

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA REGIONAL DE CHAPECÓ
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Raquel Zeni Ternus

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DE AFLUENTES DA
BACIA DO ALTO RIO URUGUAI – SC

Chapecó – SC, 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA REGIONAL DE CHAPECÓ
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DE AFLUENTES DA
BACIA DO ALTO RIO URUGUAI – SC

Raquel Zeni Ternus

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Comunitária Regional de Chapecó, como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Jacir Dal Magro
Co-orientador (a): Profa. Dra. Gilza Maria de Souza-Franco

Chapecó – SC, agosto, 2007.

FICHA CATALOGRÁFICA

577.6 Ternus, Raquel Zeni
T321c Caracterização limnológica de afluentes da Bacia do Alto
Uruguai-SC / Raquel Zeni Ternus. – Chapecó, 2007.

57 p.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Comunitária
Regional de Chapecó, 2007.
Orientador: Prof. Dr. Jacir Dal Magro
Co-orientadora: Prof^a. Dra. Gilza M. de Souza-Franco

Limnologia. 2. Bacia do Alto Rio Uruguai (SC) - Avaliação.
I. Dal Magro, Jacir. II. Souza-Franco, Gilza M. de. III. Título

CDD 577.6

Catálogo elaborado por Daniele Lopes CRB 14/989

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA REGIONAL DE CHAPECÓ

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DE AFLUENTES DA BACIA DO
ALTO RIO URUGUAI – SC**

Raquel Zeni Ternus

**Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do grau de
Mestre em Ciências Ambientais
Sendo aprovado em sua forma final.**

**Jacir Dal Magro, Doutor
Orientador**

BANCA EXAMINADORA

Gilza Maria de Souza Franco, Doutora

Janet Higuti, Doutora

Chapecó, 31 de agosto de 2007.

“Só quem navega naquelle dédalo de cachoeiras, ‘corredeiras’, canaes, ‘furos’, bancos salteados de pedras, poderá apreciar o que aquillo tem de bello e trágico. Não se navega, ‘rola-se’”.

A. Ferreira da Costa

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos, Lucas e Mateus.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter-me guiado para o caminho do bem, por ter-me iluminado, por ter-me dado clareza, força de vontade e o dom da paciência nos momentos de decisão.

Ao meu orientador, professor Dr. Jacir Dal Magro, pela ajuda e atenção de horas cedidas para o término deste trabalho.

À professora Dra. Gilza Maria de Souza Franco, pela companhia em dias de campo, pelas dicas, pelo bom humor, sorriso e alto astral.

À Dra. Janet Higuti, profissional competente, pelas contribuições nas bancas de qualificação e de defesa.

Aos amigos e colegas da “primeira turma” do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais.

À coordenação do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, na pessoa da professora Dra. Rosiléa Garcia França, que sempre se dedicou em prol a atender as reivindicações dos alunos, para a melhoria do Programa.

A todos que colaboraram (docentes, discentes e técnico-administrativos), desde a elaboração do projeto do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Unochapecó, até o seu reconhecimento. A todos os professores que compõem o quadro docente e sem os quais, pela competência e dedicação não teríamos vencido esta etapa.

Às amigas, colegas e companheiras de dias de campo, Maria Elena Krombauer Anselmini e Caroline Thaís Ravanello (Quantas dificuldades! Valeu a pena!?). A amiga e colega Sandra Mara Sabedot e seu pimpolho Igor.

À colega Jovane Bottin, pelo auxílio na elaboração dos mapas, e à Maike Elise Beé, que mesmo da segunda foi da primeira (nas discussões nos acertamos, ou não?).

Aos técnicos, colegas de trabalho e amigos, Tania Cunha e Douglas Mocellin, pelo auxílio na realização das análises laboratoriais.

Aos bolsistas Vanieli Martins, Ericksen Raimundi, Margarete Tirone, Everton da Silva e Odinei Fogolari, pela ajuda recebida nas viagens de campo, pela dedicação à pesquisa e amizade.

A todos os integrantes de Grupo de Estudos Ambientais da Bacia do Alto Rio Uruguai.

Ao meu marido Josandir, que zelou pelos nossos meninos, nos dias em que não estava presente.

Aos meus pais, Darci e Sueli, pelo incentivo que sempre me deram para o estudo.

A toda minha família consanguínea, que sempre estiveram torcendo por mim.

À Universidade Comunitária Regional de Chapecó e ao Programa de Mestrado em Ciências Ambientais.

A todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para que eu chegasse ao final de mais esta etapa, muito obrigado.

RESUMO

TERNUS, Raquel Zeni. Caracterização limnológica de afluentes da bacia do Alto Rio Uruguai – SC. Dissertação (Mestrado). Universidade Comunitária Regional de Chapecó, 2007. 57p.

A bacia hidrográfica do Rio Uruguai tem grande importância para o oeste de Santa Catarina, não apenas pelo volume de água transportado, mas também pelo potencial hídrico e sua capacidade de aproveitamento, além de sua contribuição histórica, social e econômica para a região. Utilizando variáveis físicas e químicas, esta pesquisa teve como objetivo monitorar as condições limnológicas de nove tributários da bacia do Alto Rio Uruguai (SC). Foram selecionados nove afluentes da margem esquerda do rio Uruguai, em áreas com diferentes usos de solo. As coletas de água foram feitas bimestralmente em cada rio, durante um ano, no período de março de 2005 a agosto de 2006, sendo analisadas as seguintes variáveis: profundidade, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água, demanda química de oxigênio (DQO), alcalinidade total, amônia, nitrito, nitrato, fósforo e elementos-traço (cádmio, cobre, ferro, manganês, zinco e chumbo). A devastação da mata ciliar, evidente na maioria dos corpos d'água é fator relevante, facilitando a entrada de poluente. Altos valores de condutividade elétrica, de alguns nutrientes e de elementos-traço em rios que sofrem interferência urbana (lançamento de dejetos *in natura*, poluição industrial, etc.) indicam mudanças nas características destes corpos d'água (rio Taquaruçu, rio Xaxim, rio Lajeado São José).

Palavras-chaves: limnologia fluvial, elementos-traço, poluição, bacia do Rio Uruguai.

ABSTRACT

TERNUS, Raquel Zeni. Limnological characterization of the affluents of the Upper Uruguai River Basin – SC. Masters dissertation. Universidade Comunitária Regional de Chapecó, 2007. 57p.

The hydrografic basin of the Uruguai River has a great importance for the West of Santa Catarina, not just because of the volume of water transported, but also because of the hydric potential and its capacity of capitalization, besides the historical, social and economical contribution for the region. Using physical and chemical variables, this research had the objective of evaluating the limnological conditions of nine affluents of the Upper Uruguai River Basin (SC). Affluents of the left bank of the Uruguai River were selected, in areas of different soil use. The water collection were developed bimonthly in each river, during a year, in the period of March 2005 to August 2006, being considered the following variables: depth, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen (DO), water temperature, chemical demand for oxygen (COD), total alkalinity, ammonia, nitrite, nitrate, phosphorus and trace elements (cadmium, copper, iron, manganese, zinc and lead). The devastation of ciliary wood, evident in most of the water bodies, is a relevant factor, which facilitates the entrance of pollutants. High values of electrical conductivity of some nutrients and of trace elements in rivers which suffer urban interference (raw material throwing, industrial pollution, etc.) indicate changes in the characteristics of these rivers (Taquaruçu River, Xaxim River, Lajeado São José River).

KEYWORDS: fluvial limnology, trace elements, pollution, Uruguai River basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Microbacias e localização dos pontos de coleta: RIR1 (26° 55' 848'' S; 051° 41' 064'' W), RIR2 (26° 55' 832'' S; 051° 52' 493'' W), RIR3 (26° 58' 235'' S; 052° 21' 741'' W), RIR4 (27° 05' 290'' S; 052° 29' 237'' W), RIR5 (27° 14' 009'' S; 052° 32' 474'' W); RXX1 (26° 57' 525'' S; 052° 34' 500'' W), RXX2 (26° 54' 110'' S; 052° 41' 403'' W), RXX3 (26° 52' 118'' S; 052° 43' 530'' W); RTQ1 (26° 58' 490'' S; 052° 36' 184'' W), RTQ2 (26° 54' 563'' S; 052° 41' 440'' W); RLA1 (27° 01' 593'' S; 052° 48' 551'' W), RLA2 (27° 08' 514'' S; 052° 50' 206'' W); RLB1 (27° 02' 648'' S; 052° 51' 866'' W), RLB2 (27° 06' 856'' S; 052° 57' 558'' W); RLSJ1 (26° 59' 517'' S; 052° 36' 200'' W); RLSJ2 (27° 03' 345'' S; 052° 38' 613'' W), RLSJ3 (27° 05' 799'' S; 052° 39' 431'' W), RLSJ4 (27° 07' 356'' S; 052° 40' 405'' W); RIC1 (26° 42' 884'' S; 053° 09' 648'' W), RIC2 (26° 50' 025'' S; 053° 14' 598'' W), RIC3 (27° 03' 811'' S; 053° 17' 352'' W), RIC4 (27° 06' 671'' S; 053° 21' 062'' W); RSD1 (26° 50' 091'' S; 053° 11' 270'' W), RSD2 (26° 53' 422'' S; 053° 10' 863'' W), RSD3 (27° 04' 432'' S; 053° 14' 046'' W), RSD4 (27° 08' 145'' S; 053° 17' 301'' W); RPM1 (27° 03' 076'' S; 053° 09' 747'' W), RPM2 (27° 06' 558'' S; 053° 08' 367'' W), RPM3 (27° 09' 565'' S; 053° 08' 423'' W)	19
Figura 2 – a) Histograma e b) variação da variável profundidade (m) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	22
Figura 3 – a) Histograma e b) variação da variável temperatura da água (°C) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	23
Figura 4 – a) Histograma e b) variação da variável pH nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	23
Figura 5 – a) Histograma e b) variação da variável condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	24
Figura 6 – a) Histograma e b) variação da variável alcalinidade total (mg.L^{-1}) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	24
Figura 7 – a) Histograma e b) variação da variável oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	25
Figura 8 – a) Histograma e b) variação sazonal da variável DQO (mg.L^{-1}) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	25
Figura 9 – a) Histograma e b) variação da variável amônia (mg.L^{-1}) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	26
Figura 10 – a) Histograma e b) variação da variável nitrito (mg.L^{-1}) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	26
Figura 11 – a) Histograma e b) variação da variável nitrato (mg.L^{-1}) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006	27
Figura 12 – a) Histograma e b) variação da variável fósforo (mg.L^{-1}) nos rios analisados,	

no período de abril de 2005 a agosto de 2006	27
Figura 13 – Ordenação dos escores por ponto de coleta em relação ao eixo 1 e 2 da análise de componentes principais de acordo com as variáveis físicas e químicas	28
Figura 14 – Variação média da concentração de elementos-traço nas águas dos rios amostrados: a) cádmio; b) cobre; c) ferro; d) manganês; e) zinco; e f) chumbo	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios e desvio-padrão das variáveis físicas e químicas obtidos nos pontos de coleta dos rios analisados, no período de março de 2005 a agosto de 2006.....	21
--	----

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 O ambiente aquático	4
3.2 Influência de atividades antrópicas sobre a qualidade da água e suas questões legais.	5
3.3 Elementos-traço na água	9
4 MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1 Área de amostragem	13
4.2 Caracterização dos pontos amostrais	15
4.2.1 Rio Irani	15
4.2.2 Rio Lambedor	15
4.2.3 Rio Lajeado Bonito	15
4.2.4 Rio Xaxim	15
4.2.5 Rio Taquaruçu	16
4.2.6 Rio Iracema	16
4.2.7 Rio Palmitos	16
4.2.8 Rio São Domingos	16
4.2.9 Rio Lajeado São José	16

4.3 Coleta e análise dos dados	17
5 RESULTADOS	19
5.1 Caracterização física e química	19
5.2 Elementos-traço	28
6 DISCUSSÃO	30
7 CONCLUSÕES	36
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

A região oeste de Santa Catarina foi a última área a ser colonizada no estado. A extração da madeira foi a primeira atividade econômica a dar impulso ao deslocamento populacional para esta área (ALVES; MATTEI, 2006). No início do século XIX, a colonização se deu a partir do norte, pelas fazendas de criação de gado bovino, seguido da extração de erva-mate. Porém, a ocupação efetiva aconteceu somente a partir de 1917, com a instalação de empresas colonizadoras que passaram a comercializar as terras e madeiras da região. E esta ocupação foi tão intensa que meio século depois, o oeste foi dividido em diversos municípios constituídos de pequenas propriedades (WERLANG, 2002).

Desde o princípio de sua colonização a região apresenta a peculiar característica de que suas terras foram colonizadas seguindo este modelo minifundiário de estrutura agrária. A produção agropecuária da região se baseou em culturas diversificadas, como o cultivo de produtos básicos (milho, arroz, feijão) e a criação de animais de serviço (bovinos e ovinos) e de consumo (suínos e aves). Mesmo com a existência dessa estrutura agrária, e com o uso de tecnologias modernas, em pouco tempo a região se tornou o centro dinâmico da economia estadual e possibilitou a implantação e o desenvolvimento das agroindústrias catarinenses, que cresceram baseadas no sistema de integração agroindustrial (ESPÍRITO SANTO, 1999). Mais tarde, o setor metal-mecânico surgiu como alternativa de desenvolvimento e vem se especializando na produção de equipamentos para frigoríficos (ALVES; MATTEI, 2006).

O setor primário ainda é preponderante na região, sendo que a maioria dos municípios mantém sua base produtiva no meio rural. A produção pecuária predominante é a de suínos e aves, e, entre os principais produtos agrícolas, se destacam o milho, o arroz, o feijão, a mandioca, a soja, o fumo e algumas frutíferas. Articulado às agroindústrias e às madeireiras, o setor secundário apresenta relativo dinamismo na região. Já o setor terciário é o menos difundido, devido às características predominantemente agrárias da maioria dos municípios. Somente nas cidades pólo o comércio atinge relativa proporção, como por exemplo, em Chapecó, Videira, Caçador e Concórdia (MATTEI; LINS, 2001). E apesar das limitações físicas, a região oeste assume destaque regional, o que lhe rende o título de “celeiro” do estado de Santa Catarina.

Este processo de colonização ocorrido na região oeste de Santa Catarina, a exploração de forma intensiva dos recursos naturais, aliado a atividade agropecuária, com o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e intensa urbanização, que acarreta em aumento na

produção de resíduos, lançamentos de esgotos domésticos *in natura* e efluentes industriais nos cursos d'água, tem causado a degradação dos recursos hídricos.

Sendo a região hidrográfica do Rio Uruguai de grande importância regional e para o país em função das atividades agroindustriais desenvolvidas e do seu potencial hidrelétrico, destacando-se que estão projetadas várias usinas hidrelétricas (UHEs) e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e em decorrência da escassez de estudos relacionados à ecologia de ambientes aquáticos na região, este trabalho fornecerá informações de suma importância para toda a comunidade, servindo de ferramenta para a detecção de alterações nos corpos d'água e de subsídio para posteriores pesquisas e uma avaliação dos impactos causados, devido ao uso e ocupação do solo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Monitorar e avaliar as variáveis limnológicas de nove tributários, afluente da margem direita da bacia hidrográfica do alto Rio Uruguai (SC).

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a variação espacial dos fatores físicos e químicos da água;
- b) Comparar os diferentes rios quanto as variáveis físicas e químicas da água;
- c) Relacionar o uso do solo com as variáveis físicas e químicas da água.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O ambiente aquático

A água é um componente indispensável à vida e ao desempenho de diversas atividades econômicas e industriais. O planeta Terra possui quase dois terços de sua superfície coberta por água, dos quais menos de 1% representa água doce contida em lagos, rios, no solo e subterrâneo (MARGALEF, 1983; ESTEVES, 1998).

Os rios são os recursos de água doce mais importantes para o homem, sendo que no passado, o desenvolvimento social, econômico e político foram fortemente influenciados pela disponibilidade e distribuição da água contida nos sistemas fluviais. Estes ambientes são sistemas complexos de água corrente, que drenam áreas específicas, as quais são denominadas bacias hidrográficas (MEYBECK *et al.*, 1992).

As bacias hidrográficas são formadas pelas microbacias, que são delimitadas por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e pelos respectivos afluentes (FERNANDES, 1998). A microbacia constitui a manifestação bem definida de um sistema natural aberto e pode ser vista como a unidade ecossistêmica da paisagem, em termos de integração dos ciclos naturais de energia, de nutrientes e principalmente, de água. Desta forma, ela apresenta uma condição singular de definição espacial do ecossistema, dentro do qual é possível um estudo detalhado da interação entre o uso da terra e quantidade e qualidade de água (LIMA; ZAKIA, 2004).

Em rios de águas naturais, a qualidade é o resultado das influências das peculiaridades de cada microbacia hidrográfica, do clima, geologia, fisiografia, solos e vegetação da região da bacia hidrográfica. Nas áreas onde atividades antrópicas são desenvolvidas, como a agricultura, o uso do solo é fator determinante e que contribui bastante para definir as características físicas, químicas e biológicas da água (PORTO *et al.*, 1991; ARCOVA; CICCIO, 1999).

Aliado a isso, a avaliação das condições ambientais utilizando variáveis físicas e químicas principalmente nutrientes e metais, observadas na coluna de água é uma importante ferramenta não só para o conhecimento das suas distribuições no ecossistema, e seu perfil em função do tempo, como também para a elaboração de um plano de medidas a serem tomadas para melhorar e preservar a qualidade ambiental e proteger a saúde da população nas áreas circunvizinhas (LEMES, 2001). Embora se constate algumas desvantagens como a

descontinuidade espacial e temporal das amostragens, retrata uma situação momentânea e pontual num meio altamente dinâmico que são os sistemas lóticos (WHITFIELD, 2001).

Sendo que nos últimos anos, a extração de água doce de lagos, rios e aquífero triplicou e o crescimento populacional e econômico continuam a incrementar a necessidade, tanto por água doce como por serviços relacionados a ela (práticas agrícolas e industriais de maneira homogênea ao longo do ano, geração de energia elétrica, o fornecimento de água para abastecimento público e para irrigação, esportes náuticos, pesca e recreação) (TUNDISI, 2003), a avaliação destes sistemas torna-se relevante para uma melhor compreensão dos ecossistemas aquáticos.

3.2 Influência de atividades antrópicas sobre a qualidade da água e suas questões legais

A água é um recurso que embora renovável é finito, e sua qualidade vem sendo deteriorada. A qualidade da água é afetada por uma série de fatores externos, tanto naturais quanto antrópicos. As principais causas de deterioração dos recursos hídricos são resultados da forte pressão antrópica exercida pelo homem, como o crescimento populacional rápido e não planejado, gerenciamento não coordenado dos recursos hídricos disponíveis e o não reconhecimento de que a saúde humana e a qualidade da água são interativas. Também pode ser citado, o peso excessivo das políticas governamentais sobre os “serviços da água”, a degradação do solo por pressão da população, aumentando a erosão e a sedimentação de rios e lagos e a água como um bem social e não econômico, resultando em uso ineficiente e em desperdício após o tratamento (TUNDISI, 2003).

HOLT (2000) aponta que se por um lado à industrialização e a urbanização, juntamente com a intensificação das atividades agrícolas, têm resultado no aumento da demanda da água, por outro lado aumentam a contribuição de contaminantes nos corpos d’água. As entradas de poluentes e nutrientes em corpos d’água podem ser pontuais ou difusas, sendo estas últimas de difícil quantificação e controle. Dentre as principais fontes estão as descargas de esgotos orgânicos biodegradáveis, a entrada de nutrientes de esgotos domésticos, poluição provenientes de áreas agrícolas, chuva ácida, descarga de substâncias tóxicas de indústrias e da agricultura e descargas térmicas (JORGENSEN; VOLLENWEIDER, 1989 *apud* XAVIER, 2005).

Os sistemas convencionais de produção agropecuária são considerados grandes causadores de impactos ambientais difusos, e apesar da enorme importância da agricultura

para a economia do Estado de Santa Catarina e do Brasil, a ocupação do meio rural de forma desordenada e o emprego de tecnologias inadequadas, a destruição da vegetação nativa (inclusive das matas ciliares), a erosão, o esgotamento e a contaminação do solo e corpos d'água por agroquímicos e fertilizantes, perda de biodiversidade, e contaminação dos alimentos, contaminam e comprometem a qualidade das águas superficiais, subterrâneas e aquíferos (CERDEIRA *et al.*, 2005).

O uso da água nas atividades agrícolas concentra-se principalmente na irrigação. Segundo Telles (2002) 98% do volume de água utilizado na agricultura retorna por evapotranspiração para a atmosfera e 2% são transformados em matéria orgânica. Ainda de acordo com este autor, o uso da água na dessedentação de animais e atividades de limpeza relacionadas à pecuária, propicia o retorno de água em forma líquida para o meio, porém, neste caso com significativa perda de qualidade, uma vez que entre 60 e 70% retorna sob a forma de urina e outros dejetos.

Com o crescimento populacional há uma pressão por maior produção de alimentos e o uso de fertilizantes é cada vez maior, sendo muitas vezes aplicado em quantidades muito superiores àquelas necessárias ao cultivo. Este desenvolvimento urbano também altera a cobertura vegetal e provoca alteração no ciclo hidrológico natural, pois a vegetação original é substituída por áreas impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial (TUCCI, 2002), as principais alterações do ciclo hidrológico são:

- redução da infiltração no solo;
- aumento do escoamento superficial, pelo acúmulo de água que deixa de infiltrar;
- diminuição do nível do lençol freático por falta de alimentação;
- redução da evapotranspiração.

No entanto, o que realmente preocupa, é que apesar do alto índice de atendimento urbano, em termos de abastecimento público (92,4%), o de coleta de esgoto é bem menor, o qual foi estimado em apenas 25,6%, sendo na sua grande maioria tratamento primário e, portanto, sem remoção de nutrientes. E no Estado de Santa Catarina, a situação é ainda mais preocupante, pois apenas 13,4% da população possuem rede de esgoto ou tratamento para o esgoto doméstico coletado (IBGE, 2000). Por esta situação é que a maioria dos rios que atravessa as cidades brasileiras é deteriorada, tornando-se um dos grandes problemas ambientais. A deterioração ocorre porque na maioria das cidades brasileiras, o efluente final das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's), assim como o restante do esgoto não tratado, tem como destino final, salvo raras exceções, corpos d'água (LAMPARELLI, 2004). Além do esgoto doméstico, outro fator que acaba comprometendo a qualidade da água de um

manancial é a presença de certas atividades industriais, mesmo que artesanais. Que levam às águas princípios tóxicos. No caso de efluentes industriais, a indústria alimentícia é considerada a mais significativa em termos de contribuição de carga orgânica e nutrientes (ESTEVEZ, 1998).

Este aspecto é ainda mais relevante quando se considera que a maioria das estações de tratamento de esgoto não são capazes de remover nitrogênio e fósforo, o que em muitos casos gera um efluente final com concentrações de nutrientes maiores do que os teores seguros para evitar a eutrofização dos corpos receptores (VON SPERLING, 1995).

Outra importante fonte de poluição dos corpos hídricos são as águas pluviais. De acordo com Tucci *et al.* (2001), poucas cidades se preocupam com esta fonte de poluição uma vez que o esgoto doméstico é o maior problema. Porém durante uma cheia urbana a carga poluente da drenagem pluvial pode chegar a até 80% da carga do esgoto doméstico. A qualidade da água da rede pluvial depende de vários fatores: limpeza urbana e sua frequência; intensidade da precipitação e sua distribuição espacial e temporal; época do ano e tipo de uso da área urbana. Os principais indicadores da qualidade da água são os parâmetros que caracterizam a poluição orgânica e a quantidade de metais (TUCCI, 2002).

O escoamento da água da chuva carrega materiais orgânicos e inorgânicos suspensos ou solúveis aos mananciais aumentando significativamente sua carga de poluentes, sendo que as origens destes poluentes podem ser devido à abrasão e desgaste das vias públicas pelo tráfego veicular, lixos acumulado nas ruas e calçadas, resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos, atividades de construção, resíduos de combustível, óleos e graxas automotivos, poluentes atmosféricos, etc. (BOLLMANN; FREIRE, 2003).

Sabe-se que os efeitos causados pela interferência antrópica sobre os ambientes aquáticos são diversos e promovem diferentes níveis de degradação (CHAPMAN; KIMSTACH, 1992). Definir impactos das ações humanas nos sistemas e processos ecológicos em microbacias, fornece metodologias que contribuem com a elaboração de planos de manejo e uso da terra, possibilitando uma reabilitação ou restauração de áreas alteradas, degradadas, proteção de áreas sensíveis, melhorando as características dos recursos hídricos (MONTGOMERY *et al.*, 1995).

Do ponto de vista ambiental e legal, os rios são classificados de acordo com o nível de qualidade que deve ser mantido em função dos usos previstos para suas águas. Em 1981, conforme estabelecido pela Política Nacional do Meio Ambiente, através da Resolução nº 20, regulamentada em 1986 e alterada em 2005 para Resolução nº 357 (BRASIL, 2005), ficaram estabelecidas as classes de qualidade para corpos d'água.

Em 1988, a Constituição Federal incorporou a idéia de gerenciamento dos recursos hídricos e estabeleceu o domínio da União ou dos Estados sobre as águas, acabando com o domínio particular sobre elas, fazendo assim com que vários Estados criassem suas políticas de recursos hídricos.

Na década de 90, leis estaduais e a Lei Federal nº 9433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criaram mecanismos para uma gestão das águas mais favoráveis a parcerias e mais permeável a que a sociedade civil tome parte dela, podendo-se citar os comitês de bacias hidrográficas, fóruns de decisão consultivos, com poder de deliberar sobre quaisquer ações que possam afetar as águas da bacia hidrográfica.

O poder decisório sobre os recursos hídricos antes distribuídos a várias esferas do governo, atribuí aos atores locais, poder de decisão sobre atividades realizadas na bacia hidrográfica. As decisões em relação à gestão das bacias hidrográficas se dão de acordo com as diversidades regionais e realizando um planejamento para a execução das decisões.

O enquadramento dos cursos d'água no Estado de Santa Catarina foi feito em 1979 (Portaria 024), sendo que a criação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos ocorreu em 1985 e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos foi instituído em 1993 (Lei nº 9.022).

De acordo com a Legislação sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, Decreto nº 14.250 (SANTA CATARINA, 1998), com exceção do rio Lajeado São Jose, pertencente à classe I, todos os demais cursos d'água pertencentes à área de estudo são enquadrados dentro da classe II.

A Política Estadual de Recursos Hídricos catarinense, promulgada em 1994, considera a bacia hidrográfica como unidade de uso, conservação e recuperação, sendo criada para ser um instrumento de utilização racional da água, visando assegurar condições para o desenvolvimento econômico e social com melhora na qualidade de vida e ambiental.

Em 1998, com o objetivo de regionalizar a gestão dos recursos hídricos e alavancar o planejamento regional, dividiu-se o Estado em dez Regiões Hidrográficas (Lei nº 10.949 de 9 de novembro de 1998). Ainda favorecendo a regionalização, a lei prevê que em alguns casos, como de bacias hidrográficas situadas dentro do município, que a este pode ser delegado o gerenciamento dos recursos hídricos, caso tenha organização técnica e administrativa para tanto.

No sentido de incorporar o conceito de gestão e se tornar em exemplo regional, a cidade de Chapecó consolidou o Estatuto da Cidade a Lei nº 10.257/2001, regulamentando os dispositivos constitucionais que tratam da política urbana e das funções social da cidade e da

propriedade e normas de ordem pública e interesse social que devem ser adotadas pelos municípios visando à regulamentação do uso da propriedade em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos. O Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Chapecó passou a ser parte do processo de planejamento municipal, e implantando programa de gerenciamento das bacias hidrográficas e dos potenciais hídricos, que tem por objetivo a implementação de um sistema de gestão para a conservação dos potenciais naturais do município, em especial os mananciais de abastecimento de água potável e as reservas de água subterrânea, definindo as bacias hidrográficas como unidades territoriais de gestão e o programa de requalificação ambiental de córregos urbanos que visa identificar e reconhecer a situação ambiental dos córregos localizados em áreas urbanas consolidadas, e direciona para um processo de reestruturação e qualificação ambiental dos elementos naturais existentes.

3.3 Elementos-traço na água

Os metais pesados são elementos químicos (metais e alguns semi-metais) que possuem densidade superior a 5 g/cm³. São geralmente tóxicos aos organismos vivos, sendo, portanto, considerados poluentes. Do ponto de vista químico, a denominação metal pesado não é muito apropriada. Dada a baixa concentração em meios ambientais são conhecidos freqüentemente como metais traço ou elementos traço (BAIRD, 1998). As concentrações de metais nos rios são, em geral, maiores nos sedimentos em suspensão do que as concentrações dissolvidas na coluna d'água, embora as transferências de metais entre estes compartimentos estejam relacionadas às características do íon metálico, ao tamanho das partículas, ao conteúdo orgânico e à concentração do sedimento. Em ambientes altamente contaminados por metais pesados, os níveis detectados na forma dissolvida podem ser relativamente elevados. São resultado de atividades antropogênicas (mineração, metalurgia, esgotos, lixos, uso de combustíveis), colocando em risco o equilíbrio ecológico desses sistemas, ou de processos naturais. Também podem ser encontrados em teores altos em solos ou sedimentos, associados às anomalias geoquímicas das rochas (intemperismo), determinando quais íons serão mais abundantes nas águas dos rios, por processo de erosão de solos ricos nesses materiais (SALOMONS; FORSTNER, 1984; CHESTER, 1990; ESTEVES, 1998).

Devido à variedade de formações geológicas que conformam o leito dos rios e a flutuação destes elementos na água, principalmente em ambientes lóticos, é difícil estabelecer valores médios globais de metais para corpos d'água. Os metais mais comumente encontrados em concentrações superiores às naturais nos ecossistemas aquáticos, provenientes de ação

antrópica, são o ferro, o manganês, o cobre, o zinco, o cromo, o alumínio, o níquel, o cádmio e, dependendo das atividades desenvolvidas na região, o mercúrio (BARRETO, 1999).

Por meio de análise comparativa, que permite avaliar o grau de alteração dos níveis desses metais na água, podem-se confrontar os valores encontrados, com valores de concentração-limite, tanto nacionais quanto internacionais, que visam à manutenção da qualidade da água para a vida aquática e para o consumo humano (BRIGANTE *et al.*, 2003b).

Torna-se assim importante conhecer a quantidade de metal na forma livre iônica dissolvida que é, freqüentemente, muito menor do que o conteúdo total. O sedimento em suspensão é o principal meio de transporte dos metais na água. Em seguida, esses poluentes são depositados novamente em sedimentos do fundo, importantes reservatórios desses elementos para contaminação da coluna d'água e da biota (AMADO FILHO *et al.*, 1999). Pelo fato de não possuírem caráter de biodegradação, o que determina que permaneçam em ciclos biogeoquímicos globais nos quais as águas naturais são seus principais meio de condução, podendo-se acumular na biota aquática em níveis elevados, os estudos de metais pesados tem despertado grande interesse ambiental.

Observa-se na região em estudo, pouca diversidade de atividade, predominando a agricultura e a agroindústria (matadouros e frigoríficos), que quando gerenciam mal os seus resíduos, colocam em risco a qualidade dos recursos hídricos de toda a bacia hidrográfica.

A agricultura, tem-se tornado uma importante fonte (difusa) de metais para os corpos d'água, a partir dos solos atingidos por fertilizantes, corretivos e praguicidas, que são usados com a finalidade de suprir deficiências na quantidade de nutrientes ou de correção do pH do solo. Essas práticas podem causar degradação química do solo pelo acúmulo de elementos ou compostos químicos em níveis indesejados (RAMALHO *et al.*, 2000). Os metais também são muito usados nas indústrias, devido ao processo de industrialização e do avanço tecnológico. Desta forma, os químicos industriais bem como os contaminantes agrícolas, têm causado alteração na qualidade das águas dos rios.

Gimeno-Garcia *et al.* (1996) estudaram a incidência de metais pesados, como impureza de fertilizantes e pesticidas aplicados aos solos agrícolas, tendo encontrado que as adições mais significativas foram de Mn, Zn, Co e Pb. Os fertilizantes minerais e orgânicos, bem como os corretivos de solo contêm Zn como impureza, em concentrações de até 25% (KIEKENS, 1990).

Portanto, o acúmulo dos metais em solos agrícolas é frequentemente causados pelo uso repetitivo e excessivo de fertilizantes, pesticidas e resíduos orgânicos. E estes insumos agrícolas têm grande participação na contaminação da água, pois por processo naturais tais

como lixiviação, os solos contaminados são carregados para os cursos d'água (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2001; BRIGANTE *et al.*, 2003b).

O termo, embora não bem definido, é utilizado para um grupo de metais associados a poluição e toxicidade, embora muitos deles são considerados nutrientes indispensáveis às plantas e seres vivos, desde que em baixas concentrações. Quando em concentrações elevadas no ambiente aquático, causa a mortalidade de peixes e comunidades bentônicas, perifíticas, planctônicas, nectônica e seres fotossintetizantes.

A introdução no organismo humano, via cadeia alimentar, pode provocar inúmeras doenças, em decorrência do efeito cumulativo (CHAPMAN; KIMSTACH, 1992).

O cobre, por exemplo, compõem o sistema doador de elétrons nos complexos enzimáticos. Todavia, a ausência pode causar anemia (Cu) e o excesso resulta em efeitos tóxicos ou até mesmo letais (doença de Willson). Ocorre em águas naturais em pequenas concentrações e teores elevados são decorrentes da utilização de algicidas, lançamento de despejos industriais e do desgaste de canalizações de cobre. O zinco, que também participa dos complexos enzimáticos e funciona como um elemento essencial e necessário ao metabolismo, sendo que sua deficiência causa retardo no crescimento, é encontrado na natureza principalmente sob a forma de sulfetos, associado ao chumbo, cobre, prata e ferro. É essencial para o bom funcionamento dos sistemas imunológico, digestivo e nervoso, pelo crescimento, controle do diabetes e os sentidos do gosto e do olfato. Pela sua propriedade anticorrosiva, o zinco tem larga aplicação na metalurgia, na indústria automobilística e de eletrodomésticos, destacando-se o seu uso na galvanização, na produção de óxido e pó de zinco, em produtos químicos e farmacêuticos, cosméticos, borrachas, explosivos, cerâmicas, inseticidas, fertilizantes, tintas e indústrias gráficas (MAHAN, 1995). São conhecidos os efeitos tóxicos do zinco sobre peixes e certos tipos de algas. No ambiente aquático a toxicidade deste elemento é modificada por fatores ambientais como OD, dureza e temperatura (MOORE; RAMAMOORTHY, 1984).

O cádmio ocorre na natureza principalmente como um sal de sulfeto, frequentemente associado com minérios de zinco e chumbo. Biologicamente, o cádmio é um elemento não essencial, não benéfico, reconhecidamente de alto potencial tóxico e que se acumula em organismos aquáticos, possibilitando sua entrada na cadeia alimentar. Pode ser fator para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, inibição no crescimento, doenças crônicas em idosos e câncer. Apresenta efeito crônico, pois se concentra nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireóide, e efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 gramas pode levar à morte. Estudos feitos com animais

demonstram a possibilidade de causar anemia, retardamento de crescimento e morte. O cádmio ocorre na forma inorgânica, pois seus compostos orgânicos são instáveis; além dos malefícios já mencionados, é um irritante gastrointestinal, causando intoxicação aguda ou crônica sob a forma de sais solúveis. A ação do cádmio sobre a fisiologia dos peixes é semelhante às do níquel, zinco e chumbo. Está presente em águas doces em concentrações traços, geralmente inferiores a $1 \mu\text{g.L}^{-1}$. A ocorrência de concentrações mais elevadas nas águas pode estar relacionada ao contato com recipiente e canalizações que contenham este elemento, inclusive plásticas, ao uso de fertilizantes, pilhas recarregáveis e ao lançamento de despejos industriais de galvanoplastia, de mineração e metalurgia do zinco.

Assim como o cádmio, o chumbo é um metal tóxico ao homem e aos animais e apresenta poder cumulativo no organismo. Quando assimilado pode desencadear uma série de perturbações como danos ao sistema nervoso central, podendo ocasionar epilepsia, convulsões e paralisia, redução da capacidade intelectual em crianças, diminuição da resistência frente a infecções, anemia, intoxicação crônica ou saturnismo, a qual pode levar à morte. Em condições naturais apenas traços são encontrados nas águas, da ordem de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ ou menos. Maiores concentrações são decorrentes da contaminação por efluentes de indústrias, baterias ou canalizações antigas em processo de corrosão (BAIRD, 1998; SEILER; SIGEL, 1998).

Já o ferro existe em grande quantidade na natureza e seus compostos são encontrados em todos os corpos d'água, sendo o seu comportamento intimamente ligado ao ciclo do carbono, oxigênio e enxofre. Podem ocorrer em maiores concentrações devido à drenagem de áreas de mineração, ou lançamento de efluentes de indústrias de metalurgia ou de processamento de metais. O excesso à exposição ou ingestão de ferro na forma de pó pode causar algumas consequências drásticas para a saúde do homem, dentre as quais aparecem a irritação da parede gastrointestinal, problemas cardiovasculares e respiratórios.

O manganês também está entre os metais mais abundantes da crosta terrestre. Em águas naturais podem ocorrer em pequenas concentrações devido à lixiviação de minerais e solos e maiores concentrações decorrem do lançamento de efluentes industriais. É também utilizado como aditivo no aço, pilhas e baterias secas, além de fertilizantes (micronutrientes) e em compostos orgânicos para secagem de tintas e reagentes químicos. Para a saúde humana, a ingestão deste elemento em grandes doses pode causar doenças hepáticas. O manganês, assim como o ferro, quando presente em águas de abastecimento não tem efeitos fisiológicos prejudiciais (SEILER; SIGEL, 1998).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de amostragem

Após a junção dos rios Pelotas e Canoas, que nascem na Serra Geral em altitudes próximas a 2.000 m, o rio passa a ter a denominação de Uruguai até a foz no rio da Prata, que devido à formação geológica, apresenta alguns estreitamentos significativos em seu leito principal, curvas sinuosas e leito encaixado entre morros, se apresenta como elemento estruturador da paisagem regional (SANTA CATARINA, 1986; SANTA CATARINA, 1997).

A região alvo deste estudo, localizada entre os municípios de Itá e Mondaí (SC), está inserida dentro da bacia do alto rio Uruguai e possui uma extensão aproximada de 100 km. Os cursos d'água possuem ambientes diversificados, com corredeiras, lagoas marginais temporárias (várzeas) e ambientes semi-lóticos. Apresentam as suas margens bastante alteradas quanto à mata ciliar (bastante devastada). A maioria dos afluentes em estudo possui sua foz no rio Uruguai (rio Irani, rio Lamedor, rio Lajeado Bonito, rio Palmitos, rio São Domingos e rio Iracema).

Segundo a classificação de Köepen, o clima da região é subtropical constantemente úmido (Cfa). A temperatura média anual varia de 17,9 a 19,8 °C e a precipitação pluviométrica total anual podem variar de 1.430 a 2.020mm, com o total anual de dias de chuva entre 118 e 146 dias. A umidade relativa do ar pode variar de 77 a 82%. Na bacia do rio Uruguai ocorre algumas das fitofisionomias florestais e ecossistemas associados da Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e campos naturais) (SMEC, 1996).

As amostragens foram realizadas em nove afluentes pertencentes a bacia hidrográfica do alto rio Uruguai, região oeste de Santa Catarina, sendo estes, rio Irani – RIR1 (nasente), RIR2, RIR3, RIR4 (intermediários) e RIR5 (foz), rio Xaxim – RXX1 (nascente), RXX2 (intermediário), RXX3 (foz), rio Taquaruçu – RTQ1 (nascente), RTQ2 (intermediário), rio Lajeado São José – RLSJ1 (nasente), RLSJ2, RLSJ3 (intermediários) e RLSJ4 (foz), rio Lamedor – RLA1 (nascente), RLA2 (intermediário), rio Lajeado Bonito– RLB1 (nascente), RLB2 (intermediário), rio Palmitos – RPM1 (nascente), RPM2 (intermediário) e RPM3 (foz), rio São Domingos – RSD1 (nasente), RSD2, RSD3 (intermediários) e RSD4 (foz) e rio Iracema – RIC1 (nasente), RIC2, RIC3 (intermediários) e RIC4 (foz) (Figura 1).

Os pontos amostrados foram selecionados levando-se em consideração facilidade de acesso e diversidade de biótopos.

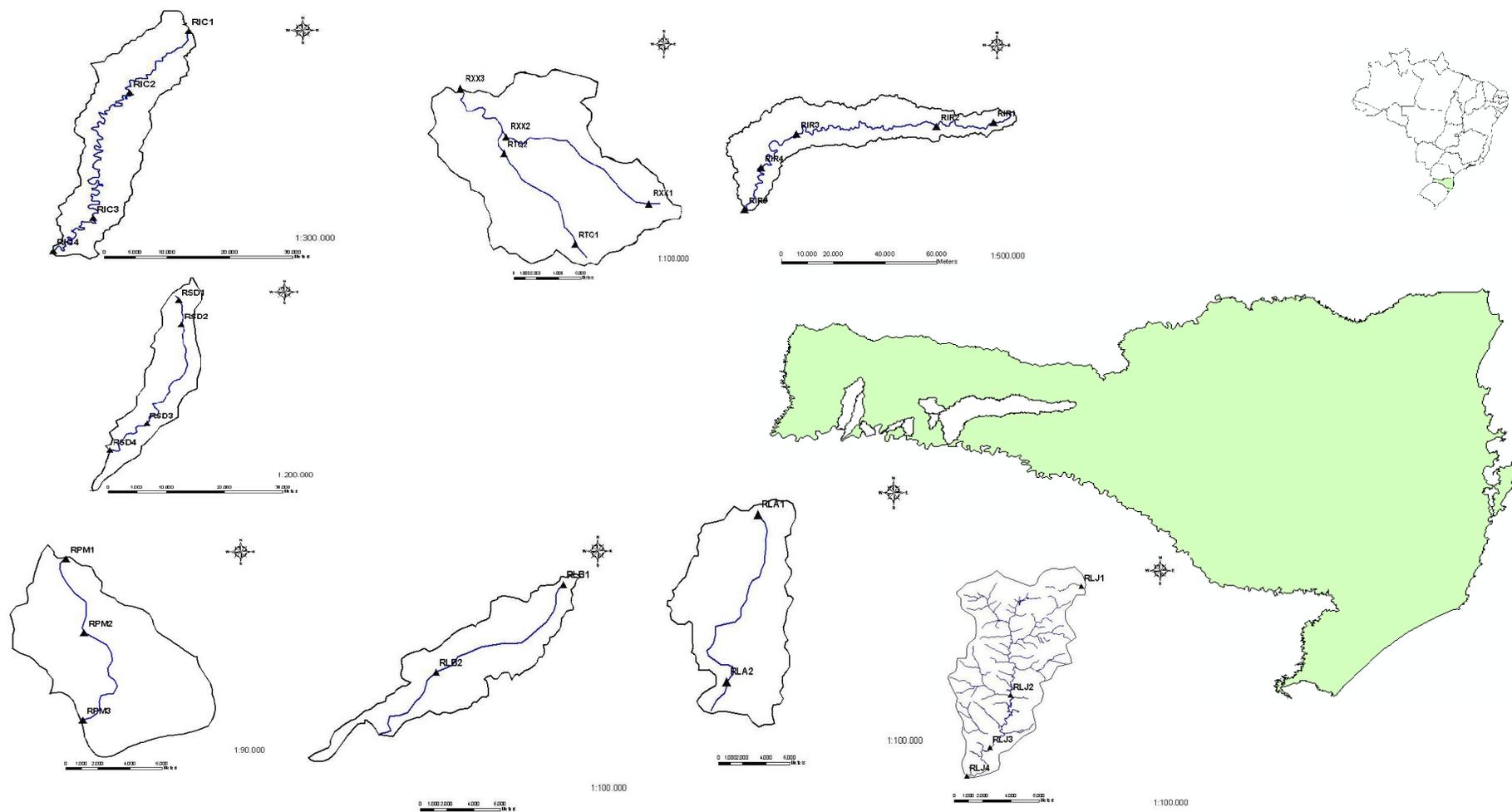


Figura 1 - Microbacias e localização dos pontos de coleta: RIR1 (26° 55' 848'' S; 051° 41' 064'' W), RIR2 (26° 55' 832'' S; 051° 52' 493'' W), RIR3 (26° 58' 235'' S; 052° 21' 741'' W), RIR4 (27° 05' 290'' S; 052° 29' 237'' W), RIR5 (27° 14' 009'' S; 052° 32' 474'' W); RXX1 (26° 57' 525'' S; 052° 34' 500'' W), RXX2 (26° 54' 110'' S; 052° 41' 403'' W), RXX3 (26° 52' 118'' S; 052° 43' 530'' W); RTQ1 (26° 58' 490'' S; 052° 36' 184'' W), RTQ2 (26° 54' 563'' S; 052° 41' 440'' W); RIC1 (26° 42' 884'' S; 053° 09' 648'' W), RIC2 (26° 50' 025'' S; 053° 14' 598'' W), RIC3 (27° 03' 811'' S; 053° 17' 352'' W), RIC4 (27° 06' 671'' S; 053° 21' 062'' W); RSD1 (26° 50' 091'' S; 053° 11' 270'' W), RSD2 (26° 53' 422'' S; 053° 10' 863'' W), RSD3 (27° 04' 432'' S; 053° 14' 046'' W), RSD4 (27° 08' 145'' S; 053° 17' 301'' W); RPM1 (27° 03' 076'' S; 053° 09' 747'' W), RPM2 (27° 06' 558'' S; 053° 08' 367'' W), RPM3 (27° 09' 565'' S; 053° 08' 423'' W); RLB1 (27° 02' 648'' S; 052° 51' 866'' W), RLB2 (27° 06' 856'' S; 052° 57' 558'' W); RLA1 (27° 01' 593'' S; 052° 48' 551'' W), RLA2 (27° 08' 514'' S; 052° 50' 206'' W), RLSJ1 (26° 59' 517'' S; 052° 36' 200'' W), RLSJ2 (27° 03' 345'' S; 052° 38' 613'' W), RLSJ3 (27° 05' 799'' S; 052° 39' 431'' W), RLSJ4 (27° 07' 356'' S; 052° 40' 405'' W);

4.2 Caracterização dos pontos amostrais

4.2.1 Rio Irani (RIR)

O rio Irani nasce na Serra da Trancheira, formado pela junção de dois córregos, no município de Ponte Serrada e tem sua foz no rio Uruguai, no município de Chapecó. Possui suas margens com vegetação ciliar consideravelmente preservada. Apresenta ao longo do seu curso várias quedas de água. Observaram-se pequenos trechos margeando rodovias, os quais, pela beleza local eram utilizados como áreas de camping. Ainda, há presença de propriedades particulares com grandes áreas destinadas a silvicultura (plantação de *Pinus* e *Eucalyptus* spp.). Encontram-se ainda, propriedades destinadas a atividade agrícola e pecuária (principalmente a suinocultura), além de área destinada ao pastoreio.

4.2.2 Rio Lamedor (RLA)

Este rio nasce na zona rural, localidade de Alto da Serra, no município de Chapecó. Em suas margens estão localizadas áreas de cultivo agrícola, não apresentando uma faixa de vegetação ciliar em sua extensão. Ainda, observam-se grandes quantidades de matéria orgânica e dejetos de animais, sendo que a nascente não apresenta nenhum tipo de isolamento.

4.2.3 Rio Lajeado Bonito (RLB)

A microbacia do rio Lajeado Bonito situa-se nos municípios de Planalto Alegre, Caxambu do Sul. Nela estão localizadas áreas agrícolas, com cultivo de milho, fumo, soja. Observa-se em vários pontos mata ciliar bastante preservada (sub-docel), porém, também encontram-se locais bastante alterados, com formação de açudes em áreas de nascente.

4.2.4 Rio Xaxim (RXX)

A microbacia do rio Xaxim situa-se nos municípios de Xaxim e Coronel Freitas. Este rio atravessa a cidade de Coronel Freitas, onde são observados vários pontos de lançamento de esgoto “in natura”. Em sua parte rural, observam-se pequenas propriedades com criação de animais (bovinos, suínos e aves) e pequenas áreas de cultivos (milho, mandioca, feijão, batata e hortaliças).

4.2.5 Rio Taquaruçu (RTQ)

Este rio nasce no interior de município de Cordilheira Alta, em uma área de mata bastante preservada. Porém, sofre interferência antrópica da cidade de Coronel Freitas e suas margens sem vegetação ciliar.

4.2.6 Rio Iracema (RIC)

A microbacia do rio Iracema tem sua nascente no interior do município de Tigrinhos, passando por Maravilha, Iraceminha, Cunha Porá, Caibi, Riqueza e tendo sua foz na cidade de Mondaí. Caracteriza-se como uma das maiores microbacias da área de estudo. Observa-se em todo seu percurso grande quantidade de lixo depositado em seu entorno e lançamento de esgoto “*in natura*” no rio. Ainda, apresenta vários pontos ao longo do percurso, margens desprotegidas, sem presença de vegetação ciliar.

4.2.7 Rio Palmitos (RPM)

O rio Palmitos nasce e tem sua foz no município de Palmitos e possui margens desprotegidas de vegetação ciliar. Percorre a área rural do município, apresentando pequenas propriedades, com criação de gado e cultivos agrícolas.

4.2.8 Rio São Domingos (RSD)

Este rio tem sua nascente no município de Cunha Porã, apresentando alta declividade e sua foz no município de Caibí. Apresenta pequena faixa ciliar. Ainda em Cunha Porã, o rio é destinado a captação de água para o abastecimento público. Encontram-se em toda sua extensão, propriedades com área agrícola e com criações de bovinos de leite, suínos e aves. Às margens do acesso ao município de Caibí encontra-se local destinado ao lazer da população (área de camping).

4.2.9 Rio Lajeado São José (RLSJ)

A microbacia hidrográfica do Lajeado São José situa-se na microrregião colonial oeste de Santa Catarina, nos municípios de Cordilheira Alta e Chapecó. Nela, estão localizadas grandes áreas agrícolas, parte da zona urbana, o complexo industrial e a estação de captação e tratamento de água da cidade de Chapecó. O processo de urbanização e o uso intensivo do solo, devido à atividade agrícola, têm ocasionado devastação da vegetação ciliar com conseqüente assoreamento dos rios, com prejuízo da qualidade da água.

De acordo com a Legislação Estadual sobre Recursos Hídricos, Portaria nº 0024/79 (SANTA CATARINA, 1998), este rio estaria enquadrado como classe I, ou seja, águas destinadas ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção. Contrariamente a Lei, o rio tem suas nascentes em áreas de banhado destinadas ao pastoreio, com grande presença de matéria orgânica e macrófitas. Apresenta, ao longo de seu percurso, margens desprotegidas, sem a presença de faixa ciliar. Encontram-se em toda sua extensão propriedades particulares com área agrícola (cultivo de milho, feijão, hortifruticultura) e com criação de suínos e aves, área urbana, com loteamentos em Áreas de Preservação Permanente, agroindústrias e indústria de plásticos.

4.3 Coleta e análise dos dados

As coletas foram realizadas bimestralmente, no período de março/2005 a agosto/2006, observando-se um gradiente longitudinal, da nascente a foz em nove rios da região oeste do Estado de Santa Catarina. As amostras de água foram coletadas da superfície, acondicionadas em frascos de polietileno e mantidas em caixa de isopor com gelo, até a chegada em laboratório.

Em campo foram medidas as concentrações de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) e a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) foram medida com auxílio de um medidor de oxigênio digital, marca Quimis. Os valores de pH também foram medidos “*in situ*”, com auxílio de aparelho digital portátil com compensação automática de temperatura, marca Analyser. Para as medidas de profundidade (m) e transparência da água (m) utilizou-se um "Disco de Secchi" com diâmetro de 0,30 m, pintado em cor branca e suspenso por uma corda previamente marcada a cada 0,10 m.

Em laboratório, os valores de DQO (mg.L^{-1}) foram obtidos através do método da oxidação por dicromato de potássio em meio ácido. As medidas de alcalinidade total (mg.L^{-1}) foram obtidas por titulação, utilizando ácido sulfúrico padronizado a 0,02 N e indicador misto. A determinação de nitrito (NO_2^-) (mg.L^{-1}) foi determinada nas amostras previamente filtradas através de filtro de membrana 0,45 μm , em absorvância de 543 nm. A técnica utilizada para a determinação de nitrato (NO_3^-) (mg.L^{-1}) mediu a absorvância de NO_3^- em 220 nm, na amostras previamente filtradas através de filtro de membrana 0,45 μm . A amônia (mg.L^{-1}) foi medida utilizando-se medidor de amônia, marca Quimis. Este equipamento mede concentrações de nitrogênio amoniacal na faixa entre 0,0 e 3,3 mg.L^{-1} . As concentrações de fósforo total (mg.L^{-1}), foram determinados por espectrofotometria (método

vanadomolibdofosfórico), em amostras previamente filtradas. Todas as variáveis citadas anteriormente seguiram metodologia descrita por APHA (1998).

A condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) também foi medida em laboratório através de um condutivímetro tipo caneta, marca Quimis e condutivímetro de bancada, marca Tecnal.

Para a determinação dos elementos-traço nas águas dos rios, foram realizadas duas coletas aleatórias. As amostras foram acondicionadas em tubos cônicos de 50 mL e encaminhadas ao laboratório para análise, que foi feita por espectrofotometria de absorção atômica para a quantificação das concentrações de Cádmio (Cd), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Chumbo (Pb).

Para o tratamento estatístico dos dados coletados, foi utilizado o software STATISTICA versão 6.1 (STAT SOFT, 2001), com o qual foram realizados os testes de análise de componentes principais (ACP) e análise de variância (ANOVA).

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização física e química

Os resultados das variáveis físicas e químicas da água (média de seis coletas por ponto de amostragem), e o desvio padrão dos valores são mostrados na Tabela 1. A profundidade média dos pontos foi de 0,31 m, sendo que no rio São Domingos verificou-se os pontos com maiores profundidades, 0,51 m, em média no rio Lambedor e rio Lajeado Bonito os pontos com menores profundidades médias, 0,18 m e 0,20 m, respectivamente (Figura 2b).

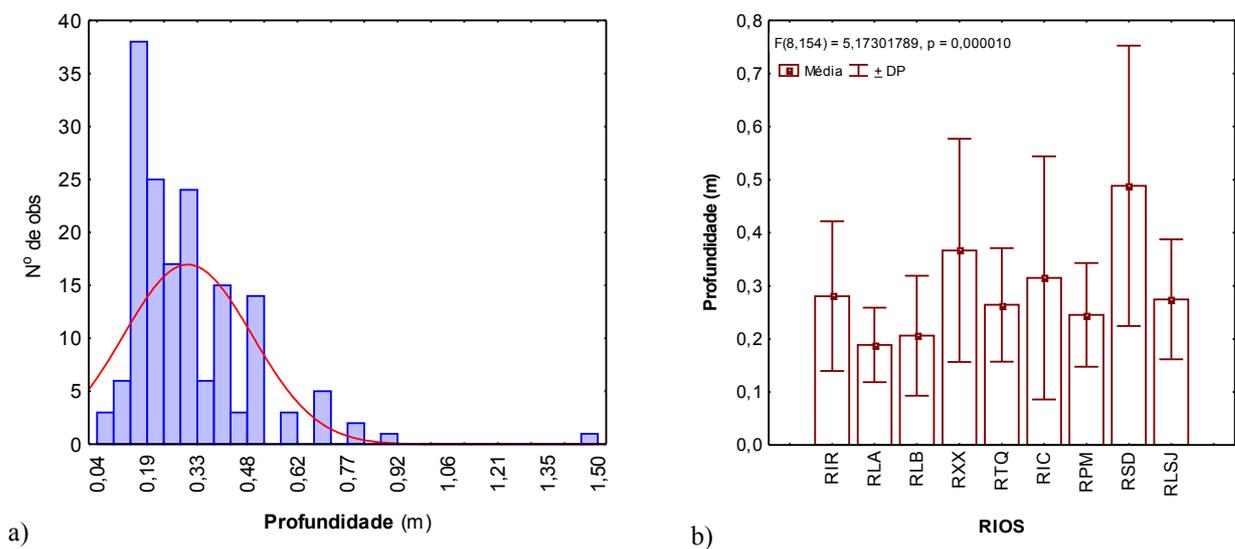


Figura 2 – a) Histograma e b) variação da profundidade (m) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

A temperatura da água é mostrada na figura 3. A média da temperatura ficou próxima aos 18°C (Figura 3a). Observou-se também no rio Lajeado Bonito as maiores temperaturas, 21,76 °C, em média. E no rio São Domingos e rio Lajeado São José as menores temperaturas, 17,4 °C e 17 °C, respectivamente. No rio Xaxim, pôde-se observar maior amplitude desta variável (Figura 3b).

Os valores médios de pH são mostrados na figura 4a. De um modo geral, estes foram, em média, próximos a neutralidade (7,21), com pH variando de 6,72 no rio Lajeado São José (ponto1) a 7,59 no rio Lajeado Bonito (ponto2). Observou-se no rio Lambedor os menores valores médios da variável pH levemente ácidos (6,88) e no rio Xaxim os maiores valores (7,39). Outro fator relevante é o grande desvio padrão na maioria dos rios amostrados, sendo que no rio Xaxim observou-se os maiores desvios (Figura 4b).

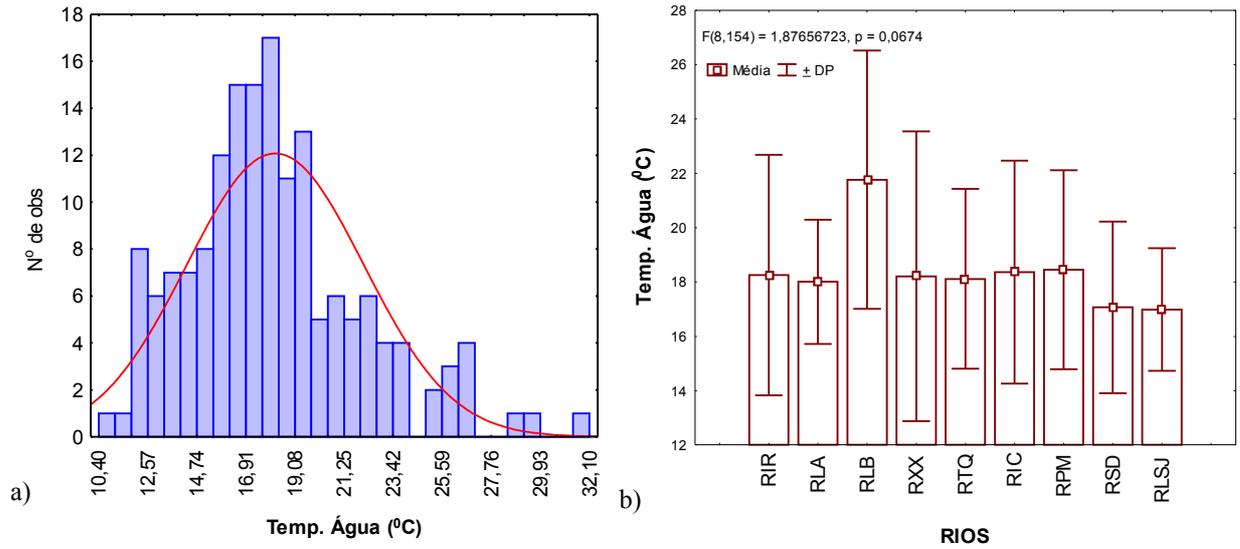


Figura 3 – a) Histograma e b) variação da temperatura da água (°C) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

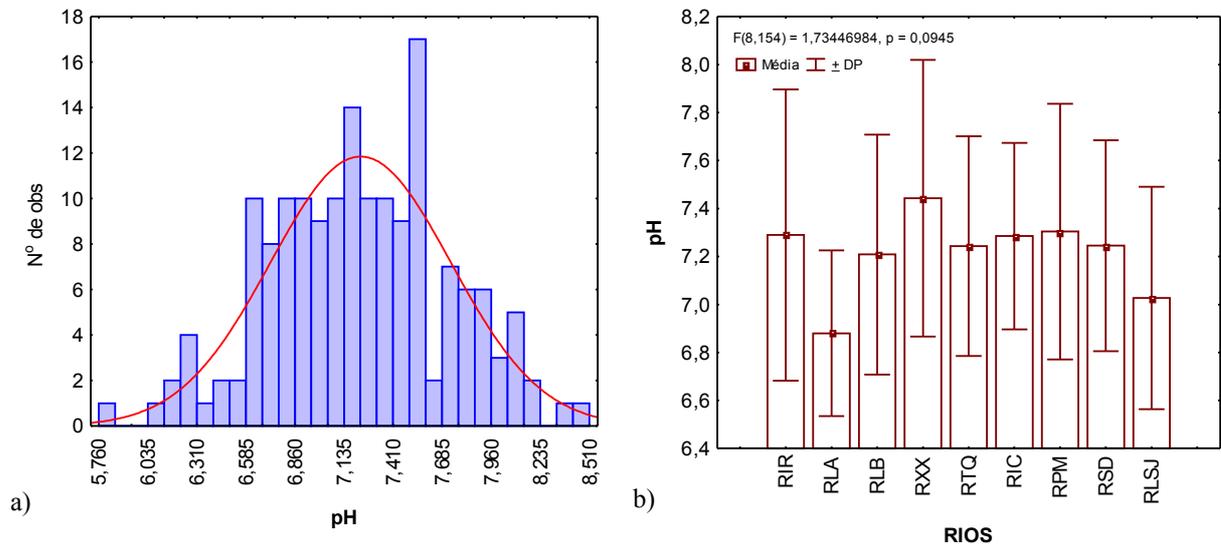


Figura 4 – a) Histograma e b) variação do pH nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

Tabela 1 – Valores médios e desvio-padrão das variáveis físicas e químicas obtidos nos pontos de coleta dos rios analisados, no período de março de 2005 a agosto de 2006.

Nome do rio	Profundidade		Cond. Elétrica		Temp. Água		Alcalinidade	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	
	Pontos	(m)	pH	($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	($^{\circ}\text{C}$)	DQO ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)				
Irani	RIR1	0,50(\pm 0,11)	7,43(\pm 0,67)	36,72(\pm 7,08)	8,78(\pm 0,62)	14,45(\pm 3,01)	10,34(\pm 2,03)	17,73(\pm 5,19)	0,04(\pm 0,03)	0,003(\pm 0,001)	1,03(\pm 0,18)	0,14(\pm 0,10)
	RIR2	0,17(\pm 0,02)	7,03(\pm 0,52)	35,40(\pm 5,34)	8,80(\pm 0,85)	15,23(\pm 2,92)	15,39(\pm 7,27)	17,67(\pm 5,13)	0,05(\pm 0,02)	0,010(\pm 0,008)	0,91(\pm 0,23)	0,44(\pm 0,25)
	RIR3	0,25(\pm 0,03)	7,40(\pm 0,36)	34,98(\pm 8,40)	9,58(\pm 0,88)	19,70(\pm 2,57)	12,67(\pm 4,54)	15,28(\pm 0,4,27)	0,06(\pm 0,03)	0,002(\pm 0,001)	1,30(\pm 0,51)	0,26(\pm 0,15)
	RIR4	0,31(\pm 0,58)	7,57(\pm 0,60)	36,57(\pm 5,38)	9,52(\pm 1,39)	21,40(\pm 3,36)	14,14(\pm 8,08)	15,79(\pm 4,34)	0,05(\pm 0,015)	0,005(\pm 0,001)	1,40(\pm 0,56)	0,27(\pm 0,16)
	RIR5	0,15(\pm 0,00)	6,96(\pm 0,62)	47,82(\pm 9,79)	8,78(\pm 0,51)	20,94(\pm 3,91)	22,64(\pm 21,13)	18,18(\pm 2,86)	0,07(\pm 0,004)	0,013(\pm 0,390)	1,18(\pm 0,39)	0,19(\pm 0,13)
Lambedor	RLA1	0,17(\pm 0,06)	6,86(\pm 0,16)	64,58(\pm 12,74)	6,10(\pm 1,85)	18,55(\pm 1,40)	6,11(\pm 3,42)	29,85(\pm 8,40)	0,20(\pm 0,25)	0,004(\pm 0,002)	0,88(\pm 0,15)	0,07(\pm 0,06)
	RLA2	0,20(\pm 0,07)	6,90(\pm 0,44)	63,65(\pm 11,34)	8,23(\pm 2,25)	17,47(\pm 2,65)	7,03(\pm 2,76)	25,54(\pm 9,18)	0,11(\pm 0,11)	0,012(\pm 0,009)	1,66(\pm 0,35)	0,07(\pm 0,03)
Laj. Bonito	RLB1	0,21(\pm 0,14)	6,82(\pm 0,18)	75,77(\pm 15,97)	6,32(\pm 1,20)	22,13(\pm 3,95)	4,24(\pm 2,75)	31,11(\pm 14,85)	0,12(\pm 0,10)	0,004(\pm 0,003)	0,80(\pm 0,50)	0,13(\pm 0,13)
	RLB2	0,20(\pm 0,05)	7,59(\pm 0,36)	77,00(\pm 21,83)	8,57(\pm 1,62)	21,40(\pm 5,07)	3,86(\pm 2,21)	31,62(\pm 14,64)	0,03(\pm 0,02)	0,003(\pm 0,001)	1,64(\pm 0,42)	0,10(\pm 0,1)
Xaxim	RXX1	0,23(\pm 0,04)	7,55(\pm 0,36)	99,23(\pm 16,94)	8,85(\pm 1,08)	16,40(\pm 2,63)	6,11(\pm 4,30)	38,99(\pm 13,17)	0,04(\pm 0,02)	0,008(\pm 0,005)	2,24(\pm 0,70)	0,13(\pm 0,04)
	RXX2	0,42(\pm 0,24)	7,50(\pm 0,54)	110,03(\pm 45,70)	9,40(\pm 1,32)	19,77(\pm 6,04)	9,17(\pm 5,07)	37,74(\pm 13,96)	0,38(\pm 0,16)	0,090(\pm 0,050)	1,86(\pm 0,63)	0,20(\pm 0,13)
	RXX3	0,53(\pm 0,12)	7,12(\pm 0,76)	97,50(\pm 17,05)	9,27(\pm 1,55)	18,70(\pm 5,87)	10,19(\pm 4,93)	41,86(\pm 10,70)	0,05(\pm 0,03)	0,020(\pm 0,010)	2,03(\pm 0,74)	0,22(\pm 0,22)
Taquaruçu	RTQ1	0,26(\pm 0,12)	7,32(\pm 0,38)	93,62(\pm 9,29)	8,27(\pm 1,82)	17,38(\pm 2,12)	7,61(\pm 11,66)	31,97(\pm 7,04)	0,14(\pm 0,16)	0,022(\pm 0,016)	2,78(\pm 0,67)	0,26(\pm 0,31)
	RTQ2	0,27(\pm 0,07)	7,17(\pm 0,48)	116,12(\pm 53,54)	8,68(\pm 1,03)	18,85(\pm 3,81)	13,62(\pm 10,20)	39,49(\pm 20,93)	0,86(\pm 0,70)	0,120(\pm 0,100)	2,42(\pm 0,18)	0,21(\pm 0,18)
Iracema	RIC1	0,13(\pm 0,05)	6,90(\pm 0,27)	101,04(\pm 8,30)	6,54(\pm 1,63)	16,16(\pm 1,92)	6,22(\pm 1,95)	41,03(\pm 6,18)	0,05(\pm 0,02)	0,004(\pm 0,003)	1,44(\pm 0,42)	0,11(\pm 0,08)
	RIC2	0,32(\pm 0,06)	7,17(\pm 0,25)	104,28(\pm 19,80)	9,00(\pm 0,82)	16,12(\pm 3,05)	11,63(\pm 4,81)	33,05(\pm 5,75)	0,11(\pm 0,06)	0,090(\pm 0,140)	2,04(\pm 0,92)	0,20(\pm 0,07)
	RIC3	0,27(\pm 0,17)	7,56(\pm 0,34)	94,52(\pm 19,55)	8,93(\pm 1,51)	19,62(\pm 4,04)	12,32(\pm 8,96)	35,77(\pm 6,88)	0,04(\pm 0,04)	0,008(\pm 0,004)	1,82(\pm 0,41)	0,12(\pm 0,05)
	RIC4	0,61(\pm 0,27)	7,52(\pm 0,16)	93,50(\pm 16,80)	8,75(\pm 0,84)	22,60(\pm 2,67)	8,94(\pm 5,12)	40,20(\pm 6,90)	0,09(\pm 0,04)	0,006(\pm 0,002)	1,10(\pm 0,51)	0,14(\pm 0,22)
Palmitos	RPM1	0,25(\pm 0,10)	7,45(\pm 0,43)	55,40(\pm 4,67)	9,32(\pm 0,96)	19,65(\pm 3,28)	8,60(\pm 5,41)	25,72(\pm 6,62)	0,03(\pm 0,02)	0,004(\pm 0,001)	1,20(\pm 0,52)	0,10(\pm 0,07)
	RPM2	0,18(\pm 0,02)	7,09(\pm 0,58)	88,02(\pm 17,77)	9,62(\pm 0,60)	16,88(\pm 3,05)	8,96(\pm 5,94)	27,96(\pm 6,19)	0,02(\pm 0,01)	0,007(\pm 0,002)	2,18(\pm 0,15)	0,13(\pm 0,10)
	RPM3	0,33(\pm 0,08)	7,39(\pm 0,41)	77,05(\pm 26,95)	8,82(\pm 0,85)	19,00(\pm 3,75)	11,50(\pm 9,70)	31,58(\pm 11,09)	0,13(\pm 0,13)	0,006(\pm 0,002)	1,09(\pm 0,20)	0,08(\pm 0,05)
São Domingos	RSD1	0,45(\pm 0,07)	6,81(\pm 0,27)	67,13(\pm 9,86)	8,35(\pm 1,12)	16,37(\pm 2,46)	52,87(\pm 77,78)	25,37(\pm 2,25)	0,06(\pm 0,04)	0,002(\pm 0,001)	2,19(\pm 0,70)	0,31(\pm 0,46)
	RSD2	0,51(\pm 0,12)	7,31(\pm 0,39)	88,87(\pm 18,51)	9,22(\pm 1,86)	15,62(\pm 1,88)	35,95(\pm 39,29)	36,78(\pm 6,58)	0,61(\pm 1,01)	0,005(\pm 0,001)	1,85(\pm 0,15)	0,26(\pm 0,20)
	RSD3	0,31(\pm 0,12)	7,56(\pm 0,20)	74,40(\pm 7,97)	9,52(\pm 1,04)	16,87(\pm 2,59)	43,54(\pm 49,53)	31,95(\pm 6,79)	0,03(\pm 0,01)	0,005(\pm 0,002)	1,89(\pm 0,47)	0,32(\pm 0,32)
	RSD4	0,77(\pm 0,43)	7,33(\pm 0,43)	81,10(\pm 6,39)	9,00(\pm 0,31)	20,60(\pm 3,38)	76,04(\pm 59,96)	35,17(\pm 6,33)	0,02(\pm 0,02)	0,008(\pm 0,005)	2,50(\pm 1,19)	0,59(\pm 0,60)
Laj. São José	RLSJ1	0,18(\pm 0,06)	6,72(\pm 0,34)	78,38(\pm 6,36)	6,83(\pm 2,02)	16,75(\pm 2,23)	4,74(\pm 4,15)	28,70(\pm 8,16)	0,14(\pm 0,14)	0,006(\pm 0,004)	2,08(\pm 0,87)	0,08(\pm 0,06)
	RLSJ2	0,32(\pm 0,07)	7,15(\pm 0,44)	57,35(\pm 6,94)	7,89(\pm 0,39)	16,00(\pm 2,02)	5,42(\pm 2,59)	21,89(\pm 5,10)	0,08(\pm 0,03)	0,007(\pm 0,005)	2,04(\pm 0,92)	0,38(\pm 0,49)
	RLSJ3	0,32(\pm 0,14)	6,77(\pm 0,14)	58,13(\pm 6,83)	8,37(\pm 0,77)	17,42(\pm 2,17)	12,40(\pm 8,77)	20,91(\pm 5,24)	0,03(\pm 0,33)	0,010(\pm 0,003)	0,99(\pm 0,43)	0,65(\pm 0,80)
	RLSJ4	0,28(\pm 0,08)	7,47(\pm 0,34)	319,03(\pm 186,38)	7,57(\pm 0,94)	17,77(\pm 1,98)	34,21(\pm 18,95)	58,98(\pm 29,81)	3,30(\pm 0,00)	0,220(\pm 0,110)	2,73(\pm 0,54)	1,80(\pm 0,99)

Os valores médios de condutividade elétrica são apresentados na figura 5a e mostram maior desvio padrão entre o rio Lajeado São José e os demais rios amostrados (Figura 5b). A média da variável condutividade elétrica do período estudado foi de $82,29 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, sendo que a menor média foi observada no rio Irani ($38,30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), enquanto que a maior condutividade elétrica foi de $128,22 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, no rio Lajeado São José, sendo também relevantes os valores médios encontrados no rio Xaxim ($102,25 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), rio Taquaruçu ($104,87 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e rio Iracema ($98,33 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Nos demais rios, os valores médios desta variável foram aparentemente uniformes.

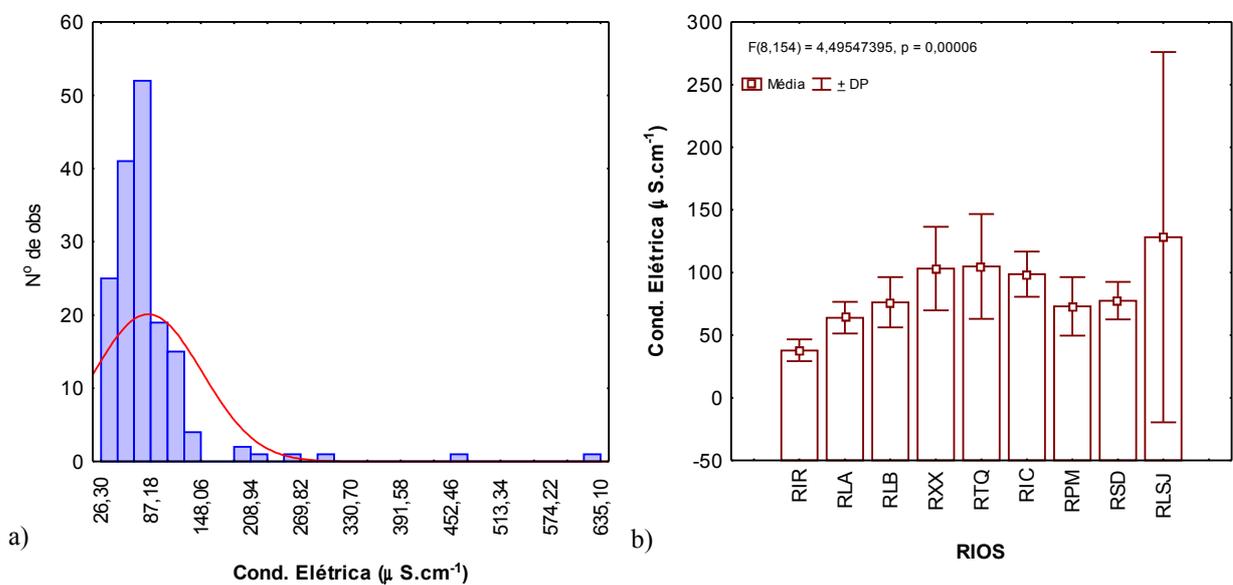


Figura 5 – a) Histograma e b) variação da condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

A alcalinidade total nas águas superficiais variou de $15,28 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no rio Iracema (ponto 3) a $58,98 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no rio Lajeado São José (ponto 4), sendo que a média geral do período foi de $30,74 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (Figura 6a). A menor média foi observada no rio Irani ($16,93 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e a maior no rio Irani ($39,53 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). Observou-se também no rio Lajeado São José a maior amplitude de valores da variável alcalinidade (Figura 6b).

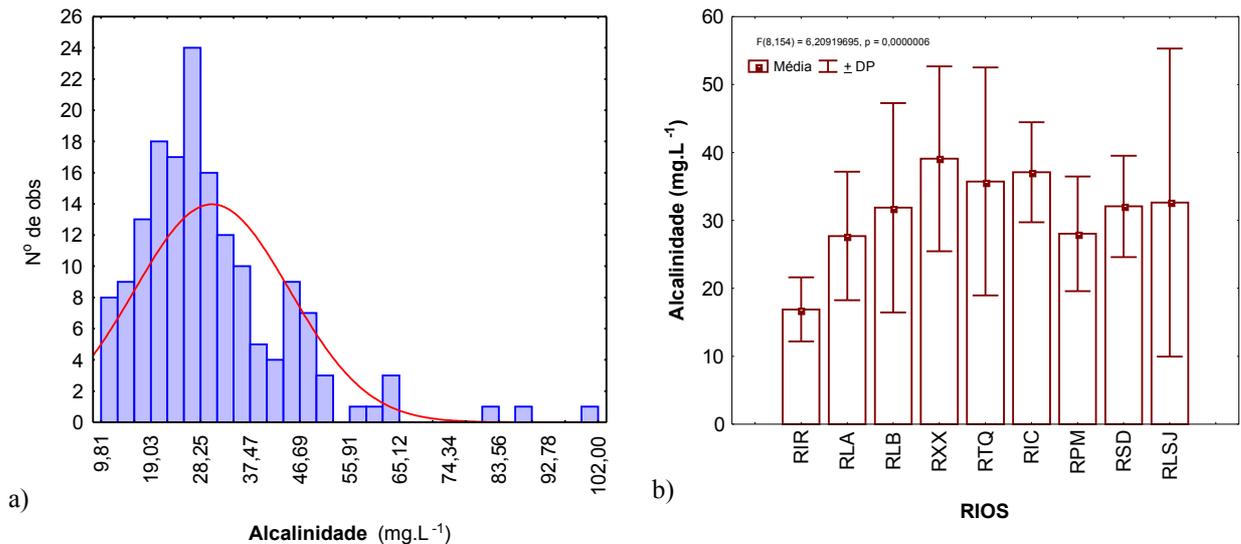


Figura 6 – a) Histograma e b) variação da alcalinidade total (mg.L⁻¹) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

Em relação às concentrações de oxigênio dissolvido, observou-se grande variação entre os pontos e entre os rios, sendo que estas concentrações variaram de 2,8 mg.L⁻¹ no rio Lajeado São José (ponto 1) a 12,0 mg.L⁻¹ no rio Xaxim (ponto 2), com média de 8,47 mg.L⁻¹ (Figura 7a). Nota-se também um grande desvio padrão desta variável no rio Lamedor (Figura 7b), onde também são observadas a menor concentração de oxigênio dissolvido, 7,16 mg.L⁻¹, em média e no rio Irani a maior medição média (9,09 mg.L⁻¹).

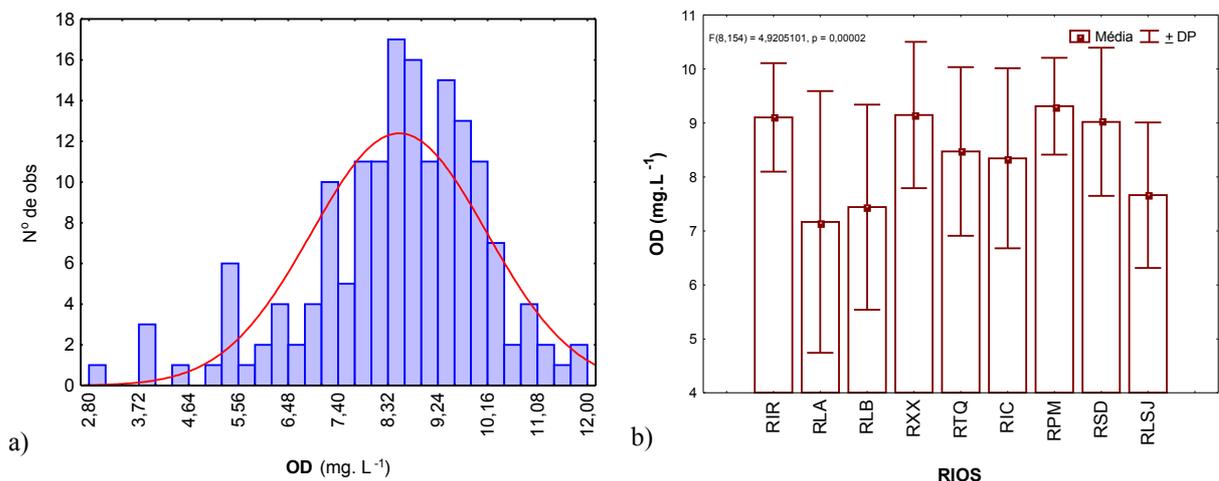


Figura 7 – a) Histograma e b) variação do oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

Registrou-se no rio Lamedor e no rio Lajeado São José (ponto 1), respectivamente, os valores mais baixos desta variável, sendo de 3,9 mg.L⁻¹ na primeira coleta e de 2,8 mg.L⁻¹,

durante a terceira coleta. No rio Iracema (ponto 1), notou-se que em metade das coletas os valores de OD foram abaixo de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

A DQO apresentou grande variação nos valores sendo que as concentrações médias variaram de $4,05 \text{ mg.L}^{-1}$ no rio Lajeado Bonito a $52,10 \text{ mg.L}^{-1}$ no rio São Domingos, com média de $16,02 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figura 8a).

Na figura 8b observa-se os altos valores de DQO encontrados no rio São Domingos ($225,68 \text{ mg.L}^{-1}$, ponto 1, $122,45 \text{ mg.L}^{-1}$, ponto 2, $151,75 \text{ mg.L}^{-1}$, ponto 3 e $174,06 \text{ mg.L}^{-1}$ no ponto 4).

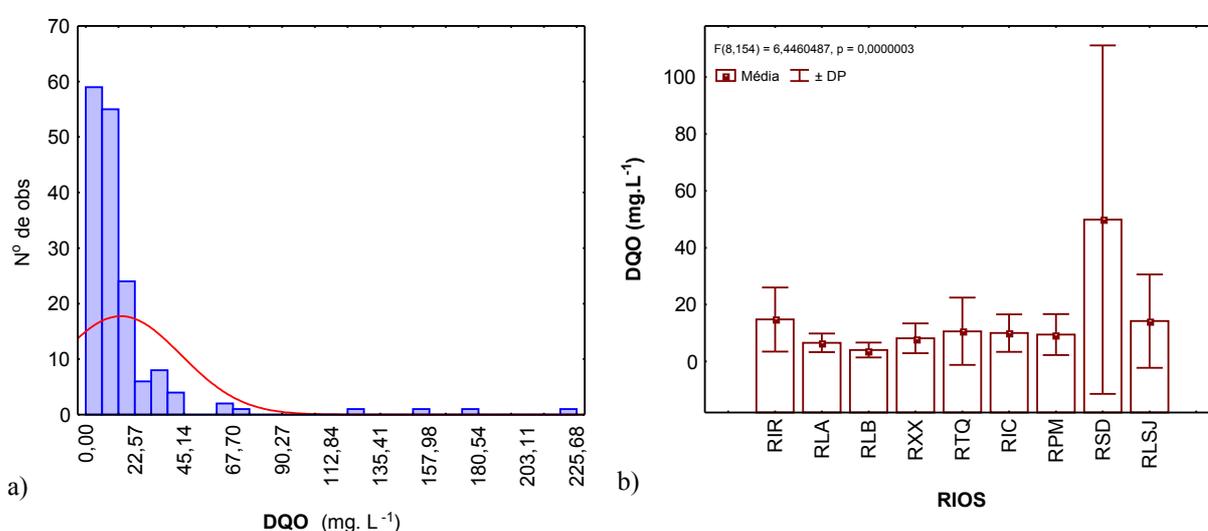


Figura 8 – a) Histograma e b) variação sazonal da DQO (mg.L^{-1}) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

A figura 9 mostra as concentrações de amônia para este estudo. A média registrada no período estudado foi de $0,22 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figura 9a). A maior concentração média encontrada foi no rio Lajeado São José ($0,89 \text{ mg.L}^{-1}$), sendo que no ponto 4 deste rio foram detectados em todas as coletas, valores máximos do método utilizado para a medição desta variável ($3,3 \text{ mg.L}^{-1}$). Não observou-se grande variação entre os rios amostrados, com mínimos de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ no rio Irani, $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ no rio Palmitos, $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$ no rio Lajeado Bonito e no rio Iracema, com exceção do rio Lajeado São José, que apresentou o maior desvio padrão (Figura 9b).

Na figura 10 são apresentadas as concentrações de nitrito. Em relação a esta variável, os valores nas águas dos rios da área de estudo registraram, em média, uma quantidade de $0,022 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figura 10a).

Durante período de estudo, as concentrações de nitrito variaram de $0,005 \text{ mg.L}^{-1}$ no rio São Domingos a $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$ no rio Taquaruçu (Figura 10b).

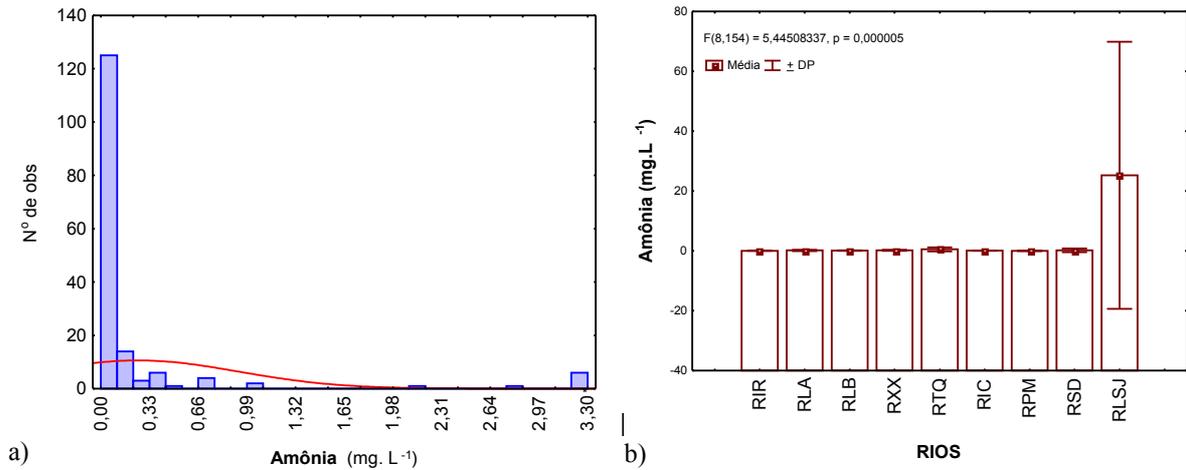


Figura 9 – a) Histograma e b) variação da amônia (mg.L⁻¹) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

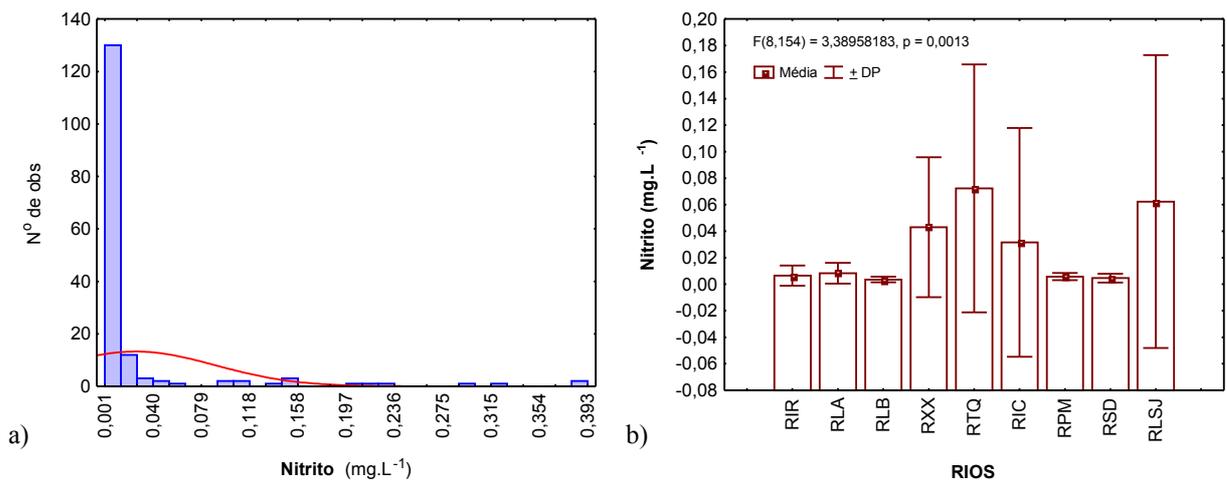


Figura 10 – a) Histograma e b) variação do nitrito (mg.L⁻¹) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

Em relação ao nitrato, nota-se pela figura 11 que os valores variaram bastante, com uma grande variação espacial, com média de 1,70 mg.L⁻¹. de 1,16 mg.L⁻¹ no rio Irani a 2,60 mg.L⁻¹ no rio Taquaruçu.

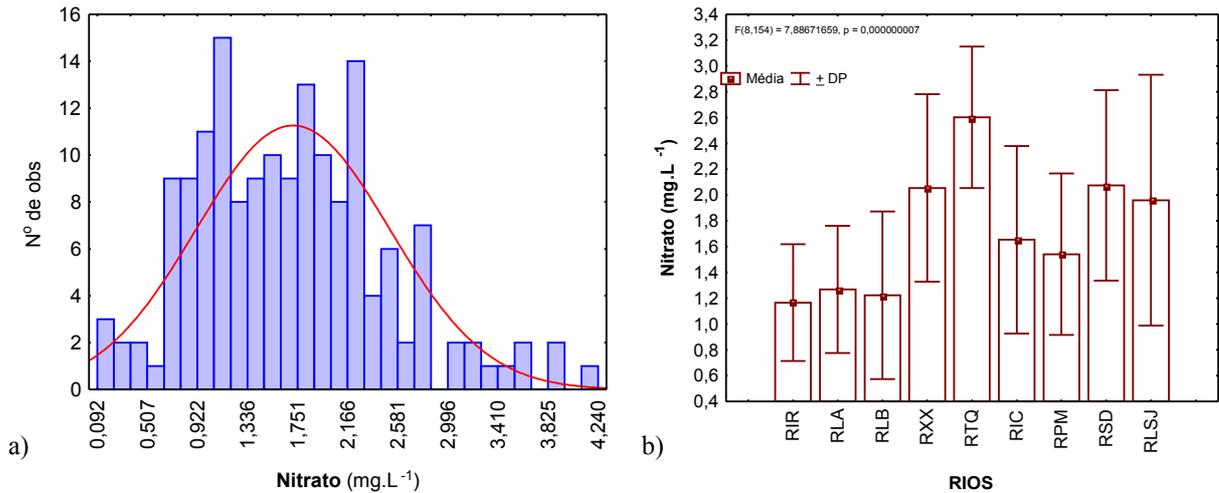


Figura 11 – a) Histograma e b) variação do nitrato (mg.L⁻¹) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

A figura 12 mostra que os valores de formas fosfatadas variaram de 0,07 mg.L⁻¹ no rio Lamedor a 0,73 mg.L⁻¹ no rio Lajeado São José, com média de 0,25 mg.L⁻¹.

A análise da concentração de fósforo revelou que no rio Lajeado São José este nutriente encontra-se em quantidade muito superior as dos outros rios, apresentando também, um grande desvio padrão (Figura 12b).

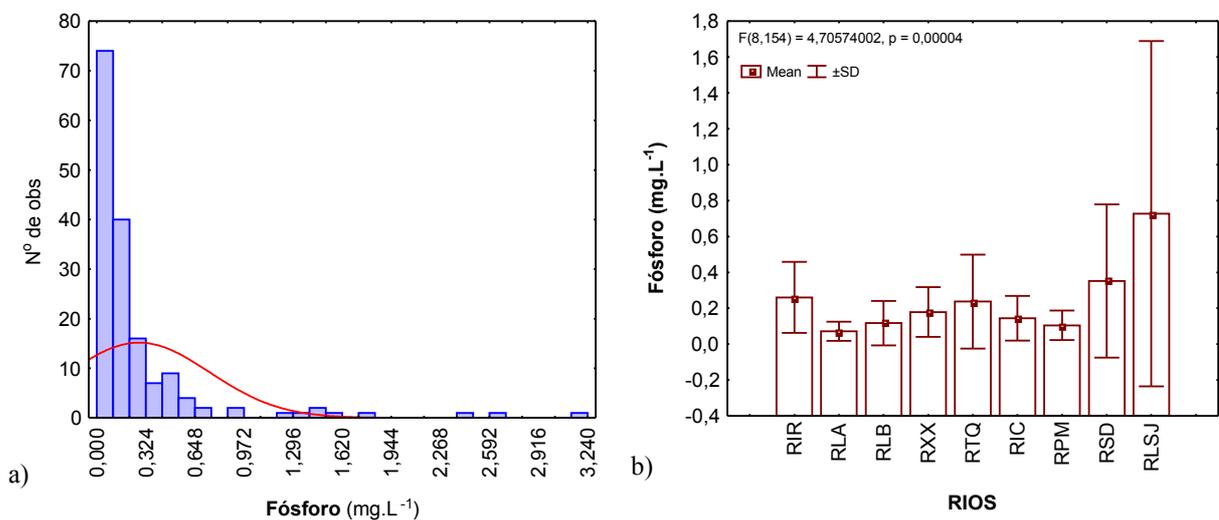


Figura 12 – a) Histograma e b) variação do fósforo (mg.L⁻¹) nos rios analisados, no período de abril de 2005 a agosto de 2006.

A análise de componentes principais realizada com as variáveis físicas e químicas, utilizando os locais de amostragem, revelou claramente as diferenças entre alguns pontos das bacias hidrográficas. O diagrama de ordenação separou os pontos dos rios Lajeado São José, Taquaruçu, Xaxim e Lajeado Bonito. A condutividade elétrica, a alcalinidade, a amônia, o

nitrito e o fósforo foram correlacionadas negativamente com eixo 1. Para o eixo 2, temperatura da água apresentou correlação negativa (Figura 13).

Os dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (ACP) foram retidos para a interpretação (autovalores maiores que 1), pois explicaram 47,8 % da variabilidade total dos dados (eixos 1 com 34,30 % e 2 com 14,47 %).

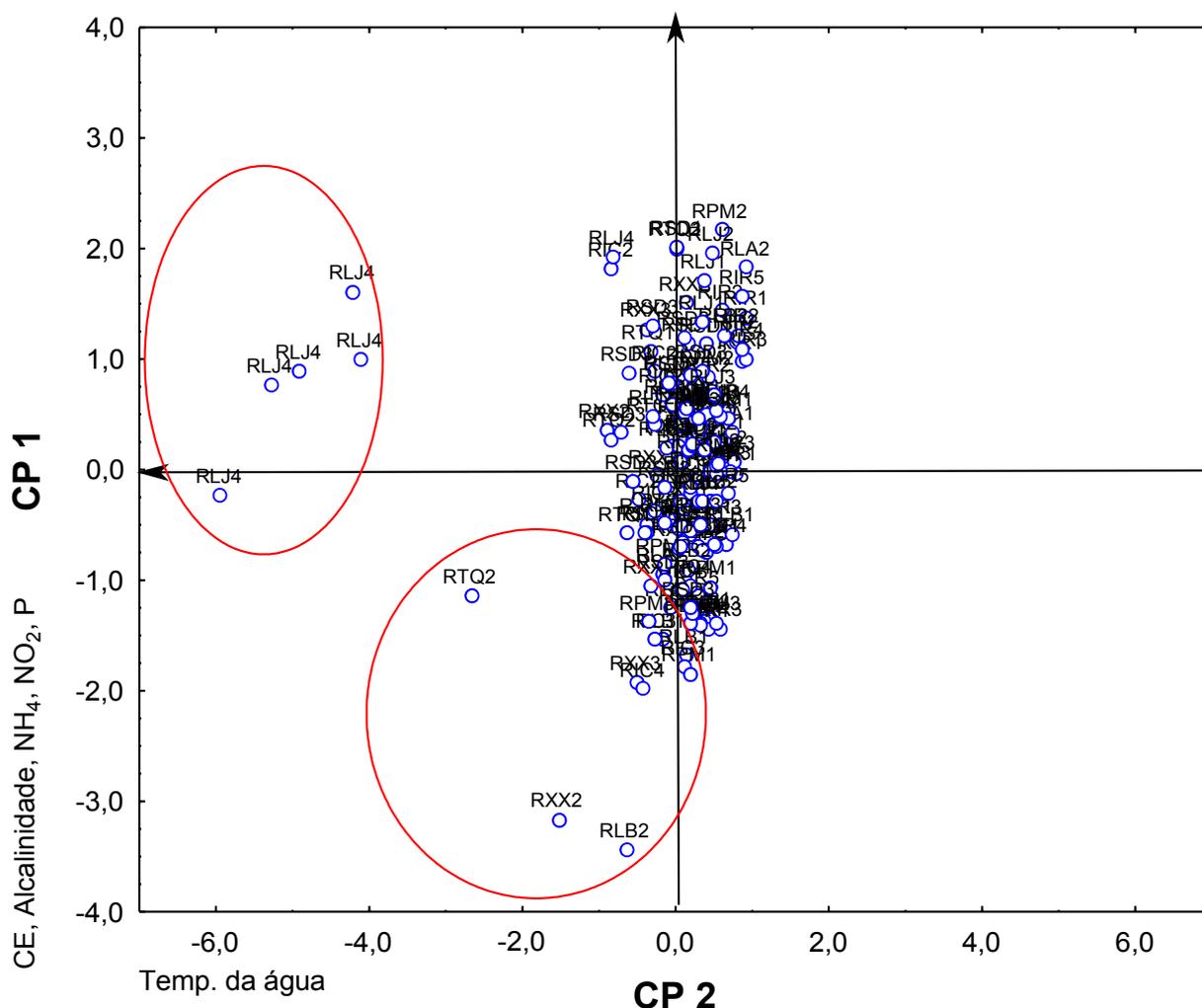


Figura 13 – Ordenação dos escores por ponto de coleta em relação ao eixo 1 e 2 da análise de componentes principais de acordo com as variáveis físicas e químicas.

5.2 Elementos-traço

Na figura 14 encontram-se os resultados das análises dos elementos-traço, quantificados para os elementos cádmio, cobre, ferro, manganês, zinco e chumbo, a fim de monitorar e avaliar a qualidade dos rios afluente do alto rio Uruguai. Os valores aqui apresentados são resultados médios de duas coletas aleatórias. Observou-se altos níveis de cádmio nos rios Palmitos, Iracema, São Domingos e principalmente, no rio Lajeado São José.

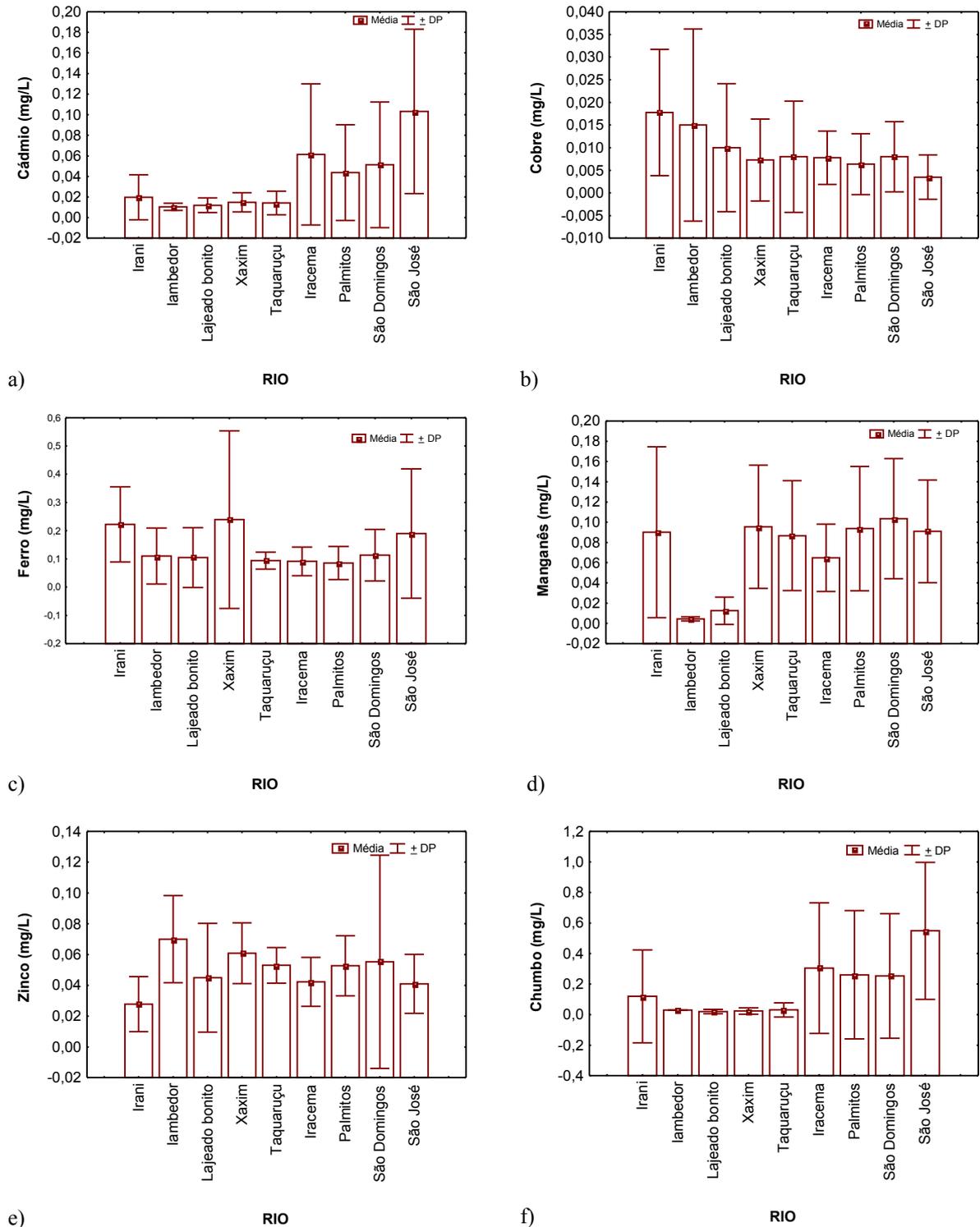


Figura 14 – Variação média da concentração de elementos-traço nas águas dos rios amostrados: a) cádmio; b) cobre; c) ferro; d) manganês; e) zinco; e f) chumbo.

O cobre foi detectado com valores que oscilaram entre $0,00 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$. Observou-se grande desvio padrão no rio Xaxim para o elemento ferro, sendo que neste rio, este elemento foi detectado, no ponto 2, na concentração de $1,05 \text{ mg.L}^{-1}$. Também foram registrados valores acima do limite máximo no rio Irani ($0,50 \text{ mg.L}^{-1}$ no ponto 1 e $0,34 \text{ mg.L}^{-1}$

no ponto 2) e no rio Lajeado São José (0,32 mg.L⁻¹ no ponto 1, 0,92 mg.L⁻¹ no ponto 2, 0,58 mg.L⁻¹ no ponto 3 e 0,30 mg.L⁻¹ no ponto 4). O manganês apresentou concentrações que variaram de 0,00 mg.L⁻¹ a 0,21 mg.L⁻¹ no rio Lajeado São José (ponto 1). Observou-se no rio São Domingos o maior desvio padrão para os valores de zinco e no rio Lambedor, as maiores medidas (0,09 mg.L⁻¹). No rio Lajeado São José, foram registrados os maiores valores de chumbo (0,97 mg.L⁻¹ no ponto 2).

6. DISCUSSÃO

Através do monitoramento e avaliação das variáveis físicas e químicas analisadas, é possível afirmar que, em áreas urbanas do oeste catarinense, os resultados obtidos neste estudo são em decorrência da falta de estações de tratamento, os esgotos lançados diretamente nos corpos d'água ou conectados de forma irregular às galerias de águas pluviais cheguem aos rios, contribuindo ainda mais com a concentração de nutrientes, especialmente o fósforo, como observado, por exemplo, no ponto RLSJ4 do rio Lajeado São José, ponto localizado na foz do rio que nasce em uma área com uso agrícola e atravessa o centro urbano do município de maior densidade populacional do oeste catarinense, Chapecó (Figura 12b).

Algumas variáveis limnológicas, principalmente pH e condutividade elétrica, são fortemente influenciadas pela geologia da microbacia. Além disso, a entrada de alguns efluentes como fontes de esgoto também podem variar os valores pH. Porém, neste estudo, apesar destas entradas serem visíveis e bem próximas a pontos de coleta (ponto RXX2 do rio Xaxim, ponto RTQ2 do rio Taquaruçu e ponto RLSJ3 do rio Lajeado São José), não afetaram a variável pH, fazendo com que os valores permanecessem próximos a neutralidade. Isto pode estar relacionado com os altos valores de alcalinidade total registrados nestes rios.

Os valores de condutividade encontrados durante o período amostrado, são relevantes nos rios que cruzam áreas urbanas (rios Xaxim, Taquaruçu e Lajeado São José) e/ou desprovidos de vegetação marginal. Os valores para a variável condutividade elétrica esperados para águas naturais são de $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, porém, nos rios citados, estes valores mantiveram-se, em média, acima deste limite (Figura 5) e bastante elevados se comparados com outros rios brasileiros (DOMINGOS, 2002).

Em cursos d'água desprotegidos de qualquer vegetação marginal, a chuva é outro fator considerada como fontes de fosfato e nitrogênio, pois acabam levando para o leito do rio, através de lixiviação, solos com grandes quantidades de fertilizante das áreas agricultáveis, além de rejeitos na área urbana (esgoto doméstico, efluentes, lixo).

Portanto, a temperatura das águas dos rios deste estudo pode também ter sido influenciada pela ocupação das bacias (urbanização, industrialização, agricultura, pecuária) e ausência da vegetação ciliar. Em estudo no rio Pardo, Silva e Sacomani (2000), registraram a influência da mata ciliar na temperatura da água e constataram que esta era sempre mais baixa, em pontos protegidos por mata intensa. Arcova e Ciccio (1999) também citam que diferenças de temperatura da água foram verificadas entre microbacias com uso florestal e aquelas com uso agricultura.

Na avaliação verificou-se, em média, ambientes bem oxigenados ao longo dos rios. Em trechos do rio, onde a energia física é mais intensa, puderam-se observar maiores concentrações de oxigênio dissolvido, especialmente no rio Irani. Observou-se também que os teores de oxigênio dissolvido são mais elevados em trechos do rio que apresentam suas margens preservadas, como por exemplo, no rio Irani. Porém, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico ou em certos resíduos industriais, geralmente, o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece (VON SPERLING, 1995), como observados em pontos do rio Lajeado São José, situados após o perímetro urbano da cidade de Chapecó (SC). Outro fator observado é a grande amplitude dos valores, mesmo com média dos valores sendo considerada boa.

De acordo com Resolução do CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), corpos hídricos de classe II devem apresentar teores de OD superiores a $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, valor este também citado pela Legislação de Recursos Hídricos de Santa Catarina, Decreto nº 14.250 para mesma classe, porém, registrou-se em vários pontos, índices inferiores a este valor (rio Lambedor e rio Iracema). Observou-se nestes locais, grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, que pode estar influenciando nos valores desta variável.

A DQO é um parâmetro importante para a análise de poluição orgânica da água. Pode ser utilizada para medir a quantidade de matéria orgânica através da medição do consumo de oxigênio. No rio São Domingos registrou-se os maiores valores, provavelmente devido ao maior *input* de material para o sistema. No ponto 4 do rio Lajeado São José, ponto localizado após a zona urbana do município de Chapecó (SC), observou-se um grande aumento na DQO, evidenciando através desta variável, a elevada interferência antrópica neste curso d'água.

Segundo Chapman *apud* Benassi (2002), a DQO em águas superficiais não poluídas podem atingir até 20 mg.L^{-1} ou menores e valores superiores a este, em águas que recebem efluentes domésticos. No rio São Domingos, as demandas químicas médias foram as maiores em todos os pontos, durante todos os períodos amostrados, podendo ser relacionado com alta quantidade de matéria orgânica observada neste rio.

No rio Pardo, Silva e Sacomani (2000) encontraram maior DQO em pontos com fontes de esgoto. No presente estudo a entrada de esgoto doméstico não mostrou influência direta na DQO, pois pontos onde eram visíveis canalizações de esgoto clandestino (ponto 2 do rio Xaxim e ponto 3 do rio Lajeado São José) os valores médios desta variável foram próximos a 10 mg.L^{-1} .

Dos compostos nitrogenados analisados, apenas a amônia foi observada em altos valores no ponto 4 do rio Lajeado São José, sendo decorrente tanto de fontes difusas (áreas

de agricultura com uso de fertilizantes) como de fontes pontuais (lançamentos de esgotos domésticos e industriais). Este rio possui trechos com margens desprovidas de vegetação ciliar. Em seu trecho rural apresenta áreas de cultivo que margeiam o curso d'água. No trecho urbano, recebe impacto pela pressão antrópica em área de preservação permanente, também pelo despejo de esgoto sem tratamento prévio e pela presença de indústrias que lançam os resíduos em suas águas, apesar deste ser o manancial que abastece a cidade de Chapecó (SC), sendo que a preocupação pelos danos causados a este ecossistema ainda é irrelevante.

A forma nitrogenada inorgânica predominante nos rios analisados foi o nitrato, corroborando com dados apresentados por Domingos (2002) no rio Betari e por Bubel (1998) no rio do Peixe. Pode-se dizer que as prováveis fontes de nitrato na água seriam os fertilizantes nitrogenados, utilizados nas lavouras, os quais, por lixiviação atingem os corpos d'água. E uma vez na água, tende a se concentrar por ser resistente à degradação microbiana (BRIGANTE *et al.*, 2003a). O limite de nitrato definido pelo CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) para rios classe II é 10 mg.L^{-1} , mostrando que as concentrações de nitrato estão bem abaixo desse limite nos rios estudados. O nitrito, fase intermediária entre amônia e nitrato, está diretamente ligado à poluição e apresentou concentrações mais altas em rios que sofrem interferência urbana ou que recebe o efluente de estação de tratamento de esgotos. Porém, em nenhuma ocasião, as concentrações de nitrito superaram o limite máximo estabelecido pela legislação para rios de classe II, que é de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

O fósforo é um nutriente essencial para os organismos vivos e existe nos corpos de água na forma dissolvida e particulada. Geralmente é o fator limitante da produtividade primária e incrementos artificiais na concentração podem indicar poluição, sendo a principal causa da eutrofização nos corpos de água. Em águas naturais, as concentrações de fósforo encontram-se entre $0,005 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,020 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo fontes naturais de fósforo, principalmente as rochas (intemperismo) e a decomposição de matéria orgânica. Águas residuárias domésticas (particularmente contendo detergentes), efluentes industriais e fertilizantes (escoamento superficial) contribuem para a elevação dos níveis de fósforo nas águas superficiais. As maiores concentrações foram detectadas após a área urbana, que refletem a grande contribuição dos esgotos domésticos e industriais não tratados. Outros fatores que elevam as concentrações de fósforo total nas águas dos rios analisados são as atividades agropastoris e o uso de fertilizantes, que por lixiviação e falta de mata ciliar, chegam até as margens dos rios.

Os maiores valores de fosfatos no rio Lajeado São José estão relacionados à entrada de efluentes. Os pontos à jusante da zona urbana obtiveram concentrações elevadas se

comparadas às dos pontos à montante deste rio. A análise de suas águas detectou presença de fósforo total três vezes maiores do que o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005), que é de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ de fósforo total para rios de classe II, indicando que a contribuição urbana é a maior fonte de fósforo, com exceção dos pontos 1 e 2 do rio Lamedor.

Dos metais analisados, o cádmio apresentou-se, em média, em níveis bastante elevados para todos os pontos de coleta, acima do limite máximo citado pela Legislação de Recursos Hídricos de Santa Catarina ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) e CONAMA ($0,001 \text{ mg.L}^{-1}$) para rios de classe II. Moreira (2001) apresentou dados de concentrações elevadas em locais onde há lançamento de esgoto sanitário não tratado. Puderam-se observar fortes contribuições da área do entorno na qual se estabelecem os corpos hídricos neste estudo.

A contaminação por cobre pode vir a partir de esgotos domésticos e industriais e lixiviação de produtos agrícolas. Observa-se que o limite de detecção do método utilizado para medir a concentração do elemento cobre é acima dos limites máximos citados pelo CONAMA ($0,009 \text{ mg.L}^{-1}$ para Cu dissolvido), porém a Legislação dos Recursos Hídricos de Santa Catarina, em seu Decreto nº 14.250, cita valores máximos para o cobre de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Os valores registrados em $0,00 \text{ mg.L}^{-1}$ não refletem exatamente a concentração existente deste elemento, mas indicam que a sua concentração é bastante baixa.

Para o ferro, os valores detectados foram, em média, abaixo do limite para classe II, estabelecido pelo CONAMA ($0,3 \text{ mg.L}^{-1}$), sendo que a Legislação de Santa Catarina não cita valores para este elemento. Deve ser destacado que as águas de muitas regiões brasileiras, como é o caso da região oeste de Santa Catarina, em função de suas características geoquímicas da bacia de drenagem, apresentam naturalmente teores elevados de ferro e manganês, que podem inclusive superar os limites de potabilidade, porém, nos rios analisados, o ferro não foi detectado em valores expressivos, se levarmos em consideração a alta concentração deste metal nos solos da região.

O manganês foi detectado em quase todos os rios amostrados em concentrações superiores ao limite máximo citado pelo CONAMA, que é de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ para águas doces de classe II. Exceção se faz aos rios Lamedor, Lajeado Bonito e Iracema. Porém, a região oeste de Santa Catarina tem seus solos ricos neste mineral, advindo daí a elevada concentração detectada.

O zinco foi detectado em todos os pontos, em valores inferiores aos limites máximos citados pela legislação ($0,18 \text{ mg.L}^{-1}$ para CONAMA e $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ para Decreto nº 14.250 de Santa Catarina).

Para o chumbo, os valores detectados, encontram-se, em média, acima do limite máximo citado pelo CONAMA ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$), sendo que na Legislação de Santa Catarina, o valor máximo de chumbo é de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ para águas de classe II.

A análise dos componentes principais dos resultados tentou esclarecer as tendências gerais das diferenças entre as amostragens, contribuindo para identificação de possíveis padrões de comportamento das variáveis selecionadas. Os agrupamentos formados com as médias dos conjuntos das variáveis físicas e químicas a formação de dois grupos podendo relacioná-los aos impactos antrópicos e entrada de efluentes. Os parâmetros que puderam diferenciar esses grupos foram principalmente, condutividade, alcalinidade, e concentrações de fósforo e nitrito. Houve variação espacial entre os grupos.

Os pontos dos rios Taquaruçu (RTQ2), Xaxim (RXX2) e Lajeado São José (RLJ4), são os três pontos com maior influência antrópica, devido ao uso e ocupação do solo no seu entorno e não apresentarem nenhum tipo de barreira (mata ciliar) nas margens, sendo que essa proteção ciliar poderia retardar o movimentos dos contaminantes antes de chegarem ao curso d'água.

Com o aumento do grau de urbanização, aumenta também, em proporção a degradação ambiental decorrente da concentração da população nas áreas urbanas (MOTA, 1995). Isto fica evidente, pois as maiores contribuições para o aumento do nível de poluição dos cursos d'água ocorrem em rios que atravessam zonas urbanas, sendo os maiores graus de poluição, verificados nos pontos RTQ2 e RXX2 dos rios Taquaruçu e Xaxim e no ponto RLSJ4 do rio Lajeado São José.

7. CONCLUSÕES

A associação dos estudos sobre a qualidade da água com a influência do uso e ocupação do solo permitiu fazer algumas considerações:

- A cobertura vegetal de mata ciliar é essencial para a preservação da qualidade ambiental e do fluxo de água na bacia, pois impede a formação de processos erosivos e conseqüentemente a contaminação e o assoreamento dos rios.

- A maior contribuição no grau de poluição nos rios analisados, advém da área urbana, quando estes atravessam estas zonas. Através da análise dos parâmetros físicos e químicos, apresentada neste estudo, observa-se que rios que recebem influências dos impactos pela ação humana (rio Taquaruçu, rio Xaxim e rio Lajeado São José) encontram-se mais sensíveis às alterações ambientais, relacionando-se diretamente com uso e ocupação do solo.

- A variação espacial da condutividade elétrica, com elevadas concentrações em RLSJ4 sugerem, entrada de efluentes.

- A concentração de oxigênio dissolvido manteve-se com altos valores, mesmo nos rios que apresentam um maior nível de poluição, mostrando que pode estar havendo influência de outros fatores que não foram analisados neste estudo e que contribuem para um elevado grau de depuração dos cursos d'água.

- Nitrogênio e fósforo apresentaram variação espacial, evidenciando os rios que recebem influência urbana – lançamento de esgoto “*in natura*” e efluente industrial - (rio Taquaruçu, rio Xaxim e rio Lajeado São José) e rios que sofrem influência rural – áreas de cultivo às margens dos cursos d'água - (rio Iracema e rio São Domingos), e associado com altos valores de DQO no rio São Domingos.

- A análise estatística evidenciou a divisão dos pontos e as variáveis que permitiram esta divisão foram, condutividade elétrica, alcalinidade total, amônia, nitrito e fósforo para o eixo 1 e temperatura da água para o eixo 2, com influência negativa para os dois eixos.

- Para os elementos-traço analisados, cádmio, cobre, manganês e chumbo, encontraram-se valores acima dos máximos citados pela legislação, em quase todos os pontos de coleta.

- Os resultados obtidos neste estudo são importantes, pois poderão ser utilizados como parâmetros na avaliação das condições dos ambientes estudados no futuro. É fundamental considerarmos este estudo como uma etapa de um processo - que deve ser contínuo -, pois o profundo conhecimento destes ambientes naturais é condição primária para qualquer tentativa de gerenciamento de seus recursos.

- Detecta-se a necessidade da adoção de medidas de saneamento básico profilático nos municípios da região oeste de Santa Catarina, reduzindo o aporte de matéria orgânica e nutrientes provenientes de fontes pontuais e não pontuais.

- Como estão previstos vários reservatórios para a bacia do rio Uruguai, a adoção destas medidas anteriormente à construção destes reservatórios na área de estudo podem ser altamente eficazes no controle da eutrofização. É relevante ressaltar a necessidade de investimentos em saneamento, com estações de tratamento, tanto para esgoto doméstico com para o industrial, pois estes parecem ter contribuído muito para o grau de poluição dos rios.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, P. A.; MATTEI, L. F. Migrações no Oeste Catarinense: história e elementos explicativos. In: XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais (ABEP). **Anais...** Caxambú (MG), 2006.

AMADO FILHO, G. M., REZENDE, C. E. & LACERDA, L. D. Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas. **Ciência Hoje**, v.25(149). 1999. p. 46-49.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for Examination of water and wastewater**. 20° ed. Washignton. 1998.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos de solo na região de Cunha, estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, v 56. 1999. p. 125-134.

BAIRD, C. **Environmental chemistry**. Freeman and Company, New York, 1998. 698p.

BARRETO, A.S. **Estudo da distribuição de metais em ambiente lótico, com ênfase na assimilação pelas comunidades biológicas e na sua quantificação no sedimento e na água**. 1999. 276p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

BENASSI, S.F. **Estudo das variáveis limnológicas e do processo de autodepuração na Descontinuidade Serial de ribeirão Bonito (SP)**. 2002. Dissertação (Mestrado). Departamento de Hidráulica e Saneamento, EESC – USP.

BOLMANN, H. A.; FREIRE, S. M. Avaliação da carga de macro-nutrientes orgânicos no Reservatório do Rio Irai, Região Metropolitana de Curitiba/PR, a partir dos seus tributários principais. In: Seminário do projeto interdisciplinar sobre eutrofização de águas de abastecimento público na bacia do altíssimo Iguaçu, 4., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba. 2003. p. 5-7,

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providencias. **Diário Oficial da União, Brasília**, 2005.

BRIGANTE, J; ESPÍNDOLA, E. L. G; POVINELLI, J.; NOGUEIRA, A. M. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu** (Org.). São Carlos: RiMa, 2003a. p. 55-76.

BRIGANTE, J; SILVA, M. R. C.; QUEIROZ, L.A.; COPPI, E. Quantificação de metais na água e no sedimento do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu** (Org.). São Carlos: RiMa, 2003b. p. 55-76.

BUBEL, A. P. M. **Caracterização do Rio do Peixe (microregião geográfica de Botucatu – SP), em duas épocas do ano (período de seca e chuva)**. 1998. Dissertação (Mestrado). Departamento de Hidráulica e Saneamento, EESC – USP.

CERDEIRA, A.L.; SANTOS, N. A. G.; PESSOA, M.C.P.Y.; GOMES, M.A.F.; LANCHOTE, V. L. Herbicide Leaching on a Recharge Area of the Guarany Aquifer in Brazil. **Journal of Environmental Science and Health**, v. B40 (1): 159-165. 2005.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. The selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.). **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Great Britain: UNESCO/WHO/UNEP, 1992. p. 51-119.

CHESTER, R. **Marine geochemistry**, Unwin Hyman, London, 1990. 681p.

DOMINGOS, M.D. **Limnologia do rio Betari (Iporanga – SP) e a relação com o estudo de conservação de sua bacia hidrográfica – subsídios para o desenvolvimento sustentável**. 2002. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 575 p.

ESPÍRITO SANTO, E. **A agricultura no Estado de Santa Catarina**. Chapecó: Grifos, 1999. 170 p.

FERNANDES, M.R. **Estudos pedológicos de topossequências na microbacia do córrego da Cachoeira, Paty de Alfenas (RJ)**. 1998. 204p. Tese (Doutorado). Seropédica: UFRJ

GIMENO-GARCIA, E; ANDREU, V.; BOLUDA, R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soil. **Environmental Pollution**. Kidlington. V. 92, n. 1, 1996. p. 19-25.

HOLT, M. S. Sources of Chemical Contaminants and Routes into the Freshwater Environment, **Food and Chemical Toxicology**, v.38,2000. pp. 21-27.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**: resultado do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soil and plants**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. 413p.

KIEKENS, L. Zinc. In: ALLOWAY, B. J. (Ed). **Heavy metals in soils**. Glasgow: Blackie and Son, 1990. p. 261-277.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estados de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 235p. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia.

LEMES, M. J. L. **Avaliação de metais pesados e elementos-traço em águas e sedimentos das bacias hidrográficas dos rios Mogiguaçu e Pardo, São Paulo**. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares - Autarquia associada à Universidade de São Paulo. 2001 (Dissertação).

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, Edusp e Fapesp, 2ª ed, 2004. p.33-44.

MAHAN, B. H. **Química**: um curso universitário. 4 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

MATTEI, L. F.; LINS, H. N. **A Economia Catarinense Rumo ao Século XXI**. Texto para discussão. Centro Sócio-Econômico. Departamento de Economia. Florianópolis, 2001.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Ed. Omega, S.A. Barcelona, 1983.

MEYBECK, M.; KIMSTACH, V.; HELMER, R. Strategies for Water Quality Assessment. In CHAPMAN, D. (ed.). **Water Quality assessment**: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP, 1992. 585 p.

MONTGOMERY, D.R; GRANT, G. E.; SULIVAN, K. Watershed a framework for implementing ecosystem management. **Water resources bulletin**, v. 31, n. 3, p 369-386, 1995.

MOORE, J.W; RAMAMOORTHY, S. **Heavy metals in natural waters – applied monitorand impact assessment**. New York: Spriger Verlag, 1984. 268p.

MOREIRA, A. S. **Avaliação da influência da agricultura na presença de metais pesados nas águas do baixo rio Pardo – SP**. Dissertação (Mestrado). 2001. 111p. Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

MOTA, S. **Preservação e conservação e Recursos hídricos**. 2 ed. Rio de Janeiro:ABES. 1995. 200p.

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. de. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. L. L. (Org.). **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. 414 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 3).

RAMALHO, J.F.G.P; AMARAL SOBRINHO, N.M.B; VELLOSO, A.C.X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesq. agrop. bras.**, v. 35, n. 7, 2000. p. 1289-1303.

SALOMONS, W.; FORSTNER, U. **Metals in the hydrocycle**. Springer- Verlag. 1984. 349p.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Editora Aerofoto Cruzeiro. Rio de Janeiro, RJ. 173p. 1986.

SANTA CATARINA. Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Integração do Mercosul. Diretoria de Geografia, Cartografia e Estatística. **Mapa Político**. Florianópolis, 1997.

SANTA CATARINA. **Leis, decretos, etc. Legislação sobre recursos hídricos**. Florianópolis: Governo do Estado: Tubarão: Ed. Universitária da UNISUL. 96p. 1998.

SEILER, H.G.; SIGEL, H. Handbook toxicity of inorganic compounds. Marcel Dekker(Inc.) New York, 1998.

SILVA, A.M.M.; SACOMANI, L.B. Using chemical and physical parameters to define the quality of Pardo River water (Botucatu – SP – Brazil). **Water Research**, v. 35, n. 6, 2000. p. 1609-1616.

SMEC/Chapecó (SSECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E CULTURA DE CHAPECÓ). **Conhecendo Chapecó**. SMEC, Chapecó. 1996. 25 p.

STATSOFT Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6.1, www.statsoft.com

TELLES, D. A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Estudos Avançados, USP, 2002. p. 305-337.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Estudos Avançados, USP, 2002. p. 473-506.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL,I.; CORDEITO,O.M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 192 p.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI**: enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 246 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora do Depto de Eng. Sanitária UFMG, 1995. 243 p.

WERLANG, A. A. **A colonização no oeste catarinense**. Chapecó: Argos, 2002. 86p.

WHITFIELD, J. Vital signs. **Nature**, 411 (28), 2001.

XAVIER, C. F. **Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba – Paraná**. 2005. 167p. (Dissertação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)