, muitas são as atividades que causam poluição. O termo poluição pode ser definido como alteração nas características físicas, químicas ou biológicas de águas de águas naturais decorrentes de atividades humanas.” (TUCCI 1997, p. 855)

O Município de Chapecó (SC) se encontra numa situação preocupante com relação ao cumprimento das normas vigentes quanto ao uso do solo e, conseqüentemente, da água. Percorrendo a área rural da microbacia, observa-se que os

poluentes de origem animal da área rural, principalmente os dejetos de bovinos e suínos, coletados em bioesterqueiras, devido à concentração dos inúmeros chiqueirões, aviários e estábulos, são distribuídos nos solos como adubo, como nas áreas bem próximas à margem direita do Lajeado São José, especialmente no Lajeado Tormas, Sanga dos Rosas e Caramuru, (mapa nº. 1 e mapa nº. 2). Isto, quando não drenados pelas chuvas, sendo diretamente levados, “in natura”, até o mesmo curso d’água.

Estas observações contrastam com as afirmações de BASSI (2000), que, analisando a atuação do Projeto Microbacias/BIRD, a partir de 1990, nesta área, afirma:

“Através de uma estratégia participativa, valorizando as ações comunitárias, buscando o envolvimento de todos os agricultores dentro da filosofia do projeto, coordenado pela EPAGRI/Prefeitura Municipal de Chapecó, e com o apoio das agroindústrias, cooperativas, empresas fumageiras e o comprometimento efetivo dos agricultores no processo de reversão da degradação do solo e na melhoria da qualidade da água houve uma gradativa e efetiva mudança na forma de preparo do solo, quando os produtores passaram a adotar o cultivo mínimo e o plantio direto sobre culturas de cobertura do solo, associado a obras físicas de apoio (terraços, murunduns e cordões vegetados) além do reflorestamento de áreas com aptidão para tal, a partir do planejamento individual das propriedades.” (BASSI 2000, p.24).

Para esse autor, o uso adequado da água, aliado às práticas de manejo e conservação, exigidas para cada sistema de cultivo ou criação, pode reverter o processo de degradação dos recursos considerados e reduzir as perdas tanto de solo como de nutrientes. Em suas conclusões, afirma que, para a microbacia considerada,

“Os resultados demonstram claramente que os objetivos da estratégia técnica do projeto Microbacias/BIRD foram cumpridos, resultando na melhoria significativa da qualidade da água, na redução da degradação do solo, na evolução da produtividade das culturas e no aumento da renda das propriedades rurais. (BASSI 2000, p.46).

Com efeito, em estudo recente sobre a “construção social da poluição hídrica da microbacia do Lajeado São José”, cujas águas são utilizadas pela CASAN para o abastecimento público da cidade de Chapecó, FLORIT (1998) coloca que

“O caso da suinocultura do Oeste Catarinense pode ser considerado paradigmático. O espantoso desenvolvimento desta produção a partir da década de 80 apoiou-se na “afinidade eletiva” entre agricultores familiares diversificados e as agroindústrias de suínos e aves, mas levando os primeiros a adotar produções cada vez mais concentradas e, como consequência, mais poluentes. O problema ambiental de maior conflitividade (sic) é o da qualidade da água no Lajeado São José, ameaçada por vários fatores poluentes (de origem urbana e rural), entre os quais destacam-se os dejetos de suínos. Este problema tem levado a posições controversas que requereriam a realização de numerosos trade-offs (sic), nem sempre efetivados, entre os agentes envolvidos (agricultores, EPAGRI,

CASAN, Prefeitura Municipal de Chapecó, FATMA, agroindústrias) e a consecução de metas negociadas.” (FLORIT 1998, p. 13 e 14)

Mais adiante, o mesmo autor diz:

“Observa-se então que a “solução” proposta para resolver o problema de poluição por dejetos de suínos, não está isenta de condições técnicas dificilmente atingíveis, e muito menos de importantes ambigüidades, justamente no ponto em que a procura de sustentabilidade ambiental pode aumentar os conflitos subjacentes ao “pacto social” local, entre agroindústrias, agricultores, e órgãos públicos. É assim que na verdade, a proposta das bioesterqueiras é mais uma solução política do que técnica, porque ela se utiliza para neutralizar uma situação de conflitos de interesses que envolvem os agricultores, as agroindústrias e o resto da sociedade que reclama pela qualidade do ambiente.” (FLORIT 1998, p. 80)

Visando proteger a qualidade da água servida à população, a porção a montante da Barragem do Engenho Braun da Microbacia do Lajeado São José (77,5 Km<sup>2</sup>) foi, pela Lei Complementar no. 04, de 31/05/90 (Plano Diretor Físico Territorial de Chapecó), em seu art. 259, definida como Área de Proteção Ambiental. Nesta área, segundo o Art. 260 da mesma Lei, seriam proibidos:

- “I - O lançamento de qualquer efluente não tratado e com níveis de poluição superiores aos previstos no capítulo 2 deste código;
- II – O corte de qualquer forma de vegetação, exceto se for para substituir por outras de melhor qualidade ou maior densidade, exigindo-se sempre o PLANO DE CORTE aprovado pelo IBAMA, conforme preceitua a legislação federal vigente;
- III- A instalação e operação de atividades comerciais e de prestação de serviços, exceto aquelas a serem implantadas de acordo com o previsto nos loteamentos de área especial no capítulo quinto do Código do Parcelamento do Solo Urbano e aquelas permitidas pelo código do zoneamento em loteamentos já implantados;
- IV- A caça, a pesca, ou o aprisionamento dos animais selvagens;
- V- A exploração de pedreiras ou outros recursos minerais;
- VI- As queimadas;
- VII- A utilização de agrotóxicos que não estejam em conformidade como o previsto na legislação estadual número 6452/84 e decreto número 25040/85, ou outra que venha suceder-la;
- VIII- O parcelamento do solo para fins urbanas, exceto o previsto no cap. Quinto do Código do Parcelamento do Solo Urbano;
- IX- A execução de terraplanagem sem prévia autorização da administração municipal.”

Esta mesma lei, contudo, quando define o perímetro urbano da cidade, nele incluiu a própria Barragem do Engenho Braun, local da captação de água pela CASAN, bem como parte do curso do Lajeado a sua montante, e ainda uma grande área, definida

como “Zona de Uso Especial” (ZUE), várias “Zonas Industriais Fechadas” (ZIF), duas zonas residenciais (ZR6 e ZR5), a “Zona do Campus Universitário” (ZCU) e a Estação Experimental da EMPASC (hoje EPAGRI) (Figura 1).

Assim, além de continuar a ser usada intensamente para agricultura e pecuária, a área da bacia tem servido para localização de loteamentos como o Eldorado III e outros, de uma cidade universitária que acolhe diariamente mais de 6.000 pessoas, de um Parque de Exposições, com freqüentes rodeios, e de indústrias, entre elas diversas metal-mecânicas, que se instalam nas Zonas Industriais Fechadas (ZIF) e mesmo ao longo da Zona de Uso Especial (ZUE).

Uma melhor avaliação da qualidade das águas do Lajeado São José teria necessariamente, portanto, que levar em consideração tanto as fontes rurais como as urbanas de poluição, motivo pelo qual foi realizado o presente estudo, com o seguinte objetivo geral:

Analisar a qualidade da água da Microbacia do Lajeado São José, identificando as principais fontes potenciais de poluição em detrimento ao processo do uso e ocupação do solo.

## 2. METODOLOGIA

Ao pretender estabelecer uma relação entre a qualidade da água, as principais fontes de poluição e o uso e ocupação do solo na Microbacia do Lajeado São José - Chapecó - SC, o presente trabalho apresenta características de uma abordagem sistêmica, tal como definida por (MONTEIRO 1996), que acentua que a Geografia, tendo como objeto de estudo as organizações espaciais, passou a utilizar este tipo de abordagem, na qual os fenômenos em análise são considerados como resultado entre os diversos elementos e atributos que compõem a organização espacial. A ênfase do autor é no sentido de que o fenômeno geográfico não é estudado como único mas sim, como um processo (sistema), onde as variáveis se articulam.

Para tanto, se fará um mapeamento do uso e ocupação do solo quanto aos aviários/chiqueirões e áreas de cultivo e no urbano-industrial serão mapeadas as indústrias mais próximas a área de drenagem, como também os loteamentos que fazem parte desta microbacia.

Os mapas da área foram elaborados tendo como base as cartas topográficas digitalizadas -MI-2886/2 e MI-2874/4 - SEPLAN-SC,1999 do Município de Chapecó-SC, na escala de 1:50.000 :

- Mapa de localização da área de estudo: Microbacia do Lajeado São José - Chapecó - SC. (Mapa N° 1);
- Mapa da altimetria da Microbacia do Lajeado São José - Chapecó - SC. (mapa n° 2)
- Mapa do uso e ocupação do solo da Microbacia do Lajeado São José - Chapecó - SC em 1978, elaborado a partir da interpretação com estereoscópio de espelhos de fotografias aéreas na escala aproximada de 1:25.000 (AEROFOTO CRUZEIRO DO SUL, 1978) (Mapa no. 3 );

- Mapa do uso e ocupação atual (2000) do solo da Microbacia do Lajeado São José – Chapecó – SC, elaborado por atualização do mapa de 1978, através da observação de fotografias aéreas na escala aproximada de 1:10.000 (executadas por AGROFOTO Aerofotogrametria S. A., para a Prefeitura Municipal de Chapecó, julho/1988); de fotografias obtidas em sobrevôo efetuado por solicitação da autora, em maio de 2000, e ainda, de trabalhos de campo realizados em várias etapas, em toda a área, permitindo assim a identificação de feições como as indústrias, áreas de cultivo, chiqueirões, aviários, estábulos, postos de gasolina e terraplanagens (todos, possíveis fontes potenciais de poluição), além das áreas de campo, matas e reflorestamento. (Mapa N° 4).
- Mapa da Microbacia do Lajeado São José – Chapecó – SC, localizando os pontos de coleta de água para a análise da potabilidade e os pontos de coleta das amostras da água para análise de metais pesados. (Mapa N° 5)

As coletas de amostras das águas da Microbacia do Lajeado São José foram feitas no dia 19 de outubro de 1999, em duas etapas:

A primeira etapa da coleta, visando determinar a potabilidade da água para o consumo humano, foi realizada com a supervisão de técnico da EPAGRI – Chapecó-SC. O material para coleta foi fornecido pela própria EPAGRI, e a água foi coletado no período entre 7 e 11hs da manhã pelo técnico Francisco Mezalira e levada diretamente para os laboratórios da empresa. As análises foram feitas segundo a metodologia do *Standard Method for the examination of water and wastewater – 20th Edition* (1998), no laboratório da mesma empresa, sendo responsável pelas mesmas o Engenheiro Agrº MSc Lauro Bassi, CREA nº 10.273..

Paralelamente a esta coleta efetuou-se, nos mesmos locais, uma amostragem para determinação do pH da água na EPAGRI de Chapecó – SC, sendo a coleta realizada pelo técnico Sr. Luciano Mezalira. A determinação do pH, também efetuada pelo Engo. Agro. MSc Lauro Bassi, procedeu-se (às onze horas) imediatamente após a chegada das amostras ao laboratório de análises físico-químicas da água, nas dependências da EPAGRI, sendo utilizado um peagômetro DIGIMED, de fabricação nacional

Na segunda etapa, realizada na mesma data, foram coletadas amostras de água no Lajeado São José e alguns de seus afluentes (mapa nº 5), visando determinar os teores de metais pesados. O material utilizado para esta coleta da água superficial foram frascos incolores de 500 ml, sendo 03 para cada amostra; após lavados 05 vezes com água do local, procedeu-se à coleta. A temperatura da água foi medida diretamente na drenagem. Em seguida, numeramos todos os frascos e adicionamos 10 gotas de  $\text{HNO}_3$  (ácido nítrico concentrado) para sua conservação.

As garrafas com as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos novos, sendo colocadas em caixas de isopor também novas, contendo gelo, para posteriormente serem armazenadas em freezer e transportadas, congeladas, ao laboratório da UFSC para realização das análises.

A análise das águas coletadas foi realizada no Laboratório de Química Analítica do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Roldão Roosevelt U. de Queiroz. Por razões instrumentais, todas as amostras foram previamente filtradas em papel Whatman 402; desta forma, os resultados referem-se exclusivamente aos metais dissolvidos na água, mesmo em amostras que contivessem, originalmente, carga maior de sólidos em suspensão. A técnica utilizada foi o Inductively Coupled Plasma Spectrometry – ICP-MS, descrito por LAJUNEN (1992).

Quanto aos pontos selecionados para coleta das amostras, procuramos caracterizar as supostas fontes poluidoras, levando em consideração a localização das indústrias, moradias, lavouras de trigo, milho, fumo, bem como a grande quantidade de aviários e chiqueirões distribuídos na área da Microbacia. (mapa nº. 5)

Para comparação, a amostra considerada como ponto “branco”, foi retirada da nascente localizada nas terras de Alcides Orso, no município de Chapecó. Este local foi escolhido por ser protegido por mata nativa e por não existirem evidências de ação antrópica a montante. Segundo dados fornecidos pela Estação Meteorológica da EPAGRI – Chapecó – SC, as coletas foram efetuadas após 4 dias sem ocorrência de chuvas na área.

Todos os dados foram tabulados e comparados com os Parâmetros da Resolução 20/86 do CONAMA.

### **3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO E ASPECTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ – CHAPECÓ-SC**

A Microbacia Hidrográfica do Lajeado São José compreende uma área de 7.744 ha e um perímetro de 46 km, e está inserida quase na sua totalidade, no município de Chapecó-SC, com suas principais nascentes em uma pequena área do município de Cordilheira Alta-SC, com aproximadamente 3.000 habitantes. Conforme o mapa N<sup>o</sup>. 01 a área está localizada entre 52° 35' 31" e 52° 41' 34" de Longitude Oeste, e 26° 58' 40" e 27° 07' 00" de Latitude Sul. Com altitudes entre 780m e 594m (mapa n<sup>o</sup> 02 ), a Microbacia tem direção geral N-S em uma extensão de 15 km. No seu trecho inicial, o Lajeado apresenta direção NE – SW, passando para a direção geral N – S após a confluência com a “Sanga do Mel” até a Barragem Engenho Braun. Logo a jusante da barragem o Lajeado São José junta-se com a Sanga Taquarussú, formando o Lajeado Passo dos Índios; este junta-se por sua vez com o Lajeado da Divisa, formando o Rio Chalana, afluente da margem direita do Rio Uruguai, que limita o município de Chapecó na divisa com o Rio Grande do Sul, conforme pode ser observado no mapa n<sup>o</sup>. 01.

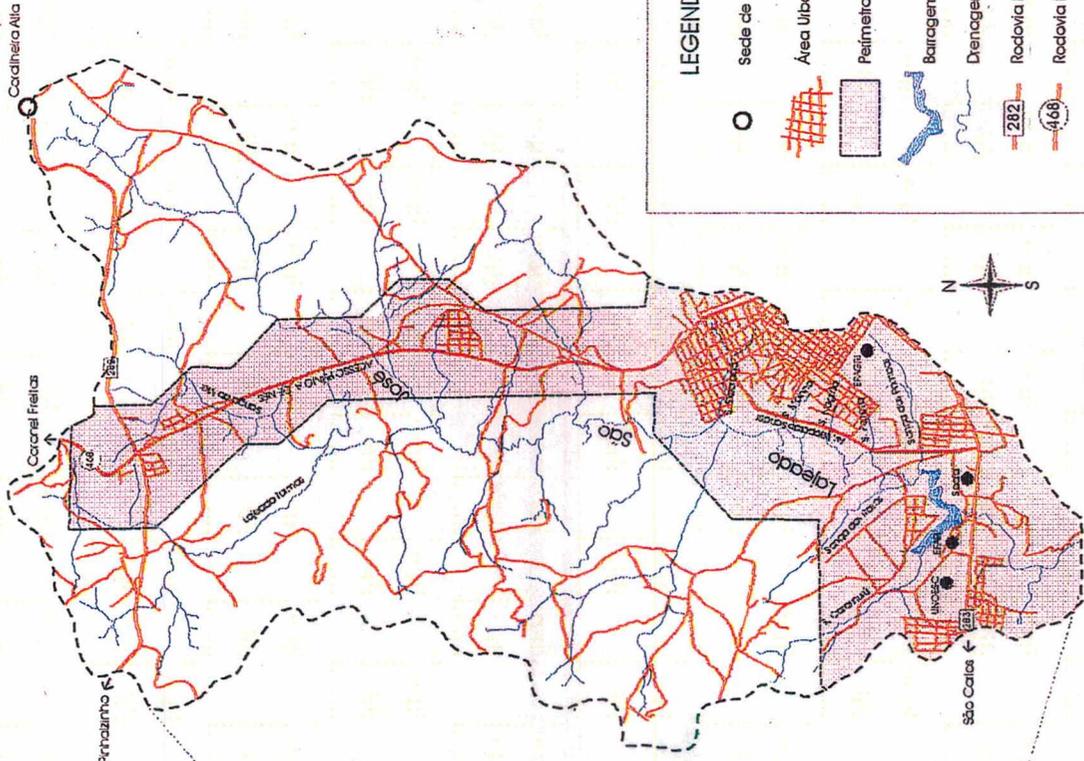
O maior trecho do Lajeado São José, com aproximadamente 11Km de extensão, está entre as cotas de 650 e 600m de altitude, onde predominam terrenos relativamente planos, contrastando com as áreas das cabeceiras, esculpidas em rochas basálticas, em que a topografia é bem mais acidentada.

**Mapa n.º 1**  
**Microbacia do Lajeado São José**  
**Localização da Área em Estudo – Chapecó-SC**

# Mapa de Localização da Área de Estudo

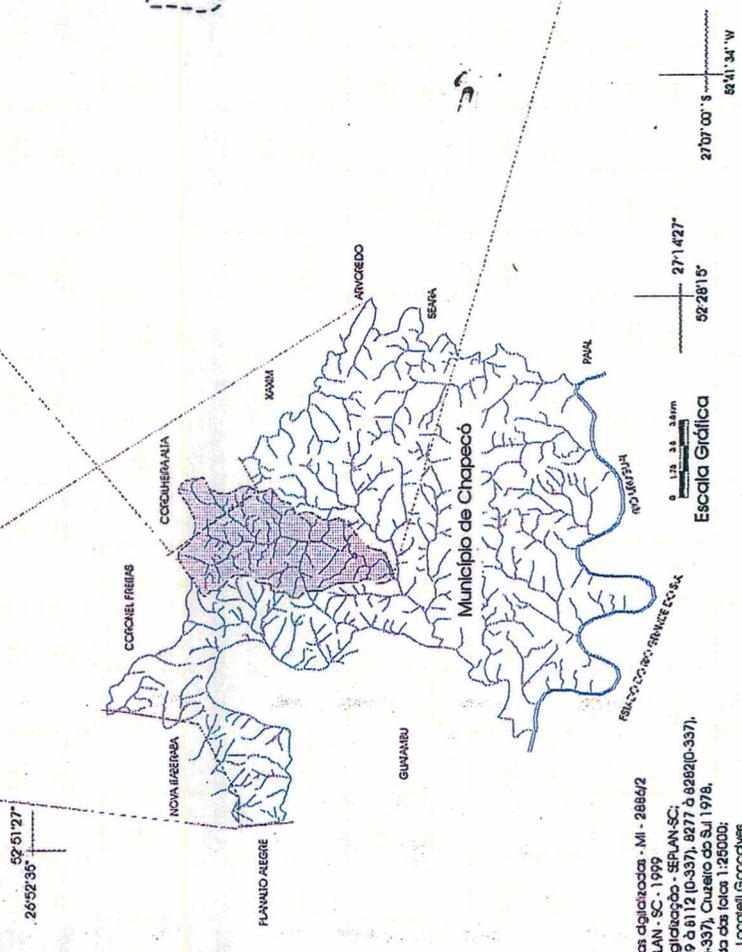
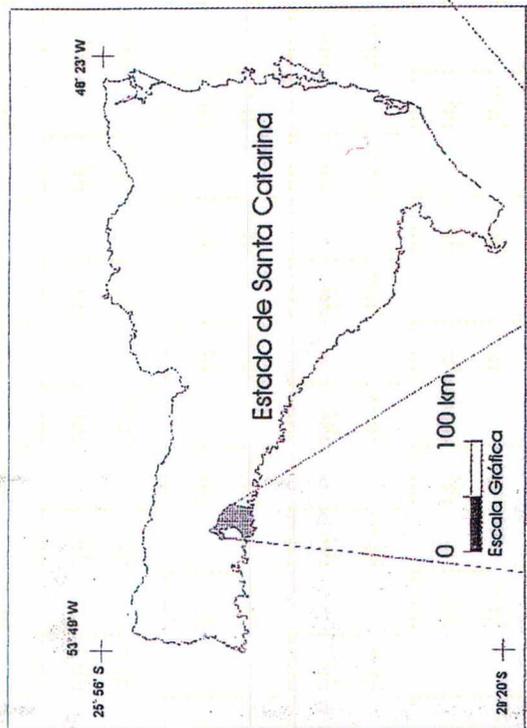
Microbacia do Lajeado São José

52° 35' 31" W  
26° 58' 00" S



**LEGENDA**

- Sede de Município
- Área Urbanizada de Chapecó
- Perímetro Urbano de Chapecó
- Barragem
- Drenagem
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Vias Municipais
- Perímetro da Área de Estudo



Fonte: Cartas Topográficas digitalizadas - M. 2864/2  
 e M. 2874/4 - SEPLAN - SC - 1999.  
 DNLM/SND09 - Digitalização - SEPLAN/SC.  
 Folha de local. 8109 a 8112 (0-357), 8277 a 8282 (0-337),  
 17097 a 17102 (0-357), Chuerte de Sul 1978.  
 Escala aproximada dos folhos 1:25000.  
 Elaborado por: Odete C. Locatelli Gonçalves  
 Digitalizado por: Estácio F. Gonçalves

**Mapa n.º 2**  
**Microbacia do Lajeado São José**  
**Altimetria Chapecó-SC**

# MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ

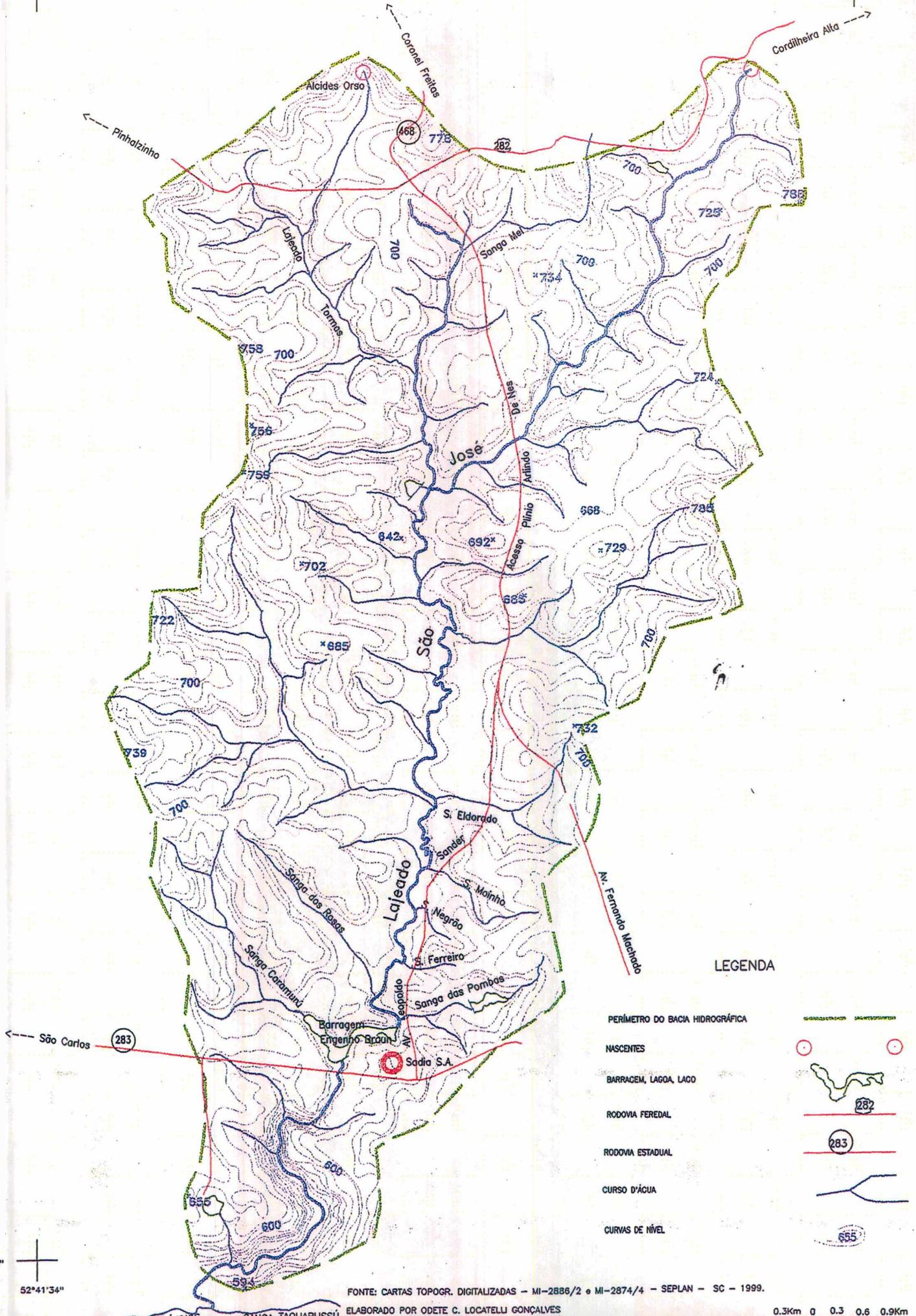
## ALTIMETRIA ( EQUIDISTÂNCIA DE 20 em 20 metros ) E DRENAGEM.

52°41'34"

52°35'31" W. Gr.

58'40"

25'51"



### LEGENDA

- PERÍMETRO DO BACIA HIDROGRÁFICA 
- NASCENTES 
- BARRAGEM, LAGOA, LAGO 
- RODOVIA FEREDAL 
- RODOVIA ESTADUAL 
- CURSO D'ÁGUA 
- CURVAS DE NÍVEL 

FONTE: CARTAS TOPOGR. DIGITALIZADAS - MI-2886/2 e MI-2874/4 - SEPLAN - SC - 1999.

ELABORADO POR ODETE C. LOCATELLI GONÇALVES

0.3Km 0 0.3 0.6 0.9Km

Segundo BASSI (2000), os solos mais rasos se encontram nos trechos de cabeceira do Lajeado São José, bem como de seus principais afluentes, onde predominam declividades em torno de 20%. A parte central da Microbacia se constitui de declividades mais suaves, desde plano até aproximadamente 10%, onde predominam solos mais profundos. Na parte sul da Microbacia a declividade aumenta novamente e voltam a predominar solos rasos e pedregosos.

Segundo ESPÍRITO SANTO (1993), a unidade de solos predominante na área é uma associação entre Latossolo Bruno-Roxo Álico + Cambissolo Eutrófico em menores proporções.

A Microbacia do Lajeado São José é cortada por três importantes rodovias com expressivo fluxo diário de veículos: a BR 282, que corta todo o estado de Santa Catarina na direção leste-oeste, ao Norte; a SC 468, Chapecó - Coronel Freitas, praticamente paralela ao curso principal do Lajeado São José e hoje também denominada de Acesso Plínio Arlindo De Nês, no trecho entre a BR 282 e o entroncamento das Av. Leopoldo Sander e Fernando Machado, através da qual se chega ao centro da cidade, numa extensão total de 9 Km; e a SC 283, Chapecó - São Carlos, cortando o sul da Microbacia na direção leste-oeste.

Esta Microbacia é a principal fornecedora de água para o abastecimento público da cidade de Chapecó, hoje com 140.000 habitantes, tendo como empresa responsável pelo abastecimento, a CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento). Esta iniciou suas atividades de captação desse potencial hídrico em 1973, na Barragem Engenho Braun, que anteriormente servia à geração de energia hidrelétrica.

Na Legislação Estadual os recursos d'água de Santa Catarina foram enquadrados pela Portaria nº 0024/79, e de acordo com esta classificação, o Lajeado São José no Município de Chapecó-SC é de classe 1.

Conforme se observa nos mapas de uso e ocupação do solo da área (1978, Mapa nº. 3 pág. 14, e 2000, Mapa nº. 4 pág.15), a margem direita do Lajeado São José tem

ocupação quase exclusivamente rural, a montante da Barragem do Engenho Braun. Segundo FLORIT (1998), a estrutura fundiária seria ali constituída da seguinte forma: 36% das propriedades possuem até 10 hectares, 38%, de 10 a 25 hectares, 16,7%, de 25 a 50 hectares, e 9,3%, mais de 50 hectares. As principais culturas anuais exploradas são de milho, soja, feijão e fumo (bem como trigo e forrageiras, no inverno, segundo pode ser observado no campo). Nas áreas de campo, a principal atividade é de pecuária extensiva. Algumas áreas de vegetação nativa, presentes em 1978, tiveram sua expressão aumentada, pelo maior crescimento de capoeiras e capoeirões, somando-se às matas remanescentes. O plantio de eucaliptus e pinus, freqüente em toda a região, é mais expressivo em áreas de terreno mais acidentado, junto ao Lajeado Tormas. Pelo menos em uma área de 10 h. foi constatado um florestamento recente com Erva-mate, sendo que as árvores antigas desta espécie são muitas vezes conservadas mesmo nas partes destinadas aos cultivos anuais.

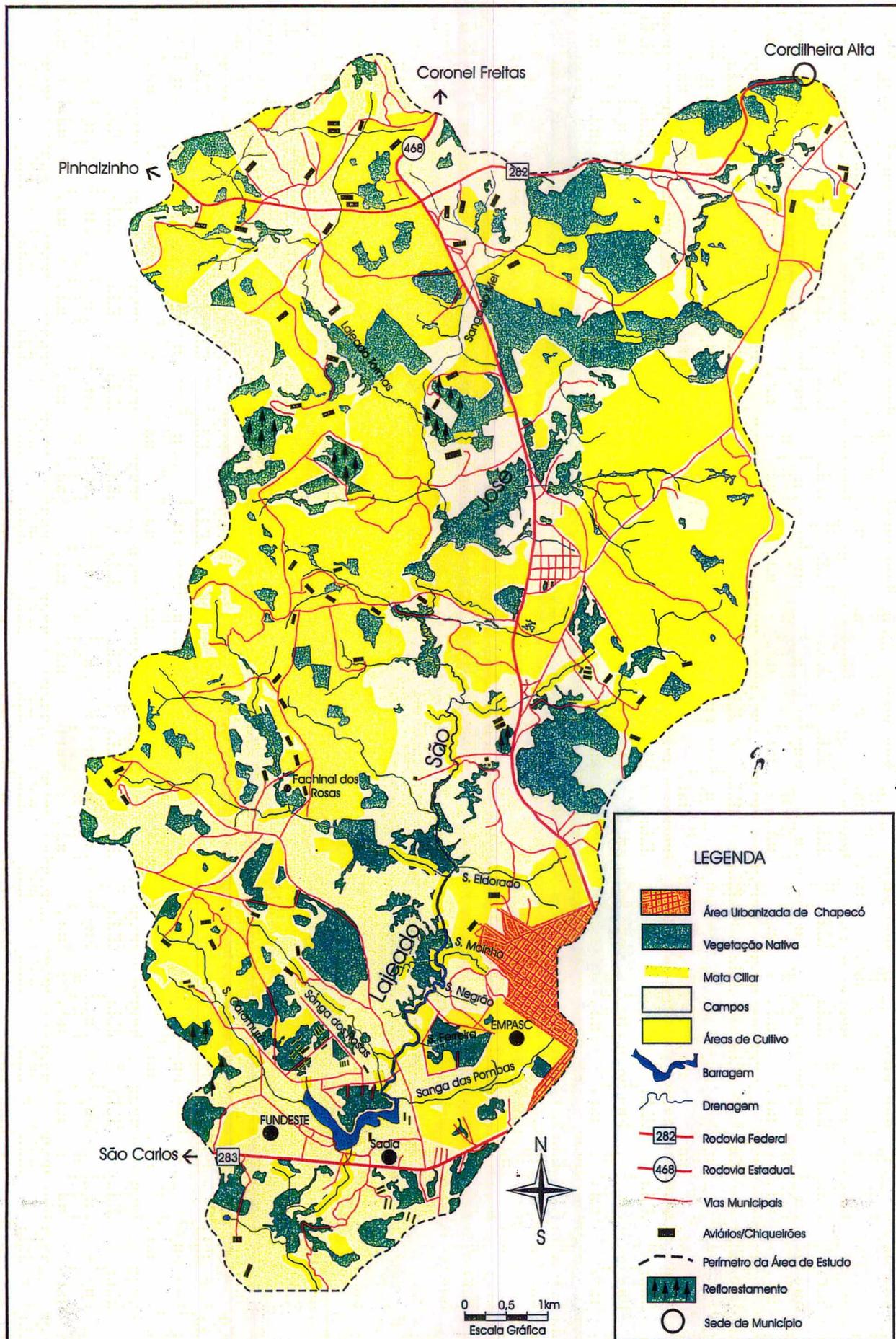
Do ponto de vista da poluição das águas, assume especial importância a grande concentração de aviários e chiqueirões, nesta margem direita do Lajeado São José. Em trabalhos de campo realizados pela autora, foi constatada, por exemplo, somente no trecho correspondente à bacia do Lajeado Tormas, a existência de 22 aviários, 18 chiqueirões (alguns, pelo menos, com as esterqueiras transbordando diretamente para a drenagem local), e de 2 estábulos de gado leiteiro, além do cultivo de trigo e forrageiras de inverno (Foto 1):

**Mapa n.º 3**  
**Microbacia do Lajeado São José**  
**Uso e Ocupação do Solo (1978) – Chapecó-SC**

Uso e Ocupação do Solo da Microbacia do Lajeado São José - Chapecó - SC (1978)

52°35'31" W

25°58'40" S



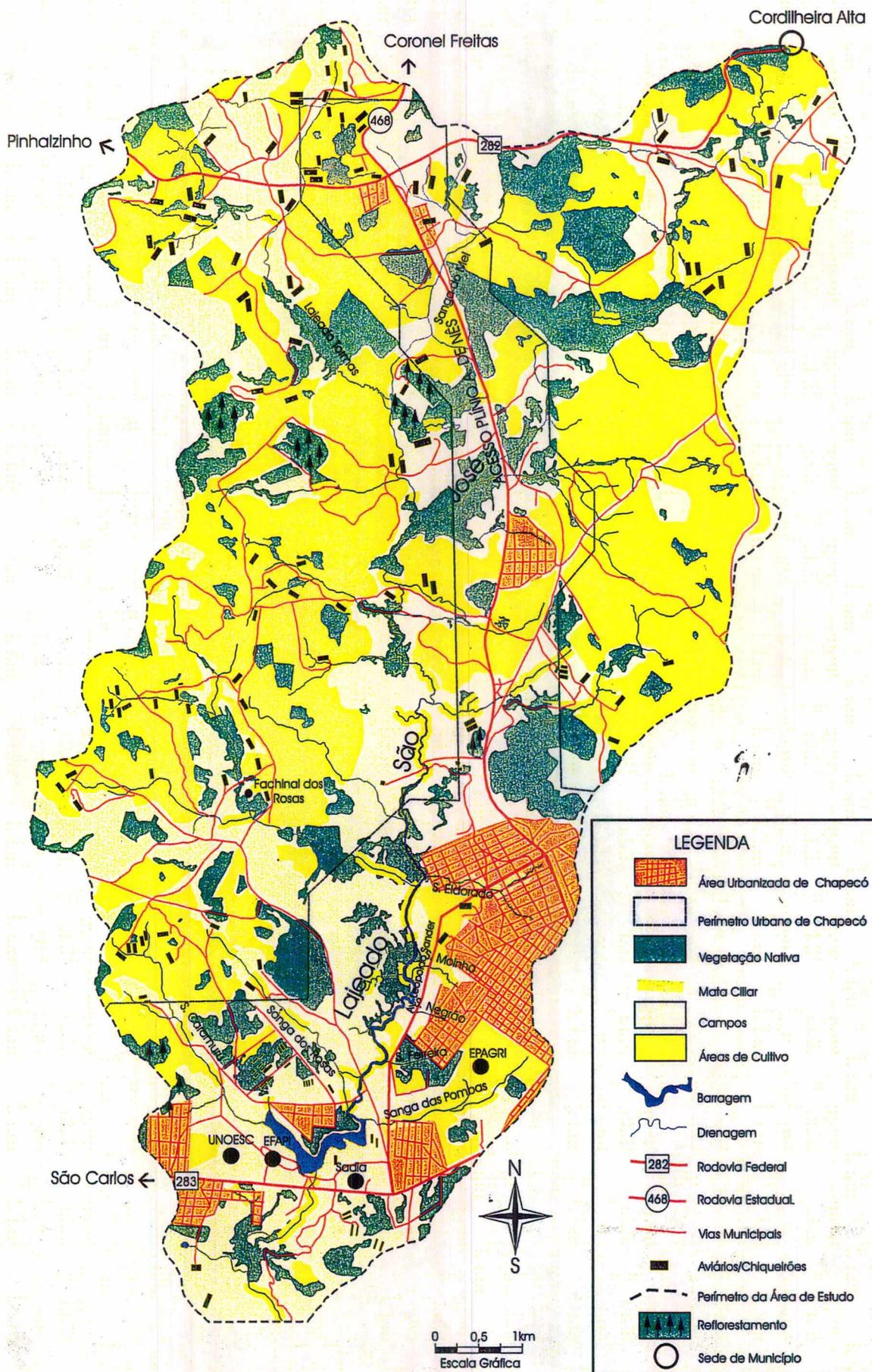
Fonte:  
Fotos Aéreas, 8109 à 8112 (0-337), 8277 à 8282 (0-337),  
17097 à 17102 (0-337), Cruzeiro do Sul, 1978,  
Escala aproximada das fotos 1:25.000.

Elaborado por Odete C. Locatelli Gonçalves  
Pesquisa/Desenho: Edson F. Gonçalves,  
Nazareno J. M. Martins,  
Odete C. Locatelli Gonçalves.

07°00" S

52°41'34" W

**Mapa n.º 4**  
**Microbacia do Lajeado São José**  
**Uso e Ocupação do Solo (2000) – Chapecó-SC**



Fonte:  
Fotos Aéreas, 8109 à 8112 (D-337), 8277 à 8282 (D-337),  
17097 à 17102 (D-337), Cruzeiro do Sul, 1978.  
Escala aproximada das fotos 1:25.000.

Elaborado por Odete C. Locatelli Gonçalves  
Pesquisa/Desenho: Edson F. Gonçalves,  
Nazareno J. M. Martins,  
Odete C. Locatelli Gonçalves



***FOTO 1 – Nesta vista aérea da Colônia Cella, na margem direita da parte norte da Microbacia (tomada do Norte, na parte inferior, para o Sul, na parte superior da foto), observa-se o traçado da BR-282 e um grande número de aviários e chiqueirões (conta-se pelo menos 22, embora nem todos necessariamente na área da Microbacia estudada). Foto Barichello / 2000***

No trecho central desta margem, em que há várias sangas sem denominação própria, e que inclui a pequena comunidade de Fachinal (sic) dos Rosas foram contados 33 aviários de grande porte (abrigoando cerca de 400.000 aves, segundo as informações obtidas junto aos criadores) e 23 chiqueirões (com pelo menos 2.300 suínos, no total). Além da pecuária de gado para corte e leiteiro, há na área plantações de pinus e eucaliptus, bem como atividade de fruticultura, com produção comercial de laranja.

Mais próximo à Barragem do Engenho Braun, na bacia da Sanga dos Rosas, foram contados 5 aviários e um chiqueirão, além de uma invernada de gado leiteiro. Pela maior proximidade com a cidade, esta área já apresenta uma concentração um pouco maior de moradias, além de chácaras e sedes campestres, inclusive com piscinas, de diversas associações (representadas já no Mapa de uso do solo de 1978).

**Mapa n.º 5**  
**Microbacia do Lajeado São José**  
**Pontos de Amostragem para Análise de Metais Pesados e da Potabilidade da**  
**Água – Chapecó-SC**

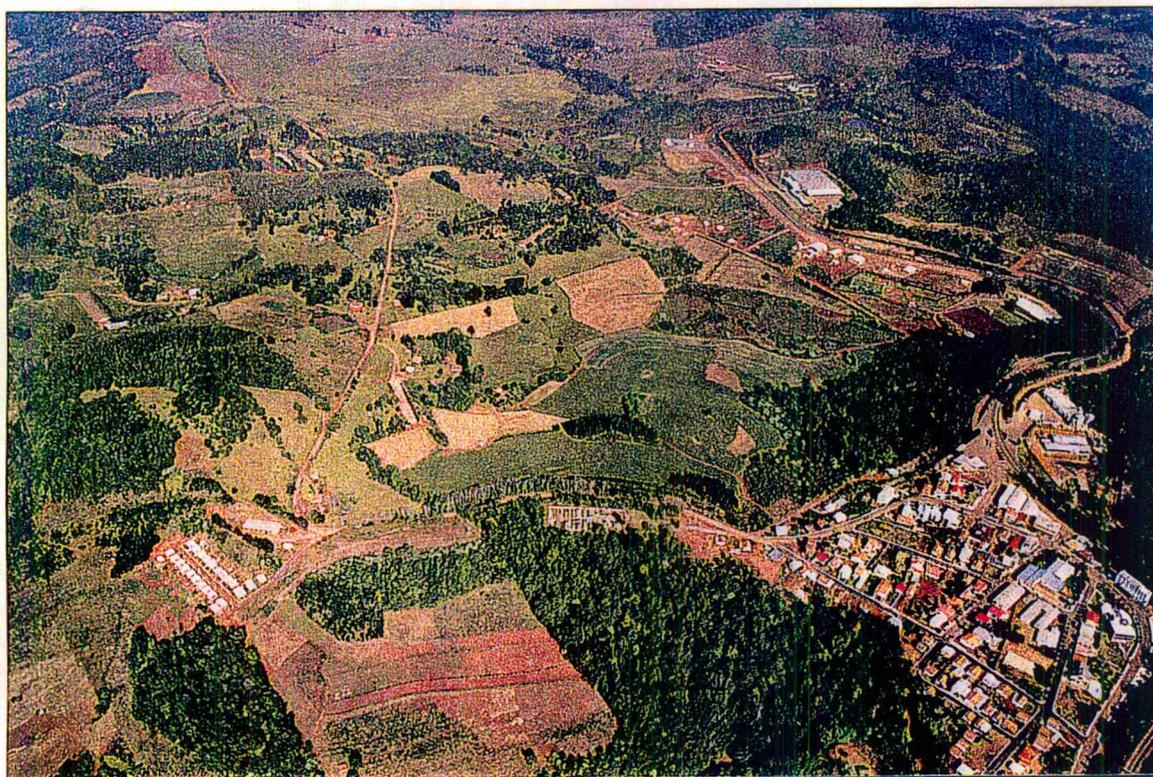


A Sanga Caramuru deságua diretamente na Barragem do Engenho Braun. Na porção mais próxima às suas nascentes há 5 aviários e 4 chiqueirões. Logo a jusante, situa-se o campus da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) – (FUNDESTE, em 1978), que abriga diariamente cerca de 6000 professores, alunos e funcionários, com restaurantes, laboratórios e outros serviços (Foto 02). Na mesma fotografia, pode-se observar a existência de uma madeireira (com as lâminas secando ao sol) e do Parque de Exposições e Eventos da EFAPI (Exposição Feira Agropecuária e Industrial), onde são periodicamente realizadas feiras, exposições e rodeios, envolvendo grande número de animais e de visitantes: pela conformação do terreno, qualquer efluente oriundo dessas duas áreas irá diretamente para a Barragem Engenho Braun.



**FOTO 02: Aspecto da Barragem Engenho Braun, observando-se o trecho encachoeirado do Lajeado São José, logo a jusante da mesma. Na parte central, à esquerda, o Campus da UNOESC, a Indústria de Compensados BR Ltda e as instalações (cúpulas redondas) da EFAPI. Foto Barichello /**

Na margem esquerda do Lajeado São José, o limite norte da Microbacia é bem marcado pelo traçado da BR-282, em cuja margem se situa a localidade de Cordilheira Alta, que já abriga diversas indústrias moveleiras e mecânicas, além de comércio atacadista de cereais e produtos para agropecuária (Foto 3), num pequeno platô situado logo acima das primeiras nascentes mapeadas do Lajeado.

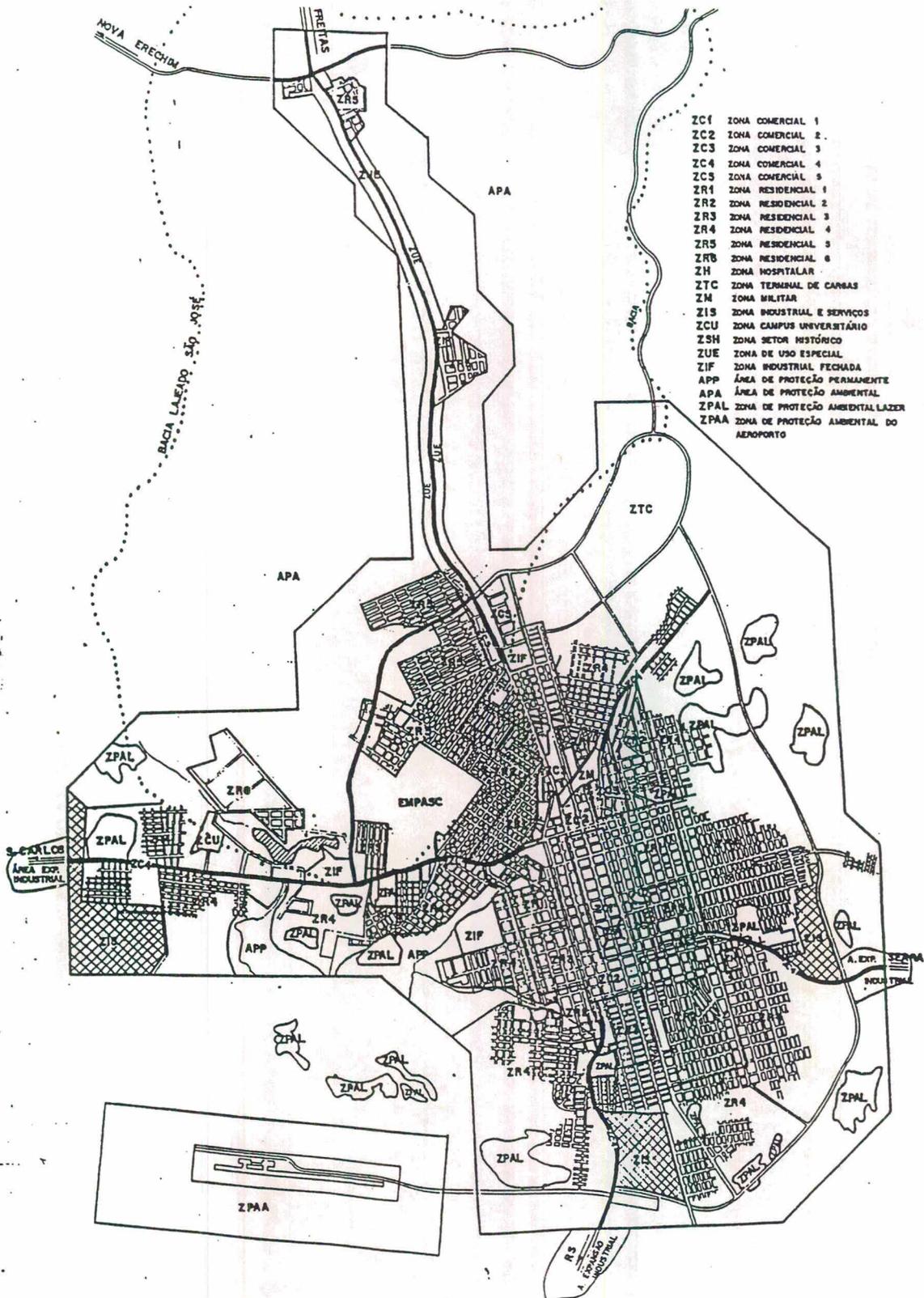


***FOTO 3: A localidade de Cordilheira Alta, no extremo norte da Microbacia do Lajeado São José, cujas nascentes correm em direção à parte superior da foto. Na parte esquerda, um conjunto habitacional, e na parte central, pelo menos 3 grandes aviários. Novas indústrias estão se instalando ao longo do traçado da BR-282, no lado direito da foto, na qual se observam, também, algumas áreas de matas relativamente bem conservadas, campos e áreas de cultivo. Foto Barichello / 2000***

Nesta margem, as atividades agropecuárias são menos concentradas do que na margem direita; apenas na porção próxima à BR-282 é que são encontrados diversos chiqueirões (contados no campo pelo menos 6) e aviários (13). Ao lado dos cultivos já mencionados e de uma proporção um pouco maior de matas e capoeiras, o uso mais destacado é o industrial e urbano, especialmente na área da Zona de Uso Especial (ZUE) criada pelo Plano Diretor de 1990, conforme (Figura 1, Mapa de Zoneamento Urbano pág. 25; e Mapa no. 5 pág. 20, Localização de pontos de amostragem).

**Figura 1 - Mapa do Zoneamento do Município de Chapecó / SC.**

# MAPA DO ZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ - SC



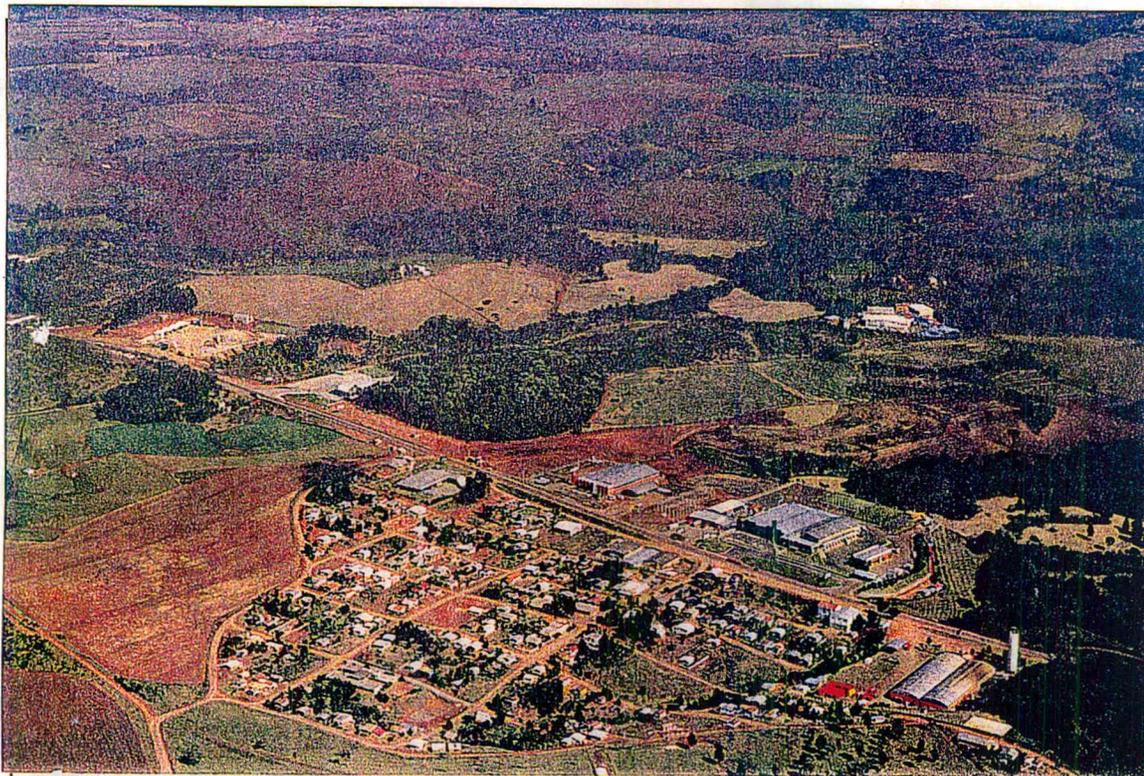
Fonte: Lei Complementar n. 4, de 31 de maio de 1990,  
 Plano Diretor Físico-Territorial de Chapecó,  
 Código de Zoneamento.

Desde o norte da área, bem marcado pelo trevo da BR-282 com o acesso Plínio Arlindo de Nês, observa-se ao longo da ZUE um grande número de estabelecimentos comerciais e industriais, entre os quais, um grande posto de gasolina, diversas oficinas mecânicas, moradias e os grandes silos de cereais da Aurora S.A. (Foto 4).



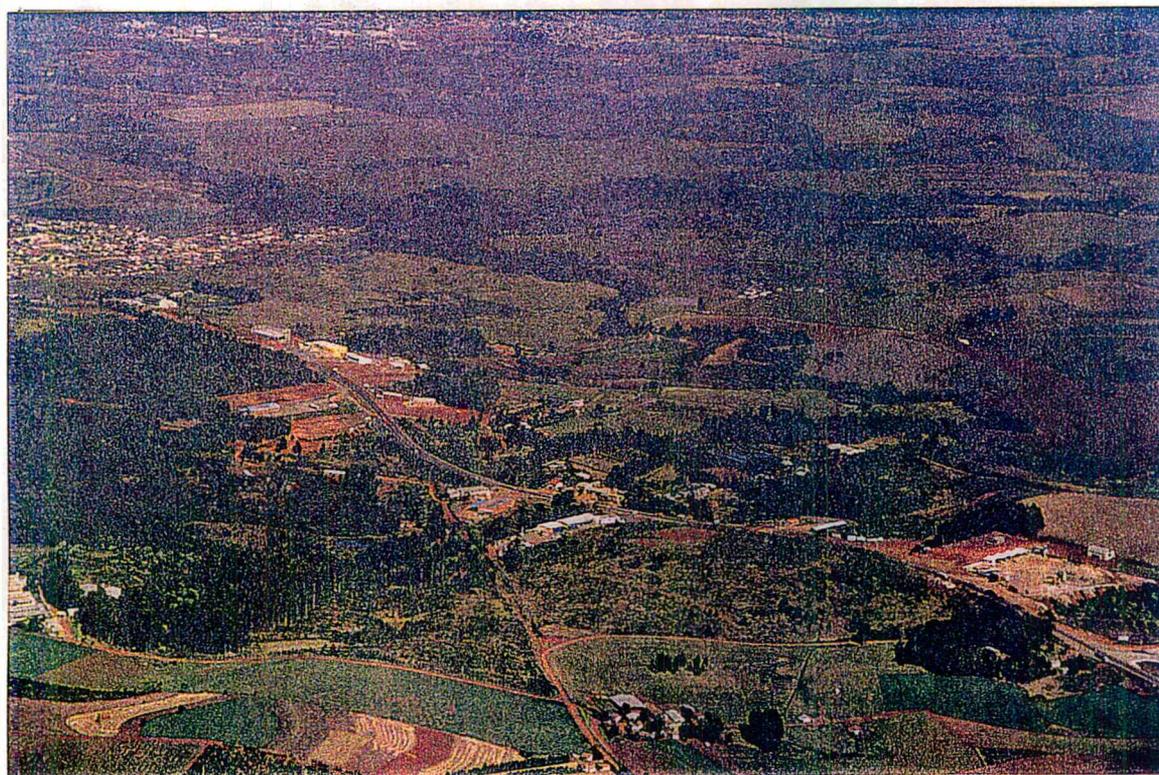
*FOTO 4: Tomada de Norte para sul, a foto mostra em primeiro plano, o kartódromo municipal de Chapecó, e logo acima, a BR-282. Ao longo do Acesso Plínio Arlindo de Nês, em direção ao alto da foto, um grande posto de gasolina, do lado direito, e do lado esquerdo, diversas oficinas mecânicas, um conjunto de moradias e, pouco mais adiante, os silos da Aurora S/A. Diversas áreas que já sofreram terraplenagem aguardam nova utilização industrial ou comercial. No limite superior da foto, esboça-se o Bairro Vila Rica. Foto Barichello / 2000*

Na parte intermediária do Acesso, desenvolveu-se um bairro com moradias de classe média, junto à fábrica da Coca-Cola e diversos outros estabelecimentos (Foto 5)



***FOTO 5: Aspecto do bairro Vila Rica, vendo-se logo ao lado a fábrica da Coca-Cola (telhados arredondados). Do outro lado do Acesso Plínio Arlindo de Nês, as indústrias CONCREXAP-Concreto Usinado, as oficinas da Marvel Veículos, o depósito de Móveis BERLANDA e o Atacado Tozzo Ltda. Mais ao fundo, à direita, a FIBRATEC, fábrica de piscinas e caixas d'água de fibra de vidro. Observe-se as áreas de terraplenagem recente, bem como a quase total ausência de aviários e/ou chiqueirões visíveis na foto. Foto Barichello / 2000***

Pouco mais para o sul, encontram-se novos estabelecimentos industriais e/ou comerciais de porte, e, junto à chamada “Curva da Morte”, a atual área de olericultura que aproveita o espaço de um antigo lixão da cidade de Chapecó, e que se situava muito próximo do curso do Lajeado São José (Foto 6). Na mesma foto, observa-se o curso do Lajeado, bem marcado por mata ciliar remanescente nesse trecho, e, no canto superior esquerdo, o Loteamento Eldorado III, que vem se estabelecendo de forma acelerada também junto a esta margem do Lajeado São José.



***FOTO 6: Em primeiro plano, áreas de cultivo, de florestamento e matas da margem esquerda do Lajeado São José; paralelamente ao acesso Plínio Arlindo de Nês, observa-se o curso sinuoso do Lajeado São José, marcado por mata ciliar remanescente, e na parte superior esquerda da foto, parte do Loteamento Eldorado III. Foto Barichello / 2000***

É a partir daí que se observa a maior densidade de ocupação da Microbacia, sendo que as diversas sangas afluentes desta margem esquerda cortam áreas intensamente urbanizadas, como o próprio Loteamento Eldorado III (Sanga Eldorado), o Bairro Cristo Rei (Sanga Eldorado, Sanga do Moinho, Sanga do Negrão) e, parcialmente, o Bairro Bela Vista, que se situam entre a Av. Fernando Machado, antiga conexão da BR-282 com o centro de Chapecó (SC 468, nos mapas de 1978, hoje Plínio Arlindo de Nês), e a Av. Leopoldo Sander, implantada na década de 80 como ligação entre aquele acesso e a BR-283 (Chapecó-São Carlos), mais ao sul, na qual se situam as grandes instalações industriais da Sadia Concórdia S.A. (Foto 7).



***FOTO 7: Em primeiro plano as instalações da EFAPI e a Indústria de Compensados BR Ltda., com excelente vista geral da Barragem Engenho Braun. À direita, a BR-283 e o complexo industrial da Sadia Concórdia S.A.. Na parte superior direita, a Av. Leopoldo Sander, com o Bairro Alvorada, seguindo-se, para a esquerda (logo após a Sanga das Pombas) área não urbanizada, correspondente a uma grande invernada de criação de gado leiteiro e um Haras e ao campo de experimentação da EPAGRI. Logo mais à esquerda, os bairros Bela Vista e Cristo Rei. No canto superior direito da foto, o Bairro São Cristóvão, parcialmente também contido na Microbacia do Lajeado São José, e alguns dos prédios mais próximos à área central de Chapecó. Foto Barichello / 2000***

Em seu trecho de direção sul-norte, a Av. Leopoldo Sander é praticamente paralela ao curso principal do Lajeado São José, e dele dista entre 80 e 300 m. Apesar disso, a margem oeste da Avenida vem sendo ocupada por motéis, indústrias e por um núcleo de habitações totalmente irregulares, conhecido como “Favela da Leopoldo Sander”. A Sanga das Pombas é o último afluente da margem esquerda do Lajeado São José antes da Barragem Engenho Braun. A área da EPAGRI representa verdadeiro limite da urbanização nesta porção da Microbacia (Foto 8)



***FOTO 8: Área de cultivos experimentais da EPAGRI em Chapecó, utilizada para trigo, triticales (espécie de trigo para ração), milho, soja, em rotação de culturas. Atualmente, utiliza-se plantio direto e cultivo de forrageiras no inverno, para conservação do solo (inf. Eng. Agr. Nelson Cortina, chefe do Centro de Pesquisas para Pequenas Propriedades, CPPP/EPAGRI/CHAPECÓ). Ao fundo, à esquerda, o centro da cidade de Chapecó. Foto Barichello / 2000***

#### 4. QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ- CHAPECÓ, A MONTANTE DA BARRAGEM ENGENHO BRAUN.

Conforme evidenciado no capítulo anterior, os usos do solo na Microbacia do Lajeado São José são altamente comprometedores com a manutenção de bons índices de qualidade da água. Para Tucci (1997),

“A qualidade de água de mananciais que compõe uma bacia hidrográfica está relacionada com o uso do solo na bacia e com o grau de controle sobre as fontes de poluição.

O controle sobre as fontes de poluição se dá basicamente através do tratamento de águas residuárias sanitárias e industriais. Existe tecnologia disponível e sua implantação depende da disponibilidade financeira para a implantação das obras de engenharia. Entretanto, as alterações na qualidade da água estão diretamente relacionadas com as alterações que ocorrem na bacia hidrográfica, como vegetação e solo. Assim, um programa de controle de poluição das águas deve necessariamente, contemplar um planejamento territorial na bacia hidrográfica.” (TUCCI 1997, p.869)

O disciplinamento dos usos da área da Microbacia do Lajeado São José foi determinado pela Lei Municipal que criou a respectiva Área de Proteção Ambiental – APA - , a Lei Complementar no. 04, de 31/05/90.

Conforme levantado por DALAGNOL (2000), a APA é uma categoria de Unidade de Conservação de uso sustentado ou direto, e é

“uma área geralmente extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” ( Projeto de Lei nº 27/1999, cap. III, art.15 – apud DALAGNOL, 2000, p. 48).

Ainda segundo a mesma autora, as Áreas de Proteção Ambiental, de acordo com o Art. 1º da Resolução no. 10 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 14 de dezembro de 1998, artigo 1º, 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” (DALAGNOL, 2000, p. 48).

No caso específico da APA do Lajeado São José, na qual já existia intensa ocupação para fins agropecuários e mesmo residenciais e industriais, considera-se,

conforme já mencionado no Capítulo 1, que a intenção primordial dos legisladores, ao instituí-la, tenha sido a de proteger as águas do Lajeado, já que o mesmo se constitui na mais importante fonte para abastecimento público de toda a cidade.

Para melhor avaliar até que ponto estão cumpridas as condições legais referentes à qualidade dessas águas, valemo-nos principalmente da Classificação das Águas estabelecida pela Resolução n.º 020 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA – em 18 de junho de 1986, a qual cria um sistema de classificação para as águas doces, salobras e salgadas, determinando para cada classe uma qualidade mínima, assim como os respectivos usos preponderantes. No caso específico das águas doces, foram estabelecidas cinco classes, conforme se pode constatar na tabela nº 01.

A partir deste sistema classificatório, a Resolução em apreço definiu, entre outras normas, as condições para a emissão de efluentes nas águas superficiais, a proibição do lançamento de poluentes nas águas subterrâneas e de qualquer resíduo de origem antrópica nas águas de Classe Especial.

**TABELA N.º 1 – CLASSIFICAÇÃO E USOS PREPONDERANTES DAS ÁGUAS BRASILEIRAS, CONFORME RESOLUÇÃO Nº20/86– CONAMA**

ÁGUAS DOÇES	
Classe	Usos preponderantes
Especial	Abastecimento doméstico, sem prévia ou com simples desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	Abastecimento doméstico após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); 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; Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 2	Abastecimento doméstico após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 3	Abastecimento doméstico após tratamento convencional; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação; Harmonia paisagística; Usos menos exigentes.
ÁGUAS SALINAS	
Classe 5	Recreação de contato primário; Proteção das comunidades aquáticas; Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 6	Navegação comercial; Harmonia paisagística; Recreação de contato secundário.
ÁGUAS SALOBRAS	
Classe 7	Recreação de contato primário; Proteção de comunidade aquáticas; Criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 8	Navegação comercial; Harmonia paisagística; Recreação de contato secundário.

Fonte: Resolução CONAMA n.º 20 de 1986. art. 1º.

O próprio CONAMA, na Resolução n.º 20/86 definiu também os valores aceitáveis para as diversas classes das águas:

Art. 3º - Para as águas de Classe Especial, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

COLIFORMES: para uso de abastecimento sem prévia desinfecção os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra.

Art. 4º - Para as águas de Classe 1, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- c) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26 desta Resolução. As águas utilizadas para a irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam rentes ao Solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, não devem ser poluídas por excrementos humanos, ressaltando-se a necessidade de inspeções sanitárias periódicas. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.
- g) DBO, 5 dias a 20°C, até 3 mg/l O<sub>2</sub>;

1. OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/l O<sub>2</sub>;
  2. Na Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- h) cor: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/l;
- i) pH: 6,0 a 9,0;
- j) Substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos): (Os teores máximos das substâncias pesquisadas no presente estudo constam das respectivas tabelas).

A Legislação Estadual de Santa Catarina para o enquadramento dos cursos d'água é anterior à do CONAMA: Trata-se da Resolução n.º 0024/79, que respeitou a classificação anterior, estabelecida pela Portaria GM n.º 0013 de 15/01/76, do Ministério do Interior. Por esta classificação, o Lajeado São José no Município de Chapecó-SC está enquadrado na Classe 1. O decreto n.º 14.250 de 05 de junho de 1981, artigo 5º, regulamenta as águas interiores situadas no território de Santa Catarina, segundo os usos preponderantes. Foram classificadas as classes de 1 a 4 e considerados os padrões de qualidade de água (tabela n.º 2):

**TABELA N.º 2: CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DOCES SEGUNDO O DECRETO ESTADUAL N.º 14.250/81**

CLASSES	DESTINAÇÃO
Classe 1	-Abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção.
Classe 2	-Abastecimento doméstico após tratamento convencional; -Irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas; -Recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
Classe 3	-Abastecimento doméstico após tratamento convencional; -Preservação de peixes em geral e de outros elementos de fauna e da flora; -Dessedentação de animais.
Classe 4	-Abastecimento doméstico após tratamento convencional; -Navegação; -Harmonia paisagística; -Abastecimento industrial; -Irrigação; -Usos menos exigentes.

Fonte: Santa Catarina, 1998.

Por esta definição, a Classe 1 segundo o Decreto Estadual n.º 14.250/81 equivaleria à Classe Especial do CONAMA, na qual portanto estaria também enquadrado o Lajeado São José.

#### **4.1. RESULTADOS DAS ANÁLISES**

Para avaliar os efeitos da poluição causada pelos usos que, apesar das proibições referidas naquela lei, continuam a ser exercidos na mesma APA, em parte devido ao seu desmembramento em duas áreas divididas pela ZUE e pelas próprias Zonas Residenciais no interior da Microbacia, os pontos de amostragem deste trabalho foram escolhidos na tentativa de localizá-los a jusante de prováveis fontes de poluição pelos diversos agentes.

Tendo em vista que as análises seriam efetuadas em dois laboratórios diferentes – o da EPAGRI de Chapecó, para as análises de potabilidade, e o do Departamento de Química da UFSC, para as de metais pesados – foram efetuadas duas campanhas de amostragem, sendo a primeira com nove amostras de água (mapa n.º 05), destinadas à avaliação da potabilidade, e a segunda, com quinze amostras de água (mapa n.º 05), destinadas à análise de metais.

##### **4.1.1 – POTABILIDADE:**

Os métodos utilizados para as diversas determinações feitas pela EPAGRI estão expostos sucintamente na tabela nº04

**TABELA N° 3: METODOLOGIA DE ANÁLISE DE ÁGUAS NO LABORATÓRIO DA EPAGRI –CHAPECÓ-SC**

<b>DETERMINAÇÃO</b>	<b>MÉTODO</b>
COLIFORMES TOTAIS E FECAIS	Kit Enzimático
DEMANDA BIOQUÍMICA DE O (DBO)	Incubação/Potenciometria
NITRATO	Colorimetria
NITRITO	Colorimetria
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	Potenciometria
PH	Potenciometria
P-TOTAL (FOSFATO)	Digestão/Colorimetria
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	Filtragem/Evaporação
TEMPERATURA	Termometria
TURBIDEZ	Fotometria de emissão

*Fonte: EPAGRI – Laboratório de Análises de Água – Chapecó – SC*

Os dados referentes às nove amostras analisadas constam da tabela n° 4, e logo a seguir são apresentados alguns comentários sobre os mesmos.

**TABELA N.º 4: PARÂMETROS DE POTABILIDADE EM 09 AMOSTRAS COLETADAS NA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ – CHAPECÓ – SC.**

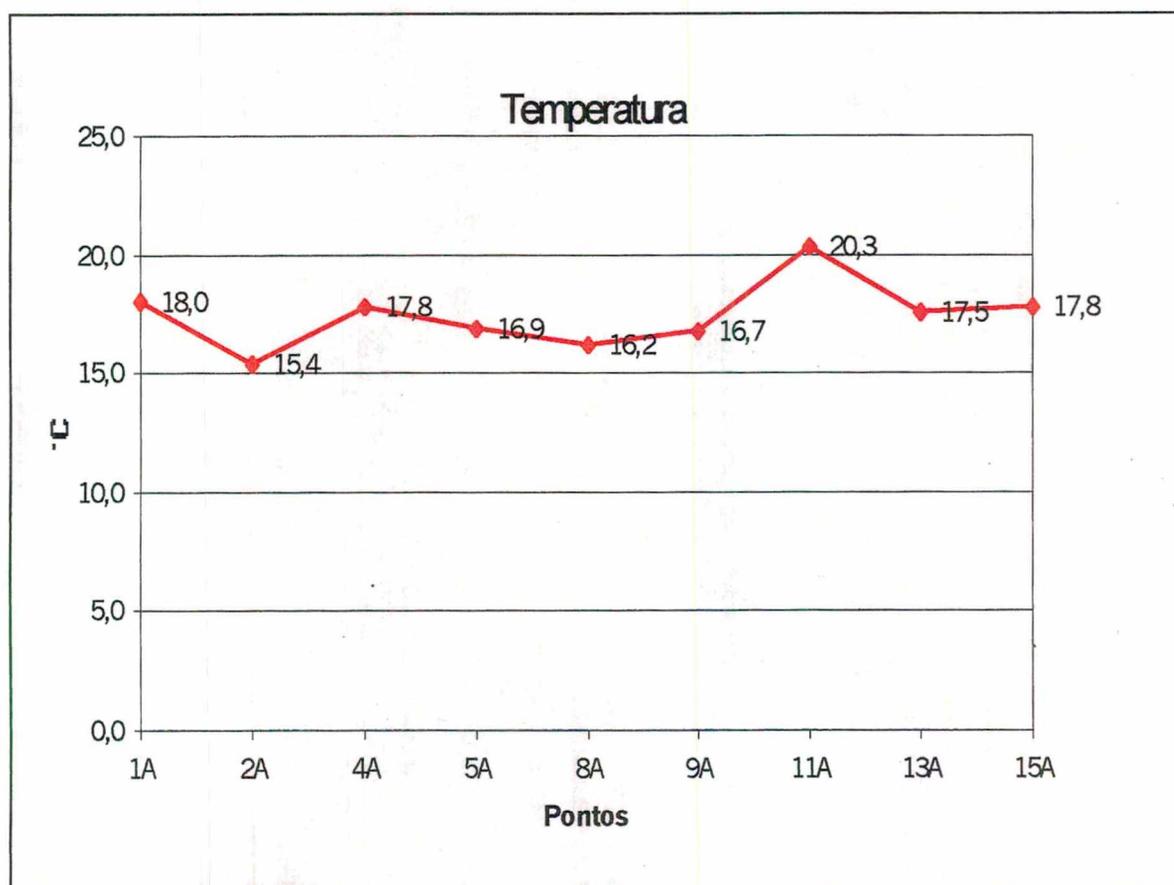
Nº COLETA (MAPA)	COD. REF	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (W.Gr)		COORDENADAS (UTM)		pH(H+)	TURB I DEZ	DBO mg/l	OD mg/l	OD %	Coliformes Totais NMP/100 ml	Coliformes Fecais NMP/100ml	SDTmg/l	TEMP° C	N- Total mg/L	P-Total mg/L	
1 A	Aldes Orso (Ponto Branco)	LONG. 52°39'23"	Lat.-28°59'47"	N=7012871.0000	E=335639.0000	6,12	1,13	0,26	8,3	94,4	166,4	ND*	66	18,0	1,68	0,15	
2 A	Sanga Das Pombas	LONG. 52°38'53"	Lat.-27°05'28"	N=7002444.0000	E=336608.0000	6,15	31,20	1,36	7,8	82,0	141.360,00	57.940,00	57	15,4	1,26	0,22	
4 A	Lajeado Torrais	LONG. 52°39'00"	Lat.-27°01'09"	N=7010374.0000	E=336301.0000	6,82	85,80	1,58	8,2	92,5	41.600,00	4.640,00	90	17,8	2,73	0,50	
5 A	Sanga Das Rosas	LONG.52°39'15"	Lat.-27°05'08"	N=7003002.0000	E=336003.0000	6,52	40,80	0,86	7,5	82,5	68.670,00	3.130,00	69	16,9	2,31	0,22	
8 A	Sanga Mel	LONG.52°38'17"	Lat.-27°00'19"	N=7011914.0000	E=337467.0000	6,63	32,20	1,64	8,5	92,2	36.540,00	630,0	60	16,2	1,68	0,10	
9 A	Sanga Negro	LONG.52°38'46"	Lat.-27°04'30"	N=7003566.0000	E=336776.0000	6,54	8,66	0,50	8,0	87,9	77.010,00	740	76	16,7	4,48	ND*	
11 A	Barragem	LONG.52°39'25"	Lat.-27°05'45"	N=7001863.0000	E=335742.0000	6,16	72,60	1,16	6,3	74,0	17.220,00	2.180,00	80	20,3	2,24	0,31	
13 A	Sanga Eldorado	LONG.52°38'15"	Lat.-27°04'04"	N=7004977.0000	E=337616.0000	6,46	11,50	0,68	7,7	86,3	241.912,0	200,0	53	17,0	3,5	0,23	
15 A	Sanga Caramuru	LONG.52°40'13"	Lat.-27°04'56"	N=7003339.0000	E=334376.0000	6,06	21,00	1,16	7,4	83,8	48.840,00	1.380,30	58	17,8	2,10	0,06	
VMP PARA ÁGUA POTÁVEL																	
Limites CONAMA																	
						6,0 a 10	5,0	≤5	≥6		1000	200	500				0,025
						6,0-9,0	≤40										

Fonte: EPAGRI / Laboratório de Análises de Água

NO<sub>3</sub> = 10 mg/l  
NO<sub>2</sub> = 1,0

### TEMPERATURA

Conforme CASTRO (1997), a temperatura tem influência nas velocidades de reações químicas e bioquímicas, na flora e fauna e na mudança de parâmetros de qualidade da água, como por exemplo, na concentração de saturação de oxigênio dissolvido, na desoxigenação e na decomposição de matéria orgânica, na densidade e viscosidade da água, na fotossíntese, na estratificação térmica, na redução de bactérias; e no tratamento da água e esgoto.



**Gráfico n.º 1: Temperatura das amostras de água coletadas na Microbacia do Lajeado São José**

No gráfico acima, observa-se que a temperatura das amostras coletadas foi relativamente uniforme, exceto para a amostra 11 A, coletada nas águas paradas da Barragem Engenho Braun.

### *TURBIDEZ*

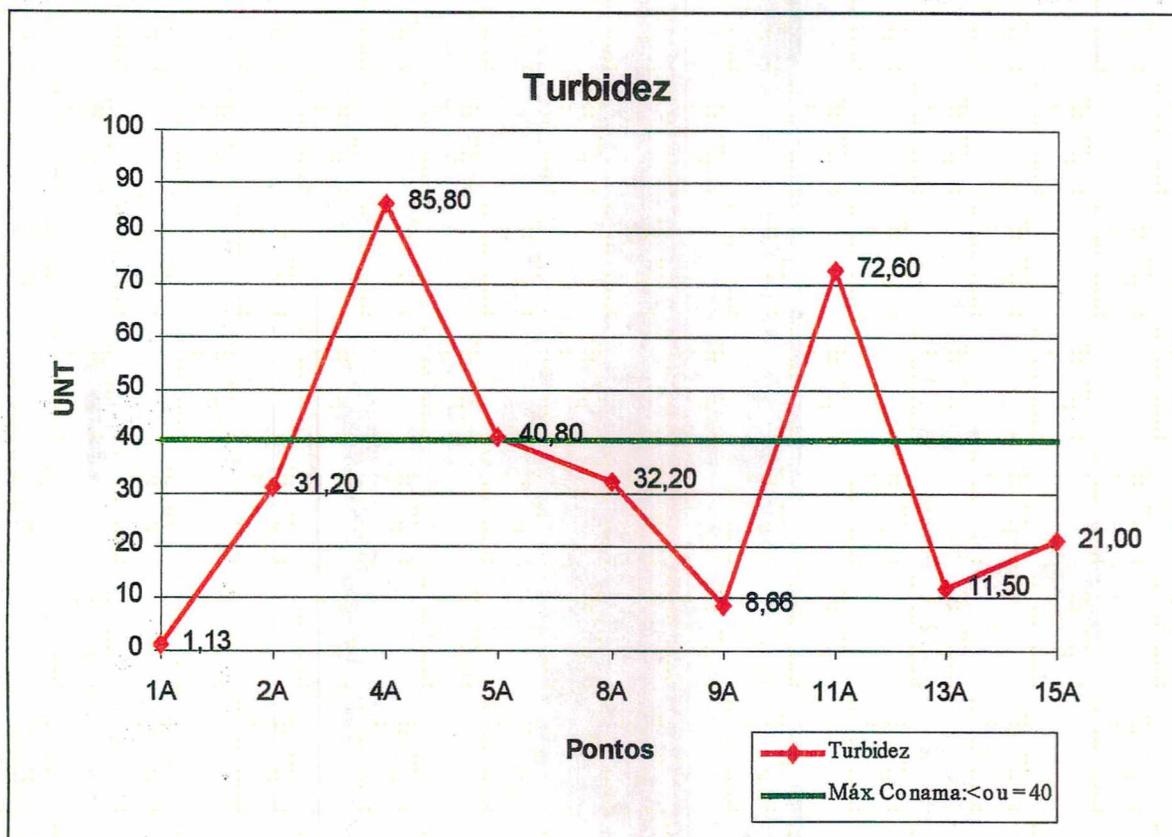
A turbidez é uma medida da resistência da água à passagem da luz, decorrente da presença de substâncias em suspensão (argila coloidal, areia, silte, limo, lodo), de matéria orgânica e inorgânica finamente dividida em estado coloidal e de organismos microscópicos que absorvem e dispersam os raios luminosos. em lugar de permitir sua passagem através da água.

“A principal causa da presença destes materiais na água é a erosão do solo pelas águas de rolamento e a do próprio leito do rio, além das contribuições de esgotos domésticos e industriais. Pode ser causada, também, por bolhas de ar finamente divididas, fenômeno que ocorre com certa frequência em alguns pontos da rede de distribuição ou em instalações domiciliares. (CASTRO 1997, p.s/no. ).

A turbidez natural das águas normalmente está na faixa de 3 a 500 N.T.U. Para fins de potabilidade, a turbidez deve ser inferior a 1 unidade.(CASTRO 1997).

Com relação a turbidez, o gráfico demonstra uma variação expressiva, especialmente no Lajeado Tormas, por tratar-se de uma área com intensa atividade agropecuária, e na Barragem Engenho Braun, ou pelo acúmulo de dejetos transportados pelas águas das sangas a montante da mesma, ou pela mais intensa atividade biológica, favorecida pela maior temperatura e pela estagnação das águas. Nas margens do reservatório, é freqüente o desenvolvimento de vegetação típica desses ambientes (“marrequinhas”, por exemplo).

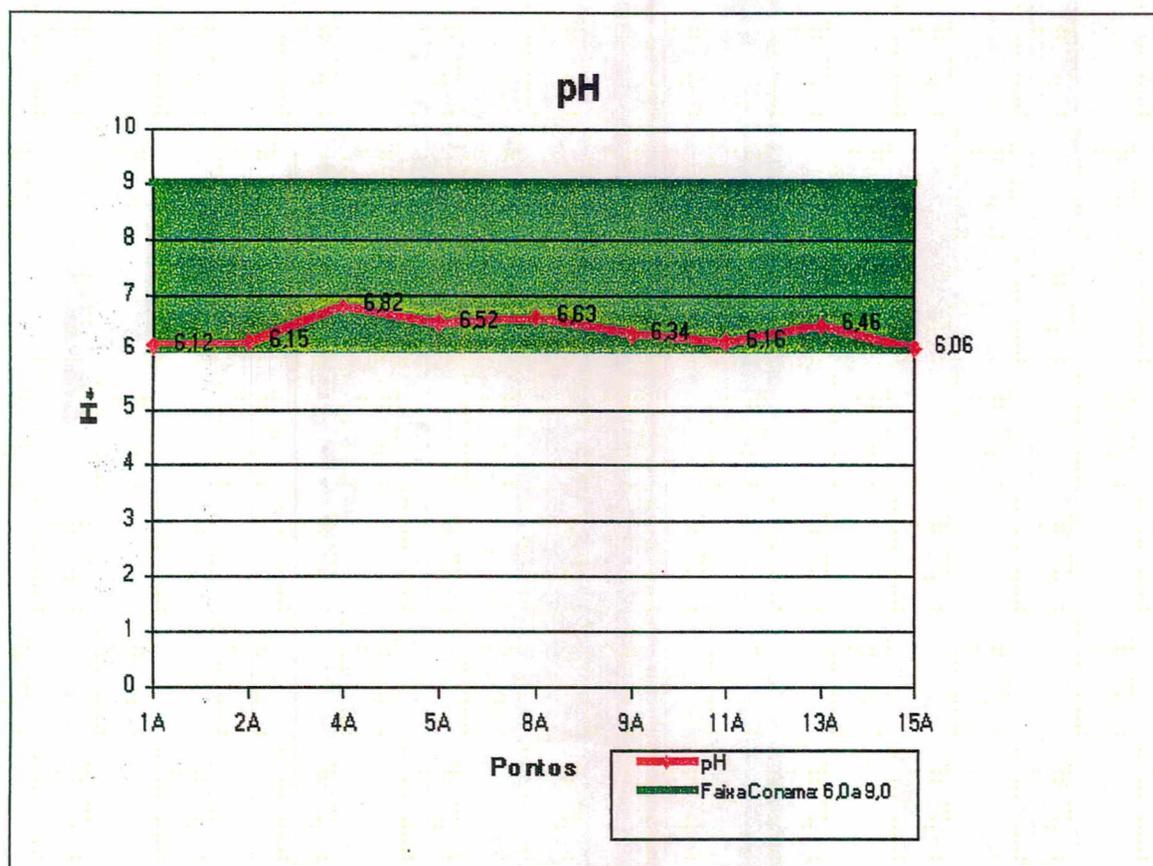
Segundo BASSI (1998 p.47) “o processo erosivo faz com que as partículas do solo desalojadas da superfície sejam transportadas pelas águas do escoamento superficial, podendo chegar até a rede de drenagem. Uma vez presente no escoamento dos rios, o sedimento é responsável pela elevação da turbidez da água.”



*Gráfico n.º 2 : A turbidez das amostras na Microbacia do Lajeado São José, são evidentes nos pontos 04 e 11, ultrapassando os limites do CONAMA.*

### pH (POTENCIAL DE HIDROGÊNIO)

A determinação do pH tem especial importância nas águas de abastecimento, dada a sua influência no processo de tratamento e no processo de corrosão das estruturas das instalações hidráulicas.



*Gráfico n.º 3: Concentração de pH nas amostras analisadas na Microbacia do Lajeado São José.*

Todas as amostras apresentam pH levemente ácido, dentro da faixa aceita pelo CONAMA. Porém, se não houver um controle da poluição nas águas desta microbacia a tendência é aumentar este índice comprometendo assim a qualidade da água.

#### DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

O conceito de DBO é muito importante em todos os estudos de poluição pois através dele é possível se determinar a “força poluidora” de qualquer resíduo orgânico. Em geral, os esgotos domésticos, constituídos essencialmente de matéria orgânica, apresentam uma DBO em torno de 300 a 400 mg/l, ou seja, cada litro de esgoto quando lançado a um

rio ou mar, consome de 300 a 400 mg de oxigênio, através da atividade biológica ou bioquímica. (BRANCO 1993).

“A matéria orgânica biodegradável presente nos esgotos é removida pela disposição no solo por uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos. Os primeiros, através da retenção da matéria orgânica, facilitam a ação química e biológica da decomposição. A oxidação biológica é o principal mecanismo responsável pela remoção dos materiais orgânicos solúveis no esgoto. Materiais orgânicos coloidais em suspensão contribuem com cerca de 50% da carga da DBO no esgoto cru, sendo removidos por sedimentação e filtração através da superfície solo-planta e da primeira camada orgânica do solo.” (PAGANINI 1997 p. 104).

Ainda, segundo este autor, na disposição de esgotos no solo por escoamento à superfície, a vegetação é indispensável, pois os processos de retenção e decomposição dependem dela, uma vez que é em sua primeira porção superficial (colo da planta) e em uma fina camada superficial do solo que será efetivamente estabilizada a matéria orgânica, reduzindo a DBO.

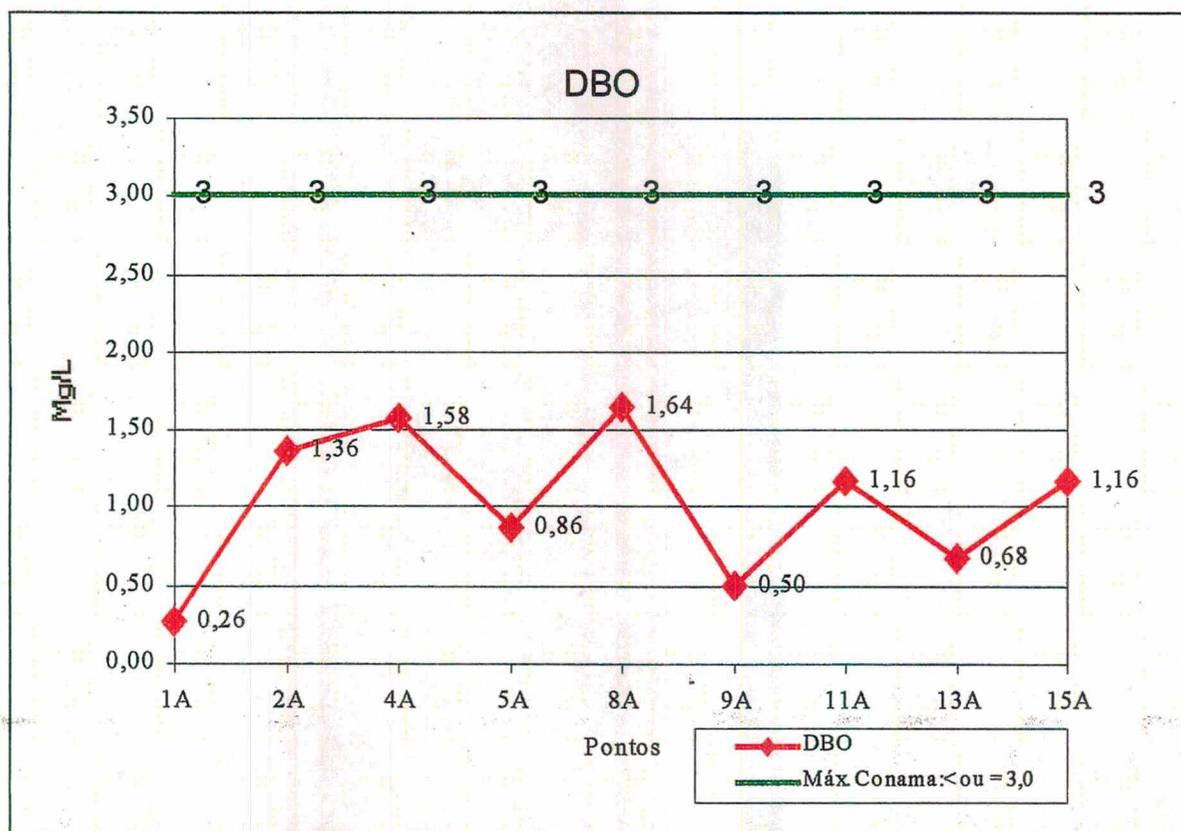


Gráfico n.º 4: Valores de DBO para as amostras da Microbacia do Lajeado São José

As análises realizadas mostram valores menores de DBO para as amostras referentes ao ponto branco (1A) e as Sangas dos Rosas, Negrão e Eldorado. Todos os valores obtidos, situam-se abaixo do valor máximo permitido pelo CONAMA, para as águas de Classe 1. Mesmo assim, há necessidade de se controlar os depósitos lançados nesta microbacia oriundos tanto da agropecuária como na área urbano-industrial.

### *OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)*

Segundo BRANCO (1993), outra conseqüência marcante no meio aquático em decorrência da poluição é a redução no teor de oxigênio dissolvido na água que ocorre em função do acúmulo de matéria orgânica. A decomposição desta é realizada por microorganismos que se reproduzem com rapidez e que necessitam de oxigênio para respirar.

O Oxigênio é um dos elementos químicos mais importantes na água e na natureza, devido às várias funções que exerce em atividades químicas e bioquímicas. A presença de OD é fundamental para a respiração da maioria dos organismos aquáticos e sua diminuição usualmente indica poluição orgânica da água, onde o consumo de oxigênio é proporcional à decomposição da matéria orgânica biodegradável através da atividade bioquímica e ou poluição química (oxidação de certos compostos).

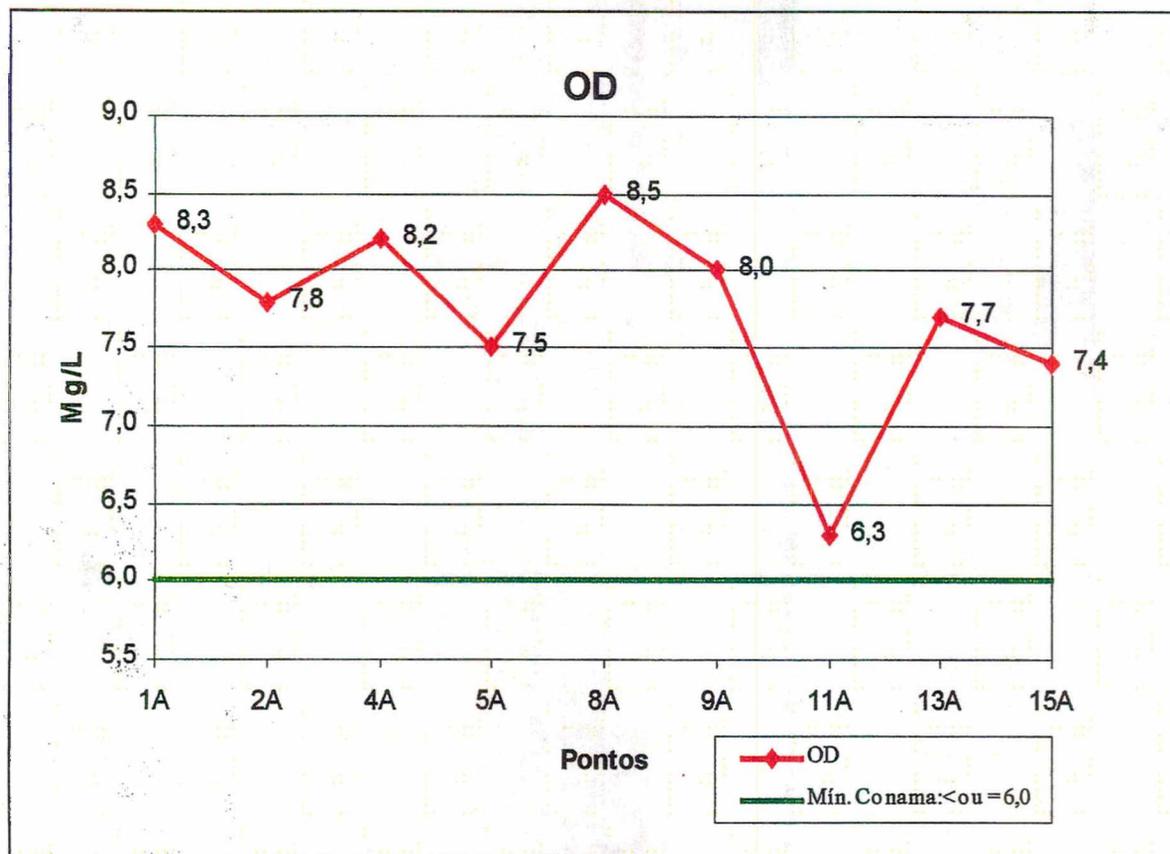


Gráfico n.º 5: Valores de OD para as amostras analisadas.

Assim como no caso da DBO, todos os valores para OD são aceitáveis, segundo as normas do CONAMA. O menor valor verificado, correspondente à Barragem Engenho Braun, relaciona-se certamente à menor movimentação das águas, devido ao represamento.

### COLIFORMES FECAIS E TOTAIS

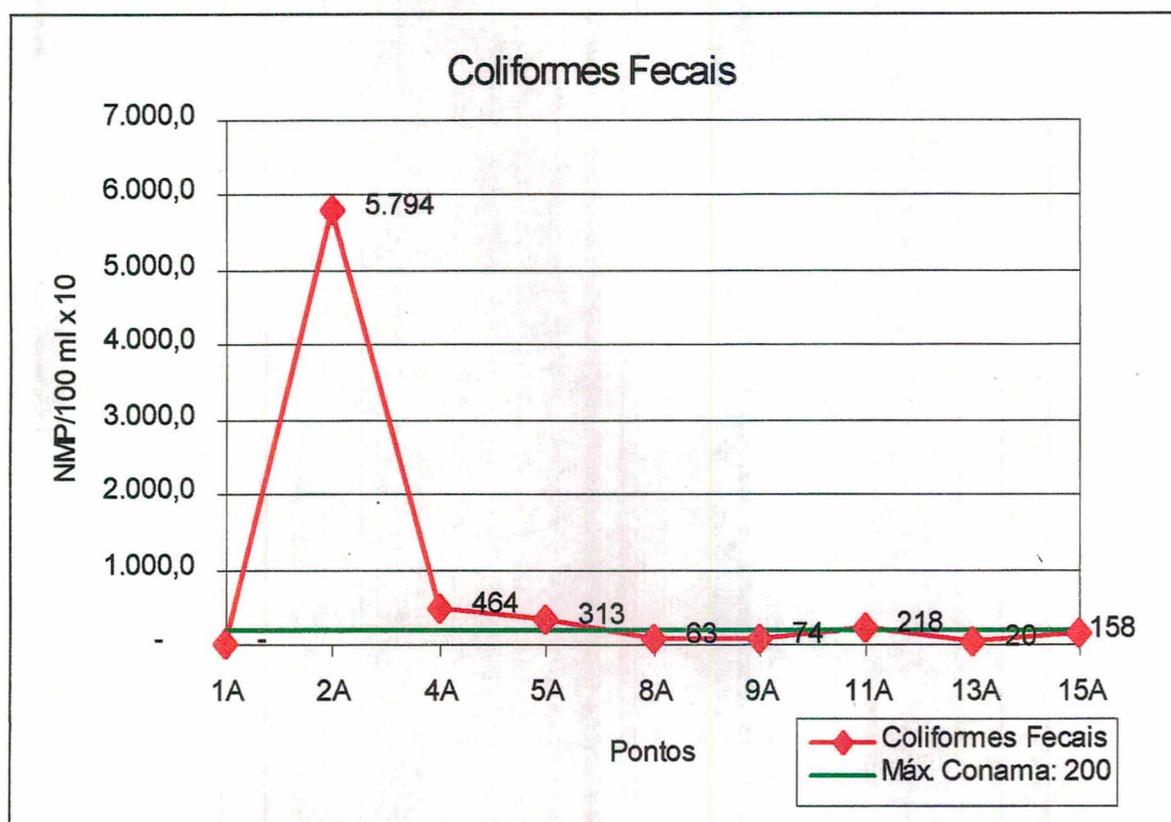
A presença de coliformes em determinadas concentrações, deve ser encarada como um sinal de alerta, indicando poluição e/ou contaminação fecal, principalmente quando ocorrem variações bruscas do número de coliformes na água examinada.

“A análise pode ser realizada em nível de coliformes totais e/ou fecais. Usualmente, só uma pequena parte dos coliformes totais não representam contaminação fecal. Geralmente seu aumento indica maior poluição fecal. O teste de coliformes fecais indica, realmente, contaminação por fezes, mas em algumas estações de pequeno porte e

do interior, às vezes, só o teste de Coliformes Totais é facilmente executável, servindo também no acompanhamento do tratamento da água de abastecimento.

O número de coliformes é expresso pelo denominado “número mais provável” (N.M.P.) que é obtido através de estudos estatísticos e representa a quantidade mais provável de coliformes existentes em 100 ml de água da amostra.

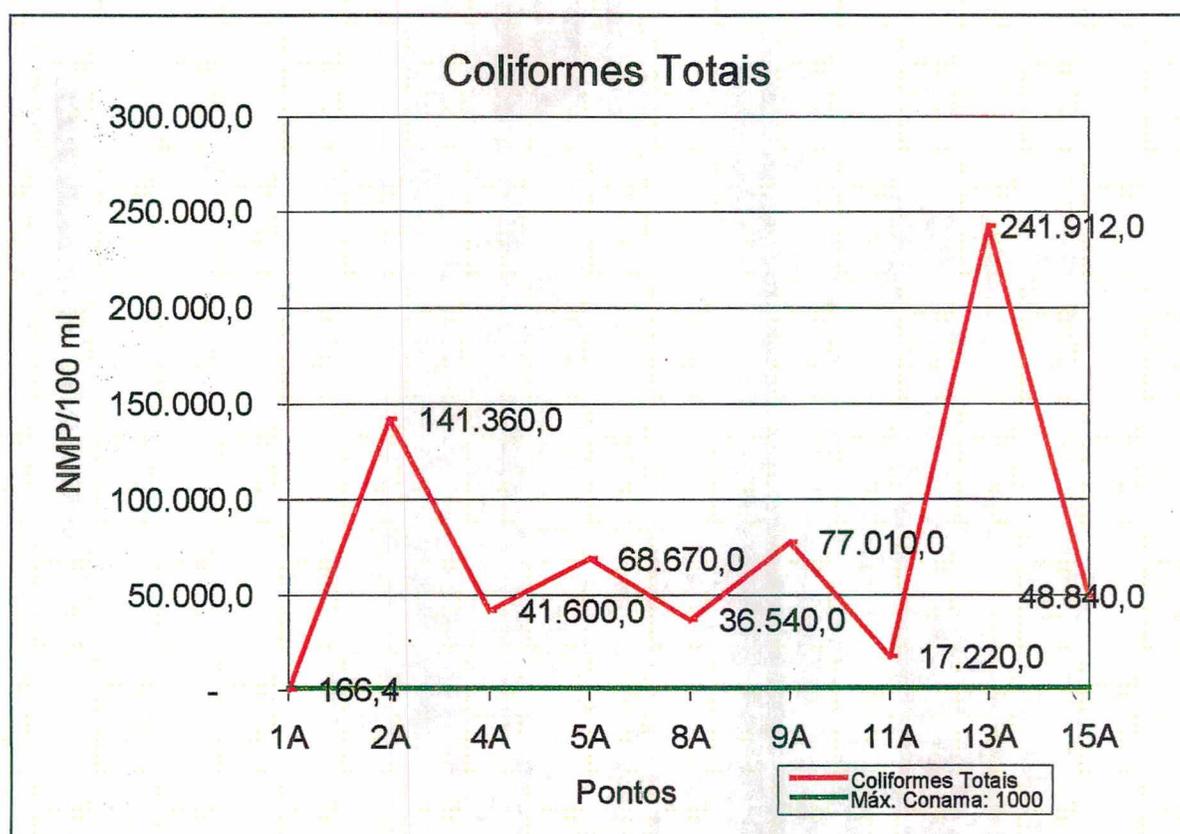
O exame de coliformes é recomendado para o controle de sistemas de abastecimento de água e, em particular, da eficiência do tratamento, podendo ser complementado por outros testes microbiológicos, tais como o de *estreptococos* e *salmonellas* (origem fecal). (CASTRO 1997, p.s/n.)



**Gráfico n.º 6: Coliformes fecais. Para este gráfico, o valor referente à amostra 2 (57.940) foi dividido por 10.**

Enquanto nas nascentes (amostra 1 A) há ausência de coliformes fecais e número de coliformes totais

bem abaixo do máximo tolerado pelo CONAMA, todas as outras águas analisadas apresentam elevado grau de contaminação por bactérias, e em especial, de coliformes totais. No caso da Sanga das Pombas (Amostra 2A), o número de coliformes fecais é extremamente elevado, o que implica provável contaminação por esgotos “in natura”, considerando que a mesma recebe dejetos domésticos, industriais e agropecuários advindos de uma criação de gado leiteiro e esgoto dos bairros Cristo Rei, Bela Vista e Alvorada.



**Gráfico 7: Concentração de Coliformes Totais nas amostras analisadas**

Segundo FELLEBERG (1980) a pecuária contribui com o despejo de uma grande quantidade de detritos orgânicos de origem animal. Estes ultrapassam freqüentemente em quantidade os detritos humanos. Aos detritos propriamente ditos, devem se acrescentar as águas de limpeza de instalação para ordenha, que contêm materiais de limpeza, restos de leite, de matéria fecais, e cujo volume é igual a cerca de 1  $\frac{1}{2}$  vez o do leite obtido.

Excetuando apenas estas águas de lavagem citadas por último, os detritos animais não deveriam ser lançados ao esgoto, e em hipótese alguma deveriam alcançar águas

superficiais ou lençóis subterrâneos. Estes detritos deveriam ser aproveitados para a obtenção de estrume e esterco, aproveitáveis na adubação de diversas culturas (até determinada proporção, compatível com o aproveitamento pelas mesmas culturas).

### SÓLIDOS DISSOLVIDOS E SUSPENSOS

Com base no tamanho das partículas, a matéria sólida contida na água pode ser separada através de um processo de filtração. A porção filtrada (que passa em filtros de porosidade pré-estabelecida) é denominada de sólidos dissolvidos (SD) e consiste, principalmente, de sais inorgânicos, contendo pequena quantidade de matéria orgânica. A porção retida no filtro corresponde ao material suspenso orgânico e inorgânico; os colóides não dissolvidos, com os sólidos suspensos, correspondem ao teor de sólido total.

No gráfico abaixo, observa-se pequena variação dos valores de SDT, inclusive para a amostra das nascentes, sugerindo que, à época da coleta, os processos erosivos seriam pouco atuantes (última chuva 4 dias antes da coleta).

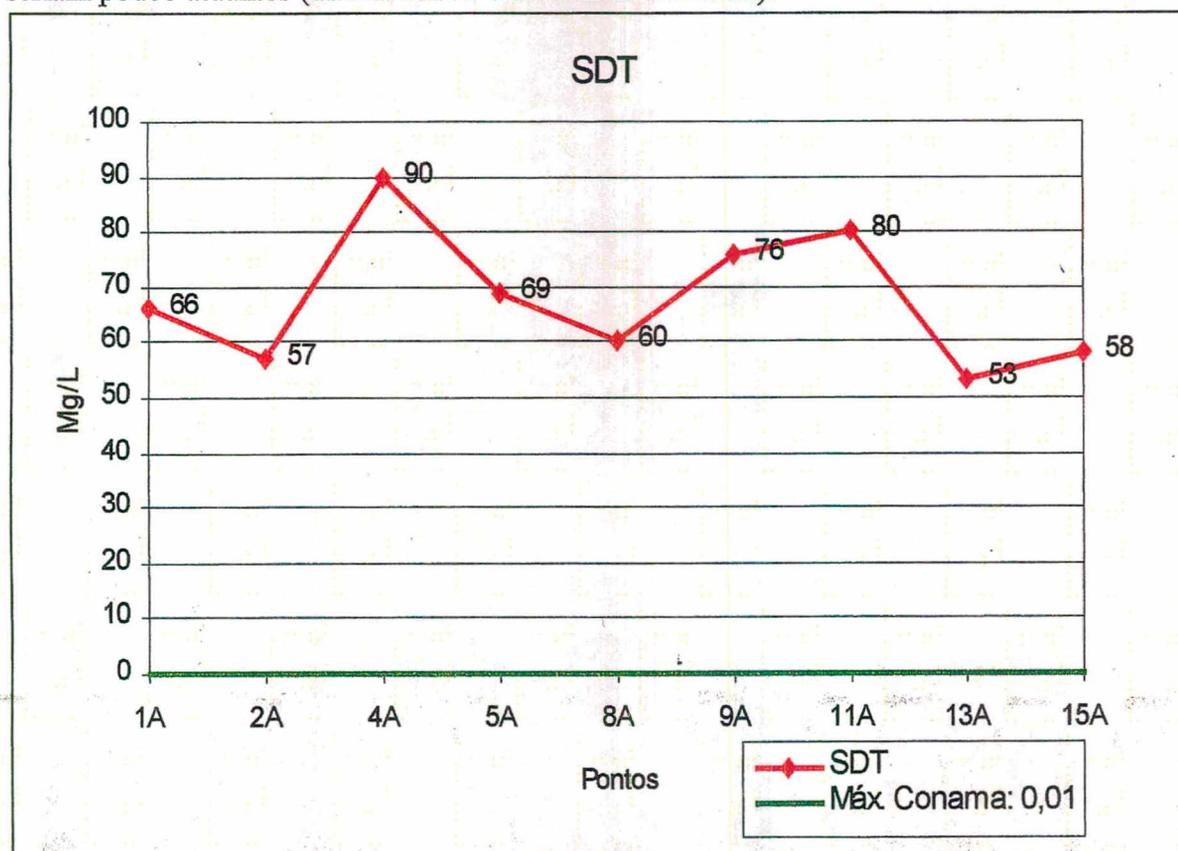


Gráfico n.º 8: Valores de SDT nas amostras realizadas

Percebe-se que os maiores índices de SDT encontram-se no ponto 04A no Lajeado Tormas, onde há uma grande concentração de chiqueirões, aviários e áreas cultivadas. No ponto 11A – Barragem Engenho Braun, local de captação das águas também apresenta grande concentração de sedimentos. Vê-se que todos os índices estão muito altos em relação ao CONAMA.

### *NITROGÊNIO*

O nitrogênio é um elemento extremamente importante na síntese de proteínas pelas plantas e pode vir a ser um fator limitante na produção de alimentos. Entretanto, o nitrogênio, como todo nutriente, pode causar problemas de superprodução de algas nos corpos receptores de estações de tratamento que não forem capazes de retirar ou, ao menos, reduzir a quantidade desse elemento. “Nos esgotos o nitrogênio pode aparecer de diversas formas, desde nitrogênio orgânico, amônia, até formas mais oxidadas com nitrito e nitrato.” PAGANINI, (1997)

“O nitrogênio presente no esgoto fresco está quase todo combinado sob forma de proteína e uréia; as bactérias, no seu trabalho de oxidação biológica, transformam o nitrogênio presente primeiramente em amônia, depois em nitritos, e depois em nitratos. A concentração com que o nitrogênio aparece sob essas várias formas indica a idade do esgoto e/ ou sua estabilização em relação à demanda de oxigênio. Os nitritos são muito instáveis no esgoto e oxidam-se facilmente para a forma de nitratos. Sua presença indica uma poluição já antiga e raramente excede 1,0 mg/l no esgoto ou 0,1 mg/l nas águas de superfície. Já os nitratos são a forma final de uma estabilização e podem ser aproveitadas por algas ou outras plantas para sintetizar proteínas que, por sua vez, podem ser utilizadas por animais para formar proteína animal. A decomposição e morte da proteína vegetal e animal, pela ação das bactérias, gera o nitrogênio amoniacal, assim o ciclo completa-se, num verdadeiro ciclo da vida. (PAGANINI 1997, p.118)

PAGANINI (1997), ainda ressalta que os casos de envenenamentos com nitratos são mais freqüentes nos primeiros três meses de vida das crianças. Extensas pesquisas efetuadas demonstram que a sensibilidade para metemoglobinemia (sic) está relacionada com o pH estomacal das crianças (igual ou maior do que 4). Isto permite que as bactérias produtoras de nitrato se desenvolvam no intestino delgado, reduzindo o nitrato para nitrito o qual é absorvido pela corrente sanguínea, convertendo a hemoglobina em metemoglobina. O pigmento alterado não irá transportar eficazmente o oxigênio, provocando asfixia.

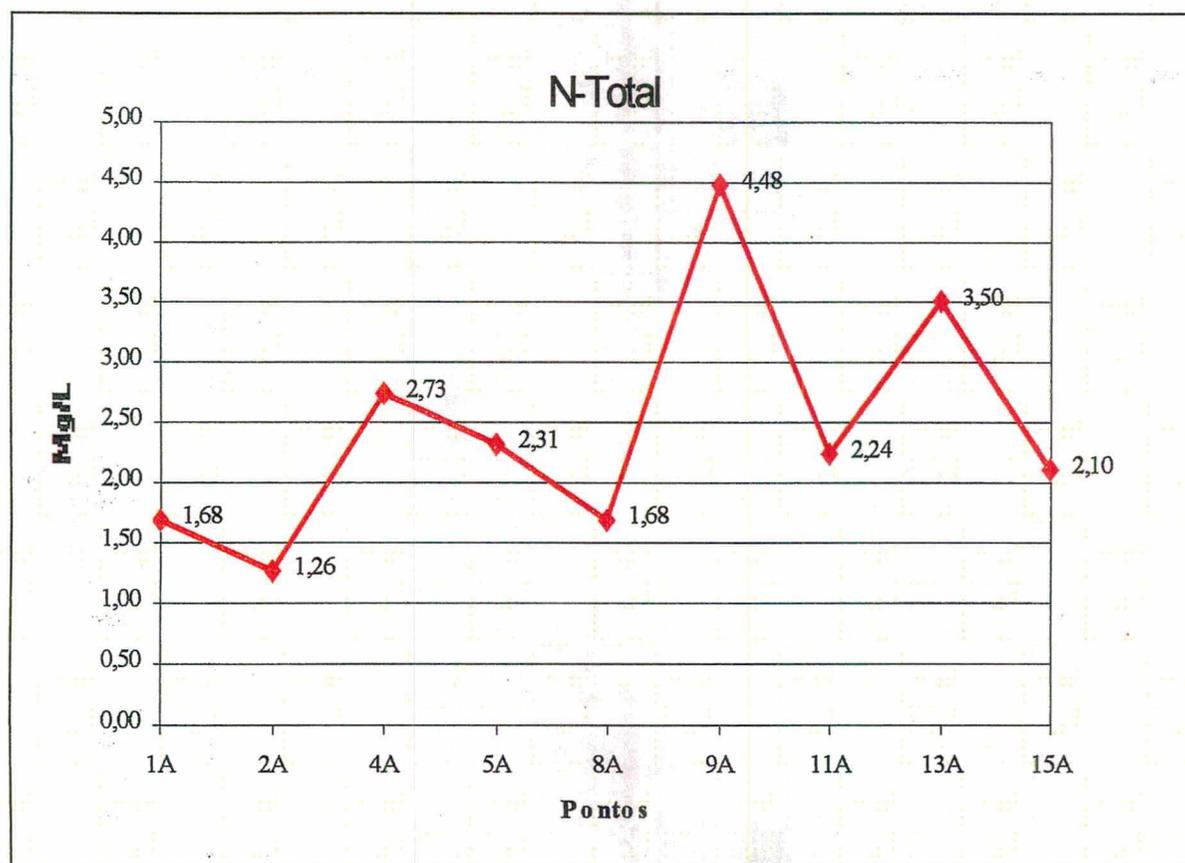


Gráfico n.º 9: Valores de nitrogênio nas amostras analisadas.

A presença de valores significativos de N-Total nas águas pode ser considerada como indicativo de poluição orgânica; observou-se maior índice na amostra 09 A, coletada na Sanga Negrão, a jusante de um haras com aproximadamente 50 cavalos, além de várias indústrias. Quanto ao ponto 13A na sanga Eldorado III, é o local que recebe dejetos domésticos de parte dos Bairros Cristo Rei e Bela Vista.

### FÓSFORO

“O fósforo não tem uma grande diversidade na valência para associar-se na oxidação e redução como o nitrogênio e o enxofre; por essa razão, a sua forma química não muda tão radicalmente no meio. Entretanto, o fósforo é parte importante dos ácidos nucleicos e dos compostos de transferência de energia, sendo, assim, essencial para as plantas, animais e crescimento microbiano.

Muitas formas do fósforo são indispensáveis às plantas e aos microorganismos pela sua baixa solubilidade; isso é particularmente mais acentuado nos compostos de ferro e de alumínio. Além disso, compostos

que contêm ferro podem ser incorporados no humo do solo, tornando-se indisponíveis.

O fósforo disponível pode ser absorvido por microorganismos ou por plantas e convertido em material celular. Quando as plantas e os animais morrem, o fósforo pode tanto liberar-se na solução do solo, como transportar-se para o humo, ou ser incorporado ao material celular de microorganismos.” (PAGANINI 1997, p. 127)

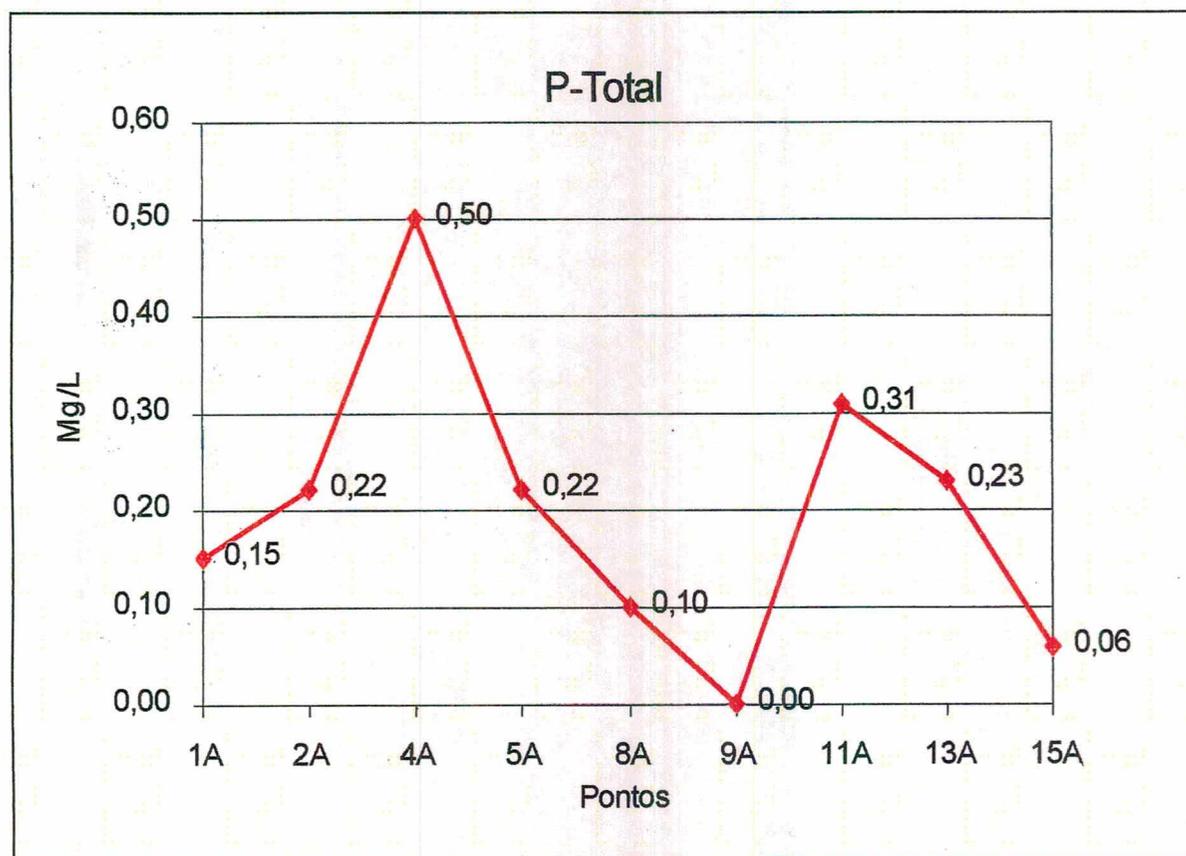


Gráfico n.º 10: Concentração de P-Total nas amostras realizadas.

O índice máximo de P-Total tolerado pelo CONAMA é de 0,025 mg/l e assim, como no caso do Nitrogênio, o fósforo, presente nas águas em teores significativos é indicador de poluição, ou por adubos e outros insumos agrícolas, ou por dejetos de suínos que são normalmente muito ricos nesse elemento, presente na ração animal. É o caso do ponto 4 A, no Lajeado Tormas, por situar-se em uma área de grande concentração de suínos, bovinos e aves, e cultivos de milho, soja, trigo, forrageiras etc.

## 5. METAIS PESADOS, USO DO SOLO E A ÁGUA A MONTANTE DA BARRAGEM ENGENHO BRAUN – MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ – CHAPECÓ(SC)

Trabalhos anteriores realizados no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC, por exemplo, SANTOS (1994); LOPES (1998); FURTADO *et al.* (2000) apontaram a provável relação entre teores anômalos de metais pesados em sedimentos de corrente e em águas, e os insumos utilizados na cultura de arroz.

As culturas realizadas na área estudada, especialmente milho, fumo, soja e trigo também requerem um grande número desses insumos, como fertilizantes, herbicidas, fungicidas, inseticidas e outros.

HADLICH (1998) propôs metodologia para avaliação de riscos de contaminação de água e solos por “defensivos agrícolas”.

FURTADO *et al.* (2000), bem como diversos outros autores, ressaltam que, para os estudos sobre a contaminação por agrotóxicos no meio ambiente, inúmeras dificuldades estão presentes como a grande diversidade de moléculas que existem no mercado, com mais de 450 ingredientes ativos homologados; a formação de sub-produtos resultantes de transformações biológicas e abióticas no solo; flutuações intra e inter-anuais decorrentes da persistência de cada agrotóxico; variação de datas de aplicação; e fenômenos de transporte, como volatilização, escoamento e erosão.

A presença de quantidades significativas de metais em fertilizantes em outros produtos químicos utilizados em lavouras, como apontam FURTADO *et al.* (2000), é conhecida desde o início da década de 60, e a quantidade presente varia de acordo com a matéria prima utilizada, bem como com as perdas e ganhos decorrentes do processo de fabricação; concentrações em Cd, Cr, Cu, Ni, Co, Zn e Ag são encontradas em fertilizantes fosfatados, enquanto que os nitrogenados possuem Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, e Ag, e os potássicos, Mn, Cu, e Cr. Estas quantidades via de regra excedem as concentrações destes elementos nos solos e, devido às culturas sucessivas, se acumulam gradativamente.

“As emissões de metais pesados constituem um perigo de primeiro grau,, pois (1) o comportamento de metais pesados em águas e sedimentos ainda não pode ser controlado na prática; e (2) as intoxicações por metais pesados se desenvolvem lentamente e muitas vezes só podem ser identificadas claramente após anos ou décadas. Ainda não se tem assim

uma noção correta da influência de intoxicações lentas e contínuas por metais pesados em muitas das doenças características do mundo desenvolvido, como nervosismo, pouca resistência frente a infecções, câncer, etc.” (FELLENBERG 1980, p. 95)

Nos mapas de uso e ocupação do solo da Microbacia do Lajeado São José (Mapas 3 e 4), verifica-se que, enquanto os afluentes da margem direita - dos quais foram amostrados o Lajeado Tormas, a Sanga dos Rosas, uma sanga sem denominação e a Sanga Caramuru - drenam áreas quase exclusivamente rurais, os afluentes da margem esquerda, especialmente os mais próximos à foz, passam por áreas já urbanizadas e conseqüentemente recebem a contribuição de esgotos domésticos, por exemplo, dos loteamentos Eldorado III, Bela Vista, Cristo Rei e Alvorada, além daquela relacionada a diversas indústrias frigoríficas, de refrigeração, metal-mecânicas, de plásticos e, de fibras.

Para determinação de metais, foram coletadas 15 amostras, sendo a maioria nos mesmos pontos relativos aos parâmetros de potabilidade (9), e as demais em outros pontos, selecionados visando melhor esclarecer o tema proposto.

**TABELA 5: AMOSTRAS PARA ANÁLISE DE ÁGUA (METAIS)**

PONTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (W.Gr)		COORDENADAS (UTM)		DESCRIÇÃO
	LONG.	Lat.	N	E	
1	LONG. 52°39'11"	Lat. 26°59'14"	N=7013889.0000	E=335964.0000	Ponto "Branco"
2	LONG. 52°38'53"	Lat. -27°05'26"	N=7002444.0000	E=336608.0000	Sanga das Pombas
3	LONG. 52°37'45"	Lat. -27°05'19"	N=7002694.0000	E=338448.0000	Saída da ETA - CASAN
4	LONG. 52°39'00"	Lat. -27°01'09"	N=7010374.0000	E=336301.0000	Lajeado Tormas
5	LONG. 52°39'15"	Lat. -27°05'08"	N=7003002.0000	E=336003.0000	Sanga dos Rosas
6	LONG. 52°39'49"	Lat. -27°03'26"	N=7006113.0000	E=335012.0000	Sanga (sem denominação)
7	LONG. 52°38'02"	Lat. 27°01'39"	N=7009453.0000	E=337933.0000	Vonpar
8	LONG. 52°38'17"	Lat. 27°00'19"	N=7011914.0000	E=337467.0000	Sanga (Mel)
9	LONG. 52°38'46"	Lat. -27°04'50"	N=7003566.0000	E=336776.0000	Sanga Negrão
10	LONG. 52°38'46"	Lat. -27°02'12"	N=7008426.0000	E=336715.0000	Fibratec Indústria Comércio Ltda.
11	LONG. 52°39'25"	Lat. -27°05'45"	N=7001863.0000	E=335742.0000	Barragem Engenho Braum
12	LONG. 52°38'55"	Lat. -27°03'52"	N=7005360.0000	E=336519.0000	Loteamento Eldorado III (Banhado)
13	LONG. 52°38'23"	Lat. -27°04'03"	N=7005015.0000	E=337404.0000	Frigosul Refrigeração e Implementos Rodoviários Ltda (Fundos)
14	LONG. 52°38'15"	Lat. -27°04'04"	N=7004977.0000	E=337616.0000	Frigosul Refrigeração e Implementos Rodoviários Ltda (Frente)
15	LONG. 52°40'13"	Lat. -27°04'56"	N=7003339.0000	E=334376.0000	Sanga Caramurú

As análises (tabela nº. 6) foram realizadas sob a orientação do Professor Dr. Roldão Roosevelt Urvedo de Queiroz do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina.

**TABELA 6 : RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS METAIS PESADOS NA ÁGUA DA MICROBACIA DO LAJEADO SÃO JOSÉ EM mg/l.**

Amostras	ELEMENTOS									
	Pb	Hg	Ni	Ag	Al	Cu	Fe *	Mn	Zn	Cd
1	15	0.001	0.08	0.04	10.7	3.0	19.0	5.4	9.4	0.028
2	16	0.001	0.10	0.02	11.4	4.0	22.0	5.6	9.6	0.036
3	14	0.002	0.16	0.02	11.2	4.1	26.0	5.5	10.2	0.020
4	20	0.003	0.18	0.06	11.6	5.1	18.4	5.5	11.6	0.028
5	19	0.002	0.14	0.03	22.1	2.8	12.6	5.8	12.8	0.03
6	16	0.001	0.20	0.08	22.4	3.2	24.2	6.2	10.9	0.028
7	10	0.002	0.21	0.06	23.2	2.9	25.3	7.8	9.8	0.032
8	14	0.003	0.26	0.04	23.4	3.1	26.4	8.2	10.6	0.032
9	21	0.001	0.10	0.08	23.6	3.2	27.9	10.4	12.4	0.027
10	24	0.001	0.09	0.09	23.1	3.6	28.6	10.2	12.1	0.029
11	21	0.002	0.09	0.11	34.0	4.1	21.2	10.1	11.9	0.031
12	26	0.003	0.12	0.10	34.2	4.2	20.6	9.6	10.6	0.015
13	D <sup>3</sup>	0.001	0.14	0.09	34.1	4.4	20.8	11.2	10.8	0.018
14	D	0.001	0.16	0.12	34.8	5.2	22.4	9.4	10.7	0.029
15	D	0.001	0.18	0.12	34.6	5.8	20.9	11.2	12.6	0.026
CONAMA	03	0.0002	0,025	0,01	0,1	0,02	0,3	0,1	0,18	0,001

**Observações:**

- pH – Análise efetuada – EPAGRI – Chapecó-SC – Químico responsável: Lauro Bassi
- Análises efetuadas em ICP-MS, no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Qco. Responsável: Roldão Roosevelt Urvedo de Queiroz
- A amostra do ponto 1 corresponde ao “ponto branco”.

Elem. – Elemento

Am. - Amostras

- Nd: Abaixo do limite de detecção 0,01 mg/L

- Ferro total  $\{Fe(II)+Fe(III)\}$  - redução com  $NH_2OH.HCl$  A 10%; complexação do  $Fe(II)$  com 1-10 fenantrolina ( $\lambda_{max.}=530nm$ )- espectrometria de absorção molecular ( $N=5$  e  $d\leq 2\%$ );
- Para os demais, absorção atômica em chama ou ICP-MS ( $N=5$  e  $d\leq 10\%$ ). ( $N$ =Número de determinações).
- Hg, Ag, Al – absorção atômica em chama.

Nos gráficos, tabelas e mapas apresentados no decorrer do texto, os números da primeira coluna das tabelas correspondem aos do mapa da amostragem (Mapa 5) e aos dos gráficos. Organizou-se, também, um quadro comparativo dos padrões internacionais de qualidade da água potável (tabela nº 7), e apresenta-se uma tabela resumindo as principais fontes e efeitos dos elementos estudados, conforme CASTRO (1997).

TABELA N.º 7: QUADRO COMPARATIVO DOS PADRÕES INTERNACIONAIS DE QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL

Parâmetros	Unid.	O.M.S.*		USPHS ** limite recom	ABNT***		AWWA ****	Níveis Máx. Dec. Fed. 79637177 Port. Nº 56/85b	Comuni-dade Europeia	Alemanha	Brasil (Res. 20/86 CONAMA)	Sta. Catari-na Lei 14250/81	CASAN SC - Chapeco	EPAGRI Chapeco - SC VMP	ETA Chapeco - SC
		Máximo desej.	Máximo permis.		Máximo desej.	Máximo permis.									
Turbidez	mg/l SiO <sub>2</sub>	5	25	5	1	5	0,1	-	-	-	≤ 40	-	2	5,0	-
OD	mg/l							> 5		≥ 4	≤ 6	-	1,5	-	-
DBO	mg/l							< 5		A <sup>(12)</sup> 3	≤ 3	-	-	-	-
PH	mg/l	7 a 8,5	6,5 - 9,2	-	-	6		6,5 - 9,0 Ag <sub>2</sub>		6,0 - 9 A <sup>(12)</sup>	6,0 - 9,0	-	6,8 - 7,2	6,0 - 10	-
Temperat.	°C							22		-	-	-	-	-	-
Cádmio	mg/l Cd		0,01					0,001		0,005	0,001	-	0,005	-	0,02
N-TOTAL	mg/l														
P-TOTAL	mg/l														
Chumbo	mg/l Pb		0,1			0,1	0,05	0,1	0,05	0,03	0,03	-	0,05	-	0,14
Cobre	mg/l Cu	0,05	0,5	1		3	0,2	1,0	0,03	0,03	0,02	-	* 1,0	4,10	
Alumínio	mg/l Al							0,1		-	0,1	-	* 0,2	11,20	
Ferro	mg/l Fe	0,1	1	0,3		0,3		1,0		-	-	-	* 0,3	26,0	
Níquel	mg/l Ni							0,05 Com Europeia		0,03	0,025	-	-	0,16	
Manganês	mg/l Mn	0,05	0,5	0,05		0,1	0,01	0,5	0,05	0,1	0,1	-	-	5,5	
Mercurio	mg/l Hg		0,001					0,002	0,001	0,0005	0,0002	-	0,001	0,02	
Nitrogénio Nitrito	mg/l NO <sub>2</sub>	45		45						-	10	-	10		
Coli. Tot.	Nº/100ml								5000	ausente	1000	ausentes	ausente	0	
Col. Fec.	Nº/100ml										200	ausentes	ausente	0	
Sól. Tot Dissolv.	mg/l			500						400	0,01	-	1000	-	
Prata	(Ag)							0,01		-	-	-	0,05	0,02	
Zinco	mg/l ZnO <sub>4</sub>	5	15	5		15	1	5,0	5,0	0,5	0,01	-	* 5,0	10,20	

ETA - Estação de Tratamento da Água - CASAN - CHAPECO-SC  
Adaptado: SANTA CATARINA - FATMA - GTZ, 1998a  
CASAN - Portaria Nº 36/GM - Janeiro 1990 do Ministro da Saúde

Fontes:

- 1\* OMS - Organização Mundial de Saúde
- 2\*\* USPHS - Serviço de Saúde pública dos Estados Unidos
- 3\*\*\* ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- 4\*\*\*\* AWWA - Associação Americana de Tratamento D'Água
- 5 Legislações:

- 5.1. Diário Oficial da União (30.07.1986)
- 5.2. Legislação Ambiental (FATMA/1988)
- 5.3. Legislação Estadual (CETESB/1988)

6. Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 2 (Landesumweltamt Nordrhein Westfalen, Essen, 1989)

Ag<sub>2</sub> - Valor recomendável - Com. Europeia

VMP - Valor Máximo Permissível para água potável - EPAGRI - SC

UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez

A<sup>(12)</sup> - Valor máximo tolerável na Alemanha

≤ - Menor ou igual

≥ - Maior ou igual

Organização: Odete C.L. Gonçalves

**TABELA 8: METAIS PESADOS, FONTES E POSSÍVEIS EFEITOS NA SAÚDE**

ELEMENTO	FONTE	EFEITOS
Merúrio*	Carvão, Baterias Elétricas, outras indústrias	Danos nervosos, Morte
Cádmio*	Carvão, Mineração de ZN, Lonas de freio, Fumaça de cigarro	Doenças cardiovasculares, Hipertensão
Cobre*	Canos d'água, Controle de algas, Indústria	Danos ao fígado, Tóxico as plantas
Chumbo*	Descarga de canos	Dano ao cérebro, Convulsões
Cromo*	Acabamento de metais, Curtumes	Carcinogênico
Zinco*	Acabamento de metais, Mineração, Carvão	Efeitos no pulmão, Falhas no crescimento
Alumínio*	Abundante na crosta terrestre	Tóxico às plantas
Manganês*	Mineração e metais	Relativamente não tóxico

Fonte: CASTRO, (1997).

### CHUMBO (Pb)

Para BRITO (1988, p 154),

“o chumbo possui compostos importantíssimos, de largo uso industrial como os óxidos, acetato, hidróxido, carbonato, nitrato, sulfato, sulfeto, sais duplos, etc. Sem dúvida alguma, um de seus mais importantes compostos é o chumbo tetraetila (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb o qual é um líquido viscoso, incolor, volátil, de odor agradável, o que era adicionado à gasolina como substância anti-detonante, para melhorar o rendimento de motores à explosão.”

Enquanto que para LARINI (1987, p.136),

“O chumbo ocorre como contaminante ambiental em consequência de seu largo emprego industrial, destacando-se, entre outras, a indústria extrativa, petrolífera, de acumuladores, de tintas e corantes, cerâmica, gráfica e bélica. Ainda, a contaminação da água pelo chumbo, em áreas urbanas e suburbanas, tem sido objeto de estudos de inúmeros pesquisadores. A OMS sugere o limite aceitável de chumbo, na água potável, seja de 50 µg /l ou (0,05 ppm).”

Segundo o mesmo autor, com relação às quantidades de chumbo introduzidas diariamente no organismo humano, tem-se um valor de 300 a 400 µg, que correspondem, fundamentalmente, aos alimentos (220 a 400 µg), água (10 a 100 µg) e o ar urbano (20 a 80 µg).

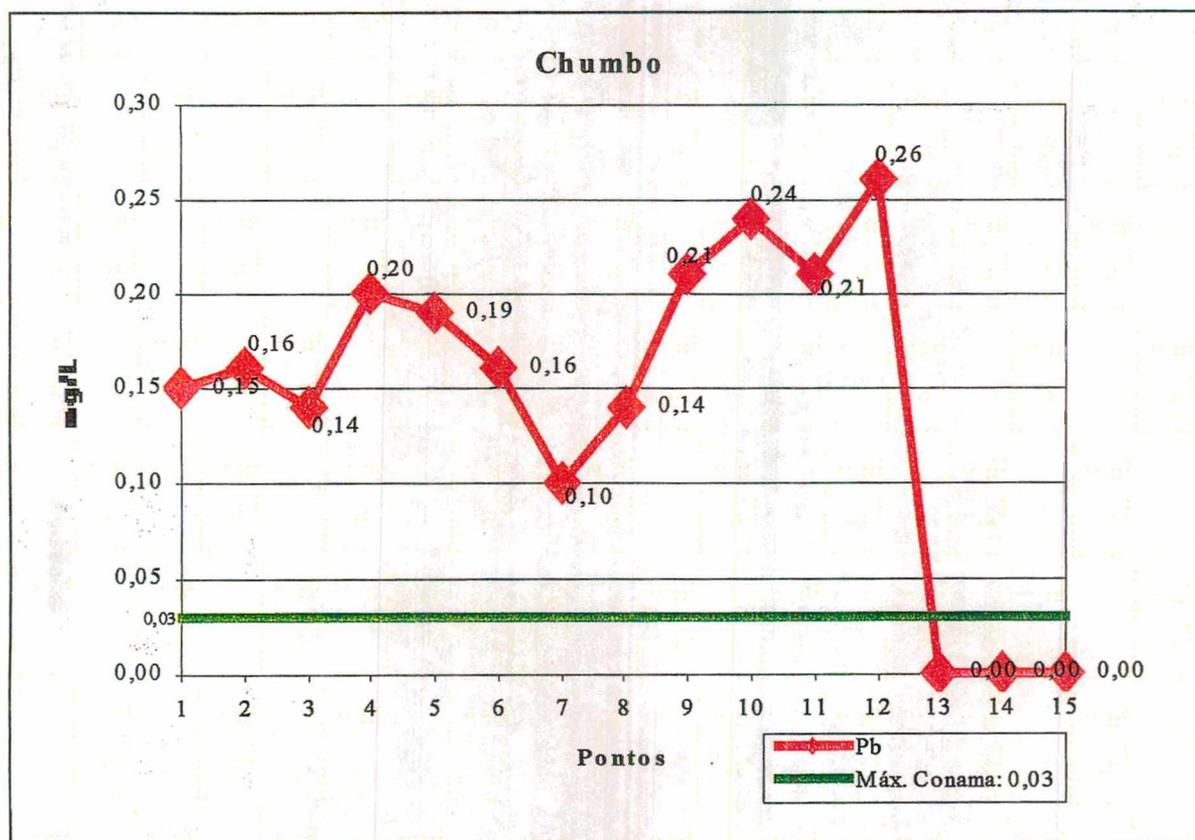
Estes aspectos considerados, demonstram que o chumbo participa intensamente no meio ambiente em que o homem vive e sua concentração ambiental varia de local para local.

Quanto ao grau de intoxicação do homem, pode ocorrer a curto, médio ou longo prazo, dependendo do grau de contaminação pelas fontes diretas da água, alimentos e ar.

O chumbo absorvido é expelido principalmente através da urina e fezes. Os rins excretam quantidades elevadas de chumbo somente quando a concentração sanguínea é elevada, e uma correspondência entre o chumbo urinário e absorvido é encontrada somente para os compostos orgânicos. As glândulas salivares, o suor, o leite e a esfoliação da pele desempenham um papel secundário na excreção do agente tóxico.

O chumbo provoca diversas alterações bioquímicas, todas elas deletérias, não existindo evidências de uma função essencial do mesmo no organismo.

Com relação à toxicidade, LARINI (1987), afirma que o chumbo pode provocar alterações nas estruturas terciárias de moléculas bioquímicas e, ao mesmo tempo, alterar ou destruir a função bioquímica normal. As ações tóxicas no organismo contribuem com o aparecimento da anemia, tremor muscular, convulsões, perda de memória e da capacidade de concentração, deficiência renal. Os valores considerados normais e os limites de tolerância biológicos (LTB) regulamentados pela Portaria N.º 12, de 06/06/83, da Secretaria de Segurança do Trabalho que altera a NR-J relativa aos índices biológicos (IBEs), considera normal a presença de até 40  $\mu\text{g}$  /dl de chumbo no sangue e até 65  $\mu\text{g}$ /l de chumbo na urina.



**Gráfico n.º 11: Teores de chumbo nas amostras de água da Microbacia do Lajeado São José**

ALLOWAY & AYRES (1995) comentam que o chumbo é um elemento não essencial que atua como uma neurotoxina, e que uma das principais fontes de poluição do chumbo no ambiente são os pesticidas.

Os valores de Pb nas amostras da Microbacia do Lajeado São José, de maneira geral, são muito altos, ultrapassando todos os limites dos padrões internacionais de qualidade de água potável, com exceção das amostras 13,14 e 15 (Gráfico 11); mesmo o ponto 1, considerado “ponto branco” e localizado em uma nascente com mata nativa, mostrou teores elevados para este elemento, que permanecem mesmo na amostra de água tratada da ETA de Chapecó (amostra 3).

Quanto as amostras 13, 14 e 15 há necessidade de realizar outras análises investigando a diferença apresentada no gráfico.

### NÍQUEL (Ni)

O níquel é um elemento que apresenta, nas amostras estudadas, teores bem acima do limite máximo permitido pelo CONAMA 020/86 (Tabela 7), inclusive no ponto 1, que, embora possua o menor valor, está acima da legislação. Nos demais, o valor é mais elevado. Na literatura, são escassos os trabalhos que abordam este elemento, bem como os problemas decorrentes de sua presença. FURTADO *et al.* (2000) constata valores extremamente elevados para este elemento em uma área de rizicultura na bacia do Rio D'Una, especialmente no período de safra do arroz (esvaziamento das canchas).

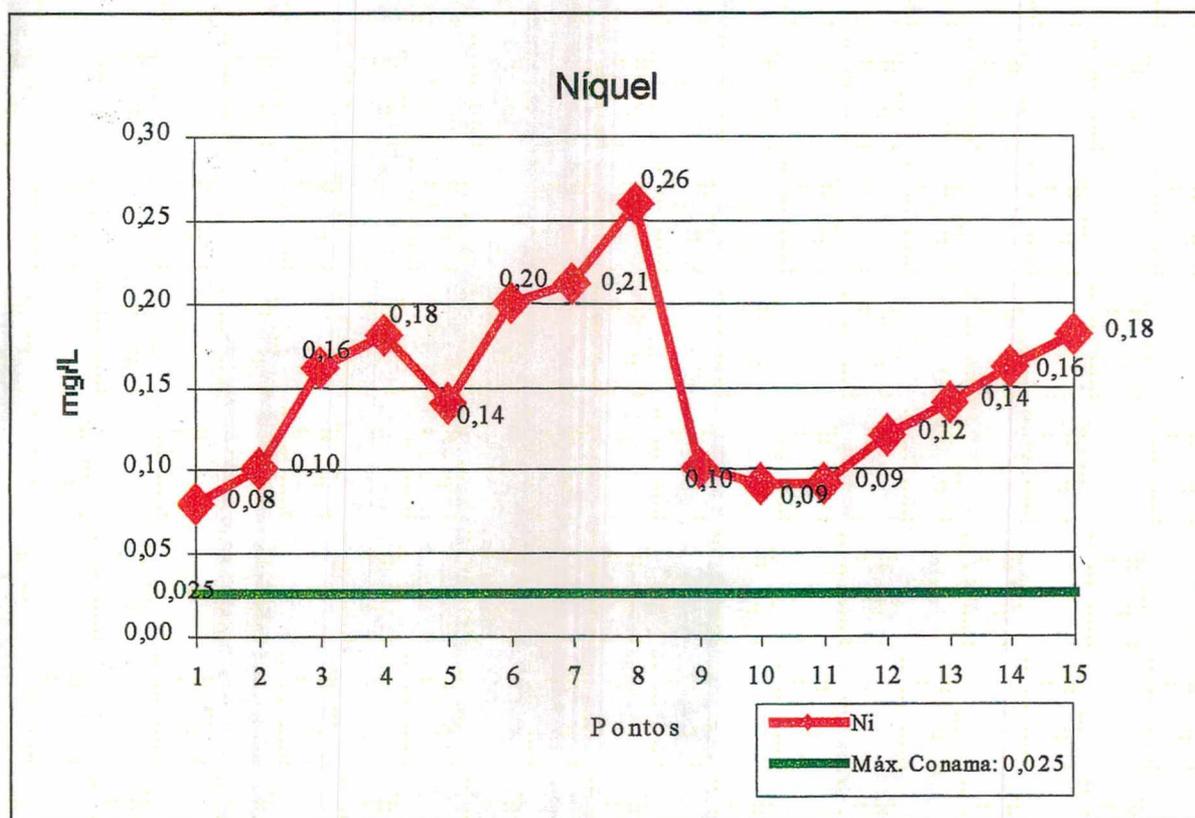


Gráfico n.º 12: Teores de Níquel nas amostras da água da Microbacia do Lajeado São José

### PRATA (Ag)

Conforme BRITO (1988) a prata metálica em si é pouco tóxica, porém seus compostos são tóxicos pois, combinam-se com as enzimas sulfidriladas, envenenando-as

pela formação de sulfetos de hemiprata com radicais de sulfidril. Além disto, os sais de prata se combinam com diversas frações biologicamente importantes como radicais amino, imidazol, carboxil e fosfato. Os valores detectados para este elemento situam-se, também, acima dos limites legais, especialmente nos pontos 11, 14 e 15.

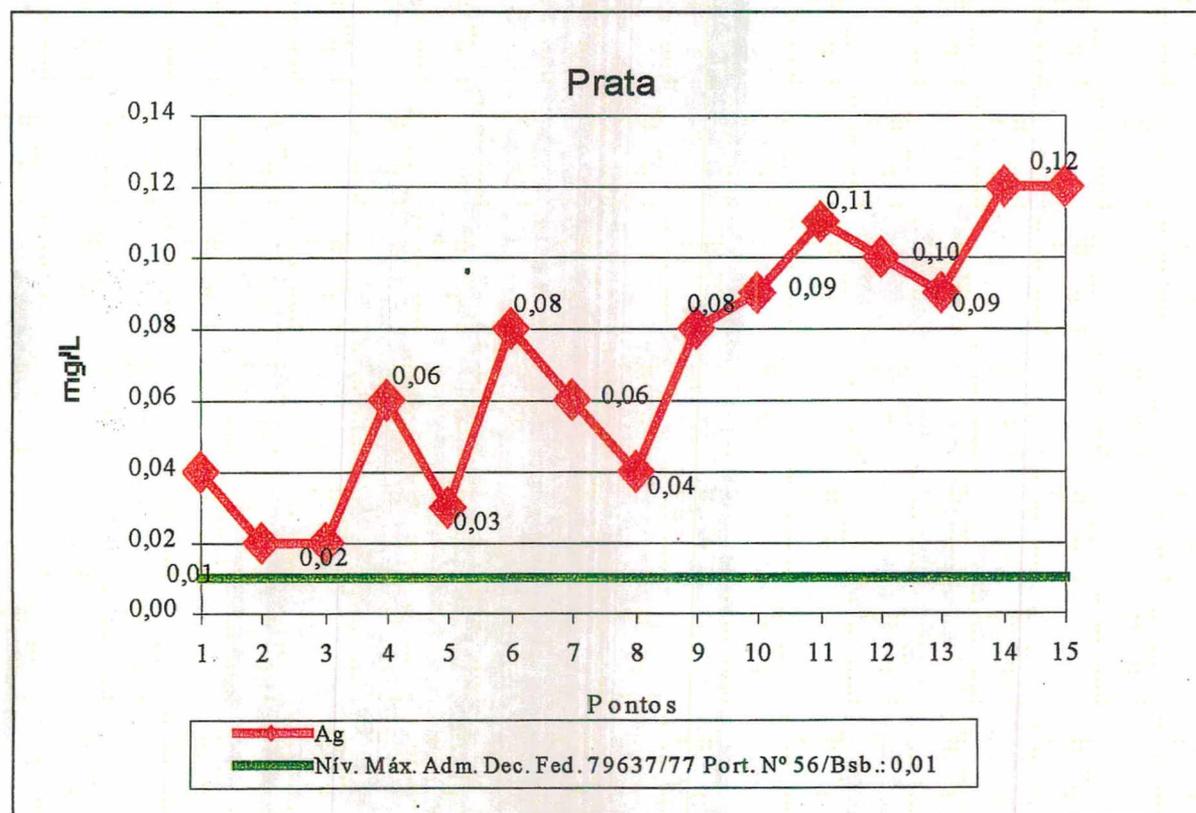


Gráfico n.º 13: Teores de prata nas amostras da água da Microbacia do Lajeado São José

### MERCÚRIO (Hg)

Os valores detectados para Hg, embora acima do limite do CONAMA 02/86, não mostraram uma variação sugestiva de diferenças significativas nos diversos pontos amostrados. Entretanto, vale lembrar que concentrações de Hg acima das permitidas são problemáticas ao meio ambiente, especialmente devido aos processos de concentração ao longo da cadeia alimentar.

Especialmente considerando o tipo de rochas e solos existentes na área, é evidente que a presença de teores maiores de mercúrio no meio ambiente é resultado de sua utilização na indústria e na agricultura. No setor industrial, é utilizado em pinturas,

catalisadores, produtos farmacêuticos, na produção de pesticidas (fungicidas e herbicidas), e outras finalidades, resultando em resíduos industriais altamente contaminantes.

Segundo BRITO (1988), a absorção mesmo de pequenas quantidades de mercúrio num período prolongado de tempo, causará o aparecimento de transtornos digestivos e nervosos, finalizando com a caquexia mercurial (fraqueza).

Para LARINI (1987), no homem, o mercúrio orgânico absorvido, ligado a proteínas de peixes, sofre a ação do suco gástrico, liberando metil-mercúrio sob a forma de cloreto, que sendo transportado, localizar-se-á nas células nervosas e particularmente no cérebro.

Ainda segundo este autor, em indivíduos não expostos ao mercúrio inorgânico a concentração do metal nos rins, conseqüente da contaminação normal na água, alimentos e ar oscila de 10 a 30 Mg/100 g. Nas intoxicações por sais inorgânicos, concentrações de mercúrio nos rins de 7 mg/100 g tem sido encontradas. O mercúrio é também excretado na saliva, suor, leite e pela extensa área cutânea.

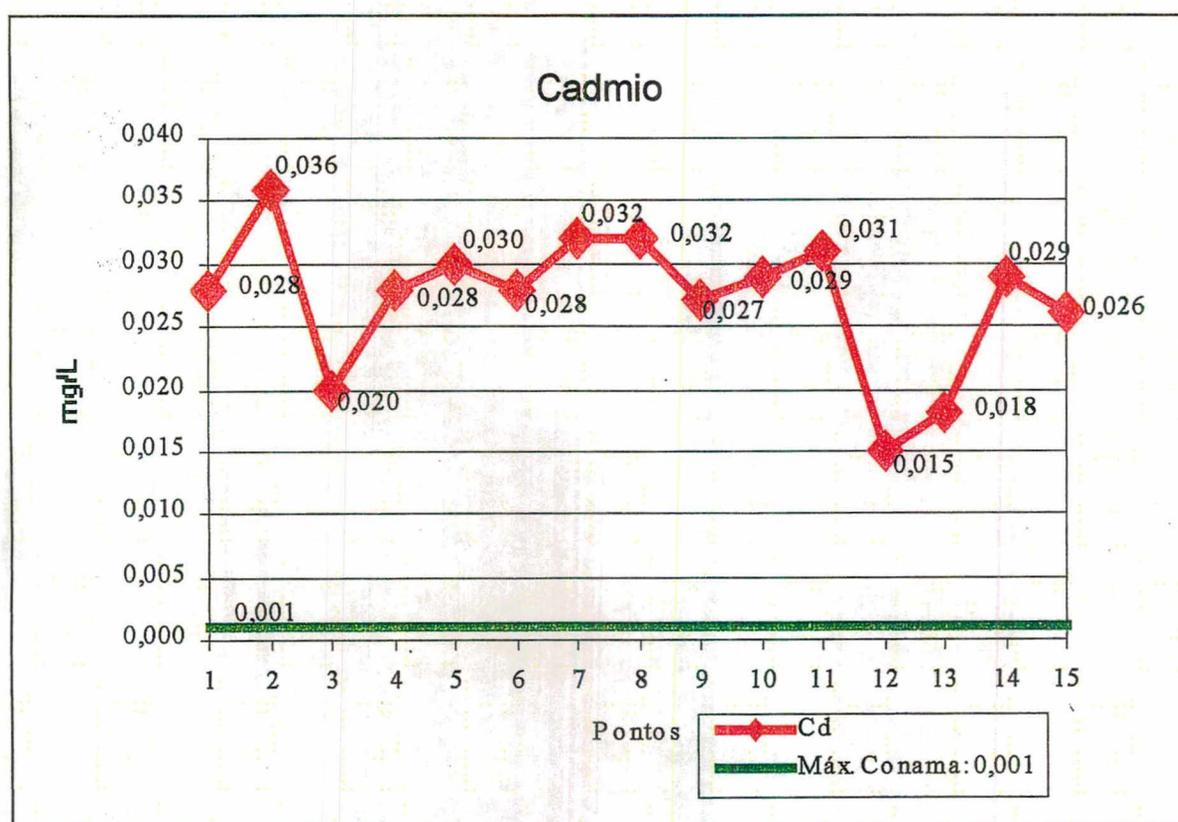
### *CÁDMIO (Cd)*

O cádmio se encontra nos seres vivos, animais e vegetais, nos alimentos e na atmosfera de centros industrializados. A sua concentração na água, solo, ar e alimentos varia consideravelmente, dependendo dos depósitos naturais e poluição ambiental. O cádmio tem muitas aplicações na tecnologia moderna, sendo usado na fabricação de pigmentos, em baterias de níquel e cádmio, em células fotovoltaicas, em lâmpadas a vapor de cádmio, etc. (LARINI, 1987)

Segundo BRITO (1988), é aplicado na indústria de acumuladores (cadmiagem eletrolítica), proteção de ferro contra oxidação (proteção de metais – emprego de recipientes para conservação de alimentos), fundição de chumbo, fabricação de fusíveis, etc. Sem dúvida alguma, a maior fonte de intoxicação acidental é a utilização de recipientes cadmiados para cozinhar alimentos ou conservar bebidas ácidas como o vinho.

Com relação ao nível de intoxicação, 50 a 70% do cádmio absorvido é depositado no fígado e rins. Pequenas quantidades estão presentes nos intestinos, ossos, músculos e sistema nervoso central.

BRITO (1988), acentua a toxicidade do Cd, pois além das lesões renais e do fígado, causa mal estar no andar, acabando na invalidez. Naturalmente, pela inalação, pode ocorrer enfisema pulmonar.



*Gráfico n.º 14: Teores de Cádmio nas amostras de água da Microbacia do Lajeado São José*

Constatou-se a presença deste elemento em quantidades de até 36 vezes o valor máximo admitido pelo CONAMA 20/86, na Sanga das Pombas (criação de gado leiteiro a montante), dejetos dos Bairros Alvorada, São Cristóvão e parte dos Bairros Bela Vista e Cristo Rei, e estação da EPAGRI. Nas demais amostras a concentração é menor, embora ainda muito elevada em relação à admitida, inclusive no ponto 3, que corresponde à água já tratada.

### COBRE (Cu)

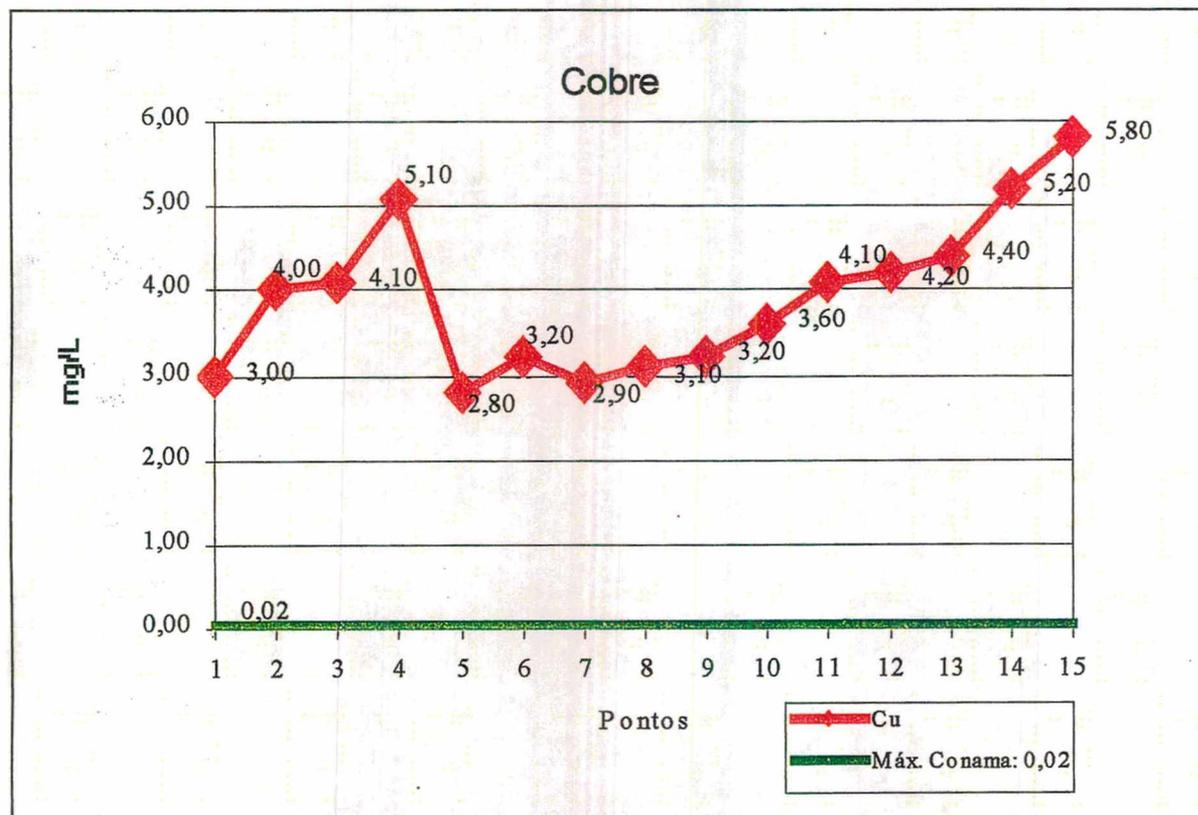
“O cobre tem sido usado pelo homem desde os tempos pré-históricos. Atualmente, óxidos e sulfatos de cobre são usados em pesticidas, algicidas e fungicidas.” (EYSINK et al.1988,p. 10)

“O cobre é um elemento essencial para as plantas, sua presença se faz necessária em várias enzimas para a realização de funções vitais, além de exercer grande papel na síntese da clorofila. Também no metabolismo animal, por exemplo, na síntese da hemoglobina, ele é importante. Mas sua ingestão, em altas concentrações, pode provocar vômitos. Este metal se introduz no organismo humano através da dieta alimentar, estando presente também tanto em alimentos sólidos quanto em bebidas. E 40% a 70% do cobre ingerido por via oral são retidos no organismo, sendo o restante eliminado através da bile, fezes e urina.” (EYSINK et al.,1988,p. 10)

BRITO (1988) ressalta a dificuldade da intoxicação aguda dos sais de cobre, por serem adstringentes e os vômitos eliminarem a maior parte. Este autor diz, ainda, que caçarolas mal estanhadas podem sofrer a ação de ácidos de vegetais e provocar a intoxicação pelo metal, embora haja uma corrente científica que atribui a maior parte das intoxicações à presença de toxinas microbianas presentes nos alimentos.

Pesquisas realizadas pelo Midwest Research Institute, dos Estados Unidos, por exemplo, constataram a capacidade superior do cobre em desviar a *E.Coli*, uma bactéria muito conhecida por causar distúrbios estomacais. Num recipiente de cobre, somente 1% da bactéria permaneceu ativa, após cinco horas de teste. Em outros tipos de material, inclusive o vidro, o nível de bactérias permaneceu o mesmo e, em alguns casos, até aumentou. O cobre é utilizado para transporte da água em casas, não sendo considerado perigo, desde que o pH esteja dentro dos limites normais. O cobre é necessário na dieta humana; porém o cobre, como todas as substâncias, pode causar dano quando ingerido em grandes quantidades (mais de 7 miligramas por dia). A intoxicação por cobre se manifesta por problemas estomacais, náusea e diarreia, e cessa quando é eliminada a causa da alta dosagem. Estes efeitos aparecem quando os níveis de cobre ultrapassam em muito os números recomendados pela Organização Mundial de Saúde para a água potável (0,02 miligramas por litro). Em casos extremamente raros, particularmente entre pessoas com

condições genéticas raras, o cobre pode ser mais tóxico, afetando vários órgãos e funções corporais. Pessoas com doença crônica no fígado (incapazes de eliminar cobre do corpo), ou pessoas que fazem diálise regularmente, deveriam tomar cuidado com a ingestão de cobre. (pH 6.5 – 8.5). (PROCOBRE – Instituto Brasileiro do Cobre - <http://www.procobrebrasil.org/>)



**Gráfico n.º 15: Teores de cobre nas amostras da água da Microbacia do Lajeado São José.**

As maiores concentrações de cobre encontram-se na sanga Caramuru (amostra 15), na qual há presença de vários chiqueirões, aviários, estábulos e cultivos. Na amostra 14, próxima à Avenida Leopoldo Sander, local de encontro de águas carregando resíduos industriais e dejetos domésticos, o teor detectado também é muito elevado, assim como na amostra 4, coletada no Lajeado Tormas, também nas imediações de grandes áreas de cultivo com a presença de inúmeros chiqueirões, aviários e estábulos. Nas demais amostras, os valores também estão muito acima do permitido (0,02 mg/l). Valores de Cu semelhantes foram também detectados em período de esvaziamento das canchas de arroz na bacia do Rio D'Una (FURTADO *et al.*, 2000), evidenciando que a atividade agrícola, assim como a industrial, é responsável pelo acréscimo deste elemento na água.

O cobre é utilizado na agricultura, principalmente como sulfato de cobre, nas seguintes aplicações:

- No controle de doenças relacionadas com fungos.
- Na correção de deficiência de cobre em solos.
- Na correção de deficiência de cobre em animais.
- Como estimulante do crescimento para porcos e galinhas.
- Como destruidor de lesmas e caramujos.

Além dos diversos usos do cobre na agricultura e biologia, os sais de cobre têm uma larga variedade de usos industriais na forma de acetatos, cloretos, nitratos etc.

#### *MANGANÊS (Mn) e Ferro (Fe)*

O manganês tem muitas aplicações no mundo moderno, sendo usado na fabricação de pilhas secas, em eletrodos para solda, em ligas com o níquel e o cobre empregadas na indústria elétrica, na indústria de fertilizantes e fungicidas, entre outras (LARINI 1987).

O manganês é um metal amarelado, empregado na manufatura do aço, de baterias secas e compostos químicos. Alguns de seus sais têm interesse toxicológico, pelo seu emprego em produtos os mais variados, em fábricas de vidro, pinturas, cerâmicas e agricultura etc. Conforme BRITO (1988), os sintomas nervosos são atribuídos a lesões no sistema nervoso central, concentrando-se no cérebro, glândulas endócrinas, medula óssea, fígado e bile, além dos rins, sangue e pulmões. Elimina-se lentamente pela urina, bile ou fezes.

Sob condições de solo bem drenado, a disponibilização do ferro e do manganês tem uma forte influência do pH e da matéria orgânica decomposta no solo.

“Geralmente, nas águas, o ferro solúvel está associado a bicarbonato e cloretos: a presença de ferro não causa problemas no ser humano, porém, quando oxidado, traz inconvenientes sérios, com formação de precipitado,

provocando manchas em sanitários e roupas e favorecendo o crescimento da bactéria *Chrenotrix*. O manganês apresenta problemas semelhantes aos do ferro, porém, é de mais difícil remoção, pois a formação do precipitado ( $MnO$ ) ocorre para valores de pH relativamente altos (geralmente, maiores que 8), o que poderá dificultar o processo de coagulação. São recomendados, pelos padrões de potabilidade, valores máximos de 0,3 mg/l para o ferro e 0,1 mg/l para o manganês. Altas concentrações destes elementos são também encontradas em situações de ausência de oxigênio dissolvido, como por exemplo em águas subterrâneas ou nas camadas mais profundas dos lagos. Em condições de anaerobiose o ferro e o manganês apresentam-se em sua forma solúvel ( $Fe^{2+}$  e  $Mn^{2+}$ ), voltando a precipitar-se quando em contato com o oxigênio, devido à oxidação a  $Fe^{3+}$  e  $Mn^{3+}$ .” (CASTRO 1997, p.s/n.).

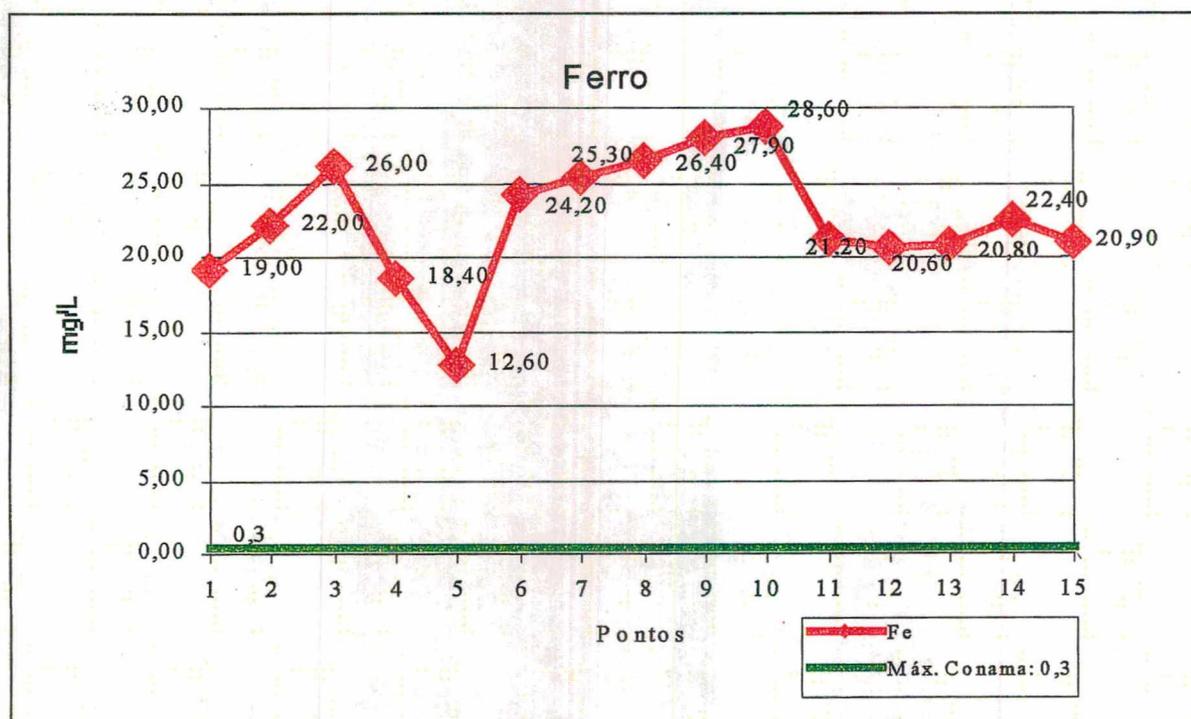
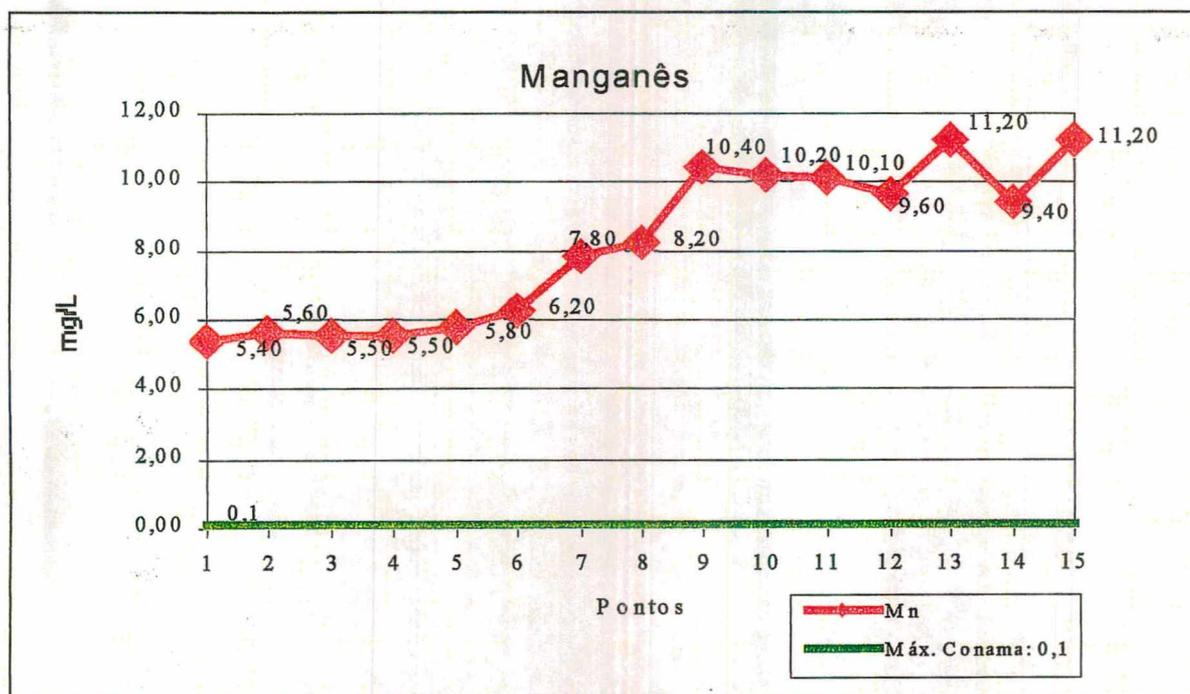


Gráfico n.º 16: Teores de ferro e manganês nas amostras da água da Microbacia do Lajeado São José.



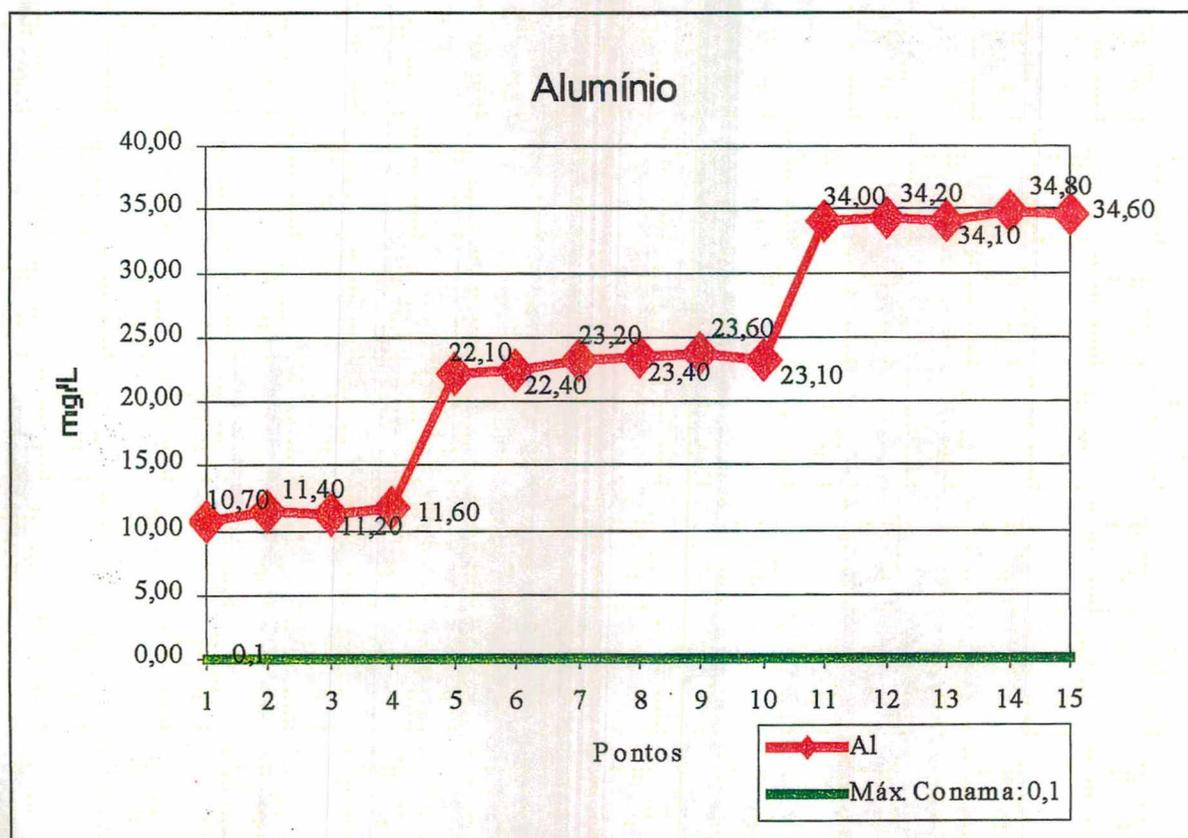
*Gráfico n.º 17: Teores de ferro e manganês nas amostras da água da Microbacia do Lajeado São José.*

Nos gráficos expostos, os valores de Fe e Mn nas amostras de uma maneira geral apresentam índices bastante elevados.

### *ALUMÍNIO (Al)*

É inalterado pelo ar e atacável fortemente pelo HCl a frio. Por álcalis, ácido sulfúrico e ácido nítrico a quente. Vários são os compostos de alumínio como o  $AlCl_3$ ,  $Al(NO_3)_3$ ,  $AlCH_3(COO)_3$ , e outros que têm importância pelo seu uso como adstringentes desodorantes, utensílios, indústria química, antissépticos etc. (BRITO 1988)

Neste sentido, BRITO (1988), refere que a intoxicação aguda caracteriza-se pela sensação de queimação na boca e garganta com dor, vômitos, diarreias, icterícia, etc. Na intoxicação crônica, formam-se eritemas papulares, problemas hepáticos e renais, inclusive lesões no fígado e rins.



*Gráfico n.º 18: Teores de alumínio nas amostras de água da Microbacia do Lajeado São José.*

As maiores concentrações de alumínio encontram-se no sul da área (amostras 13 e 14), onde há um grande número de indústrias e na sanga Caramuru (amostra 15), pela presença de vários chiqueirões/aviários e áreas de cultivo. Quanto a (amostra 12) trata-se de moradias que lançam seus dejetos domésticos praticamente in natura.

#### ZINCO (ZN)

Metal esbranquiçado um tanto azulado, não tóxico que facilmente forma sais tóxicos ao homem. Alguns de seus sais são de relevante importância como: óxido de zinco, cloreto de zinco, usados em produtos farmacêuticos, fabricação de ligas, galvanização, soldagem etc. (BRITO 1988).

BATALHA & PARLATORE (1977), expõem que o Zinco é utilizado em matérias galvanizados, fins elétricos, pigmentos para pinturas, cosméticos, produtos

farmacêuticos, inseticidas, podendo encontrar-se em muitos resíduos industriais. Ainda, o zinco é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem de sua presença. O consumo diário de zinco para seres humanos adultos é de 10 a 15 mg/dia e para crianças na idade pré-escolar, de 0,3 mg/Kg. A deficiência do zinco nos animais conduz ao atraso no crescimento que pode ser corrigido pela adição de zinco na dieta.

As intoxicações agudas ou crônicas no homem ocorrem por vapores de zinco produzidos nos processos de solda, corte de metal, fabricação de ligas de zinco ou de chapas galvanizadas; alimentos cozidas em chapa galvanizada. (BRITO 1988).

Uma fonte relativamente constante de zinco no meio ambiente, segundo ALLOWAY & AYRES (1995), é o aço galvanizado, na forma de fios para cerca e telhados.

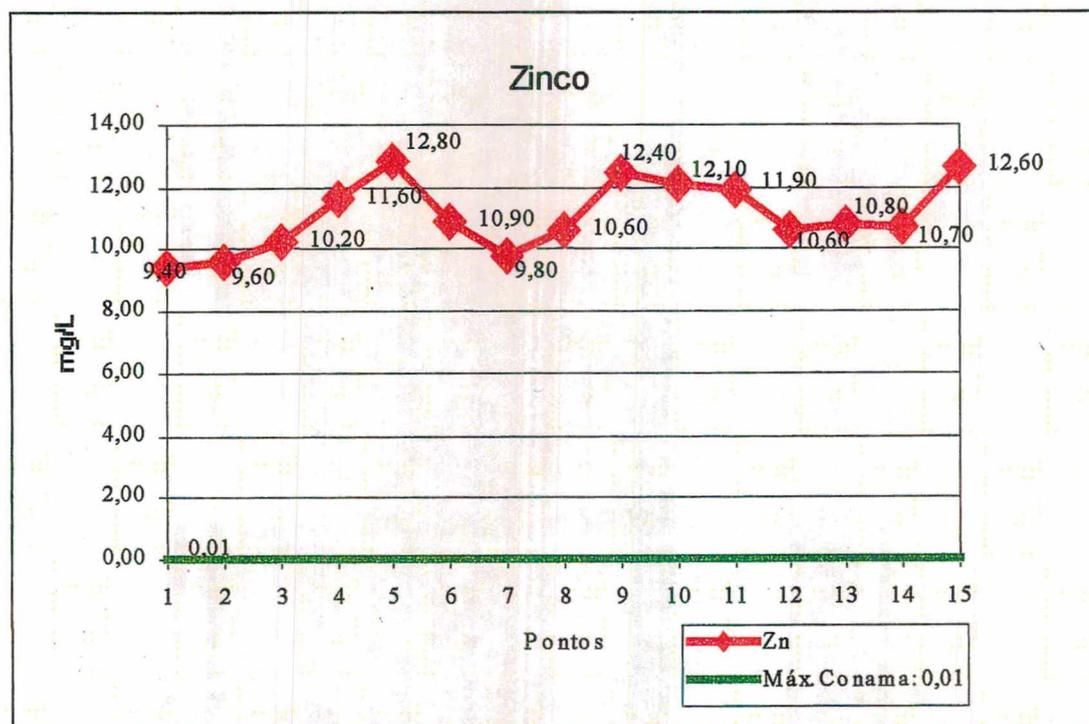


Gráfico n.º 19: Teores de zinco nas amostras de água da Microbacia do Lajeado São José

As maiores concentrações de zinco encontram-se nos pontos 5, 9, 10 e 15, nos quais ocorre a presença de atividades agropecuárias (5, 10 e 15) e urbano-industrial (ponto

9). Conforme estudos de LOPES (1998), teores de zinco semelhantes foram detectados em período de esvaziamento das canchas do arroz indicando a contribuição desta atividade. Os valores do CONAMA 20/86 são muito restritivos (18 mg/l) quando comparados a outras legislações como a da EPA para os Estados Unidos, que propõe o teor limite de 5 mg/l, muito embora valores ainda maiores sejam freqüentes em muitos mananciais.

### **5.1. Comentários gerais sobre a relação da potabilidade e dos teores de metais com o uso do solo na Microbacia do Lajeado São José:**

O ponto 1, situado nas nascentes em terras de Alcides Orso, foi considerado, durante a coleta, como aquele mais livre de poluição, por localizar-se numa área onde a interferência das ações antrópicas é pouco evidente, estando a vegetação regional bastante preservada. Neste ponto, os dados referentes aos parâmetros de potabilidade se enquadram abaixo dos limites máximos do CONAMA 020/86, apresentando níveis coerentemente baixos de coliformes (166 para os totais e ND para os fecais). Entretanto os dados referentes aos diversos metais avaliados situam-se sempre acima dos valores máximos permitidos pela legislação. Considerando os metais traços (ou seja, excetuando-se Al, Fe, Mn) os teores para o Pb, Ni e Ag correspondem a cerca de 4 vezes os valores do CONAMA, a 15 vezes para o Cu, a 28 vezes para o Cd e a 52 vezes para o Zn.

Considerando a qualidade da água na drenagem do Lajeado Tormas, pode-se concluir que do ponto 1 ao ponto 4 (Mapa 5) ocorre um aumento de metais, especialmente do Cu e do Ni - cujo teor (deste último) chega a duplicar. Porém ressalte-se que as maiores modificações ocorreram nos níveis de coliformes totais (de 166 para 41.600) e de coliformes fecais (de ausentes para 4.640), e de Pb (de 0,15 a 0,50 mg/l), denotando a fonte de contribuição de origem orgânica. Nos mapas do uso do solo (1978, Mapa 3, e 2000, Mapa 4) constata-se que nesta área de drenagem existem chiqueirões e aviários além de pastagens e culturas diversas que podem estar contribuindo para o aumento dos metais. Salienta-se que no esterco líquido de suínos elevadas quantidades têm sido detectadas de Zn (78,80), Cu (69,40), Fe (108,30), Mn (84,70), P (5,40) e N (3,18 mg/l) (Konzen et al 1989, apud EMBRAPA, 1993, p. 15).

O ponto 8, na drenagem aqui denominada de "Sanga do Mel", revela teores elevados em coliformes totais (36.540) e fecais (630), evidenciando a contribuição dos

chiqueirões/aviários registrados nos mapas de uso do solo. Também são elevados os valores de Fe, Mn e Zn, provavelmente relacionados com a mesma fonte de poluição, e ainda os de Ni e Cd. Saliente-se que nesta área de drenagem ocorrem também cultivos diversos e pastagens.

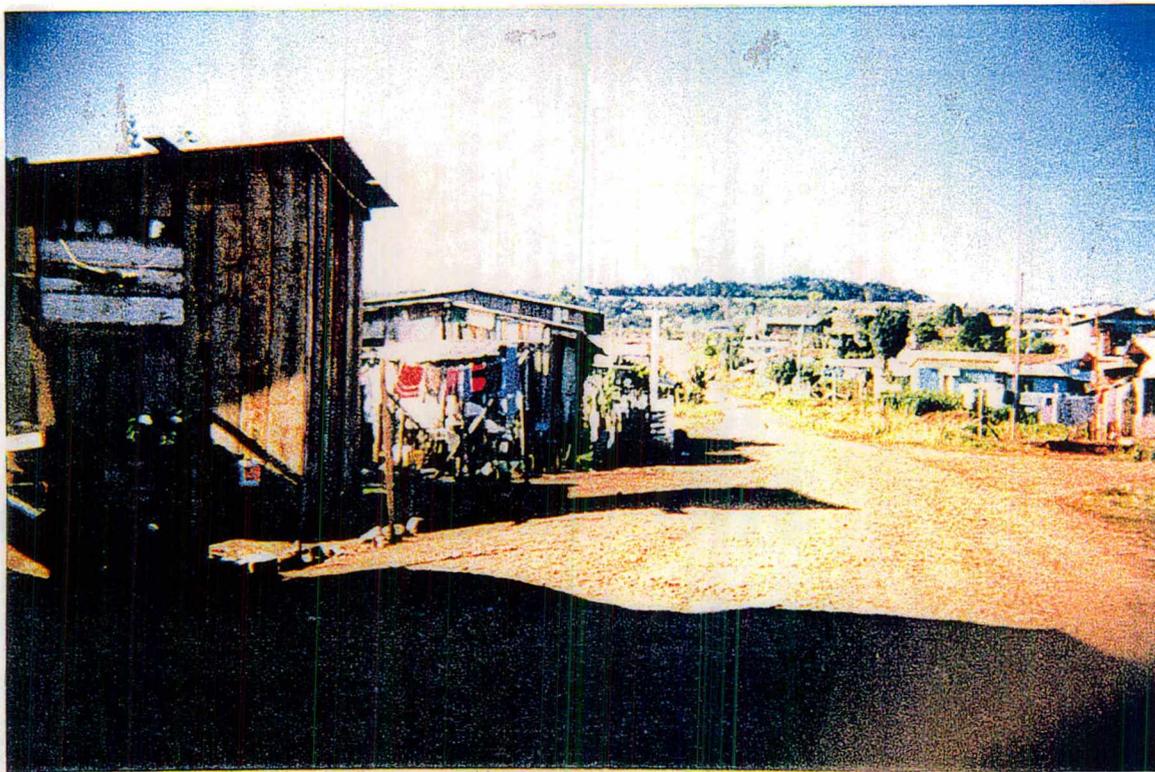
Pelos valores encontrados pode-se afirmar que o Lajeado São José, desde suas nascentes já apresenta um elevado índice de poluição, decorrente das atividades agropecuárias.

O ponto 10, o próprio Lajeado São José, e que não tem análises de potabilidade, mostra teores elevados de Pb (0,24), Cu(3,6), Fe (28,6), Mn (10,2), Zn (12,1) e Cd (0,029), aqui interpretados como decorrentes das contribuições dos afluentes oriundos das áreas mais a montante do próprio Lajeado (pontos 4, 7 e 8).

O ponto 12, no próprio Lajeado São José, foi localizado junto a pontos de aporte de drenagem urbana referente ao Loteamento Eldorado III, com 250 famílias (dados de maio de 1999), vindas especialmente do Rio Grande do Sul e de cidades próximas a Chapecó.

Trata-se de loteamento em área inundável, sem condições de saneamento básico, em que os dejetos domésticos freqüentemente se misturam à água das valas e banhados que têm ligação direta com o Lajeado. As habitações são, de um modo geral, precárias. Apresentam de um a quatro cômodos e muitas delas são construídas de tábuas velhas e novas, folhas de zinco e materiais de sobras (Foto 9). Conforme entrevista do morador mais antigo do loteamento, o Sr. João Líbero Antunes, de 74 anos, pode-se vislumbrar como se deu o processo de ocupação daquele espaço:

“eu vim aqui fazem anos...o terreno onde eu moro é da Fazenda Água Santa...eu não tenho escritura nenhuma...ninguém nunca me pediu que eu saísse daqui. Nem eu fui pedir pra sair daqui...eles não me incomodam e nem eu incomodo eles”



**FOTO 09: Rua Caçador , no Loteamento Eldorado III em Chapecó-SC. Note-se, no lado esquerdo da foto, que os barracos estão na própria rua, de maneira totalmente irregular. Nesse local, inexistente saneamento básico. Os dejetos (fezes, restos) são lançados diretamente em valas, no fundo das casas, a céu aberto, contribuindo certamente na contaminação do Lajeado São José, que se encontra ao final desta mesma rua. Foto: autora/2000**

Essa amostra 12 apresenta quantidades de Pb (0,26), Ni (0,12), Ag (0,10), e Cu (4,2), maiores que aquelas detectadas no ponto 8, em que a influência dos chiqueirões/aviários era muito relevante, evidenciando a contribuição da área urbanizada, já que, embora ocorra desde aquele ponto próximo às cabeceiras até o ponto 12 um aporte considerável de água, não ocorre uma diluição como poderia ser esperado.

Com relação aos pontos 13 e 14, nas cabeceiras da Sanga Eldorado (mapa do uso atual do solo - 2000, Mapa 4) já foi acentuado que, enquanto o primeiro está em uma área urbana, o ponto 14 diz respeito a uma zona urbana-industrial.

Pelas análises constata-se que os valores de Cu, Fe, Cd, Ni, Ag são mais elevados naquele ponto referente à zona urbana-industrial. O ponto 13 mostra as concentrações mais

elevadas de coliformes totais (241.912 NMP/100 ml), resultado da ausência de saneamento básico, sendo o esgoto jogado diretamente na drenagem.

O conjunto das amostras coletadas nas sangas afluentes do Lajeado São José mais próximas da ou que chegam diretamente na barragem Engenho Braun (2, 5, 9 e 15) mostra elevados números referentes a coliformes totais e coliformes fecais, bem como ao teor de Nitrogênio.

A amostra 9 refere-se à Sanga Negrão, a qual drena área em processo de urbanização relativamente recente. Já a amostra 2, da Sanga das Pombas, drena principalmente a área da Estação Experimental da EPAGRI. Os teores de metais, nessas duas amostras, não chegam a apresentar diferenças muito significativas em relação às coletadas em áreas de exploração eminentemente agropecuária, como as amostras 5 e 15, das sangas situadas no lado direito, a Sanga dos Rosas e a Caramurú.

A amostra 11 foi coletada diretamente na Barragem Engenho Braun, próximo ao seu vertedouro e ao ponto de coleta de água da CASAN (casa das bombas) para estação de tratamento situada no bairro São Cristóvão a cerca de três quilômetros de distância.

No gráfico 20 (Teores de metais pesados) observa-se que, efetivamente os teores de metais pesados do ponto 11 podem ser considerados representativos de uma média dos teores observados no Lajeado São José e nos diferentes afluentes amostrados: não haveria nem condições de diluição nem de concentração na própria barragem.

Os valores referentes aos coliformes totais (17.220) e fecais (2.180) indicam também uma persistência, na barragem, de condições de contaminação por dejetos orgânicos, sendo que os valores de fósforo e de nitrogênio também não se afastam dos teores médios das demais amostras.

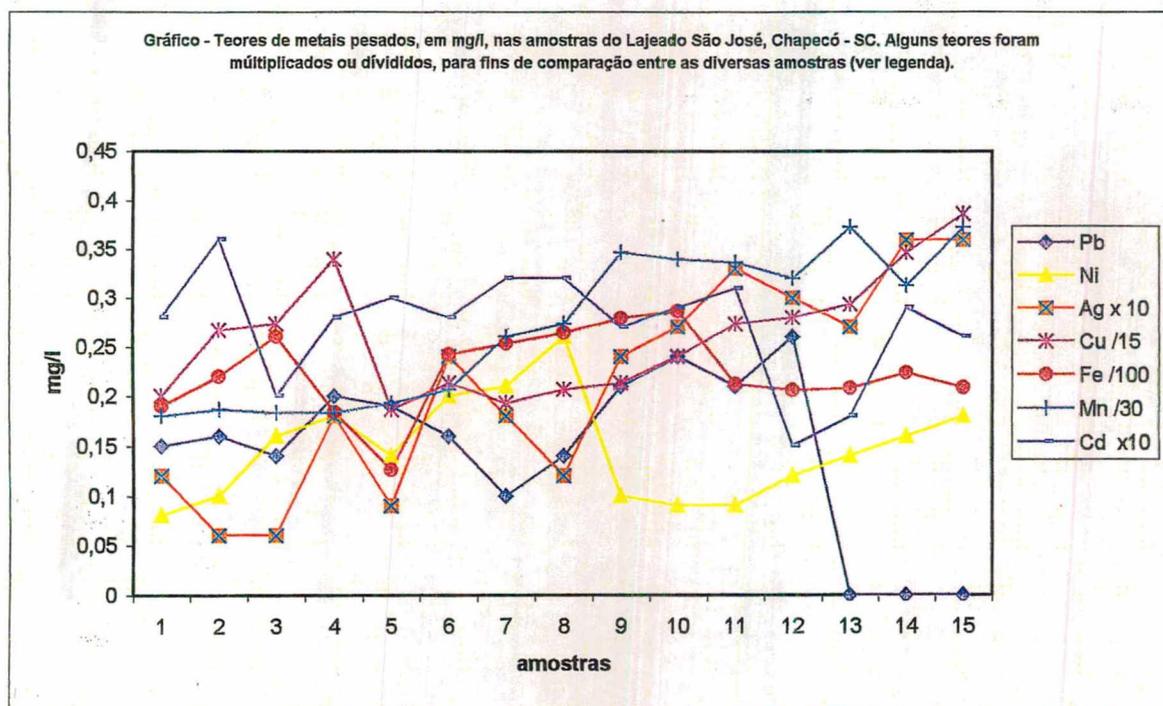


Gráfico n.º20: Teores de metais pesados em mg/l, nas amostras do Lajeado São José, Chapecó-SC.

A temperatura da água na barragem, cerca de 3° C mais alta que a média das demais amostras, pode ser responsabilizada junto com o menor grau de movimento da água, pelo valor relativamente elevado da turbidez (72,60) e pelo valor bem mais baixo do OD, aproximando-se do valor mínimo do CONAMA 20/86 (ver tabela 4).

A amostra número 3, referente à água já tratada pela CASAN, coletada em uma torneira localizada junto ao prédio da ETA ( Estação de Tratamento de Água), apresenta teores elevados em metais, muito acima dos limites estabelecidos pela resolução 020/86, do CONAMA.

Uma comparação da água da barragem (ponto 11) com aquela já tratada (ponto 3) mostra uma pequena diminuição em Cd, Pb, Ag, Al e Mn.

Em contra partida, ocorre um aumento em Fe e Ni enquanto Cu e Zn, não mostram diferenças significativas.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A qualidade de água dos mananciais que compõe uma bacia hidrográfica está relacionada com o uso e ocupação do solo da bacia e com o grau de controle sobre as fontes de poluição; a recuperação poderá se dar, basicamente, através do tratamento de águas residuárias, sanitárias e industriais.

Ressalte-se, portanto, a meritória preocupação dos legisladores da Câmara Municipal de Chapecó, que no Plano Diretor Físico e Territorial do município criaram, em 1990, a APA (Área de Proteção Ambiental) do Lajeado São José, cujos limites coincidem com os da Microbacia do mesmo Lajeado, estabelecendo normas para seu uso. Contraditoriamente, contudo, na mesma lei, esta APA foi segmentada em duas, com a criação de uma área urbana no interior da mesma, ao longo de toda a Avenida Plínio Arlindo de Nês, praticamente paralela e a pequena distância do leito principal do Lajeado. Embora definida como uma ZUE (Zona de Uso Especial), nela são, até por modificações posteriores da lei, permitidas e já estão instaladas as mais diversas atividades, desde casas comerciais, restaurantes, motéis, indústrias, atacados, postos de combustíveis e residências.

Analisando o uso e ocupação do solo da Microbacia do Lajeado São José – Chapecó-SC, verifica-se assim que na margem direita do Lajeado são predominantes e intensas as atividades agropecuárias, e na margem esquerda desenvolveu-se uma expansão urbana-industrial.

Desta maneira, esta Área de Proteção Ambiental, na área de drenagem da Microbacia, não está sendo respeitada. Segundo observações “in loco” e nas fotografias aéreas, a vegetação ciliar já foi retirada em grande parte, embora ainda restem pequenas partes com vegetação nativa. Também é preocupante a proporção de áreas de cultivos diversos já citados anteriormente, bem como a presença de grande número de aviários, chiqueirões e estábulos com gado leiteiro, além do uso urbano-industrial.

As análises das amostras de água coletadas na Microbacia do Lajeado São José mostram teores de metais pesados muitas vezes acima dos máximos permitidos pelo CONAMA (Res. 020/86) para águas destinadas ao abastecimento público, bem como elevado grau de contaminação orgânica, demonstrado pelos altos índices de coliformes

totais e fecais, tanto na área agropecuária da margem direita (caso das amostras 4, 5, e 15 por exemplo), como na urbano-industrial na margem esquerda (p. ex. amostras 2, 8 e 14).

Estes índices de poluição comprometem a qualidade da água e conseqüentemente a qualidade de vida da população que se serve desta água.

Quando nos referimos à poluição nas áreas de cultivo, e aos aviários e chiqueirões, como também aos estábulos com gado leiteiro, entendemos que não tem sido suficientes, por inadequadas, ou por negligência no uso e fiscalização, ou mesmo por saturação do solo face ao grande volume de poluentes produzidos, as técnicas preconizadas para o controle do lançamento dos dejetos orgânicos, nem provavelmente dos agrotóxicos e outros insumos, nesta área de drenagem. Enquanto isso, na margem esquerda da Microbacia desenvolve-se uma expansão urbana-industrial sem qualquer obra de saneamento, e conseqüentemente causando problemas ambientais pelo lançamento de efluentes quase que diretamente na drenagem.

Há de se ressaltar que, embora os dados aqui apresentados sejam pontuais, os mesmos servem de um referencial para uma averiguação mais precisa nas áreas de cultivos diversos, e em especial naquelas afetadas pelos aviários e chiqueirões, bem como sobre o destino dos resíduos das indústrias situadas na área de drenagem da Microbacia. Um mapeamento mais detalhado da mata ciliar também seria de interesse, pelo seu importante papel na depuração das águas que atingem o Lajeado.

Considerando a importância das atividades desenvolvidas na Microbacia do Lajeado São José, faz-se portanto necessário, para paralelamente preservar os recursos hídricos da mesma bacia, disciplinar e controlar de forma mais rígida a ocupação e os usos do solo, e implementar formas de recuperação através do conveniente tratamento de águas residuárias, sanitárias e industriais.

A coexistência equilibrada das ações econômicas com condições ecológicas compatíveis com uma boa qualidade de vida pode ser alcançada, desde que haja vontade política e disposição de implementar as ações necessárias, tanto pelo poder público como pelos agricultores, comerciantes, industriais e mesmo moradores da área.

Um plano de ação a ser desenvolvido nesta Microbacia deveria, entre outras providências, contemplar:

1º) O levantamento de dados quanto à área total de terra cultivada, os diferentes tipos de cultivo e os fertilizantes químicos e agrotóxicos utilizados; buscar a diminuição e até a supressão do uso desses insumos, através da adoção de práticas ecologicamente sustentáveis, como a agricultura orgânica, por exemplo;

2º) O equacionamento da quantidade de aviários/chiqueirões e de gado, em proporção à área de terra utilizada, bem como o controle do destino dos dejetos de suínos, quanto à vulnerabilidade das diversas áreas de aplicação;

3º) Medidas para a recuperação da mata ciliar em toda a faixa de proteção legal (30 ou 50 m, dependendo da largura do leito do rio) no Lajeado São José e seus afluentes, especialmente nos pontos mais críticos da poluição tanto por agrotóxicos, dejetos de suínos e resíduos industriais;

4º) O levantamento, junto às indústrias, do destino e da qualidade dos resíduos industriais por elas lançados; exigir tratamento prévio de todos os resíduos, e estabelecer sistema de saneamento básico para captação dos efluentes já beneficiados, com despejo a jusante da Barragem Engenho Braun;

5º) A urgente necessidade de saneamento básico nos loteamentos e áreas já urbanizadas desta área, bem como no campus da UNOESC e na área da EFAPI, priorizando-o até mesmo em relação às necessidades deste saneamento no centro da cidade, pois a qualidade de água da Microbacia do Lajeado São José se reflete na qualidade de vida de toda a população de Chapecó.

É importante ter presente que as atividades agropecuárias e industriais, bem como as populações já residentes encontrem alternativas para conter a contaminação na água buscando melhores condições de vida para todos.

## 7. BIBLIOGRAFIAS

ALLOWAI, B. J. & AYRES, D.C. **Chemical Principles of Environmental Pollution**. London: Chapman & Hall, 1995.

REVISTA AGROANALYSIS. **Brasília**: A revista da Economia Agrícola da FGV– Mensal. Lei 9.433: o novo conceito das águas brasileiras, Março de 1998. nº 3.

BASSI, L. **Impactos Sociais Econômicos e Ambientais na Microbacia Hidrográfica do Lajeado São José, Chapecó, SC**. Chapecó, 2000. (Estudo de caso, SDA, EPAGRI, PROJETO MICROBACIAS/BIRD, SUB-PROJETO MONITORAMENTO HÍDRICO).

BASSI, L. **Estimativa da Produção de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Lajeado São José, Chapecó-SC**. 1990. (Dissertação de mestrado em Agronomia na UFSM)

BATALHA, B. L. & PARLATORE, A. C. **Controle da Qualidade da Água Para Consumo Humano: Bases Conceituais e Operacionais**. 1ª ed., São Paulo : Convênio BNH/ABES/CETESB, 1977.

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. 4ª ed., Coleção Polêmica. São Paulo : Moderna, 1993.

\_\_\_\_\_. **Constituição Federal de 1988**. Brasília: Senado federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1998.

BRITO, F. D. **Toxicologia Humana e Geral**. 2ª ed., São Paulo : Livraria Atheneu, 1988.

CASTRO, C. M. B. **de Aspectos qualitativos das águas naturais**. Porto Alegre. Abril 1997. (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisa Hidráulica).

Prefeitura Municipal de Chapecó - **Plano Diretor Físico Territorial de Chapecó**. Lei complementar nº 04 de 31 de maio de 1990. Código de Diretrizes Urbanísticas, Código de Posturas, Código do Meio Ambiente.

Prefeitura Municipal de Chapecó - **Plano Diretor Físico Territorial de Chapecó**. Lei complementar nº 04 de 31 de maio de 1990. Código do Zoneamento.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 20 de 18 de Jun. de 1986 e Decreto Estadual nº 14.250 de 05 de Jun. 1981, Art. 5º**. Brasília : 1986.

\_\_\_\_\_. **Resoluções do Conama** : 1984/91. 4ª ed., ver. aum. Brasília : IBAMA, 1992.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº. 011 de 1997**. Brasília : Diário Oficial da União, 1997.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº. 011 de 1998**. Brasília : Diário Oficial da União, 1998.

DALAGNOL, Evelise de F. N. **Subsídios para o Zoneamento da APA do Rio dos Bugres, Município de Rio Negrinho – SC**: com vistas ao aproveitamento da água para abastecimento público (Projeto de Qualificação de Mestrado/Or. Profa. Dra. Sandra Maria de Arruda Furtado). Florianópolis : 2000.

ESPÍRITO SANTO, F. R. C. do. **Fisiografia e Solos da Microbacia do Lajeado São José – Chapecó, SC**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis: 1993.

EYSINK, G. G. J. et al (Orgs.). **Metáeis Pesados no Vale do Ribeira e em Iguape-Cananéia**. In: Revista CETESB de Tecnologia Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo : 1988, nº 1, v. 2.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária Ltda., 1980.

FLORIT, L. F. **Agricultores familiares frente aos dilemas do sustentabilidade: o caso da construção social da poluição hídrica na microbacia do Lajeado São José. Chapecó: SC**, 1998. (Dissertação de Mestrado em Sociologia Política da UFSC)

FUNATURA – **Fundação Pró-Natureza. Sistema Nacional de Unidades de Conservação: aspectos conceituais e legais**. Brasília : IBAMA, 1989.

FURTADO, S. M. A; SCHEIBE, L. F. & LOPES, L. J. **Rizicultura e Poluição por Metais Pesados na Bacia Hidrográfica do Rio D'una, SC**. Revista Geografia, Ed. Associação de Geografia Teórica, Nº 1, Rio Claro : São Paulo, p. 05-21 v.25, Abril – 2000.

FURTADO, S. M. A. & SANTOS, E. **Caracterização de Metais Pesados na Área da Estiva dos Pregos, SC**. GEOSUL, 17:50-61, 1994.

GAPLAN/SC, **Portaria Nº 0024** de 19 de Set. 1979.

HADLICH, G. M. **Cartografia de riscos de contaminação hídrica por agrotóxicos: proposta de avaliação e aplicação na microbacia hidrográfica do Córrego Garuva, Sombrio, SC**. Florianópolis : UFSC/CFCH/DG/Curso de Mestrado em Geografia, 1997. 170 p. Dissertação de mestrado.

LAJUNEN, L. H. J. **Spectrochemical Analysis by Absorption and Emission**. Finland: University of Oulu, p. 197 a 205.

- LANNA, E. A. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos.** Brasília : IBAMA, 1995, 171 p.
- LARINI, L. **Toxicologia.** São Paulo : Ed. Manoele, 1987, 307 p.
- LEE, J.D. **Química inorgânica Concisa.** 4ª ed., (edição inglesa publicada pela CHAPMAN & HALL, 1991), São Paulo : Ed. Edgard Blücher Ltda., 1996.
- LOPES, L. J. **Rizicultura e poluição por metais pesados em águas da Bacia do Rio D'una –SC.** (Dissertação de Mestrado/Or. Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe). Florianópolis : 1998.
- MONTEIRO, C. A. de F. **Os Geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente.** Revista de Ciências Humanas. Florianópolis ; 1996, p. 67-101.
- OLIVEIRA, P. A.V. de, coord. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993.
- PAGANINI, W. da S. **Disposição de esgotos no solo: escoamento à superfície.** 2ª ed., São Paulo : Fundo Editorial da AESABESP, 1997.
- PÔSSAS, H. P. **Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Pântano do Sul, Município de Florianópolis-SC: o problema do abastecimento de água.** Florianópolis, 1998. 207 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração em Utilização e conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC).
- PROCOBRE. **O cobre na saúde.** Acessado em set. 1999. <http://www.procobrebrasil.org/>

SANTA CATARINA, Fundação do meio Ambiente de Santa Catarina – FATMA. **Padrões de Potabilidade de Água. Florianópolis: Cooperação Técnica para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos em Santa Catarina, Fundação do meio Ambiente de Santa Catarina – FATMA / Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit – GTZ, 1998a. (folder)**

SANTA CATARINA, Legislação enviada pelo Estado. Ofício GG N° PRCC 6612/970 de 23 de Jun. 1997. **Referente a Recursos Hídricos, acompanhada de duas publicações – Aspectos Legais e Institucionais sobre Recursos Hídricos e Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: Diagnóstico Geral – editadas do Governo de Paulo Afonso**

SEMA – Secretaria Especial do meio Ambiente. **Caracterização e Diretrizes Gerais de Uso da Área de Proteção Ambiental do Rio São Bartilomeu. Brasília, 1988.**

SIMÃO, A. M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico. 2ª ed., São Paulo : Ed. Nobel, 1985.**

**Standart Methods For The Examination of Water And Wastewater , 20th Edition 1998 – Edited By Leone S. Clesceri, Arnold E. Greenberg and Andrew D. Eaton.**

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação. 2ª ed. (coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4), Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH, 1997.**

WHYTE, A. V. T. **Guidelines for field studies in environmental perception: MAD TECHNICAL Notes 5, Paris : UNESCO, 1977.**