

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA
INSERIDA NA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA
ATLÂNTICA, MAQUINÉ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

CAROLINA ALVES LEMOS

ORIENTADORA:

Prof^a Dr^a. TERESINHA GUERRA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. LEONARDO MALTCHIK GARCIA

Prof^a Dr^a. MARIA LÍDIA VIGNOL LELARGE

Prof^a Dr^a. MARIA TERESA RAYA RODRIGUEZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia

“ O universo simbólico acompanha esta visão integrada, confirmada pelos ecólogos nas últimas décadas. Tsiposegónv relata como os espíritos das águas (Guoianeí) integram-se aos da floresta (Zagapoi), uns não podendo sobreviver em paz a não ser em harmonia com os outros, porque não há floresta sem água, nem rios sem floresta. Estes espíritos manifestam-se com mais força sazonalmente, invocados para permitir o equilíbrio das águas com a biota. Os Zagapoi oferecem sombra aos Guoianeí, os das águas, que irrigam Zagapoi, os das florestas, uns dependentes dos outros, perturbados quando rompida a alternância e integração. Perturbados, inviabilizam a vida humana. A ecologia veio confirmar a correlação entre a floresta e a alta pluviosidade, saber que milenarmente integrava a cultura dos grupos tribais da floresta.”

A morte social dos rios. Mauro Leonel.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida.

À querida amiga e orientadora Teresinha Guerra, sempre presente, que acreditou e investiu neste trabalho e no intercâmbio entre a Universidade e a Comunidade.

Ao Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, pelo apoio e recurso financeiro, que viabilizaram este estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFRGS, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em uma Universidade pública.

Ao Centro de Ecologia/UFRGS pelo apoio e pela possibilidade de execução das análises nas suas dependências.

Aos técnicos do Centro de Ecologia, em especial à amiga Omara Lange, pela grande ajuda nos materiais utilizados no trabalho, apoio em campo e pelas conversas amigas.

À comunidade de Maquiné, que permitiu nossa presença em suas propriedades para coleta de água. Aos que participaram das palestras proferidas e contribuíram com dados preciosos.

Aos membros da Associação Ação Nascente Maquiné (ANAMA), companheiros de oito anos de trabalho no vale do rio Maquiné. Valeu a intenção da semente, colhemos agora mais um fruto!

Aos amigos, sem os quais este trabalho não se realizaria (sonho que se sonha junto é realidade), "pau prá toda obra", presentes em campo e trocando idéias: Carine e Thomas Hasper, Claudia Schirmer, Gilberto Rodrigues, Juliane da Soler, Leon Rodrigues, Marcia Tavares, Marco Perotto, Miriam Costa, Omara Lange, Rafael Perin, Rodrigo Ardissonne, Vera Defendi.

Ao meu pai, Ademir Lemos, que construiu as estruturas para as estações meteorológicas instaladas em Maquiné. À Claudia Schirmer, comunidade da Solidão e do Ligeiro (Ju, Juli, Mainoi e Marcel), que monitoraram os aparelhos. Peço desculpas por não ter incluído os dados neste trabalho...

À minha família, pelo apoio, em especial aos meus pais Ademir e Vera Lemos, com votos de que tenham muito sucesso com a Greenpizza!

Ao destino que trouxe meus amores: Vincent, do outro lado do oceano, e Clara, de dentro de mim. Obrigada pela paciência e pelos colinhos.

A ti, que estás lendo este trabalho. Que te seja útil e possa contribuir de alguma forma para um mundo melhor.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE SIGLAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	5
1.2. Área de estudo.....	6
1.2.1. Bacia hidrográfica do rio Maquiné.....	6
1.2.2. Clima.....	6
1.2.3. Geologia.....	6
1.2.4. Aspectos sociais e econômicos.....	7
1.2.5. Fauna e Flora.....	7
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	10
2.1. Classificação das águas doces conforme os usos preponderantes.....	10
2.2. Índices de qualidade da água.....	10
2.2.1. Metodologia do cálculo do IQA - Índice de Qualidade das Águas.....	12
2.2.2. Parâmetros componentes do IQA.....	14
2.3. Balanço Hídrico.....	17
2.4. Balanço de massa.....	17

3.	ARTIGO 1	21
	Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil e utilização do Índice de Qualidade da Água.....	22
	RESUMO.....	22
	INTRODUÇÃO.....	23
	ÁREA DE ESTUDO	24
	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
	CONCLUSÕES.....	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
4.	ARTIGO 2	40
	Análise da transferência de metais nas águas fluviais do Rio Maquiné, RS, através do balanço de massas.....	41
	RESUMO.....	41
	INTRODUÇÃO.....	42
	ÁREA DE ESTUDO	43
	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
	CONCLUSÕES.....	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
5.	ARTIGO 3	58
	Percepção ambiental, utilização e contaminação da água no meio rural, Maquiné, RS, Brasil.....	59
	RESUMO.....	59
	INTRODUÇÃO.....	60

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	61
MATERIAL E MÉTODOS.....	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
8 ANEXOS.....	80
8.1. Normas para publicação na revista Hydrobiologia.....	81
8.2. Normas para publicação na revista Water Research.....	84
8.3. Normas para publicação na revista eletrônica Educação Ambiental em Ação...	87
8.4. Ilustrações da bacia hidrográfica do rio Maquiné	89

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1	Parâmetros e pesos relativos do IQA adotado para o rio Maquiné.....	13
Tabela 2	Notas e qualidades da água a partir do cálculo do IQA.....	14
Tabela 3	Fungicidas mais utilizados nas atividades agrícolas da bacia hidrográfica do rio Maquiné.....	20

ARTIGO 1 - Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil e utilização do Índice de Qualidade da Água

Tabela 1	Parâmetros medidos em campo e instrumentos utilizados.....	26
Tabela 2	Parâmetros analisados em laboratório, unidades e métodos de análise.....	27
Tabela 3	Valores obtidos para os parâmetros medidos e analisados nos 7 pontos amostrais, em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).....	31
Tabela 4	Matriz de coeficientes de correlação (correlação de Pearson).....	33
Tabela 5	Coefficientes de correlação entre descritores originais e eixos da ordenação com maior porcentagem de importância.....	34
Tabela 6	Valores de IQA e Qualidade da água da BHRM nos pontos amostrados.....	35

ARTIGO 2 – Análise da transferência de metais nas águas fluviais do Rio Maquiné, RS, através do balanço de massas

Tabela 1	Valores obtidos para os parâmetros medidos e analisados nos 7 pontos amostrais, em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).....	49
Tabela 2	Matriz de coeficientes de correlação (correlação de Pearson).....	50
Tabela 3	Correlação dos parâmetros físicos e químicos com os dois primeiros componentes principais e porcentagem de importância individual dos componentes.....	50
Tabela 4.	Valores calculados a partir do Balanço de Massa para os fluxos totais (kg/dia) de Zn, Cu, Cd e Hg, nos trechos arroio Lajeado (P2 e P5)/rio Maquiné (P6 e P7), RS.....	53

- Tabela 5.** Segregação das componentes natural e antrópica e porcentagem de contribuição antrópica, calculados a partir do Balanço de Massa para os fluxos (kg/dia) de Zn no segmento fluvial A do arroio Lajeado (P2 e P5) e nos segmentos fluviais B e C do rio Maquiné (P6 e P7)..... 54
- Tabela 6.** Segregação das componentes natural e antrópica e porcentagem de contribuição antrópica, calculados a partir do Balanço de Massa para os fluxos (kg/dia) de Cu no segmento fluvial A do arroio Lajeado (P2 e P5) e nos segmentos fluviais B e C do rio Maquiné (P6 e P7)..... 54

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 – Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil e utilização do Índice de Qualidade da Água

- Figura 1** Localização da bacia hidrográfica do rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil e distribuição dos pontos amostrais (Ponto 1 a Ponto 7)..... 25
- Figura 2** Temperatura (°C) média e umidade relativa (%) média mensais para o período de janeiro de 1991 a dezembro de 2000, Estação Meteorológica FEPAGRO, Maquiné, RS..... 29
- Figura 3** Balanço Hídrico climático para o período de janeiro de 1991 a dezembro de 2000, Estação Meteorológica FEPAGRO, Maquiné, RS. P: precipitação pluvial, ETP: evapotranspiração potencial..... 29
- Figura 4** Coordenadas geográficas, altitude, profundidade média e largura da calha do rio, área de drenagem e vazão nos pontos de coleta de água em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera)..... 30
- Figura 5** Dendrograma de agrupamento dos pontos amostrais (P1 a P7). I = inverno (14/08/2001), P = primavera (15/10/2001), V = verão (06/01/2002), O = outono (13/05/2002)..... 34
- ### **ARTIGO 2 – Análise da transferência de metais nas águas fluviais do Rio Maquiné, RS, através do balanço de massas**
- Figura 1** Localização da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil..... 44
- Figura 2** Locais de amostragem (P1 a P7) em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono), área de drenagem e altitude..... 48
- Figura 3** Dendrograma de ordenação dos pontos amostrados na BHRM em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono). I = inverno; P = primavera; V = verão; O = outono 51
- Figura 4** Ordenação das duas primeiras coordenadas principais. Unidades amostrais P1 a P7. ◆ = inverno; □ = primavera; * = outono; ▲ = verão..... 51
- Figura 5** Fluxos totais (log (kg/dia)) de Zn, Cu, Cd e Hg no Ponto amostral 7, em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono)..... 53

ARTIGO 3 – Percepção ambiental, utilização e contaminação da água no meio rural, Maquiné, RS, Brasil

Figura 1	Localização da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil, e sub-bacias amostradas.....	64
Figura 2	Formas de tratamento de esgoto em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado-rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.....	65
Figura 3	Estrutura sanitária em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado-rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.....	66
Figura 4	Abastecimento de água em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado-rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.....	66
Figura 5	Forma de tratamento da água para consumo humano, em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado-rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.....	67
Figura 6	Irrigação das lavouras, em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado-rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.....	67
Figura 7	Contaminação humana por agrotóxicos.....	68
Figura 8	Recomendações sobre o uso da água.....	69

ANEXOS

Ilustrações da bacia hidrográfica do rio Maquiné

Figura 1	Foto 1: Gado nas nascentes do arroio Lajeado; foto 2: Ponto 1, nascente do arroio Lajeado; foto3: vista da argem esquerda do vale do rio Maquiné; foto 4: vista da margem direita do vale do rio Maquiné. foto 5:Ponto 2, arroio Lajeado, localidade do Serrito; foto 6: Ponto 5, foz do arroio Lajeado. Bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS.....	90
Figura 2	Foto 7: Arroio Lajeado; foto 8: Ponto 3, arroio Carvão; foto 9: Ponto 4, arroio Forqueta; foto 10: Ponto 6, rio Maquiné.....	91
Figura 3	Fotos 11, 12 e 13: Ponto 7, próximo à foz do rio Maquiné.....	92

LISTA DE SIGLAS

ANA: Agência Nacional das Águas

ANAMA: Ação Nascente Maquiné

BHRM: Bacia Hidrográfica do Rio Maquiné

CERBMA: Conselho Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

CETESB: Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo

CNRBMA: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

COMITESINOS: Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

EA: Educação Ambiental

IQA: Índice de Qualidade da Água

MaB: Man and Biosfera – Programa “O Homem e a Biosfera”

FUNASA: Fundação Nacional de Saúde

FEPAGRO: Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

NSF: National Sanitation Foundation

ONG: Organização Não-Governamental

RBMA: Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

RS: Rio Grande do Sul

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

USEPA: United States Environmental Protection Agency

RESUMO

O presente trabalho visa avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Maquiné (BHRM), região pertencente à bacia hidrográfica do rio Tramandaí, inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Com área de 550 km², a BHRM é considerada uma das regiões em melhor estado de conservação da Mata Atlântica para o Estado do Rio Grande do Sul. Apesar disso, sofre influência antrópica de atividade agrícola, criação de animais e falta de saneamento básico. Para a avaliação da qualidade dos recursos hídricos, foram selecionados 7 pontos georeferenciados, onde foram obtidos dados de vazão, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias (DBO₅), Fosfato total, Nitrato, Turbidez, Sólidos totais, SiO₂, Fe, Cd, Hg, Zn e Cu, nos períodos de inverno (14/08/2001), primavera (15/10/2001), verão (06/01/2002) e outono (13/05/2002). Os resultados foram comparados com os limites estabelecidos pela Portaria nº1469/2000 da FUNASA e Resolução CONAMA nº20/1986. Para a avaliação da água para consumo humano, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água, proposto pela NSF e adotado pela CETESB. No período amostrado a água encontrava-se com boa e ótima qualidade. Os principais responsáveis pela perda da qualidade da água foram Coliformes Fecais, DBO₅, Fosfato total e Sólidos totais. Utilizando-se os dados do clima, obtidos da FEPAGRO/Maquiné, foi calculado o Balanço Hídrico na região, que indicou não haver estresse hídrico. Para conhecimento do aporte de metais no sistema fluvial, o Balanço de Massa foi calculado, indicando haver contribuição antrópica de Cu e Zn. Através da análise estatística ficou evidente a influência da sazonalidade sobre os resultados obtidos. As entrevistas à população demonstraram a falta de saneamento básico, incluindo o tratamento da água para consumo, bem como a contaminação humana por agrotóxicos e a falta de informações sobre os sintomas das doenças relacionadas. Por sua vez, pelos resultados obtidos, os trabalhos de Educação Ambiental desenvolvidos na região demonstram ser positivos, no que diz respeito aos usos da água e à contaminação por agrotóxicos.

ABSTRACT

The present study aims to do an evaluation of the water quality in the Maquiné river basin, region belonging to Tramandaí river basin, included in the Atlantic Forest Biosphere Reserve/UNESCO. The catchment area is 550km², considered one of the most conserved Atlantic Forest area in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. Despite the importance of that area, have being occur constantly human influence through agricultural practices, animal breeding and failure in the sanitation. To evaluate the water quality, were selected 7 georeferenced sampling sites , where the samplings took place, in the Winter (14/08/2001), Spring (15/10/2001), Summer (06/01/2002) and Autumn (13/05/2002). The following variables were analysed: discharge, pH, Conductivity, Dissolved Oxygen, Fecal coliforms, 5-day Biological Oxygen Demand (BOD), total Phosphate, Nitrate, Turbidity, total Solids, SiO₂, Fe, Cd, Hg, Zn and Cu. The results were compared to the established standards in Brazilian law. The Water Quality Index was used to check the quality of water for human consumption. The main cause of decrease in water quality were Fecal Coliforms, BOD, total Phosphate and total Solids founded. However, the water quality presented good and excellent quality. With the climate data, by FEPAGRO/Maquiné, the water balance in the region was evaluated. In order to estimate the anthropogenic inputs of heavy metals into the river the mass balance was evaluated, indicating Cu and Zn pollution. The statistics showed the seasonal influence in the results. With the application of a questionnaire to the local population, data about water uses and human contamination by pesticides were obtained. The results demonstrated the evidence of failure in the sanitation., include the drink water treatment, the presence of pesticides contamination in humans and a lack of information about the symptoms of related diseases. Even though, the results indicated that the environmental education developed in the region was positive.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Vivemos em um mundo fortemente marcado pela presença antrópica. Somos mais de 6 bilhões de seres humanos, interferindo direta e/ou indiretamente nos mais diversos ciclos e provocando mudanças profundas no Ecossistema.

Porta de entrada para a colonização européia no Brasil, a Mata Atlântica (e Ecossistemas associados) é um dos biomas mais ameaçados do planeta, exemplo de nossas atitudes em relação ao ambiente.

Na época do descobrimento do Brasil, uma cobertura florestal praticamente contínua, ainda que muito diversificada em sua constituição fitofisionômica e florística, estendia-se ao longo da costa brasileira do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, com amplas extensões para o interior, cobrindo a quase totalidade dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, além de parte de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Essa imensa floresta heterogênea, ocupava uma superfície superior a 1.000 000 km², correspondendo a cerca de 12% da superfície do Brasil (CÂMARA, 1996).

Levando-se em conta os estudos realizados num trabalho em conjunto da Fundação SOS Mata Atlântica e do Instituto Nacional de Atividades Espaciais – INPE (1993, *apud* CÂMARA, *op. cit.*), com base em dados coletados até 1990, os remanescentes florestais da Mata Atlântica restringiram-se a cerca de 8,23% da área inicial.

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) foi a primeira unidade de conservação dessa categoria reconhecida pela UNESCO no Brasil. Abrange 14 Estados e uma área de aproximadamente 29 milhões de hectares. A sua gestão é realizada, no nível nacional, pelo Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (CNRBMA) e, no nível estadual, pelos Comitês Estaduais da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (CERBMA).

As Reservas da Biosfera são áreas de ecossistemas terrestres ou costeiros reconhecidas internacionalmente no âmbito do Programa “Homem e Biosfera” (Man and Biosphere – MaB) conduzido pela UNESCO.

Coletivamente, constituem uma rede de trabalho mundial, porém são nominadas pelos governos nacionais, devem estar de acordo com um conjunto mínimo de critérios e aderir a um conjunto mínimo de condições para serem admitidas na rede mundial (CERBMA/RS,

2001). Cada Reserva da Biosfera busca desempenhar três funções básicas, complementares e que se reforçam mutuamente: a) função de conservação: contribuir para a conservação da paisagem, de ecossistemas, das espécies e da variabilidade genética; b) função de desenvolvimento: fomentar o desenvolvimento econômico e humano que seja sociocultural e ecologicamente sustentável; c) função logística: prover suporte para pesquisa, monitoramento, educação e troca de informações, relacionados aos esforços locais, nacionais e globais de conservação e desenvolvimento.

No Estado do Rio Grande do Sul, a Mata Atlântica e Ecossistemas associados foram reconhecidos em 21 de julho de 1992, através de Edital de Tombamento. Este consiste em um instrumento jurídico com o objetivo de manter a diversidade biológica de remanescentes do domínio da Mata Atlântica. Essa área integra-se ao reconhecimento da UNESCO a partir de junho de 1994, tendo como meta restabelecer corredores de vida selvagem em pelo menos 10% do território gaúcho. A região da Planície Costeira do RS, onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Tramandaí, é uma das áreas piloto para implantação da Reserva da Biosfera gaúcha, juntamente com a região da Lagoa do Peixe e da Quarta Colônia Italiana (MARCUIZZO *et al.*, 1998).

Dentre os recursos da Mata Atlântica que estão sendo depreciados, estão os recursos hídricos. Seu planejamento e sua gestão dependem, fundamentalmente, de informações confiáveis, tanto no que diz respeito à demanda como à oferta de água.

Estas só poderão ser adequadamente estimadas se existirem redes de monitoramento que gerem dados de interesse, nas questões de quantidade e qualidade das águas. Sem este conhecimento, maior é a incerteza das decisões e dos resultados dos usos e impactos nos recursos hídricos. Basicamente, são necessários dados sobre: *características físicas dos sistemas hídricos*, como relevo, hidrografia, geologia, solo, cobertura vegetal, ações antrópicas, obras hidráulicas; comportamento hidroclimatológico, através de séries históricas e em tempo real de variáveis climáticas, fluviometria, sedimentometria e qualidade das águas; socioeconomia, com dados censitários sobre população, indústrias, produção e ocupação rural e, principalmente, dados referentes ao uso e impacto dos recursos hídricos (REBOUÇAS *et al.*, 1999).

Para LANNA (2000), os problemas ambientais brasileiros, e também mundiais, decorrem, em grande parte, das carências do processo decisório que orienta a utilização dos

recursos ambientais, particularmente no que se refere à articulação e coordenação das ações e à participação da sociedade interessada na negociação da tomada de decisão. O gerenciamento de bacia hidrográfica é o instrumento orientador das ações do poder público e da sociedade, a longo prazo, no controle do uso dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais – pelo homem, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Em relação aos recursos hídricos, em 1986, a Resolução n.º 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu uma classificação para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do Território Nacional. Foram definidas nove classes, segundo os usos preponderantes a que as águas se destinam. No âmbito da União, foi aprovada a Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos. Mais recentemente, a Lei 9.984/00 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), que tem como atribuição implementar os instrumentos da política nacional de Recursos Hídricos.

No que diz respeito ao Rio Grande do Sul, a Constituição Estadual (1989) – artigo 171 – e a Lei 10.350/94 estabeleceram a gestão das águas do seu domínio, expressa em 4 grandes princípios: a) gestão das águas através de um Sistema Estadual de Recursos Hídricos (e não através de um órgão específico e centralizado); b) adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e intervenção; c) estabelecimento da outorga e tarifação dos recursos hídricos (cobrança pela retirada e despejo de efluentes); d) reversão da receita para a respectiva bacia de arrecadação, devendo os recursos financeiros serem aplicados na própria gestão das águas da bacia.

Foi criado, então, pelo Decreto n.º 39637 (RIO GRANDE DO SUL, 1999) o Comitê de Gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Tramandaí, Planície Costeira do RS. Estando inserida na bacia hidrográfica do rio Tramandaí, a bacia hidrográfica do rio Maquiné foi escolhida como área piloto no Estado do Rio Grande do Sul (RS) para o Programa de Conservação e Recuperação de Águas e Florestas na Mata Atlântica, proposto pelo Ministério do Meio Ambiente e a Organização Não Governamental (ONG) SOS Mata Atlântica. Através desse programa, foi realizado o *Workshop* Águas e Florestas da Mata Atlântica, RS, (ANAMA, 2000). Este encontro visou orientar as ações de conservação e de recuperação das Florestas e Águas na Mata Atlântica do RS, mais especificamente: a) nivelar informações sobre questões relacionadas às Florestas e Águas na Mata Atlântica do RS; b) elaborar um

conjunto de propostas de intervenção na Bacia do Rio Tramandaí; c) elaborar estratégias de encaminhamentos para as propostas de intervenções; d) estabelecer ações de curto prazo necessárias para consolidar as estratégias selecionadas.

No encontro foram identificadas as prioridades de ação na ótica dos participantes e, dentre essas, as principais foram: redução da poluição dos mananciais hídricos e elaboração de diagnósticos ambientais.

Apesar da importância da área da bacia hidrográfica do rio Maquiné, percebe-se uma deficiência de estudos de avaliação ambiental, tendo em vista sua localização em um município com economia basicamente agrícola, onde as práticas atuais de manejo (uso de agrotóxicos, desmatamento, assoreamento e criação de animais muito próximo aos córregos), bem como a destinação inadequada de lixo e esgotos, influenciam diretamente na qualidade das águas fluviais. Para CARVALHO *et al.* (2000), essas alterações ecológicas no sistema aquático conduzem ao desequilíbrio da flora e fauna dos corpos de água, resultando, inclusive, em prejuízos econômicos, como o custo do tratamento de água para consumo e gastos com saúde pública.

As características da bacia hidrográfica têm a maior influência nas condições químicas das águas dos rios. A litologia e o declive determinam a disponibilidade dos maiores íons. O desenvolvimento da vegetação é influenciado pelo clima e o solo. A vegetação e outros componentes bióticos exercem uma maior influência no fornecimento de matéria orgânica. Todos esses fatores interagem para determinar a composição química das águas dos rios. O uso da terra e as características morfométricas numa bacia hidrográfica, têm uma grande influência nas condições físicas, químicas e biológicas do rio (RIOS & CALIJURI, 1995). Dentre os trabalhos que associam a qualidade das águas ao uso do solo para agricultura ou pecuária, são de relevância: HARKER (1997), ARCOVA & CICCIO (1999), CARVALHO *et al.* (2000), PRIMAVESI *et al.* (2000), FYTIANOS *et al.* (2002).

Ao avaliar a qualidade ambiental, discute-se diretamente a qualidade das intervenções humanas sobre um suporte físico, relacionando-se os impactos criados aos graus de inadequação das atitudes e concretizações humanas sobre o Ecossistema (BOLLMANN & MARQUES, 2000).

1.1. OBJETIVOS DO TRABALHO

Esse trabalho possui como objetivo geral:

- Avaliar a qualidade das águas fluviais, e aspectos sociais relacionados aos usos dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Maquiné (BHRM).

E como objetivos específicos:

- Caracterizar a área de estudo através do Balanço Hídrico;
- Levantar dados físicos (vazão, profundidade, sólidos totais e turbidez), químicos (pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato, cobre, zinco, ferro, mercúrio e cádmio) e microbiológicos (coliformes fecais) da BHRM, no período correspondente às estações climáticas anuais (inverno de 2001 a outono de 2002);
- Determinar o Balanço de Massas no curso principal (arroio Lajeado - rio Maquiné);
- Levantar dados socioambientais da BHRM, relacionados com a qualidade da água e agricultura;
- Relacionar os ciclos de produção agrícola à qualidade ambiental das águas fluviais da área de estudo.

Os objetivos propostos serão abordados em três artigos científicos a serem submetidos à publicação (Anexos 8.1, 8.2 e 8.3):

Primeiro artigo: Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil e utilização do Índice de Qualidade da Água.

Segundo artigo: Análise da transferência de metais nas águas fluviais do Rio Maquiné, RS, através do balanço de massas.

Terceiro artigo: Percepção ambiental, utilização e contaminação da água no meio rural, Maquiné, RS, Brasil.

1.2. Área de estudo

1.2.1. Bacia hidrográfica do rio Maquiné

A bacia hidrográfica do rio Maquiné (BHRM) localiza-se na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 29°45'S a 29°23'S e 50°22'W a 50°07'W, e possui uma área de cerca de 550,5 km². Situa-se nas encostas da Serra Geral, na região de transição entre a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica *strictu sensu*), a Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária) e os Campos de Cima da Serra. É importante salientar que na área de abrangência da bacia hidrográfica encontra-se a Reserva Biológica da Serra Geral, Unidade de Conservação Estadual, com 4.845,7 ha, e o Centro de Pesquisas Pró-Mata com 4.500 ha, pertencente à Pontifícia Universidade Católica do RS.

As nascentes da BHRM estão em cotas de altitude de 900 m, na Serra Geral. O rio Maquiné é o principal rio da bacia, com extensão de 56 km, originando-se nas imediações da Fazenda Lajeado, no município de São Francisco de Paula. Até o distrito da Barra do Ouro, o corpo hídrico formador do principal eixo de drenagem recebe a denominação de arroio Lajeado, tendo como principais contribuintes da margem direita, os arroios Pavão e Escangalhado. O principal contribuinte na margem esquerda, é o arroio Forqueta, formado pelos arroios Garapiá dos Severinos e Garapiá dos Leões, Carvão, Ligeiro e Encantada. Após a confluência dos dois arroios Lajeado e Forqueta, assume a denominação de rio Maquiné, que recebe contribuição na margem direita dos arroios do Ouro, Pinheiro e Água Parada, e na margem esquerda do arroio Solidão. O rio Maquiné, ao nível do mar, desemboca na Lagoa do Quadros (Planície Costeira do RS).

1.2.2. Clima

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo *Cfa* ou subtropical úmido com verão quente, e a média de temperatura é 19,9°C. A precipitação total mensal se mantém relativamente constante durante o ano e a média pluviométrica anual é 1731mm. Para HASENACK *et al.* (1989), a curva de temperatura não ultrapassa a de precipitação, o que demonstra não haver épocas de seca prolongada nesta região.

1.2.3. Geologia

A BHRM está regionalmente inserida na ocorrência de rochas do Grupo São Bento, desenvolvido sob os domínios da Bacia do Paraná e a leste sob os domínios da Planície

Costeira. O grupo São Bento é representado na base pela Formação Botucatu, do Período Neotriássico/Eojurássico. É constituído por sedimentos arenosos com estratificação cruzada eólica de larga escala, sotopostos ou intercalados às lavas básicas da Formação Serra Geral. Esses arenitos possuem coloração de amarela a vermelha e são compostos predominantemente por quartzo e feldspato, aflorando ao longo dos vales, ou ainda em colinas isoladas na área desses vales (GONZAGA DE CAMPOS *apud* HORN FILHO, 1987).

1.2.4. Aspectos sociais e econômicos

O município de Maquiné, no qual está inserida a maior parte da Bacia Hidrográfica do rio Maquiné, possui uma população de 7.304 habitantes, sendo que 5.379 encontram-se na zona rural e 1.925 na zona urbana, conforme os dados do último censo brasileiro, realizado no ano 2000 (IBGE, 2002).

Os vales aluviais que formam a bacia de contribuição do rio Maquiné apresentam uma grande diversidade de modos de exploração dos recursos naturais, em relação a atividades agrícolas, pecuária e extrativismo de produtos como samambaia-preta, palmito, epífitas, entre outros. As encostas e escarpas mais pronunciadas conservam ainda áreas consideráveis de matas nativas. Por suas características próprias, essas áreas pouco são utilizadas para agricultura ou pecuária, sendo substituídas, em certa medida, por reflorestamento de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. para a indústria madeireira da região. As várzeas apresentam-se em vales com áreas de relevo ondulado a suavemente ondulado e áreas planas, no curso inferior do rio Maquiné. Os solos são bem drenados, profundos com elevada disponibilidade hídrica possibilitando o desenvolvimento de atividades agrícolas com o uso de tração animal e/ou motomecanizadas, utilização de insumos agroquímicos e irrigação (GERHARDT *et al.*, 2000).

1.2.5. Fauna e Flora

Na bacia do rio Maquiné, o grau de conversão da cobertura florestal para a agricultura foi bastante elevado no passado. Estima-se que aproximadamente 93% (511,8 km²) da bacia hidrográfica do rio Maquiné era coberta por florestas antes da colonização europeia, e apenas 7% era coberta por campos nativos (acima de 800 m altitude), sendo que atualmente as classes de cobertura da terra que representam categorias evidentemente afetadas pela atividade humana (agricultura, capoeira e mata/capoeira) abrangem a maior parte da bacia.

Apenas 20,2% representam vegetação florestal em estágios sucessionais avançados, constituindo mata primária ou secundária (BECKER, 2002).

BRACK *et al.* (2000), estudando a fitossociologia do componente arbóreo de uma área de floresta densa submontana em Maquiné, encontraram espécies raras, como figueira (*Ficus glabra*), sobraji (*Columbrina glandulosa*), pau-alazão (*Eugenia multicostata*), bicuíba (*Virola oleirifera*) e ameaçadas, como canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*) e palmiteiro (*Euterpe edulis*).

Em relação à fauna, diversos trabalhos desenvolvidos na BHRM comprovam ser a Mata Atlântica um “hot spot” de biodiversidade. BECKER *et al.* (2002) nos relatam que, das 72 espécies de peixes conhecidas no vale do Maquiné, nove ocorrem unicamente na região que inclui a bacia do rio Tramandaí até as bacias costeiras do sul do Estado de Santa Catarina, sendo que seis habitam apenas os riachos da encosta da Serra, e uma as cabeceiras dos rios Maquiné e Jacuí (pertencente à bacia hidrográfica do Lago Guaíba). Pelo menos uma espécie de lambari (*Hollandichthys multifasciatus*) já é considerada oficialmente como ameaçada de extinção, e duas outras (*Mimagoniastes rheocharis* e *Odontostoechus lethostigmus*) como vulneráveis.

O estudo realizado por VILELLA (2002) no arroio Carvão, registrou que, apesar da pequena dimensão longitudinal do riacho estudado, qualitativamente há uma grande riqueza de espécies, com 15 Osteichthes, 3 Crustacea e 9 Anfibia, num total de 27 espécies. A fauna de peixes encontrada é composta principalmente por espécies das ordens Characiformes e Siluriformes, com pequeno tamanho corporal e elevado grau de endemismos.

Em relação às borboletas, ISERHARD *et al.* (2002) e ISERHARD (2003) listaram 319 espécies, das quais 27 ainda sem registro publicado para o Estado do RS, além de quatro espécies características de Mata Atlântica, indicadoras de ambiente preservado.

Dos mamíferos, foram registradas até o momento 15 espécies de morcegos, com marcante riqueza de indivíduos da família Phyllostomidae em Maquiné, já que apenas na da Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias (FEPAGRO), foram encontradas 10 das 11 espécies presentes no Estado (RUI, 2000; RUI & FÁBIAN, 2002).

Registra-se também, através de observação pessoal e relato de pesquisadores, a ocorrência de animais ameaçados de extinção pelo Decreto Estadual nº41672 (RIO GRANDE

DO SUL, 2002), estando em perigo: araponga, ferreiro (*Procnias nudicollis* (Vieillot, 1817)); puma, onça-parda, leão-baio (*Puma concolor* (Linnaeus, 1771)); veado-pardo, veado-mateiro (*Mazama americana* (Erxleben, 1777)); e vulneráveis: lontra (*Lontra longicaudis* (Olfers, 1818)); bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans* (Cabrera, 1940)); Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla* (Linnaeus, 1758)); Quati (*Nasua nasua* (Linnaeus, 1766)). Entre algumas das aves observadas estão: Carrapateiro (*Mivalgo chimachima*), Chimango (*Mivalgo chimango*), Surucuá-variado, Pavó (*Torgon surrucura*), Macuco (*Tinamus solitarius*), Maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*), Três-potes (*Aramides cajanea*), Tié-preto (*Tachyphonus coronatus*), Pitiguari (*Cyclarhis gajuvensis*), Tico-tico-rei (*Coryphospingus cucullatus*) e Aracuã (*Ortalis motmot*).

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Classificação das águas doces conforme os usos preponderantes:

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 18 de junho de 1986 classifica as águas doces em função dos seus usos em Classe Especial, 1, 2, 3 e 4.

São consideradas de Classe Especial as águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Para o uso de abastecimento sem prévia desinfecção, os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra.

A Classe 1 corresponde às águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), à irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que são ingeridas cruas sem remoção de película, e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

A Classe 2 corresponde às águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho), à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

A Classe 3 corresponde às águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, e à dessedentação de animais.

A Classe 4 corresponde às águas destinadas à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes.

2.2. Índices de qualidade da água

O conhecimento da qualidade dos recursos hídricos é essencial a seu manejo. Nesse sentido, é conveniente a existência de um índice demonstrativo da qualidade das águas abrangendo uma bacia hidrográfica, que possa servir como informação básica para o público

em geral, para subsidiar atividades educativas e principalmente para o gerenciamento ambiental (PELÁEZ-RODRIGUES *et al.*, 2000).

Os índices de qualidade da água são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar uma idéia da tendência de evolução desta ao longo do tempo, permitindo comparação entre diferentes cursos d'água. Os índices de qualidade da água estão associados ao uso que se deseja para um corpo d'água (PORTO, 1991).

Segundo RAMOS *et al.* (1993), a utilização deste tipo de metodologia de análise e tratamento de informações ambientais tem estado rodeada de alguma polêmica, sendo normalmente argumentado que no processo de simplificação poderá haver perda significativa de informação, enquanto por outro lado existem aqueles que julgam ser preferível efetuar análises deste tipo, mesmo que incompletas, porque não é aceitável a inexistência de informação sintetizada e facilmente transmitida, com base no argumento da complexidade dos sistemas.

Os índices são construídos pela composição ou agregação de um ou mais indicadores, mediante diversos tipos de formulações matemáticas ou regras heurísticas. Pressupõem sempre a padronização face a uma escala convencional. Os indicadores são variáveis ou parâmetros ambientais, medidos direta ou indiretamente, representando de forma significativa o sistema ou fenômeno ambiental em estudo (MELO, 1996).

Os indicadores ambientais são cada vez mais variados e flexíveis. Para serem efetivos, devem estar relacionados às políticas de recursos hídricos existentes, analiticamente examinados e facilmente medidos. Indicadores do "estado da água" medem o nível existente de contaminantes no meio, comparando-o com um padrão permissível (HARKER, 1997).

HORTON, pesquisador alemão, foi quem fez a primeira apresentação formal de um IQA na literatura, em 1965, onde referia-se aos índices como ferramenta para a avaliação dos programas de redução da poluição e para a informação pública (DERÍSIO *apud* FERREIRA, 2001).

SMITH (1987) *apud* FERREIRA (*op. cit.*) elaborou um índice, baseado na metodologia de questionários Delphi, seguindo uma forma não ponderada, pois considera como igualmente importantes os parâmetros que entram no cálculo do IQA.

HAASE *et al.* (1989) e ANDREAZZA (1997) aplicaram a técnica de análise fatorial para a formulação do IQA, sendo que esse apresenta a desvantagem de restrição aos dados da matriz original, pela qual foi obtido.

2.2.1. Metodologia do cálculo do IQA – Índice de Qualidade das Águas

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um valor numérico – uma nota de zero a cem – que traduz sinteticamente a qualidade da água de um rio. Devido à simplicidade quanto à forma de apresentação, o IQA permite uma apreensão acessível e sistemática, por parte da comunidade usuária do manancial, dos resultados relevantes obtidos através da rede de monitoramento (COMITESINOS, 1990).

Na década de 70, BROWN *et al.* (1970, 1973) desenvolveram nos Estados Unidos da América, através de metodologia Delphi, um IQA para a National Sanitation Foundation (NSF). A formulação desse índice teve como objetivo facilitar a interpretação das informações de qualidade da água para especialistas ou não. Os indicadores têm como determinante principal a utilização da água para abastecimento público.

Dentre os trabalhos nos quais foi utilizado o cálculo do IQA, no RS estão: LEITE & FONSECA (1994), na lagoa Caconde, Osório; COMITESINOS (*op. cit.*) no monitoramento do rio dos Sinos e seus afluentes; BRUSCHI Jr. *et al.* (1998), nas lagoas da Planície Costeira do RS; GUERRA *et al.* (2000), no arroio Cavalhada; GUIDOTTI & GUERRA (1999) na avaliação de alguns pontos no rio Maquiné; ALMEIDA (1999), no arroio da Cria; PEREIRA (2002) na sub-bacia do arroio Maratá. Podemos citar ainda sua utilização nos trabalhos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em 29 bacias hidrográficas de SP, CARVALHO *et al.* (2000) no ribeirão da Onça e ribeirão do Feijão (SP); STAPP (2000), no trabalho da rede de educação ambiental nos Estado Unidos da América; JONNALAGADDA & MHERE (2001) no rio Odzi (Zimbabwe). STAMBUK-GILJANOVIC (1999) para a região da Dalmácia, Croácia.

Como citado anteriormente, o IQA da NSF baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade da água, que indicaram os parâmetros a serem medidos, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro. Dos 35 indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, foram selecionados 9. Para cada parâmetro foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas.

No Estado do Rio Grande do Sul, o COMITESINOS (1990) adaptou esse índice. Nessa adaptação foi então retirado o parâmetro temperatura, pois é sabido que a maioria dos rios do Estado não apresenta problemas de poluição térmica e, portanto, esse parâmetro contribuiria sempre no sentido de aumentar o valor do IQA, devendo ser ainda considerado que a influência da temperatura é indiretamente considerada através da saturação de oxigênio dissolvido. Seu peso foi então proporcionalmente distribuído entre os demais parâmetros.

O IQA utilizado nesse trabalho é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes a 8 parâmetros (pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes fecais, nitrato, fosfato total, sólidos totais e turbidez), tendo como determinante principal a utilização da água para abastecimento público, sendo calculado a partir da seguinte fórmula:

$$IQA = \prod q_i^{w_i}$$

onde,

IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros e pesos relativos do IQA adotado para o rio Maquiné.

Parâmetros	Pesos relativos (wi)
Oxigênio Dissolvido	0,19
Coliformes fecais	0,17
pH	0,13
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,11
Fosfato total	0,11
Nitrato	0,11
Sólidos totais	0,09
Turbidez	0,09

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100 (Tabela 2).

Tabela 2. Notas e qualidades da água a partir do cálculo do IQA.

Nota do IQA	Qualidade
80 - 100	ótima
52 - 79	boa
37 - 51	aceitável
20 - 36	ruim
0 - 19	péssima

2.2.2. Parâmetros componentes do IQA

TURBIDEZ

Apresenta o grau de interferência da passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. Sua origem natural provém de partículas de rochas, argila e silte, bem como algas e outros microorganismos, não trazendo inconvenientes sanitários diretos. Porém é esteticamente desagradável na água potável. As origens antropogênicas são os despejos industriais e domésticos, microorganismos e erosão, podendo estar associadas a compostos tóxicos e organismos patogênicos. Alta Turbidez pode reduzir a penetração de luz, prejudicando a fotossíntese (VON SPERLING, 1995; SANTOS, 1997). Segundo ESTEVES (1988) esta medida é expressa em diferentes unidades, sendo mais freqüente o uso de unidade nefelométrica de turbidez (UNT).

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

A medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução é controlada pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes. Representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, com uma faixa variando de 0 a 14, sendo neutro com o valor 7, básico com valores superiores a 7, e ácido com inferiores. Este parâmetro, por definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução, deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres presentes na mesma. Grande é o número de fatores que podem influenciá-lo. A maioria dos corpos d'água continentais tem uma variação de pH que vai de 6 a 8. (VON SPERLING, *op.cit.*; SANTOS, *op.cit.*; ESTEVES, *op. cit.*;).

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica, por decomposição microbiana aeróbia, para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado, e referido como DBO_{5,20}. Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio dissolvido na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis (CETESB, 2003).

NITROGÊNIO NITRATO

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas e, dentre essas, o nitrato, juntamente com o íon amônia, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 1988).

SÓLIDOS TOTAIS

"Sólidos totais" é o termo aplicado ao material residual deixado em um frasco depois da evaporação da amostra e sua secagem subsequente em uma estufa a uma temperatura definida. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia, causar danos aos peixes e à vida aquática, se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes (CETESB, 2003; SANTOS, 1997).

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado as perdas são o consumo pela decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos, como por exemplo o ferro e o manganês

(ESTEVEES, 1988). A medida de oxigênio dissolvido é uma das mais frequentemente utilizadas e um dos mais importantes métodos disponíveis para a investigação do ambiente aquático, provendo informações valiosas sobre reações biológicas e bioquímicas ocorridas na água. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de auto-depuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Através de medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática (SANTOS, 1997).

COLIFORMES FECAIS

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. Tais organismos não são patogênicos, mas dão uma satisfatória indicação de quando uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, sua potencialidade para transmitir doenças. Coliformes são utilizados como indicadores de contaminação fecal principalmente por: a) apresentarem-se em grande número apenas nas fezes de humanos e de outros animais de sangue quente (porco, gado); b) possuírem resistência aproximadamente similar à maioria das bactérias patogênicas intestinais (VON SPERLING, 1995).

O grupo coliforme é formado por várias espécies de bactérias, sendo que dentre os coliformes fecais, destacamos a bactéria *Escherichia* sp. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como verminoses, hepatite, febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2003).

FÓSFORO (Fosfato total)

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfatos, polifosfato e fósforo orgânico. Sua origem natural provém da dissolução de compostos do solo ou decomposição da matéria orgânica, e sua origem antropogênica, de despejos domésticos ou industriais, detergentes, excremento de animais e fertilizantes utilizados na agricultura. É um

elemento indispensável para o crescimento de microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e algas, sendo seu elevado teor associado ao processo de eutrofização (CETESB, *op. cit.*).

2.3. Balanço Hídrico

O Balanço Hídrico, segundo TUBELIS & NASCIMENTO (1988), é um método de cálculo da disponibilidade de água no solo para as comunidades vegetais. A determinação do Balanço Hídrico é realizada através da relação entre a precipitação pluvial e a evapotranspiração, considerando-se a capacidade de armazenamento de água no solo igual a 100 mm de água. A metodologia de cálculo de Balanço Hídrico mais utilizada para fins agroclimatológicos é a desenvolvida por THORNTHWAITE & MATHER (1955). O método mostra-se adequado, pois o objetivo é identificar períodos de déficit hídrico ($ETP > P$) e períodos de superávit hídrico ($ETP < P$).

2.4. Balanço de Massa

A utilização do balanço de massa envolve a quantificação de toda massa (contaminante) que entra, sai ou se acumula em um sistema ou segmento de sistema com limites definidos, servindo de exemplo os segmentos contíguos de um rio, e definindo as inter-relações entre esses fenômenos. O esquema genérico proposto e adaptado por BIDONE (1992) assume a seguinte forma:

$$\text{Transferência de Massa} = \text{Fluxo Afluente} - \text{Fluxo Efluente} + \text{Massa Interna}$$

(exportada, ou transformada, ou equilíbrio) ("input") ("output") (adicionada, acumulada ou suprimida)

A fim de verificar-se a origem da massa interna, ou incremento de fluxo, e segregá-la em seus componentes natural e antrópico, utilizou-se uma estratégia de assinatura geoquímica de fonte (originalmente proposta por BIDONE, *op. cit.*), a qual faz uso de um elemento químico como indicador de fonte natural de contribuição. A equação geral empregada nos balanços de massa pode, então, ser sintetizada na equação abaixo:

$$CA = (FEMe - FAME) - [(FEEi - FAEi) \times (FEMeC / FEEiC)]$$

onde:

CA: Componente Antrópico do incremento total de fluxo no segmento considerado;

FEMe: Fluxo Efluente do metal;

FAMe: Fluxo Afluente do metal;

(FEMe - FAMe): incremento total do fluxo do metal no segmento considerado;

FEEi: Fluxo Efluente do elemento indicador de fonte natural;

FAEi: Fluxo Afluente do elemento indicador de fonte natural;

(FEEi - FAEi): incremento total de fluxo do elemento indicador de fonte natural no segmento considerado;

FEMeC: Fluxo Efluente do metal no segmento controle (“background”);

FEEiC: Fluxo Efluente do elemento indicador de fonte natural no segmento controle;

(FEMe / FEEiC): razão entre os fluxos efluentes do metal e do elemento indicador de fonte natural na saída do segmento controle (que é idêntica à razão das concentrações metal/indicador na água na saída do segmento controle, a qual pressupõe-se que seria aproximadamente constante caso os incrementos antropogênicos de metais pesados fossem negligenciáveis ao longo do rio); e, assim, tem-se $[(FEEi - FAEi) \times (FEMeC / FEEiC)]$ correspondendo ao Componente Natural do incremento total de fluxo no segmento fluvial considerado.

Esse modelo de balanço de massa dos fluxos dos metais ao longo dos rios é capaz de diferenciar os componentes antrópico e natural dos fluxos e, ainda, fornecer os dados básicos necessários à execução da avaliação do risco associado dos metais à saúde humana, como base para o estabelecimento de critérios de qualidade de água regionalizados. Portanto é possível: a) identificar os gradientes espaciais de concentração de metais ao longo do rio; b) quantificar as cargas de metais de origem antrópica lançadas às correntes; c) e, principalmente, hierarquizar e priorizar os segmentos fluviais críticos e, conseqüentemente, as medidas de controle da poluição em função do risco de exposição das populações humanas.

O balanço de massa foi utilizado no Rio Grande do Sul por TRAVASSOS (1994), TRAVASSOS & BIDONE (1995) e ORTIZ (1999) para a BH do rio Caí; LAYBAUER (1995) e LAYBAUER & BIDONE (1997) para a região das minas do Camaquã; HATJE (1996), HATJE & BIDONE (1998) e SPANEMBERG (1999) para a BH do rio dos Sinos; GUERRA (2000) para a BH do Baixo Jacuí; STRECK (2001) para a BH do arroio Candiota.

A utilização do Balanço de Massas é útil para o conhecimento da quantidade e proporção da carga antrópica, principalmente de metais pesados. Em concentrações normais, os metais pesados são componentes essenciais de funções bioquímicas, sendo tóxicos em concentrações elevadas.

Entre os metais associados como tóxicos para exposição ambiental estão o Cádmio (Cd), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Mercúrio (Hg). Alguns destes elementos são necessários para plantas e animais na forma de micronutrientes essenciais. Sobre certas condições ambientais podem ser bioacumulados em concentrações tóxicas e causar danos ecológicos. A principal ameaça dos metais pesados consiste no fato de que eles, em contraste com muitos outros poluentes orgânicos, não se decompõem por atividade microbológica. Podem ser bioacumulados e, dependendo das ligações formadas, podem ser convertidos em formas mais danosas, como observado na transformação de Mercúrio em Metil-Mercúrio (FREEDMAN, 1995).

O Mercúrio (Hg) é utilizado na agricultura como fungicida, na forma de pesticidas organometálicos sintéticos (organomercuriais), é um metal pesado extremamente tóxico e bioacumulativo (KAZANTZIS, 1980). O Cobre (Cu) também está presente na formulação química de vários fungicidas, como Sulfato de Cobre e Calda Bordalesa. Altas concentrações de Cu podem causar disfunções de processos fisiológicos fundamentais à sobrevivência e higidez de peixes expostos ao metal (MAZON *et al.*, 2000). O Cádmio (Cd) é um elemento relativamente raro, sendo ausente em análises de águas sem contaminação. Diversos são os usos de Cd, como em baterias, pigmento em tintas e em fertilizantes (FASSET, 1980).

Na região da bacia hidrográfica do rio Maquiné, por esta ser uma área essencialmente agrícola, é freqüente a utilização de agroquímicos, como os fungicidas. Os principais compostos fungicidas utilizados na BHRM, estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 3. Fungicidas utilizados nas atividades agrícolas da bacia hidrográfica do rio Maquiné

(* mais utilizados)

Nome comercial	Composição	Grupo químico
Benlate	Metil Carbamato de -1- (butil-carbamoil)-2-benzimidazolio	Fungicida sistêmico do grupo benzimidazolio
Captan	1,2,3,4,-tetrahydro-N- (triclorometiltio)-ftalimida. Cis-N-triclorometiltio-4-ciclo-hexano-1,2-dicarboximida.	Fungicida do grupo da ftalimida
Cercobin	1,2-bis-(3-metoxicarbonil-2-tioureido)-benzeno	Fungicida sistêmico do grupo da benzimidazol
Cobre Sandoz	Sulfato Tribásico de Cobre. Óxido cuproso. Cobre metálico (500g/Kg) e concentrado (800g/Kg). Calda Bordalesa.	Fungicida inorgânico à base de Cobre
Cupravitazul	Oxicloreto de Cobre	Fungicida fitossanitário inorgânico à base de cobre
Curzate + Zinco	2-ciano-N-((etilamino)-carbonil)-2-(metoximino) acetamida; 1-2(2-ciano-2metoxiiminoacetil)-3-etiluréia	Fungicida do grupo das acetamidas.
Daconil – BR e Daconil 500	2-hidroxi-2,2-di (p-clorofenil) acetato de etila; Tetracloroisofalonnitrila	Fungicida derivado da ftalonitrila
Dithane, Mancozeb*	Etileno-bis-ditiocarbamato de manganês e íon zinco	Fungicida fitossanitário do grupo dos ditiocarbamatos
Folicur	Tebuconazole	Fungicida sistêmico do grupo químico dos Triazóis
Funguran* 500	Oxicloreto de Cobre	Fungicida inorgânico à base de Cobre
Orthocid	1,2,3,4,-tetrahydro-N- (triclorometiltio)-ftalimida. Cis-N-triclorometiltio-4-ciclo-hexano-1,2-dicarboximida.	Fungicida do grupo da ftalimida.
Previcur	Propil 3-(dimetilamino) propil carbamato hidrocloreto.	Fungicida .
Ridomil*	Metil D,L, N-(2,6-dimetilfenil(-N-(2-metoxiacetil) alaninato	Fungicida sistêmico do grupo dos alaninatos

3. ARTIGO 1

Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil e utilização do Índice de Qualidade da Água*

Carolina Alves Lemos e Teresinha Guerra

Curso de Pós-Graduação em Ecologia – Instituto de Biociências – UFRGS
Campus do Vale, CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil
Telefone (51) 3316-6773, Fax (51) 3316-7626. carolina@ecologia.ufrgs.br; tg@ecologia.ufrgs.br

RESUMO

Pertencendo a uma das áreas onde a Mata Atlântica apresenta melhor estado de preservação para o Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, a bacia hidrográfica do Rio Maquiné (BHRM) tem como principal influência antrópica o desenvolvimento de atividades agrícolas, de criação de animais e a falta de saneamento básico. Foram analisados os parâmetros: vazão, pH, condutividade, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias, Fosfato total, Nitrato, Turbidez e Sólidos totais, amostrados em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono), em 7 pontos da BHRM. Pelo Índice de Qualidade da Água (IQA) as águas encontraram-se com boa e ótima qualidade, apesar de possuírem, em algumas amostragens, Classes 2 e 3, conforme a Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Os principais parâmetros responsáveis pela baixa da qualidade da água foram Coliformes Fecais, DBO₅, Fosfato total e Sólidos totais. A avaliação da sazonalidade do regime hídrico indica não haver escassez hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura; IQA; Mata Atlântica; Qualidade da água.

* A ser submetido à revista Hydrobiologia.

INTRODUÇÃO

O bioma da Mata Atlântica é um dos mais ameaçados do planeta, exemplo de nossas atitudes em relação ao ambiente. Possuindo, na época do início da colonização européia, uma superfície superior a 1.000 000 km², atualmente está restrito a cerca de 8,23% da área inicial (Câmara, 1996), sendo reconhecido pela UNESCO, em 1992, como Reserva da Biosfera. Encontra no Estado do Rio Grande do Sul (RS) seu limite sul para o Brasil.

A bacia hidrográfica do rio Maquiné (BHRM) pertence ao complexo fluvio-lacustre da bacia hidrográfica do rio Tramandaí, na Planície Costeira do RS, uma das áreas onde a Mata Atlântica apresenta melhor estado de preservação para o Estado (Marcuzzo, 1998). Apesar disso, sofre a influência direta das práticas de uso do solo, principalmente da agricultura, cujas conseqüências são refletidas na qualidade dos corpos hídricos.

Considerando-se que a bacia hidrográfica é uma unidade apropriada para a gestão de recursos hídricos, referendada pela Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente realizada em Dublin, em 1992, os estudos foram direcionados para a unidade “bacia hidrográfica”. Levou-se em conta também que os impactos antrópicos causados na bacia hidrográfica são refletidos nos corpos hídricos, pois as águas drenadas assumem as características do meio circundante (Peláez-Rodríguez *et al.*, 2000; Rios & Calijuri, 1995; Väisänen *et al.*, 1997; Clenaghan *et al.*, 1998; Moraes *et al.*, 1998; Almeida, 1999; Billy *et al.*, 2000; Pereira, 2002), e que o impacto ambiental é proporcional à amplitude das práticas agrícolas e à intensidade do manejo existente (Harker, 1997; Arcova & Cicco, 1999; Carvalho *et al.*, 2000; Primavesi, 2000; Fytianos *et al.*, 2001).

Ao avaliar-se a qualidade ambiental, discute-se diretamente a qualidade das intervenções humanas sobre um suporte físico, relacionando-se os impactos criados aos graus de inadequação das atitudes e concretizações humanas sobre o ecossistema (Bollmann & Marques, 2000). O presente estudo, desenvolvido na BHRM, pretende avaliar a sazonalidade do regime hídrico e a qualidade das águas fluviais sob o enfoque da legislação vigente e através do Índice de Qualidade da Água (IQA), proposto pela *National Sanitation Foundation* (NSF) (Brown *et al.* 1970, 1973), utilizado pela Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB, 2003) e adaptado pelo COMITESINOS (1990).

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Maquiné localiza-se na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (29°45'S a 29°23'S e 50°22'W a 50°07'W). Com área de 550,5 km² a BHRM está na região de transição entre a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica *strictu sensu*), a Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária) e os Campos de Cima da Serra. Em seu território localizam-se a Reserva Biológica da Serra Geral (Unidade de Conservação Estadual, com 4.845,7 ha) e o Centro de Pesquisas Pró-Mata (Pontifícia Universidade Católica, com 4.500 ha). As nascentes situam-se no município de São Francisco de Paula, na altitude de 900 m, e a foz na Lagoa dos Quadros (Planície Costeira do Rio Grande do Sul), ao nível do mar. O maior eixo de drenagem da bacia hidrográfica possui extensão de 56 km, formado pelo arroio Lajeado e o rio Maquiné. Na Figura 1 está representada a localização da Bacia Hidrográfica do rio Maquiné, bem como os pontos amostrais utilizados no presente trabalho.

As cabeceiras e parte das encostas do vales do rio Maquiné são formadas por basaltos e riolitos da formação Serra Geral. Nas encostas das margens esquerda ocorre a Formação Botucatu. A foz deste curso d'água localiza-se no domínio da Cobertura de Sedimentos Cenozóicos (Horn Filho, 1987).

O município de Maquiné, no qual está inserida a maior parte da Bacia Hidrográfica do rio Maquiné, possui uma população de 7.304 habitantes, sendo que 5.379 encontram-se na zona rural e 1.925 na zona urbana (IBGE, 2000).

As principais atividades econômicas estão ligadas à agricultura, sendo presentes cultivos de fumo, milho, feijão, mandioca, batata-doce e olerícolas. Ocorrem também a pecuária e o extrativismo de produtos florestais, como *Rumohra adiantiformis* (samambaia-preta), *Euterpe edulis* (palmito), epífitas, entre outros.

As várzeas apresentam-se em vales com áreas de relevo ondulado a suavemente ondulado e áreas planas, no curso inferior do rio Maquiné, ou em áreas com declividade bastante reduzida, solos bem drenados, profundos e elevada disponibilidade hídrica, permitindo o desenvolvimento de atividades agrícolas com o uso de tração animal e/ou motomecanizadas, utilização de insumos agroquímicos e irrigação (Gerhardt *et al.*, 2000).

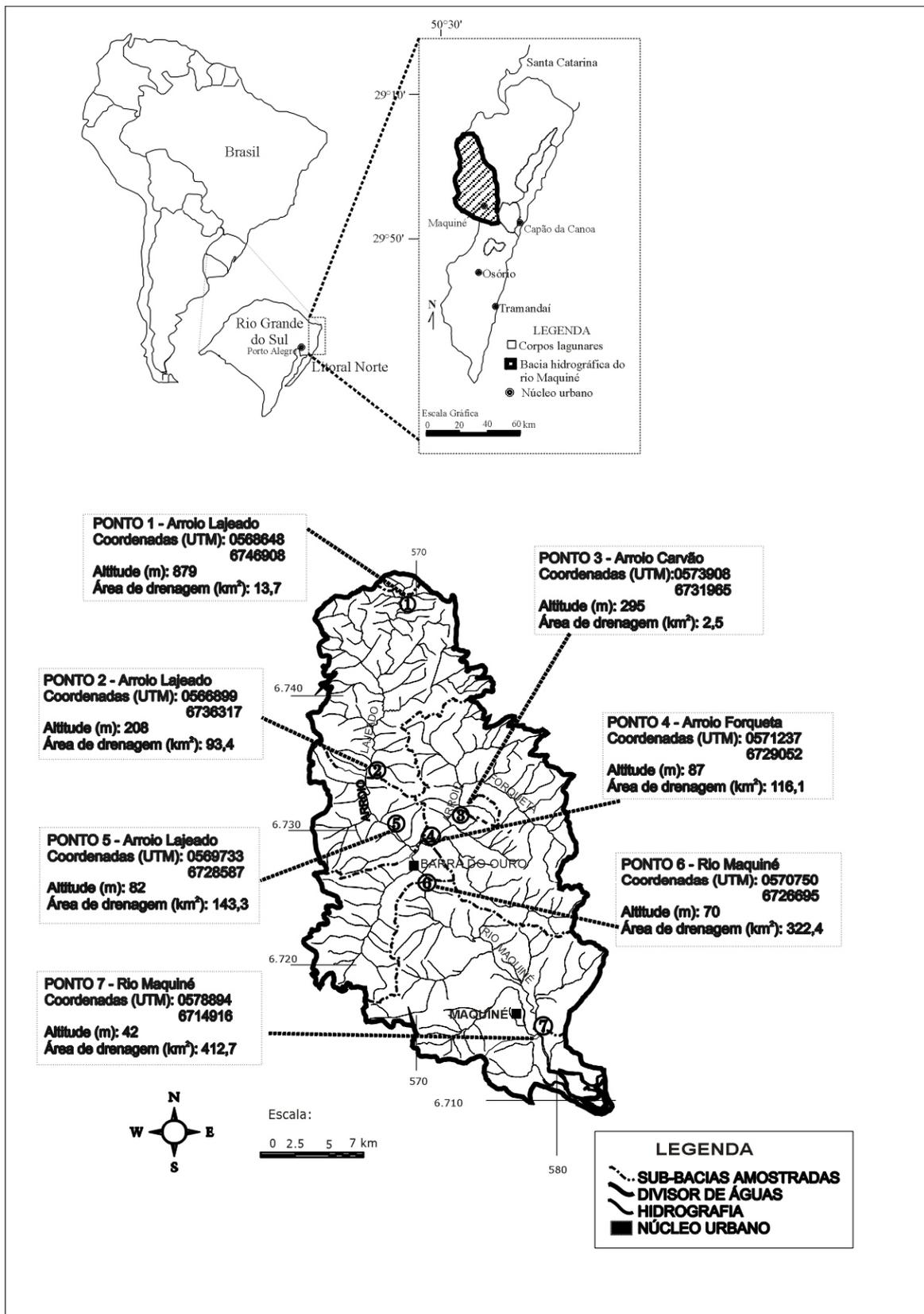


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil e distribuição dos pontos amostrais (Ponto 1 a Ponto 7).

Estima-se que aproximadamente 93% (511,8 km²) da bacia do rio Maquiné era coberta por florestas antes da colonização européia, e apenas 7% era coberta por campos nativos (acima de 800 m altitude), sendo que atualmente as classes de cobertura da terra que representam categorias evidentemente afetadas pela atividade humana (agricultura, capoeira e mata/capoeira) abrangem a maior parte da bacia. Apenas 20,2% é coberta por vegetação florestal em estágios sucessionais avançados (Becker, 2002).

MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização hidroclimatológica da área de estudo foi realizada através do levantamento de dados de temperatura, umidade relativa, radiação solar e pluviosidade no período de janeiro de 1991 a dezembro de 2000 na Estação Meteorológica da Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias (FEPAGRO), localizada no município de Maquiné, RS.

O Balanço Hídrico foi determinado para avaliar a sazonalidade do regime hídrico, através do método de Thornthwaite & Mather (1955) considerando a capacidade de armazenamento no solo igual a 100 mm de água.

Os dados físicos, químicos e microbiológicos foram obtidos através de coletas de água em sete pontos de amostragem georeferenciados (Figura 1), em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).

Foram medidos, *in loco*, coordenadas geográficas e altitude, profundidade e largura da calha do rio, vazão, potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade (Tabela 1). Foi calculada a área de drenagem para cada ponto amostral.

Tabela 1. Parâmetros medidos em campo e instrumentos utilizados.

Parâmetro	Unidade	Equipamento
Coordenadas geográficas	UTM	GPS marca Garmin, modelo 12
Área de drenagem	km ²	Carta do Exército Brasileiro, Folha SH.22-X-C e D, escala 1:250.000 e curvímetero
pH		pHmetro, marca WTW
Condutividade	µS.cm ⁻¹	Condutivímetero, marca WTW
Calha	cm	Trena graduada (cm)
Profundidade *	cm	Trena graduada (cm)
Velocidade*	m ³ .s ⁻¹	Micromolinete

*utiliza no cálculo de Vazão.

Em frascos previamente limpos e esterilizados, a água foi coletada, preservada e analisada segundo metodologias descritas em APHA (1995), para determinação de Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias (DBO₅), Fosfato total, Nitrato, Turbidez e Sólidos totais (ST) (Tabela 2), nos laboratórios do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Tabela 2. Parâmetros analisados em laboratório, unidades e métodos de análise.

Parâmetro	Unidade	Método de análise
Coliformes Fecais	(UFC ¹ .100 ml)	Membrana Filtrante
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	(mg.L ⁻¹ O ₂)	Incubação a 20°C por 5 dias e Winkler
Fosfato total	(mg.L ⁻¹ P)	Colorimétrico por redução com ácido ascórbico e leitura em espectrofotômetro modelo CARY 1E/UV - Visible Spectrophotometer
Nitrato	(mg.L ⁻¹ NO ₃)	Colorimétrico com Salicilato de Sódio e leitura em espectrofotômetro modelo CARY 1E/UV - Visible Spectrophotometer
Oxigênio Dissolvido (OD)	(mg.L ⁻¹ O ₂)	Winkler
Sólidos totais (ST)	(mg.L ⁻¹)	Secagem a 103°C – 105°C
Turbidez	(UNT ²)	Nefelométrico, utilizando turbidímetro POLILAB AP 1000 II

¹ UFC = Unidade Formadora de Colônia por 100 ml de amostra, ² UNT= Unidades Nefelométricas de Turbidez

Os resultados das análises de água foram comparados com os padrões da Resolução n° 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986), a qual propõe o enquadramento dos corpos d'água superficiais em Classes, definidas pelos usos preponderantes, sendo o uso mais exigente responsável pela definição da Classe. É também um instrumento para avaliar a evolução da qualidade das águas em relação ao nível definido no enquadramento. Na bacia hidrográfica do rio Maquiné, os principais usos da água e suas respectivas Classes, são: (a) abastecimento doméstico/público (Classe Especial); (b) irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas desenvolvendo-se rente ao solo e consumidas cruas (Classe 1); (c) recreação de contato primário (Classe 2).

Para a análise estatística, cada um dos 7 pontos amostrados, em cada estação do ano, foi considerado como unidade amostral, totalizando-se 28 unidades amostrais. No programa MULTIV (Pillar, 2001), foi então elaborada uma matriz 28 x 9. Aos dados das variáveis foi aplicada transformação escalar, por logaritmo.

A partir da matriz de distâncias Euclidianas entre as unidades amostrais, foi realizada a análise de agrupamento, utilizando-se para a formação dos grupos o método de Ward

(variância mínima). A ordenação foi obtida pela análise de coordenadas principais (PCA). Utilizando-se o programa SPSS verificou-se a correlação de Pearson, entre a vazão e as variáveis pH, condutividade, OD, DBO₅, coliformes fecais, sólidos totais, turbidez, Nitrato e Fosfato.

A fim de facilitar a interpretação das informações de qualidade da água para o consumo humano, de forma abrangente e útil para especialistas ou não, empregou-se o Índice de Qualidade da Água (IQA) de Brown *et al.* (1970, 1973), adaptado pelo COMITESINOS (1990). O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes a oito parâmetros (pH, OD, DBO₅, coliformes fecais, sólidos totais, turbidez, Nitrato e Fosfato). A equação utilizada no cálculo é $IQA = \prod q_i^{w_i}$, onde IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100; q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida; w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade.

Para valores de IQA entre 80 e 100, a água é considerada de qualidade ótima; de 52 a 79, qualidade boa; de 37 a 51, a água apresenta-se aceitável; para valores de 20 a 36, qualidade ruim, e de 0 a 19, péssima (CETESB, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias mensais de temperatura (°C) e umidade relativa (%), entre os anos de 1991 a 2000, estão representadas na Figura 2. Constatamos que a maior temperatura média ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro (23,1 °C) e que a menor temperatura média ocorreu nos meses de julho e agosto (13,7 °C). A umidade relativa média maior e a menor foram 77,2% no mês de fevereiro e 70% no mês de agosto, respectivamente.

Também verificamos que, neste mesmo período, os índices de maior pluviosidade na BHRM ocorreram no verão, com um máximo de 220 mm em janeiro e estiagem no outono com 106 mm em junho. A maior radiação solar média ocorreu nos meses de dezembro (459,7 cal.cm²) e janeiro (501,5 cal.cm²) e a menor nos meses de junho (225 cal.cm²) e julho (221 cal.cm²).

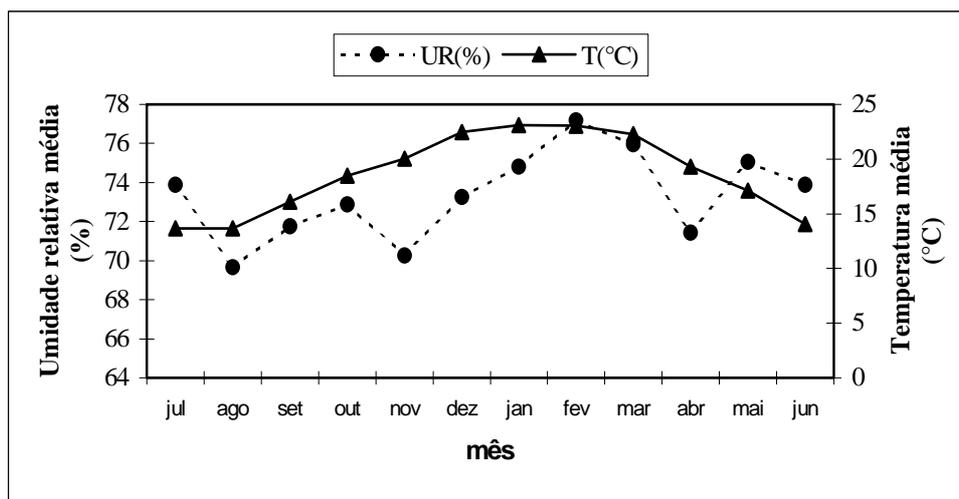


Figura 2. Temperatura (°C) média e umidade relativa (%) média mensais para o período de janeiro de 1991 a dezembro de 2000, Estação Meteorológica FEPAGRO, Maquiné, RS.

Pelo cálculo do Balanço Hídrico (Figura 3), foi constatado excesso hídrico durante todo o ano. A curva de evapotranspiração potencial não ultrapassa a de pluviosidade, mesmo com uma elevada radiação solar no verão, pois ocorrem maiores índices pluviométricos nesta estação.

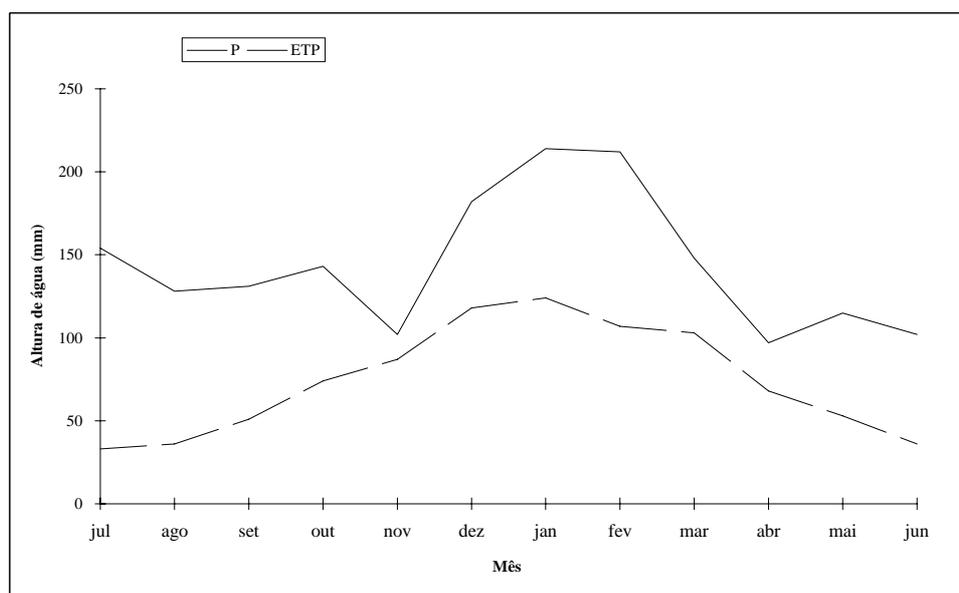


Figura 3. Balanço Hídrico climático para o período de janeiro de 1991 a dezembro de 2000, Estação Meteorológica FEPAGRO, Maquiné, RS. P: precipitação pluvial, ETP: evapotranspiração potencial.

Os dados relativos às coordenadas geográficas, à altitude, profundidade média e largura da calha do rio, área de drenagem e vazão encontram-se na Figura 4. Os pontos de amostragem distribuem-se ao longo do eixo de drenagem principal da BHRM (arroio Lajeado/rio Maquiné) e do seu principal tributário (arroio Forqueta), possuindo altitude

máxima no Ponto 1 (879 m) e altitude mínima no Ponto 7 (42 m). Os resultados das análises amostradas em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono) são apresentados na Tabela 3.

Nos períodos de verão e outono, quando ocorreram as menores vazões, o pH da água apresentou-se mais ácido nos Ponto 1 (5,8 e 5,7) e Ponto 2 (5,5 e 5,8), fato que pode estar relacionado com a menor diluição das águas provenientes de turfeiras e rochas riolíticas da Serra Geral. O pH médio para a BHRM é de 6,6. O maior pH ocorreu nos Pontos 6 e 7, no inverno (8,8).

A condutividade, por ser uma medida dos sólidos dissolvidos totais e íons dissolvidos na água, reflete o estado da poluição inorgânica (Jonnalagadda & Mhere, 2001). Ela aumentou no curso principal da bacia hidrográfica, das nascentes até a foz, sendo que os Pontos 3 e 4, localizados na sub-bacia do arroio Forqueta, apresentaram maior condutividade em relação aos demais. A condutividade máxima foi obtida no Ponto 3, no verão ($62,7\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), e a mínima no Ponto 1, no inverno ($5,5\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Pela brusca mudança do gradiente altitude e a baixa espessura da coluna d'água, as águas da BHRM encontram-se com teores altos de Oxigênio Dissolvido. O Ponto 1, na primavera, registrou a menor quantidade de OD para a BHRM, com valor de $6,7\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ O}_2$ e o Ponto 6, no inverno, a maior quantidade, $11,8\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ O}_2$. Os valores obtidos de OD estão acima do mínimo de $6\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ O}_2$ estabelecido para a Classe 1 (CONAMA, 1986).

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. Por esse parâmetro confirmamos a integridade do Ponto 2 como ponto controle, onde foram verificadas as menores concentrações de Coliformes Fecais (CF), em todas as estações do ano, sendo nula a presença destas bactérias na primavera, sendo a água considerada como Classe Especial nesta amostragem.

Salientamos o aumento de CF ocorrido no Ponto 4, 5 e 6, cuja origem pode ser devido ao lançamento *in natura* de esgotos e a criação de suínos e bovinos nas margens dos arroios e rios, práticas correntes na região, que contribuem para o aumento de CF.

Tabela 3. Valores obtidos para os parâmetros medidos e analisados nos 7 pontos amostrais, em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).

Parâmetro	Estação de coleta	PONTOS DE COLETA						
		P1-NLAG	P2-CER	P3-CAR	P4-FFOR	P5-FLAG	P6-BO	P7-FMA
Q m ³ .s ⁻¹	Inv	0,166	0,299	0,005	1,273	0,562	2,311	2,958
	Pri	0,268	0,665	0,020	2,720	1,467	6,320	8,091
	Ver	0,043	0,393	0,013	0,740	0,417	2,747	3,516
	Out	0,020	0,146	0,0006	0,088	0,155	0,316	0,405
pH	Inv	6,5	6,4	6,6	6,5	6,7	8,8	8,8
	Pri	6,5	6,9	6,8	6,7	6,9	7,9	6,8
	Ver	5,8	5,5	6,6	6,5	6,8	6,5	5,7
	Out	5,7	5,8	6,4	6,2	6,6	6,8	6,4
Condut. (µS.cm ⁻¹)	Inv	5,5	6,1	15,3	10,1	7,9	9,5	13,2
	Pri	20,2	25,8	55,3	40,7	32,8	34,8	45,7
	Ver	28,7	30,2	62,7	49,6	41,8	44,5	57,6
	Out	25,8	27,3	59,2	44,5	38,6	41,7	53,2
OD (mg.L ⁻¹ O ₂)	Inv	9,5	9,2	7,8	7,8	9,2	11,8	8,6
	Pri	6,7	8,4	8,7	8,2	7,8	9,6	7,3
	Ver	9,0	10,0	9,8	9,6	10,0	9,2	8,0
	Out	9,1	8,9	9,8	9,9	9,9	9,6	8,7
DBO (mg.L ⁻¹ O ₂)	Inv	2,2	1,8	2,5	0,9	0,4	3,9	2,4
	Pri	1,5	1,5	0,4	1,6	2,3	0,4	2,5
	Ver	3,9	4,2	4,2	5,4	4,0	3,6	2,5
	Out	2,9	0,7	2,0	2,3	1,9	1,1	2,5
Colif fecais (UFC ¹ .100 ml)	Inv	120	17	50	280	214	120	19
	Pri	90	0	170	480	40	100	40
	Ver	86	3	110	19	12	40	7
	Out	49	29	109	408	43	170	200
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	Inv	56	40	54	83	75	64	73
	Pri	2	32	65	32	5	64.880	8.686
	Ver	140	129	185	68	108	181	186
	Out	154	173	214	174	226	226	235
Turbidez (NTU)	Inv	5	3	4	7	3	4	4
	Pri	5	4	15	5	5	5	6
	Ver	10	5	10	5	5	5	6
	Out	4	3	12	4	4	4	7
Nitrato (mg.L ⁻¹)	Inv	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Pri	0,09	0,08	0,1	0,09	0,11	0,25	0,1
	Ver	0,05	0,05	0,11	0,05	0,06	0,07	0,05
	Out	0,09	0,08	0,09	0,1	0,07	0,08	0,09
Fosfato total (mg.L ⁻¹)	Inv	0,056	0,064	0,046	0,066	0,056	0,053	0,098
	Pri	0,032	0,024	0,035	0,031	0,057	0,028	0,030
	Ver	0,041	0,028	0,037	0,036	0,040	0,043	0,052
	Out	0,020	0,018	0,023	0,013	0,009	0,028	0,034

O cultivo de hortaliças é uma das principais atividades econômicas da região. Para a irrigação de hortaliças e frutas que se desenvolvem rente ao solo e são consumidas cruas, os coliformes fecais devem estar ausentes nas amostras de água (CONAMA, 1986). Salientamos

também, que nas águas de abastecimento público sem prévia desinfecção, forma de abastecimento da grande maioria da população da BHRM (Lemos, 2003), os coliformes também devem estar ausentes, conforme a Portaria n° 1469 (Brasil, 2000), e os mananciais pertencerem à Classe Especial. Pelos valores encontrados para esse parâmetro, as águas da BHRM encontram-se atualmente com valores superiores ao estabelecido para estas atividades. Os valores de CF obtidos são de Classe 1, exceto no Ponto 4, com Classe 2 no inverno, primavera e outono.

No período de verão ocorreram as concentrações mais elevadas de DBO₅, ocasionadas pela baixa vazão do rio e por maiores temperaturas. Com esses resultados, nessa estação do ano, as águas são enquadradas na Classe 2 da Resolução n° 20 (CONAMA, 1986) pois os valores encontrados superam o limite de até 3 mg.L⁻¹ O₂ estabelecidos para Classe 1. As exceções são o Ponto 4, enquadrado como Classe 3, sendo o maior valor encontrado 5,4 mg.L⁻¹ O₂, e o Ponto 7, como Classe 1. Para as demais estações do ano os valores de DBO₅ da BHRM são considerados baixos, indicando baixa poluição orgânica e o enquadramento das águas em Classe 1.

Pelos altos teores de Fosfato total encontrados na BHRM, podemos considerar como antrópica a sua contribuição na água, com origem no lançamento de esgoto sem tratamento e no uso de fertilizantes nas atividades agrícolas da região. Apenas o Ponto 2, na primavera, e os Pontos 1, 2, 3, 4, 5, no outono, apresentaram valores abaixo do limite máximo de 0,025 mg.L⁻¹, estabelecido pela legislação vigente (CONAMA, 1986).

Na BHRM os valores de Nitrato variaram de 0,05 mg.L⁻¹, em todos os pontos amostrados na estação do inverno, até o máximo de 0,25 mg.L⁻¹ no Ponto 6, na primavera. Esses resultados estão bem abaixo do limite máximo de 10 mg.L⁻¹ estabelecido pela Resolução n° 20 (CONAMA, 1986) e dos valores nos trabalhos de Pesce & Wunderlin (2000), Jonnalagadda & Mhere (2001), Fytianos *et al.* (2002), indicando não haver contaminação.

Devido à transparência da água encontrada nos pontos amostrais, os valores de Turbidez encontrados são considerados baixos, variando de 3 a 15 UNT, dentro do estabelecido para Classe 1. Cabe ressaltar que o Ponto 3 apresentou maiores valores em todas as estações do ano.

Na maior parte das amostras, os Sólidos totais estavam dentro do limite para a Classe 1. Ocorre um aumento muito grande nos Pontos 6 e 7 (64.880 mg.L⁻¹ e 8.686 mg.L⁻¹, respectivamente) na estação da primavera, extrapolando o limite máximo de 500 mg.L⁻¹ estabelecido para a Classe 3. O parâmetro Sólidos totais foi um dos grande indicadores do impacto da agricultura no sistema aquático, pois os altos valores foram obtidos na época em que o solo está exposto, sendo preparado para o plantio, e as áreas onde ocorreram encontram-se em várzeas com declividade bastante reduzida, representadas por solos bem drenados e profundos que permitem o desenvolvimento de atividades agrícolas com o uso de tração animal e/ou motomecanizadas, de acordo com Gerhardt *et al.* (2000).

Pela análise estatística, os valores encontrados na análise de correlação, utilizando-se o método de Pearson, estão representados na Tabela 4. A vazão apresentou correlação positiva apenas com Sólidos totais, pois um aumento de vazão acarreta o transporte de maior número de partículas e íons para o corpo hídrico.

Tabela 4. Matriz de coeficientes de correlação (correlação de Pearson)

	pH	Condutiv.	OD	DBO	Colif fecais	Turbid.	Sólidos totais	Nitrato	Fosfato total	Vazão
pH	1									
Condutiv.	-0,266	1								
O.D.	0,266	0,040	1							
D.B.O ₅	-0,087	0,227	0,361	1						
Colif. fecais	0,011	0,065	-0,007	-0,331	1					
Turbidez	-0,125	0,545**	-0,035	0,019	0,112	1				
Sól. totais	0,320	0,040	0,072	-0,281	-0,028	-0,043	1			
Nitrato	0,216	0,319	-0,028	-0,347	0,135	0,141	0,852**	1		
Fósf. total	0,461*	-0,498**	-0,157	0,033	-0,126	-0,089	-0,131	-0,368	1	
Vazão	0,387*	0,108	-0,235	-0,075	-0,067	-0,112	0,565**	0,429*	0,137	1

Obs: Nível de significância: * 0,05 **0,01

A correlação entre os descritores originais e os eixos obtidos, bem como a porcentagem de cada eixo, estão na Tabela 5. Na ordenação, as duas primeiras coordenadas principais explicam 63,5% da variância obtida, sendo 42,5% no Eixo 1 e 21,0% no Eixo 2. O Eixo 1 está mais fortemente correlacionado, positivamente, com os parâmetros Nitrato e Sólidos totais, e negativamente, com Fosfato total. No Eixo 2, a maior correlação positiva foi com Fosfato total e pH, e a negativa com DBO₅.

Na análise de agrupamento, evidencia-se um primeiro grupo formado pelos pontos amostrados no verão, juntamente como o Ponto 2 na primavera. Um segundo grupo é constituído com os pontos amostrais no outono, os restantes da primavera, e com o Ponto 3 no

verão. Os pontos amostrais no inverno formaram um terceiro grupo. Há um último grupo formado pelo Ponto 6 na primavera. Portanto, podemos inferir influência das dinâmicas sazonais tais como pluviosidade e manejo do solo, sobre os resultados observados nos pontos amostrados (Figura 5).

Tabela 5. Coeficientes de correlação entre descritores originais e eixos da ordenação com maior porcentagem de importância.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
PH	-0,0260827	0,503031
Condutividade	0,536145	-0,49443
OD	0,070625	-0,219903
DBO ₅	-0,387761	-0,655352
Coliformes fecais	0,275816	0,497692
Sólidos totais	0,694314	0,0696211
Turbidez	0,1947	-0,0173403
Nitrato	0,888086	0,241509
Fosfato total	-0,697368	0,606498
Porcentagem	42,5 %	21,0 %

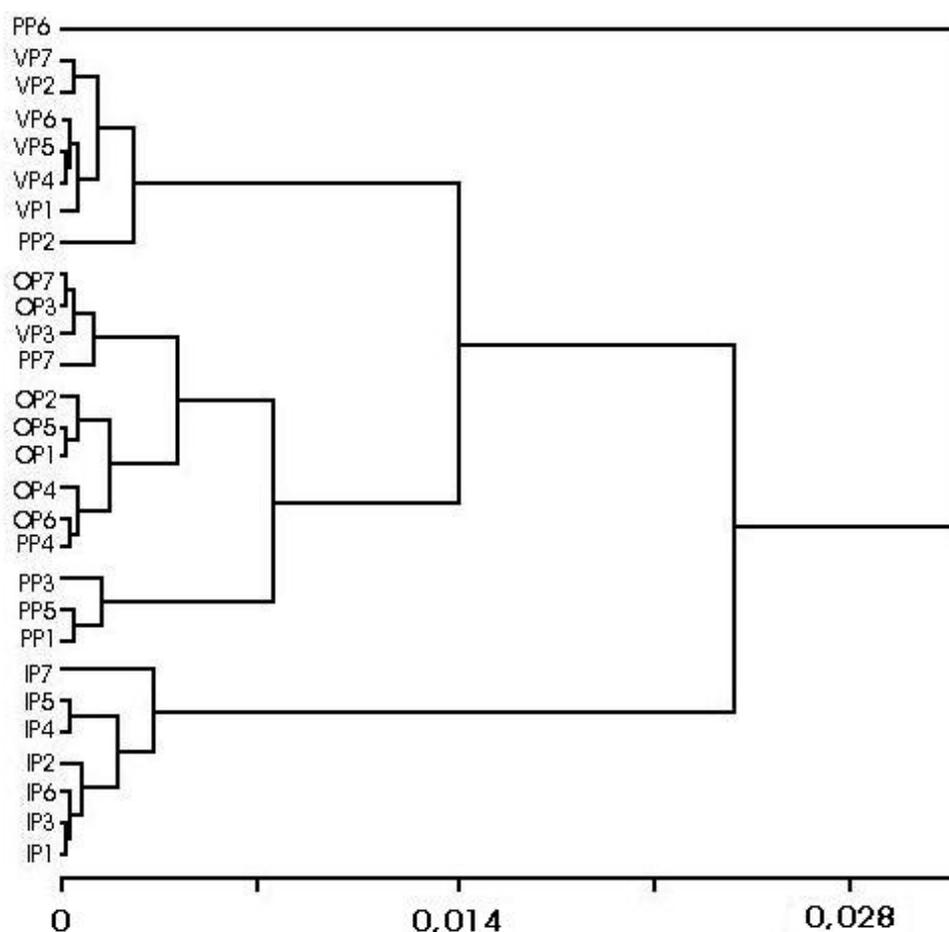


Figura 5. Dendrograma de agrupamento dos pontos amostrais (P1 a P7). I = inverno (14/08/2001), P = primavera (15/10/2001), V = verão (06/01/2002), O = outono (13/05/2002).

Os valores de qualidade da água para o consumo humano, obtidos pelo cálculo do IQA NSF (Brown *et al.* 1970, 1973), adaptado pelo COMITESINOS (1990), encontram-se na Tabela 6.

A nascente do arroio Lajeado (Ponto 1) não apresentou ótima qualidade em nenhuma das amostragens, provavelmente devido ao uso do solo para a pecuária, sendo Coliformes fecais e DBO₅ os indicadores com nota relativa mais baixa. A qualidade da água aumenta em relação ao Ponto 2 (Serrito), pois entre esses pontos existe uma grande diferença de altitude, responsável pelo processo de auto-depuração, associada à inexistência de atividades agrícolas ou criação de animais neste trecho. Pela integridade apresentada, esse ponto é então considerado o "ponto controle" da bacia do arroio Lajeado – rio Maquiné.

Tabela 6. Valores de IQA e Qualidade da água da BHRM nos pontos amostrados

Período de Coleta		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Inverno	IQA	76,5	84,4	77,8	73,0	77,9	70,7	79,8
	Qualidade	BOA	ÓTIMA	BOA	BOA	BOA	BOA	BOA
Primavera	IQA	74,1	92,8	77	74,0	80,1	74,3	72,2
	Qualidade	BOA	ÓTIMA	BOA	BOA	ÓTIMA	BOA	BOA
Verão	IQA	70,7	79,7	73,7	79,6	83,6	78,0	83,5
	Qualidade	BOA	BOA	BOA	BOA	ÓTIMA	BOA	ÓTIMA
Outono	IQA	73,5	78,4	75	70,9	81,9	76,7	71,9
	Qualidade	BOA	BOA	BOA	BOA	ÓTIMA	BOA	BOA

O Ponto 3, localizado no arroio Carvão, deveria ser o "ponto controle" para a sub-bacia do Forqueta, mas encontra-se apenas com qualidade boa, principalmente pela presença de suinocultura às margens do arroio. Ressaltamos que esse arroio é de primeira ordem (Strahler, 1977) e sua nascente está localizada na Reserva Biológica da Serra Geral, fato que comprova a ineficiência dessa última na preservação da qualidade da água, por somente preservar a nascente e não o gradiente e a integridade de biodiversidade da sub-bacia.

Comparando-se o Ponto 4 (foz do Forqueta) com o Ponto 5 (foz do Lajeado) podemos inferir que a sub-bacia do arroio Forqueta encontra-se mais impactada, pois não apresentou ótima qualidade em nenhuma das estações amostradas. A região do Ponto 4 é uma das áreas com maior influência antrópica, onde se encontram as terras mais acessíveis e produtivas utilizadas para agricultura (Becker, 2002).

Percebe-se que houve perda de qualidade do Ponto 5 ao Ponto 6, provavelmente devido à presença do núcleo urbano da Barra do Ouro, com lançamento de esgotos e atividades agrícolas nas áreas de várzea próximas do rio Maquiné. O IQA do Ponto 7 apresenta condições boas para potabilidade, sendo que essa qualidade pode resultar da diluição causada pela contribuição de afluentes ao longo do curso principal até a foz. No período de verão, com maior pluviosidade e a conseqüente diluição da água, o cálculo do IQA acusou qualidade ótima nesse ponto.

Levando-se em conta a utilização das águas da BHRM para abastecimento público sem tratamento prévio, a utilização do IQA junto à comunidade local deverá cercar-se de cuidado. Apresentar qualidade boa e ótima não significa necessariamente que a água possa ser consumida pela população sem tratamento prévio, principalmente pela ocorrência de bactérias coliformes fecais nas águas fluviais.

CONCLUSÕES

O Balanço Hídrico demonstra não haver período de déficit hídrico na região da bacia hidrográfica do rio Maquiné, mesmo no verão, quando ocorrem maiores médias de radiação solar e temperatura, pois essa é a estação do ano com maiores índices de pluviosidade e umidade relativa.

Analisando-se os dados obtidos pelas amostras de água, a bacia hidrográfica do rio Maquiné pertenceu, na amostragem de inverno, à Classe 1 no eixo de drenagem principal arroio Lajeado – rio Maquiné (Pontos 1, 2 e 5) e no Arroio Carvão (Ponto 3), e Classe 2 na foz do arroio Forqueta (Ponto 4). Na amostragem de primavera, os Pontos 1, 2, 5 e 3 estavam na Classe 1, o Ponto 4 na Classe 2, e os Ponto 6 e 7 na Classe 3. Os resultados obtidos no verão classificam os Pontos 1, 2, 5 e 3 na Classe 2, o Ponto 4 na Classe 3, e o Ponto 7 na Classe 1. No outono os Pontos novamente pertencem à Classe 1, com exceção do Ponto 4, na

Classe 2. Os parâmetros responsáveis pela perda de qualidade da água foram Coliformes Fecais, DBO₅, Fosfato total e Sólidos totais.

Através da análise estatística ficou evidente a influência da sazonalidade sobre os resultados obtidos. Os resultados obtidos pelo IQA demonstram que as águas apresentam boa e ótima qualidade para abastecimento público, e servem para um monitoramento de longo prazo, sendo que a Legislação vigente no Brasil (CONAMA, 1986; Brasil, 2000) propõe tratamento simples da água para eliminação dos Coliformes fecais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, M.A.B., 1999. Avaliação sazonal da qualidade da água do arroio da Cria (Montenegro, RS), relacionada à cobertura vegetal e diferentes usos do solo na sua bacia hidrográfica. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre, 135pp.

APHA, American Public Health Association, 1995. Standard Methods for the examination of water and wastewaters. New York: APHA/AWWA/WEF, 19^o ed., 1108pp.

Arcova, F.C.S & V. de Cicco, 1999. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Florestalis*, 56:125 – 134.

Becker, F.G., 2002. Distribuição e abundância de peixes de corredeiras e suas relações com características de habitat local, bacia de drenagem e posição espacial em riachos de mata atlântica (bacia do rio Maquiné, RS, Brasil) Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 187pp.

Billy, V.C., P. Reyes-Marchant, N. Lair & B. Valadas, 2000. Impact of agricultural practices on a small headwater stream: terrestrial and aquatic characteristics and self-purifying processes. *Hydrobiologia*, 421: 129 – 139.

Bollmann, H.A. & D.M. Marques, 2000. Bases para estruturação de indicadores de qualidade de águas. *Rev. Bras. Rec. Hid.*: 5.

Brasil, 2000. Portaria n^o 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. *Diário Oficial da União*, 17pp.

Brown, R. M., N. I. Mclelland, R. A. Deininger & R. G. Tozer, 1970. A water quality index - do we dare? *Madison. Water & Sewage Works*, 117: 339 – 343.

Brown, R. M. & N. I. Mclelland, 1973. Up from chaos: the water quality index as an effective instrument in water quality management. *Ann Arbour. National Sanitation Foundation*, 27pp.

Câmara, I.G., 1996. Plano de ação para a Mata Atlântica: roteiro para conservação de sua biodiversidade. *Série Cadernos da Reserva da Biosfera*, 4: 34pp.

Carvalho, A.R., F.H.M. Schlittler & V.L. Tornisielo, 2000. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23: 618 – 622.

CETESB. Centro Tecnológico de Saneamento Básico. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em março de 2003.

Clenaghan, C., J. O'Halloran, P.S. Giller & N. Roche, 1998. Longitudinal and temporal variation in the hydrochemistry of streams in a Irish conifer afforested catchment. *Hydrobiologia*, 389: 63 – 71.

COMITESINOS, 1990. Utilização de um índice de qualidade da água para o rio dos Sinos. Programa integrado de monitoramento da qualidade da água do rio dos Sinos e seus afluentes. 33pp.

CONAMA, 1986. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. In: IBAMA/CONAMA/SEMAM, 1992. Resoluções do CONAMA de 1984-1991. Brasília – DF, 245pp.

Fytianos, K., A. Siumka, G.A. Zachariadis & S. Beltsios, 2002. Assessment of the quality characteristics of Pinios river, Greece. *Water, Air, and Soil Pollution*, 136: 317 – 329.

Gerhardt, C.H., L.C. Troian, L.M. Guterrez, R.G. Magalhães, L.A. Guimarães, L.O. Ferreira & L.A. Miguel, 2000. Caracterização do meio rural do município de Maquiné - RS: Subsídios para um desenvolvimento rural sustentável. Relatório PROPESQ/UFRGS. Porto Alegre, 57pp.

Harker, D. B., 1997. Impact of agriculture on water quality: indicators and policy measures. OECD Workshop on "The Sustainable Management of Water in Agriculture: Issues and Policies". Greece, 27 pp.

Horn Filho, N. O., 1987. Geologia das Folhas de Torres, Três Cachoeiras, Arroio Teixeira e Maquiné. Tese de Doutorado em Geociências. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, 241pp.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em novembro de 2002.

Jonnalagadda, S.B. & G. Mhere, 2001. Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. *Wat. Res.*, 35:2371 – 2376.

Kubo, R.R., G. Coelho de Souza, T.I. Serafini, C. Kazmirczak, R.G. Magalhães, A.C.B. Dourado, L.A. Guimarães, C.L. Schirmer, M.M. Farias, J.B. Almeida, R. Ribas, L. Correa, J. Kray, C. Gerhardt, E. Elisabethsky & L.M. Andrade, 2002. Samambaia-preta: é possível um manejo sustentável para a atividade extrativista? Resumos do II Encontro de Pesquisadores do Vale do rio Maquiné. ANAMA, Departamento de Ecologia/UFRGS, Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS, 55pp.

Lemos, C. A. Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre, 98 pp.

Marcuzzo, S., S.M. Pagel & M.I.S. Chiappetti, 1998. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas. Série Cadernos da Reserva da Biosfera, 11: 60pp.

Moraes, J.M., G.Q. Pellegrino, M.V. Ballester, L.A. Martinelli, R.L. Victoria & A.V. Krusche, 1998. Trends in hydrological parameters of a southern brazilian watershed and its relation to human induced changes. *Water Resources Management*, 12: 295 – 311.

Peláez-Rodrigues, M., Peret, A.M., Matsumura-Tundisi, T. & O. Rocha, 2000. Análise da qualidade da água e aplicação do índice de proteção da vida aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Jacaré-guaçu. *Ecotoxicologia: perspectivas para o século XXI*. Rima Editora. São Carlos, 575pp.

Pereira, D., 2002. Aplicação de índices ambientais para a avaliação da sub-bacia do arroio Maratá, bacia do rio Caí (RS, Brasil). Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre, 143pp.

Pesce, S.F. & D.A.Wunderlin, 2000. Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba city (Argentina) on Suquía river. *Wat. Res.*, 34:2915 – 2926.

Pillar, V.P., 2001. MULTIV: Multivariate Data Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. User's Guide v.2.1. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre.

Primavesi, O., A.R. Freitas, H.T. Oliveira & A.C.P.A. Primavesi, 2000. A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. *Acta Limnol. Bras.*, 12: 95 – 111.

Rios, L. & M.C. Calijuri, 1995. A bacia hidrográfica do ribeirão Feijão: uma proposta de ordenação das sub-bacias através de variáveis limnológicas. *Acta Limnol. Bras.*, 7:151 – 161.

Strahler, A.N., 1977. *Geografia Física*. Omega, Barcelona, 767 pp.

Thornthwaite, C.W. & J.R. Mather, 1955. The water balance. *Certenton N.J. Laboratory of Climatology*, 8: 104pp.

Väisänen, U., A. Misund & V. Ushin, 1998. Ecogeochemical investigation: stream water quality as an indicator of pollution in the border areas of Finland, Norway and Russia. *Water, Air, and Soil Pollution*, 104: 205 – 219.

4. ARTIGO 2

Análise da transferência de metais nas águas fluviais do Rio Maquiné, RS, através do balanço de massas

Carolina Alves Lemos e Teresinha Guerra

Curso de Pós-Graduação em Ecologia – Instituto de Biociências – UFRGS
Campus do Vale, CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil
Telefone (51) 3316-6773, Fax (51) 3316-7626. carolina@ecologia.ufrgs.br; tg@ecologia.ufrgs.br

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido levando-se em conta a bacia hidrográfica como unidade de estudo e que esta assume as características do meio circundante. A bacia hidrográfica do rio Maquiné, inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, sofre a influência direta de atividades agrícolas. Foram analisados Fe, Cu, Zn, Hg e Cd que podem chegar ao meio aquático pela utilização de agroquímicos. Para a determinação da contribuição antrópica de metais pesados no sistema hídrico, foi utilizado o cálculo do Balanço de Massa, pelo qual ficou evidente o aporte antrópico de Cu e Zn. Esses podem ser originários da ampla utilização de fungicidas nas lavouras da região. Os resultados das análises de água foram comparados com os valores máximos permitidos para potabilidade, da Portaria da FUNASA nº 1469/2000 e Resolução do CONAMA nº 20/1986.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço de Massa; metais pesados; agricultura; qualidade da água.

INTRODUÇÃO

Em rios a carga total de elementos-traço depende das características geológicas e ecológicas das bacias de drenagem e do tipo de atividade humana nela presente. Efluentes domésticos e águas superficiais provenientes de áreas cultivadas com adubos químicos e defensivos agrícolas contêm elementos-traço tais como Cd, Hg, Pb, Cu (Esteves, 1988).

Uma das conseqüências das atividades humanas é a mudança de características da qualidade e quantidade de águas superficiais, sendo que muitas das atividades que requerem qualidades da água específicas podem ser impedidas ou limitadas (Meybeck, 1998; WHO/UNEP, 1992)

Entre as substâncias tóxicas que chegam aos ecossistemas aquáticos, os metais pesados levados diretamente por despejos de efluentes ou transportados indiretamente pela chuva merecem atenção especial devido à ação residual e principalmente a seu efeito cumulativo na cadeia trófica (Péleaz-Rodríguez *et al.*, 2000).

Dentre os trabalhos que associam qualidade das águas ao uso do solo para agricultura ou pecuária, são de relevância: Harker (1997), Arcova e Cicco (1999), Carvalho *et al.* (2000), Primavesi (2000), Fytianos *et al.* (2001).

Pertencendo à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, a área da bacia hidrográfica do rio Maquiné é considerada uma das áreas com melhor conservação no Estado do Rio Grande do Sul. Os impactos antrópicos observados na área são, em sua maioria, causados pela inadequação do manejo agrícola.

O presente trabalho pretende realizar uma análise de dados relacionados com a qualidade da água, em especial a potabilidade, estabelecida pela Portaria nº 1469 (Brasil, 2000), a classificação proposta pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986) e a determinação da carga antrópica de metais, através do Balanço de Massa (Bidone, 1992).

ÁREA DE ESTUDO

Com uma área de 550,5 km² a bacia hidrográfica do rio Maquiné (BHRM) está na região de transição entre a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica *strictu sensu*), a Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária) e os Campos de Cima da Serra. Localiza-se no Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (29°45'S a 29°23'S e 50°22'W a 50°07'W). As nascentes situam-se no município de São Francisco de Paula, na altitude de 900 m, e a foz na Lagoa dos Quadros (Planície Costeira do Rio Grande do Sul), ao nível do mar. O maior eixo de drenagem da bacia hidrográfica possui extensão de 56 km, formado pelo arroio Lajeado e o rio Maquiné (Figura 1).

As cabeceiras e parte das encostas do vale do rio Maquiné são formadas por rochas da formação Serra Geral. Nas encostas das margens esquerda ocorre a Formação Botucatu. A foz deste curso d'água localiza-se no domínio da Cobertura de Sedimentos Cenozóicos (Horn Filho, 1987).

As principais atividades econômicas estão ligadas à agricultura, sendo presentes cultivos de fumo, milho, feijão, mandioca, batata-doce e olerícolas. Ocorrem também a pecuária e o extrativismo de produtos florestais, como *Rumohra adiantiformis* (samambaia-preta), *Euterpe edulis* (palmito), epífitas, entre outros.

O município de Maquiné, no qual está inserida a maior parte da BHRM, possui uma população de 7.304 habitantes, sendo que 5.379 encontram-se na zona rural e 1.925 na zona urbana (IBGE, 2000).

As encostas e escarpas mais pronunciadas conservam ainda áreas consideráveis de matas nativas, áreas pouco utilizadas para a agricultura ou pecuária. As várzeas apresentam-se em vales com áreas de relevo ondulado a suavemente ondulado e áreas planas, no curso inferior do rio Maquiné ou em áreas com declividade bastante reduzida, solos bem drenados e profundos, e elevada disponibilidade hídrica, características que permitem o desenvolvimento de atividades agrícolas com o uso de tração animal e/ou motomecanizadas (Gerhardt *et al.*, 2000). Os cultivos agrícolas utilizam adubação química e defensivos agroquímicos.

Estima-se que aproximadamente 93% (511,8 km²) da bacia do rio Maquiné era coberta por florestas antes da colonização européia, e apenas 7% era coberta por campos nativos (acima de 800 m altitude), sendo que atualmente as classes de cobertura da terra que representam categorias evidentemente afetadas pela atividade humana (agricultura, capoeira e

mata/capoeira) abrangem a maior parte da bacia. Apenas 20,2% é coberta por vegetação florestal em estágios sucessionais avançados (mata primária ou secundária) (Becker, 2002).

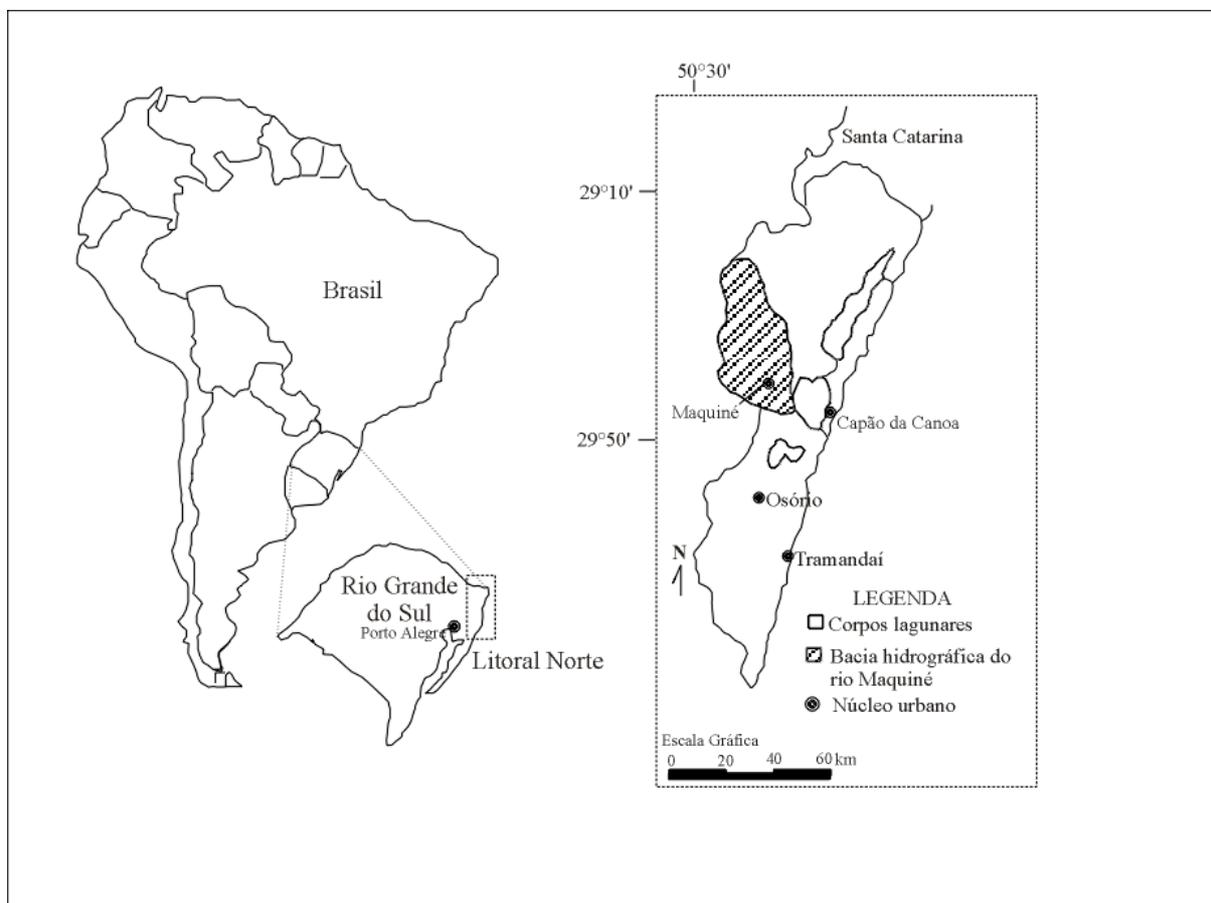


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de Condutividade, Turbidez, SiO_2 , Fe, Cd, Hg, Zn, Cu e vazão do rio foram obtidos através de coletas de água em sete pontos de amostragem georeferenciados, em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).

Utilizaram-se frascos previamente limpos, esterilizados e, quando necessário, com preservante de amostra (HNO_3). A metodologia para a coleta, preservação e análise é descrita em APHA (1995).

Com micromolinete, modelo UFRGS, obtivemos dados de profundidade, largura da calha e velocidade da água, utilizados para o cálculo da vazão (Q).

A Condutividade foi medida em campo, com condutivímetro marca WTW. A Turbidez foi determinada pelo método nefelométrico, utilizando turbidímetro POLILAB AP 1000 II e SiO₂ pelo método colorimétrico, com Molibdato de Sódio e leitura em espectrofotômetro modelo CARY 1E/UV – Visible Spectrophotometer. Para análise dos metais, as amostras foram preparadas por digestão nítrica quente (APHA, 1995). As leituras de Zn e Fe foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica a chama, modelo Perkin Elmer 3300. Para Cd e Cu utilizou-se a absorção atômica via forno de grafite e, para leitura de Hg, FIAS 100 marca Perkin Elmer. Os procedimentos de análise ocorreram nos laboratórios do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os resultados das análises de água foram comparados com os padrões da Resolução n° 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986), que propõe o enquadramento dos corpos d'água superficiais em Classes, conforme os usos desejados, e com os parâmetros de potabilidade da água, estabelecidos pela Portaria n° 1469 (Brasil, 2000).

Para a análise estatística foi utilizado o programa SPSS no qual cada um dos 7 pontos amostrados, em cada estação do ano, foi considerado como unidade amostral, totalizando-se 28 unidades amostrais (matriz 28 X 7). As variáveis analisadas foram: Turbidez, Condutividade, SiO₂, Cu, Fe, Zn, e Vazão. Hg e Cd não foram utilizados na análise estatística pelos baixos valores de concentração. Verificou-se a correlação de Pearson entre a Vazão e as variáveis acima citadas. Para a análise de agrupamento, os dados das variáveis foram padronizados, utilizando-se os escores Z. A partir da matriz de correlação entre as unidades amostrais, foi realizada a análise de agrupamento, utilizando-se para a formação dos grupos o método de Ward (variância mínima). Utilizou-se a Análise de Componentes Principais (PCO) para reduzir a dimensão do problema, e foram plotados os dois primeiros componentes principais, com objetivo de visualizar o agrupamento diferenciado dos pontos e/ou das estações do ano. Para essa análise foi utilizada a matriz de correlação entre os pontos amostrais, retirando-se a Vazão.

Para a realização da estimativa dos componentes naturais e antrópicos dos fluxos de Zn, Cu, Cd e Hg no trecho arroio Lajeado – rio Maquiné, foi utilizada a metodologia de

balanço de massa (Bidone, 1992). Os cálculos foram realizados a partir do Ponto 2, assumindo-se este como ponto controle, ou seja, onde ocorrem menores impactos antrópicos.

A fim de verificar-se a origem da massa interna, ou incremento de fluxo, e segregá-la em seus componentes natural e antrópico, utilizou-se a estratégia de assinatura geoquímica de fonte, utilizando-se o Fe como elemento químico indicador de fonte natural de contribuição.

A equação geral empregada no balanço de massa é sintetizada na equação: $CA = (FEMe - FAME) - \{(FEEi - FAEi) \cdot (FEMeC / FEEiC)\}$, onde: CA: Componente Antrópico do incremento total de fluxo no segmento considerado; FEMe: Fluxo Efluente do metal; FAME: Fluxo Afluente do metal; (FEMe - FAME): incremento total do fluxo do metal no segmento considerado; FEEi: Fluxo Efluente do elemento indicador de fonte natural; FAEi: Fluxo Afluente do elemento indicador de fonte natural; (FEEi - FAEi): incremento total de fluxo do elemento indicador de fonte natural no segmento considerado; FEMeC: Fluxo Efluente do metal no segmento controle (“background”); FEEiC: Fluxo Efluente do elemento indicador de fonte natural no segmento controle; (FEMe / FEEiC): razão entre os fluxos efluentes do metal e do elemento indicador de fonte natural na saída do segmento controle (que é idêntica à razão das concentrações metal/indicador na água na saída do segmento controle, a qual pressupõe-se que seria aproximadamente constante caso os incrementos antropogênicos de metais pesados fossem negligenciáveis ao longo do rio); e, assim, tem-se $[(FEEi - FAEi) \times (FEMeC / FEEiC)]$ correspondendo ao Componente Natural do incremento total de fluxo no segmento fluvial considerado.

Se as variáveis possuíam valores não detectados, utilizou-se então, para os cálculos dos fluxos, o limite de detecção dos aparelhos empregados na análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sete pontos de amostragem georeferenciados, assim como a área de drenagem e altitude, estão representados na Figura 2.

Os resultados dos dados de vazão do rio (Q), Condutividade, Turbidez, SiO₂, Fe, Cd, Hg, Zn, Cu estão na Tabela 1.

O Cádmiio (Cd) é um elemento relativamente raro, em concentração muito baixa nas análises de águas sem contaminação. É utilizado em baterias, pigmento em tintas e em fertilizantes (FASSET, 1980). Não foi detectada a presença de Cd e em nenhuma das

amostras ($LD = 0,006 \mu\text{g.L}^{-1}$).

O mercúrio (Hg) é utilizado na agricultura como fungicida, e foi detectado no Ponto 7 ($0,327 \mu\text{g.L}^{-1}$), no outono, com valor superior ao máximo de $0,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ estabelecido pela Resolução nº 20 (CONAMA, 1986) para Classes 1 e 2. É importante ressaltar que o limite de detecção do aparelho utilizado para análise ($LD = 0,3 \mu\text{g.L}^{-1}$) é superior ao estabelecido pela Legislação Brasileira (CONAMA 20, 1986) de $0,2 \mu\text{g.L}^{-1}$, impossibilitando a comparação com os limites estabelecidos. O valor de Hg encontrado pode ser resíduo da utilização de agroquímicos atualmente proibidos de uso, pois estão abaixo dos valores encontrados por Guidotti e Guerra (1998) para a BHRM ou contaminação da amostra.

A origem da Sílica provém na sua maior parte da lixiviação das rochas. Os valores de SiO_2 encontrados não ultrapassaram o limite máximo de 12mg.L^{-1} , estabelecido, de acordo com Allan (1995), para águas não poluídas.

É costume na região a utilização de fungicidas que utilizam Cobre (Cu) para proteção dos cultivos, e esse pode ser o principal motivo para os teores de Cu encontrados, principalmente na primavera. Os valores detectados no presente trabalho são superiores aos encontrados por Hatje *et al.* (1998), Soltan (1999), Péleaz-Rodríguez *et al.* (2000) e Migliavaca *et al.* (2001).

Pelos baixos valores encontrados para Fe, podemos inferir que esse é de proveniência natural, com concentrações inferiores aos encontrados por Hatje *et al.* (1998), Souza e Tundisi (2000) e Migliavaca *et al.* (2001)

Em águas superficiais, normalmente as concentrações de Zn estão na faixa de $< 0,001$ a $0,10 \text{mg.L}^{-1}$. Por ser um elemento essencial ao ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, o que é extremamente raro (CETESB, 2003). Os valores encontrados para a BHRM estão dentro dos limites, não sendo detectado nos Pontos 1, 2, 3, 6 e 7 no verão e nos Pontos 1, 2, 3, 4 e 5 no outono. Apesar disso, podemos inferir que o aumento da concentração na amostragem de primavera e verão pode ser causado pela aplicação de agroquímicos que contêm Zn em sua formulação, e/ou lixiviação do solo por ocorrência de maior precipitação nos períodos.

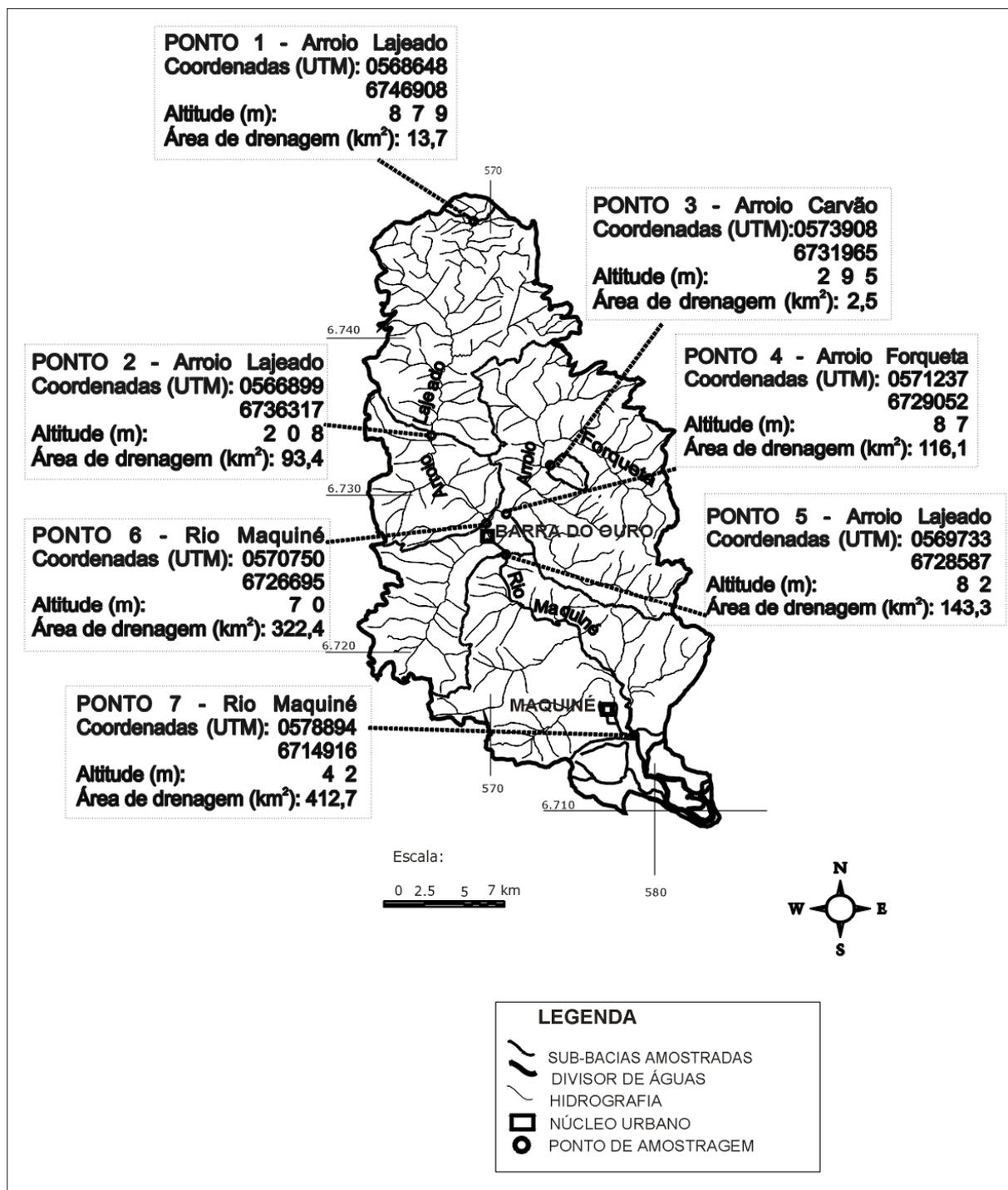


Figura 2. Locais de amostragem (P1 a P7) em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono), área de drenagem e altitude.

Tabela 1. Valores obtidos para os parâmetros medidos e analisados nos 7 pontos amostrais, em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).

		PONTOS DE COLETA						
Parâmetro	Estação de coleta	P1-NLAG	P2-CER	P3-CAR	P4-FFOR	P5-FLAG	P6-BO	P7-FMA
Q m ³ .s ⁻¹	<i>Inv</i>	0,166	0,299	0,005	1,273	0,562	2,311	2,958
	<i>Pri</i>	0,268	0,665	0,020	2,720	1,467	6,320	8,091
	<i>Ver</i>	0,043	0,393	0,013	0,740	0,417	2,747	3,516
	<i>Out</i>	0,020	0,146	0,0006	0,088	0,155	0,316	0,405
Turbidez (NTU)	<i>Inv</i>	5	3	4	7	3	4	4
	<i>Pri</i>	5	4	15	5	5	5	6
	<i>Ver</i>	10	5	10	5	5	5	6
	<i>Out</i>	4	3	12	4	4	4	7
Condut. µS.cm ⁻¹	<i>Inv</i>	5,5	6,1	15,3	10,1	7,9	9,5	13,2
	<i>Pri</i>	20,2	25,8	55,3	40,7	32,8	34,8	45,7
	<i>Ver</i>	28,7	30,2	62,7	49,6	41,8	44,5	57,6
	<i>Out</i>	25,8	27,3	59,2	44,5	38,6	41,7	53,2
Sílica (mg.L ⁻¹)	<i>Inv</i>	9,29	7,16	7,42	10,5	6,81	6,9	6,97
	<i>Pri</i>	8,55	6,4	10,05	6,65	7,22	7,46	7,36
	<i>Ver</i>	9,0	5,8	9,55	6,73	6,51	6,53	6,45
	<i>Out</i>	10,51	6,93	11,73	7,84	7,7	7,6	8,12
Cádmio* (mg.L ⁻¹)	<i>Inv</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Pri</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Ver</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Out</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cobre * (µg.L ⁻¹)	<i>Inv</i>	0,342	0,476	0,367	0,719	0,304	0,631	0,874
	<i>Pri</i>	40,8	11,8	10,1	9,2	14,2	42,2	14,0
	<i>Ver</i>	1,9	4,5	2,6	2,8	12,9	14,8	3,4
	<i>Out</i>	1,38	0,342	0,569	0,682	0,282	0,304	8,83
Ferro * (mg.L ⁻¹)	<i>Inv</i>	0,213	0,095	0,126	0,127	0,128	0,112	0,814
	<i>Pri</i>	0,238	0,162	0,978	0,277	0,233	0,370	0,545
	<i>Ver</i>	0,404	0,085	0,358	0,133	0,102	0,126	0,316
	<i>Out</i>	0,250	0,148	0,696	0,170	0,208	0,201	1,47
Mercúrio* (µg/L)	<i>Inv</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Pri</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Ver</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	<i>Out</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,327
Zinco * (mg.L ⁻¹)	<i>Inv</i>	0,082	0,036	0,014	0,187	0,027	0,030	0,052
	<i>Pri</i>	0,023	0,035	0,047	0,017	0,016	0,015	0,082
	<i>Ver</i>	nd	nd	nd	0,015	0,023	nd	nd
	<i>Out</i>	nd	nd	nd	nd	nd	0,327	0,053

*Limites de detecção: Cd = 0,006 µg.L⁻¹; Cu = 0,04 µg.L⁻¹; Fe = 0,04 µg.L⁻¹; Hg = 0,3 µg.L⁻¹; Zn = 10,0 µg.L⁻¹.

A análise de correlação de Pearson entre a Vazão e os demais parâmetros (Turbidez, Condutividade, SiO₂, Cu, Fe e Zn) demonstrou haver correlação significativa, para $\alpha = 0,01$. (Tabela 2).

Tabela 2. Matriz de coeficientes de correlação (correlação de Pearson)

	Turbidez	SiO ₂	Cu	Fe	Zn	Condutiv.	Vazão
Turbidez	1						
SiO ₂	0,649**	1					
Cu	0,011	-0,110	1				
Fe	0,560**	0,337	0,075	1			
Zn	-0,044	0,146	-0,153	0,007	1		
Condutiv.	0,545**	0,125	0,095	0,411*	-0,107	1	
Vazão	-0,112	-0,296	0,423*	0,104	0,019	0,108	1

Obs: Nível de significância: * 0,05 **0,01

Através da análise de agrupamento, com os dados de Turbidez, Condutividade, SiO₂, Cu, Fe, Zn, e Vazão padronizados (escores Z), utilizando a correlação de Pearson entre pontos amostrais e a formação dos grupos pelo método de Ward (variância mínima), obtivemos o dendrograma ilustrado na Figura 3. De acordo com a análise de agrupamento, podemos distinguir um primeiro grupo, formado por todos os pontos amostrais no período de inverno, diferenciado das demais estações, formadoras de um segundo grupo.

Na Análise de Componentes Principais (PCO), os dois primeiros componentes explicam 60,62 % da variância. As variáveis Turbidez e Ferro apresentaram maior correlação positiva com o componente 1 e o Zinco com o componente 2 (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação dos parâmetros físicos e químicos com os dois primeiros componentes principais e porcentagem de importância individual dos componentes.

Variável	Componente 1	Componente 2
Turbidez	0,919	0,033
Ferro	0,760	-0,083
Sílica	0,690	0,441
Condutividade	0,670	-0,352
Zinco	-0,009	0,708
Cobre	0,042	-0,679
% Variância total	39,14	21,48

A Figura 4 mostra a distribuição dos pontos de amostragem pela ordenação dos componentes principais 1 e 2, onde evidencia-se a separação sazonal dos Pontos. O Grupo 1 é formado pelos Pontos nas estações de inverno e outono, o Grupo 2 pelos Pontos na primavera e no verão, e o Grupo 3 pelo Ponto 3 na primavera, no verão e outono, juntamente com o Ponto 7 no outono.

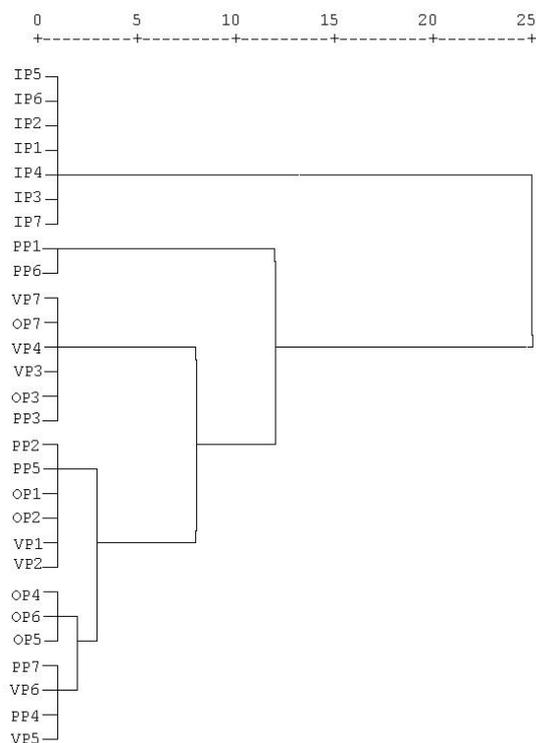


Figura 3. Dendrograma de ordenação dos pontos amostrados na BHRM em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).
I = Inverno; P = Primavera; V = Verão; O = Outono.

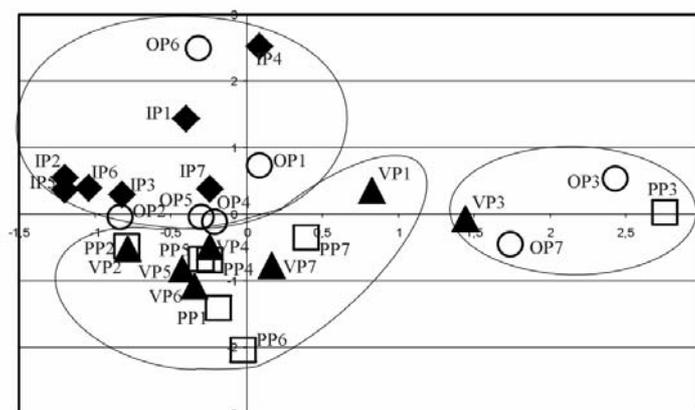


Figura 4. Ordenação das duas primeiras coordenadas principais. Unidades amostrais P1 a P7.
◆ = inverno; □ = primavera; * = outono; ▲ = verão.

Quanto à análise dos gradientes espaciais dos fluxos totais de Zn, Cu, Cd e Hg ao longo do rio Maquiné, os dados da Tabela 4 permitem observar que, de uma maneira geral, os fluxos têm incrementos positivos, ou seja, apresentam acréscimos, ao longo do curso principal do rio.

Na análise de fluxo total do Zn, verificou-se que no último trecho estudado, entre os Pontos 6 e 7, ocorreu no inverno incremento de 35% , sendo exportado 0,27 kg/dia do Ponto 7

para a Lagoa das Quadros. Na primavera, houve incremento de 644% no fluxo deste metal, com exportação de 60,94 kg/dia. No verão, o fluxo reduziu-se para 16,8 kg/dia (135,9%), chegando a incremento negativo no outono (-2,5%), correspondendo a uma exportação de 1,97 kg/dia.

Em relação ao fluxo de Cu, os incrementos ao longo do curso principal do rio Maquiné foram positivos, exceto no último segmento fluvial (P6-P7) nos períodos de primavera e verão, quando houve decréscimo de 54,8% e 68,7%, respectivamente. Destaca-se o período de outono com exportação de 0,3285 kg/dia em direção à lagoa dos Quadros, correspondendo a um incremento de 3853,2% no P7, quando comparado com o fluxo de 0,0083 kg/dia em P6.

Quanto ao Cd e Hg, apresentaram baixas concentrações e gradientes de fluxos totais com incrementos positivos, porém também com valores reduzidos ao longo dos segmentos fluviais do curso principal do rio Maquiné.

Os fluxos totais de Zn, Cu, Cd e Hg exportados para a Lagoa dos Quadros, que abastece a população da cidade de Capão da Canoa, estão representados na Figura 5. Salientamos que a primavera representa o período de maior aporte dos metais analisados.

Através da metodologia de Balanço de Massa, realizou-se a estimativa dos componentes naturais e antrópicos dos fluxos totais no trecho arroio Lajeado – rio Maquiné. Utilizou-se estratégia de assinatura geoquímica de fonte tendo o Fe como elemento químico indicador de fonte natural, para a segregação dos componentes dos incrementos de fluxo de Zn e Cu, pelo fato destes metais apresentarem os valores mais elevados de fluxos.

A observação das Tabelas 5 e 6 mostra que há uma aparente predominância dos fluxos chamados antrópicos. Na área em estudo, sobretudo nestes três trechos fluviais (A, B e C) do curso principal do rio Maquiné, existe forte possibilidade dos incrementos de fluxo serem provenientes de aportes extras das drenagens das margens direita e esquerda do rio Maquiné ocasionados pelas práticas agrícolas, tendo em vista as áreas de várzeas extensivamente exploradas ao longo do vale do Maquiné.

Os aportes antrópicos de Cu e Zn ocorrem principalmente na primavera e no verão, correspondendo aos períodos de aplicação de fungicidas, juntamente com elevadas precipitações na área de estudo, nestes períodos (Lemos, 2003).

Tabela 4. Valores calculados a partir do Balanço de Massa para os fluxos totais (kg/dia) de Zn, Cu, Cd e Hg, nos trechos arroio Lajeado (P2 e P5) – rio Maquiné (P6 e P7), RS.

Ponto	Inverno					Primavera					Verão					Outono				
	P1	P2	P5	P6	P7	P1	P2	P5	P6	P7	P1	P2	P5	P6	P7	P1	P2	P5	P6	P7
Zn	0,01	0,03	0,97	0,2	0,27	0,53	2,01	2,03	8,19	60,94	0,3	1,22	0,97	7,12	16,8	0	0,01	0,01	2,02	1,97
Cu	0,0049	0,0123	0,0148	0,1260	0,2375	0,9447	0,6780	1,7998	23,0469	10,405	0,0070	0,1528	0,4648	3,51	1,0984	0,0002	0,0043	0,0038	0,0083	0,3285
Cd	0,0001	0,0002	0,0003	0,0012	0,0016	0,0001	0,0003	0,0008	0,0033	0,0045	0,00002	0,0002	0,0002	0,0014	0,002	0,000001	0,00008	0,00008	0,00016	0,00022
Hg	0,0043	0,008	0,0146	0,0599	0,0815	0,01	0,02	0,04	0,16	0,22	0,001	0,01	0,011	0,071	0,097	0,00005	0,00377	0,00403	0,0082	0,01217

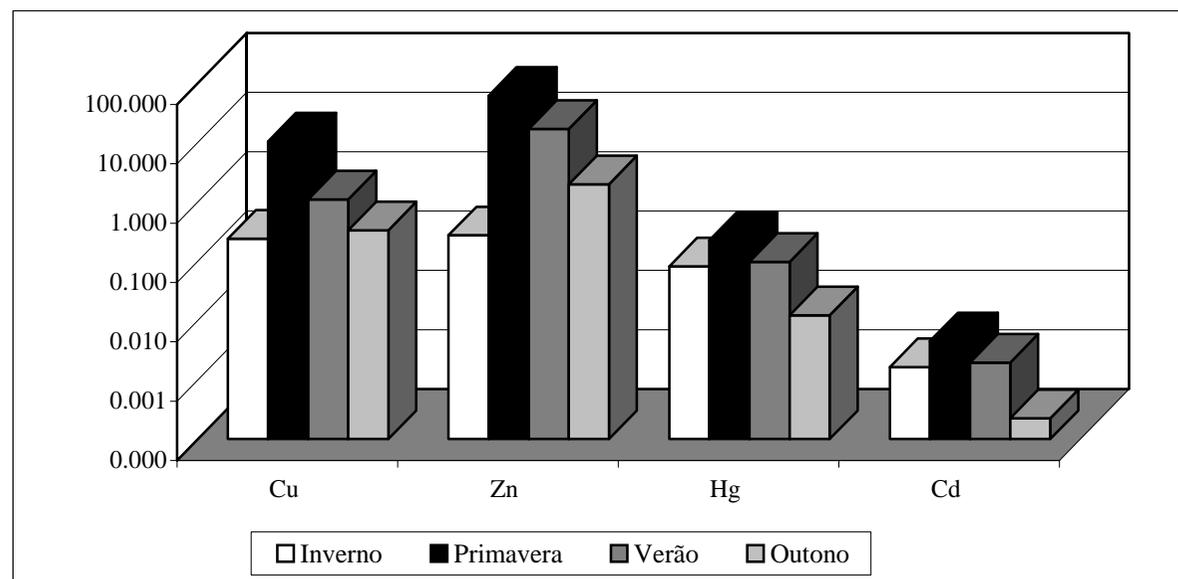


Figura 5. Fluxos totais (log (kg/dia)) de Cu, Zn, Cd e Hg no Ponto amostral 7, em 14/08/2001 (inverno), 15/10/2001 (primavera), 06/01/2002 (verão) e 13/05/2002 (outono).

Tabela 5. Segregação dos componentes natural e antrópico e porcentagem de contribuição antrópica, calculadas a partir do Balanço de Massa para os fluxos (kg/dia) de Zn no segmento fluvial A do arroio Lajeado (P2 e P5) e nos segmentos fluviais B e C do rio Maquiné (P6 e P7)

		Inverno	Primavera	Verão	Outono
A	P5-P2	0,95	0,017	-0,25	0,0008
	Natural	0,04	0,017	0	0,0008
	Antrópico	0,91	0	-0,25	0
	% C. Antrópica	96	0	100	0
B	P6-P5	-0,8	6,2	6,2	2,01
	Natural	0	6,2	6,2	0,02
	Antrópico	-0,8	0	0	1,99
	% C. Antrópica	100	0	0	99
C	P7-P6	0,1	52,8	9,68	-0,05
	Natural	0,1	43,9	9,68	0
	Antrópico	0	8,9	0	-0,05
	% C. Antrópica	0	16,9	0	100

Tabela 6. Segregação dos componentes natural e antrópico e porcentagem de contribuição antrópica, calculadas a partir do Balanço de Massa para os fluxos (kg/dia) de Cu no segmento fluvial A do arroio Lajeado (P2 e P5) e nos segmentos fluviais B e C do rio Maquiné (P6 e P7)

		Inverno	Primavera	Verão	Outono
A	P5-P2	0,0025	1,123	0,312	-0,0005
	Natural	0,0025	1,123	0,0418	0
	Antrópico	0	0	0,270	-0,0005
	% C. Antrópica	0	0	87	100
B	P6-P5	0,111	21,247	3,0488	0,0045
	Natural	0,081	12,567	1,389	0,0045
	Antrópico	0,030	8,679	1,659	0
	% C. Antrópica	27	40,9	54	0
C	P7-P6	0,111	-12,642	-2,412	0,320
	Natural	0,111	0	0	0,114
	Antrópico	0	-12,642	-2,414	0,206
	% C. Antrópica	0	100	100	64

CONCLUSÕES

1. Nas condições ambientais presentes quando das coletas de água, não foi detectado Cd em nenhuma das amostras. A concentração de Hg encontrava-se com valores superiores ao estabelecido para as Classes 1 e 2 da legislação brasileira no Ponto 7 para o período de outono, mas os dados podem estar subestimados devido ao Limite de Detecção alto do aparelho utilizado para a análise.
2. A análise de agrupamento demonstrou que o período de inverno se diferencia das demais estações do ano amostradas.

3. O Balanço de Massa evidencia os incrementos positivos ao longo do curso principal e a exportação de Zn, Cu, Cd e Hg para a Lagoa dos Quadros, que abastece a população da cidade de Capão da Canoa, e a primavera representa o período de maior aporte dos metais analisados.
4. A contribuição antrópica de Cu e Zn no trecho arroio Lajeado – rio Maquiné indica uma forte possibilidade de os aportes extras serem provenientes das práticas agrícolas da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allan, J.D. (1995) Stream ecology: structure and function of running waters. 388pp. Chapman e Hall, London.

American Public Health Association. (1995) Standard Methods for the examination of water and wastewaters. 1108pp. APHA/AWWA/WEF, 19^o ed., New York.

Arcova, F.C.S e de Cicco, V. (1999) Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Florestalis*, 56: 125–134.

Becker, F.G. (2002) Distribuição e abundância de peixes de corredeiras e suas relações com características de habitat local, bacia de drenagem e posição espacial em riachos de Mata Atlântica (bacia do rio Maquiné, RS, Brasil). Tese de Doutorado. 187pp. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Bidone, E. D. (1992) Geoquímica dos Processos Supergênicos. Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental. 60pp. Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Brasil. (2000) Portaria n^o 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. 17pp. Diário Oficial da União, Brasília.

Carvalho, A.R., Schlittler, F.H.M. e Tornisielo, V.L. 2000. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23, 618-622.

CETESB. (2003) Centro Tecnológico de Saneamento Básico. < <http://www.cetesb.sp.gov.br> >

CONAMA. (1986) Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução n^o 20, de 18 de junho de 1986. In: IBAMA/CONAMA/SEMAM, 1992. Resoluções do CONAMA de 1984 – 1991. 245pp. Brasília.

Esteves, F.A. (1988) Fundamentos de Limnologia. 575pp. Interciência, Rio de Janeiro.

Fasset, D.W. (1980) Cadmium. In: Waldron, H.A. Metals in the environmet. Academic Press.

Fytianos, K., Siumka, A., Zachariadis, G.A. e Beltsios, S. (2002) Assessment of the quality characteristics of Pinios river, Greece. *Water, Air, and Soil Pollution*, 136, 317-329.

Gerhardt, C.H., Troian, L.C., Gutierrez, L.M., Magalhães, R.G., Guimarães, L.A., Ferreira, L.O. e Miguel, L.A. (2000) Caracterização do meio rural do município de Maquiné – RS:

Subsídios para um desenvolvimento rural sustentável. 57pp. Relatório PROPESQ/UFRGS, Porto Alegre.

Guidotti, C.C e Guerra, T. (1998) Avaliação ambiental do rio Maquiné, RS. Dissertação de Bacharelado. 10pp. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Harker, D. B. (1997) Impact of agriculture on water quality: indicators and policy measures. 27 pp. OECD Workshop on "The Sustainable Management of Water in Agriculture: Issues and Policies", Greece.

Hatje, V., Bidone, E.D. e Maddock, J.L. (1998) Estimation of the natural and anthropogenic components of heavy metals fluxes in fresh water, Sinos River, Rio Grande do Sul State, South Brazil. *Environmental Technology*, 9, 483-487.

Horn Filho, N. O. (1987) Geologia das Folhas de Torres, Três Cachoeiras, Arroio Teixeira e Maquiné. Tese de Doutorado em Geociências. 241pp. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre.

IBGE. (2002) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <<http://www.ibge.gov.br>>

Jonnalagadda, S.B. e Mhere, G. (2001) Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. *Water Research*, 35,2371-2376.

Lemos, C. A. Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. 98 pp. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre.

Mazon, A.F., Pinheiro, G.H.D e Fernandes, M.N. (2000) Contaminação dos ecossistemas aquáticos pelo Cobre e risco potencial à biodiversidade: estudo da toxicidade do Cobre em Curimatá, *Prochilodus scropha* (Teleostei, Prochilodontidae). In: *Ecotoxicologia: perspectivas para o século XXI*. São Carlos. Rima Editora, p.327-340.

Meybeck, M. (1998) Man and river interface: multiple impacts on water and particulates chemistry illustrated in the Seine river basin. *Hydrobiologia*, 373/374, 1-20.

Migliavacca, D.M., Ortiz, L.S., Alves, F.D., Hasenack, H. e Teixeira, E.C. (2001) Aplicação da análise fatorial e do SIG à integração e apresentação dos resultados do estudo da qualidade de água e sedimentos fluviais na região do Baixo Jacuí, RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria, 23, 59-80.

Peláez-Rodrigues, M., Peret, A.M., Matsumura-Tundisi, T. e O. Rocha. (2000) Análise da qualidade da água e aplicação do índice de proteção da vida aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Jacaré-guaçu. *Ecotoxicologia: perspectivas para o século XXI*. 575pp. Rima Editora, São Carlos.

Primavesi, O., Freitas, A.R. Oliveira, H.T. e Primavesi, A.C.P.A. (2000) A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 12, 95-111.

Soltan, M.E. (1999) Evaluation of ground water quality in Dakhla oasis (Egyptian western desert). *Environmental Monitoring and Assessment*. 57, 157-168.

Souza, A.D.G e Tundisi, J.G. (2000) Hidrogeochemical coparative study of the Jaú and Jacaré-Guaçu river watersheds, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 60: 563-570.

USEPA. (2003) Gound water and drinking water. <<http://www.epa.gov>>

WHO/UNEP. (1992) Water Quality: Progress in the implementation of the Mar del Plata Action Plan and a Strategy for the 1990s. 79 pp. WHO, Geneva.

5. ARTIGO 3

PERCEPÇÃO AMBIENTAL, UTILIZAÇÃO E CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA NO MEIO RURAL, MAQUINÉ, RS, BRASIL

Carolina Alves Lemos e Teresinha Guerra

Curso de Pós-Graduação em Ecologia – Instituto de Biociências – UFRGS
Campus do Vale, CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil
Telefone (51) 3316-6773, Fax (51) 3316-7626. carolina@ecologia.ufrgs.br; tg@ecologia.ufrgs.br

RESUMO

Este trabalho visa realizar um levantamento de dados relativos ao uso da água, à contaminação por agrotóxicos e infra-estrutura sanitária, bem como ressaltar a importância do desenvolvimento de trabalhos voltados para a sensibilização das problemáticas ambientais no município de Maquiné, inserido na área da bacia hidrográfica do rio Tramandaí, Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Sendo a economia da localidade voltada basicamente para agricultura, utilizaram-se os dados obtidos através de um questionário semi-estruturado com entrevista aberta, e não aleatória, junto aos agricultores da região em 3 sub-bacias (arroyo Lajeado – rio Maquiné, arroio Forqueta e rio Maquiné foz) no período de dezembro de 1998 a junho de 1999. Outro questionário, estruturado, foi aplicado em 19 de março de 2002 aos alunos da EJA (Educação de Jovens e Adultos) e aos da 8ª série do Ensino Fundamental, da Escola Estadual Hilário Ribeiro, localizada no distrito de Barra do Ouro. Os dados confirmam a inexistência de saneamento básico e as condições precárias do fornecimento de água potável. A maioria das residências do meio rural do município de Maquiné utiliza água de vertentes ou diretamente dos cursos d'água, sem tratamento prévio. Ressaltamos a presença de contaminação humana por agrotóxicos, bem como a falta de informações sobre os sintomas das doenças decorrentes. Pelos resultados obtidos, os trabalhos de Educação Ambiental desenvolvidos na região demonstram serem positivos, no sentido de sensibilizar e informar no que diz respeito aos usos da água e à contaminação por agrotóxicos. Verificamos que existe uma preocupação constante da comunidade da região da bacia hidrográfica do rio Maquiné com a contaminação da água.

INTRODUÇÃO

Você já imaginou um dia de sua vida sem água? Essencial para a vida de todas as formas da natureza, a água também é vista como recurso econômico. Inúmeras são as atividades que dependem diretamente da água, como a agricultura e a criação de animais. Por onde ela vai passando, carrega consigo diversos elementos, como os minerais das rochas, folhas e frutos, que servem de alimento para diversos seres. Carrega também resíduos de agrotóxicos ou esgoto... e vai levando.

Rios são uma fonte informativa confiável da qualidade ambiental da terra. Também constituem um elo natural para relacionarmos a química com a biologia, as ciências físicas às ciências sociais, e retêm em si o ambiente natural e antrópico, das montanhas ao mar, e da área rural à urbana (STAAP, 2000).

A diminuição da qualidade da água nos países em desenvolvimento é um grave problema que necessita ser enfrentado. No terceiro mundo, mais de 5 milhões de crianças com menos de 5 anos de idade morrem por ano em consequência da água que bebem. Oitenta por cento de todas as doenças ocorrem devido a água contaminada por esgoto e saneamento ineficiente. Um entre quatro leitos hospitalares é ocupado por pessoas que possuem doenças transmitidas pela água (WORLD CONSERVATION UNION, 1991).

Reconhece-se que, na grande maioria dos sistemas de abastecimento das zonas rurais de países em desenvolvimento, existe uma contaminação fecal generalizada, sendo recomendado que o organismo nacional de vigilância sanitária estabeleça objetivos a médio prazo para melhorar gradualmente o abastecimento (CEPIS - OMS, 2003).

No presente trabalho, desenvolvido no município de Maquiné, inserido na área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica do sul do Brasil, procurou-se realizar um levantamento de dados relativos ao uso da água, aos agrotóxicos e à infraestrutura sanitária diretamente ligados com a qualidade da água. Sendo a economia da localidade voltada basicamente à agricultura, o trabalho foi desenvolvido na zona

rural e pretende contribuir com atividades de saúde pública, gestão e educação ambiental.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Maquiné está inserido na área da bacia hidrográfica do rio Tramandaí, Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, área pertencente à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Abriga a maior parte da bacia hidrográfica do rio Maquiné, que possui área de 550,5 km², na região de transição entre a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica *strictu sensu*), a Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária) e os Campos de Cima da Serra. Em seu território localiza-se a Reserva Biológica da Serra Geral, importante Unidade de Conservação Estadual (4.845,7 ha). As nascentes situam-se em cota de altitude de 900 m, e a foz, ao nível do mar, desemboca na Lagoa dos Quadros, na Planície Costeira. A população local é de 7.304 habitantes, dos quais 5.379 residem na zona rural e 1.925 na zona urbana (IBGE, 2003).

As principais atividades econômicas estão ligadas à agricultura, pecuária e ao extrativismo de samambaia, palmito, epífitas, entre outros. As encostas e escarpas mais pronunciadas conservam ainda áreas consideráveis de matas nativas. Por suas características próprias, essas áreas pouco são utilizadas para a agricultura ou pecuária. Em relação às várzeas, existentes nos vales aluviais, podem-se identificar duas situações distintas. Primeiramente, vales com áreas de relevo ondulado a suavemente ondulado, e áreas planas, no curso inferior do rio Maquiné. Secundariamente, áreas de várzea com declividade bastante reduzida, solos bem drenados e profundos e elevada disponibilidade hídrica, características que permitem o desenvolvimento de atividades agrícolas com o uso de tração animal e/ou motomecanizadas, a utilização de insumos agroquímicos e irrigação (GERHARDT *et al.*, 2000). O grau de conversão da cobertura florestal para a agricultura foi bastante elevado no passado, apesar de atualmente existirem diversas regiões onde a vegetação encontra-se em processo de recuperação (BECKER, 2002). Este fato pode estar relacionado ao êxodo rural e a restrições das legislações ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir do projeto de pesquisa “Caracterização do meio rural do município de Maquiné, RS: subsídios para um desenvolvimento rural sustentável”, realizado no período de setembro de 1998 a maio de 2000, foram tabuladas no presente trabalho as questões que dizem respeito ao uso da água para a agricultura e à infra-estrutura sanitária, diretamente relacionada com a qualidade da água. A execução do projeto foi possível graças à parceria entre a organização não-governamental Ação Nascente Maquiné (ANAMA), o Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PGDR/UFRGS) e a Prefeitura Municipal de Maquiné (PMM). Os dados analisados foram obtidos das 82 entrevistas realizadas.

A metodologia consistiu em um diagnóstico participativo das unidades de produção agrícola. As entrevistas foram realizadas entre os meses de dezembro de 1998 e junho de 1999. O instrumento de pesquisa utilizado foi um questionário semi-estruturado com entrevista aberta, e não aleatória, junto aos agricultores da região. Levando-se em conta os dados do censo dos anos 1995/1996 (IBGE, 2003), a amostra foi de aproximadamente 12,5 % do total de estabelecimentos rurais.

Para tanto, os questionários foram tabulados conforme a localização da propriedade rural onde ocorreram. Foram então divididos em 3 sub-bacias: sub-bacia do arroio Lajeado – rio Maquiné, sub-bacia do arroio Forqueta e sub-bacia Maquiné foz (Figura 1).

As respostas foram agrupadas pelos seguintes critérios:

1. Tratamento de esgoto:

- a) sem tratamento, largado *in natura* no ambiente;
- b) foço negro, constituído por uma fossa sem sumidouro, ou buraco no solo;
- c) fossa séptica, possuindo sumidouro.

2. Estrutura sanitária e local:

- a) “mato”, área livre, próximo às residências;
- b) latrina de madeira, localizada próxima à residência;
- c) banheiro de alvenaria, localizado no interior da residência.

3. Origem da água utilizada na residência:

- a) água captada diretamente dos arroios ou rio;
- b) água proveniente de vertente, captada através de mangueira. utilizam também as denominações “água do morro” ou “nascente”;
- c) água proveniente de poços artificiais.

4. Tratamento da água para consumo humano:

- a) sem nenhum tratamento prévio;
- b) tratamento através de filtro de barro;
- c) tratamento por fervura;
- d) utilização de cloro, na água proveniente do poço municipal, que abastece o núcleo urbano de Maquiné.

5. Utilização da água para irrigação de lavouras:

- a) sem irrigação;
- b) irrigação com água proveniente do rio;
- c) irrigação com água proveniente de açude artificial;
- d) irrigação com água tanto de açude artificial quanto do rio.

Para uma complementação dos dados anteriores, foi elaborado um segundo questionário estruturado aplicado em 19 de março de 2002 aos alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e aos da 8ª série do Ensino Fundamental, da Escola Estadual Hilário Ribeiro, localizada no distrito de Barra do Ouro, Maquiné. Este questionário foi respondido por 42 alunos(as). Sendo 19 questionários da 8ª série, onde a faixa de idade variou entre 13 e 15 anos, e 23 questionários da EJA, com a faixa de idade entre 15 e 72 anos.

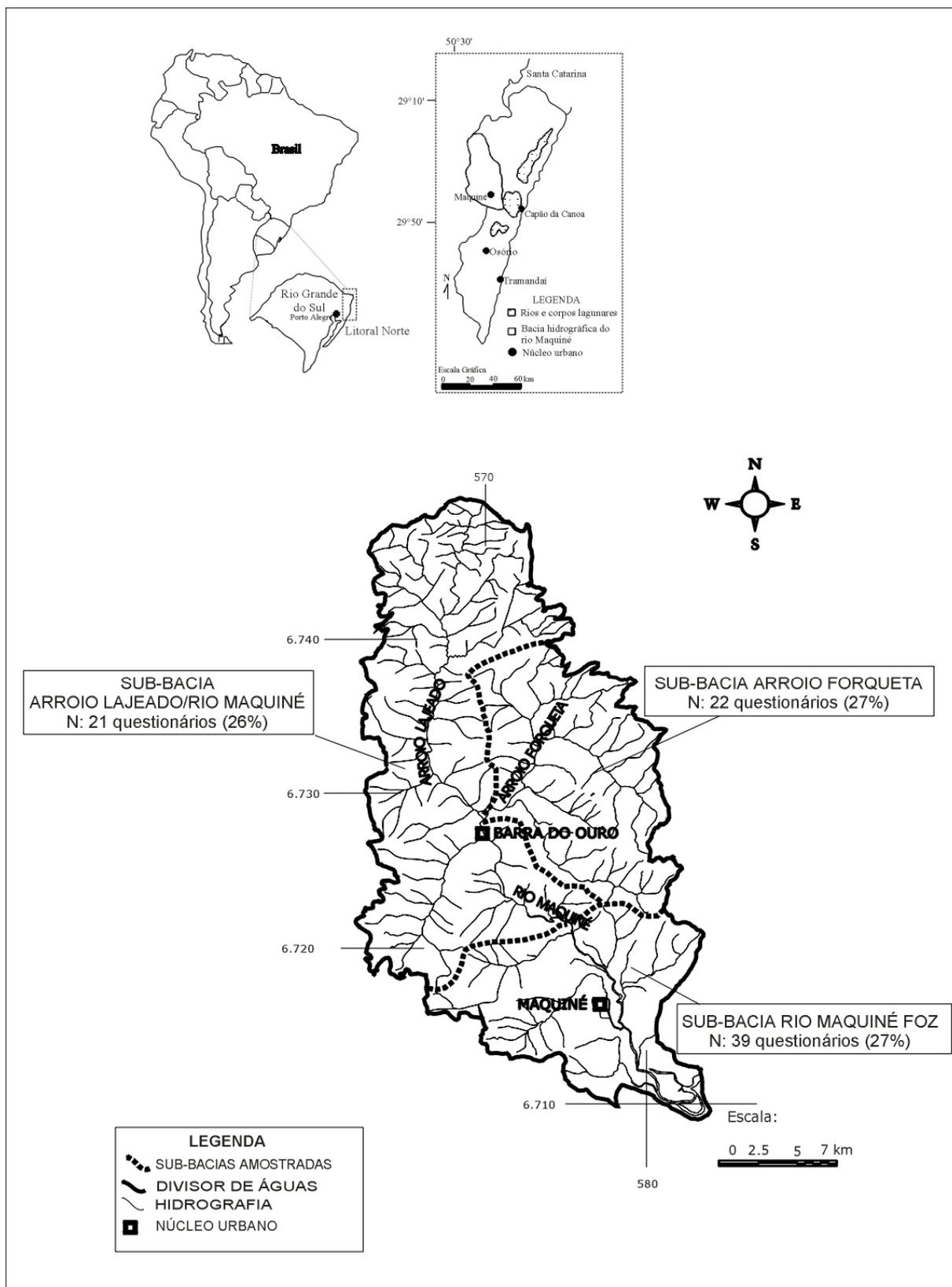


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS, Brasil, e sub-bacias amostradas. N: número de questionários e percentagem por sub-bacia

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados tabulados do trabalho “Caracterização do meio rural do município de Maquiné, RS: subsídios para um desenvolvimento rural sustentável”, foram obtidos os resultados representados pelas Figuras 2 a 7.

Os dados mostram que, para a sub-bacia do arroio Lajeado – rio Maquiné, agrupando-se os resultados obtidos para esgoto sem tratamento (50%) e fosso negro (22%) (N=82) a grande maioria dos dejetos é fonte de poluição direta para o ambiente (Figura 2). A estrutura sanitária em 34 % das residências é constituída de patente de madeira e em 55% de banheiro de alvenaria (Figura 3).

Na sub-bacia do Arroio Forqueta, em 50% das residências o esgoto não possui tratamento adequado (Figura 2), o mato é utilizado para evacuação (13%), bem como patente de madeira (22%) e banheiro de alvenaria (52%) (Figura 3).

Na sub-bacia Maquiné foz, 25% do esgoto residencial não possui tratamento (Figura 2), 8% das residências utilizam patente de madeira, e 67% banheiro de alvenaria, por essa região ser uma das mais próximas ao núcleo urbano (Figura 3).

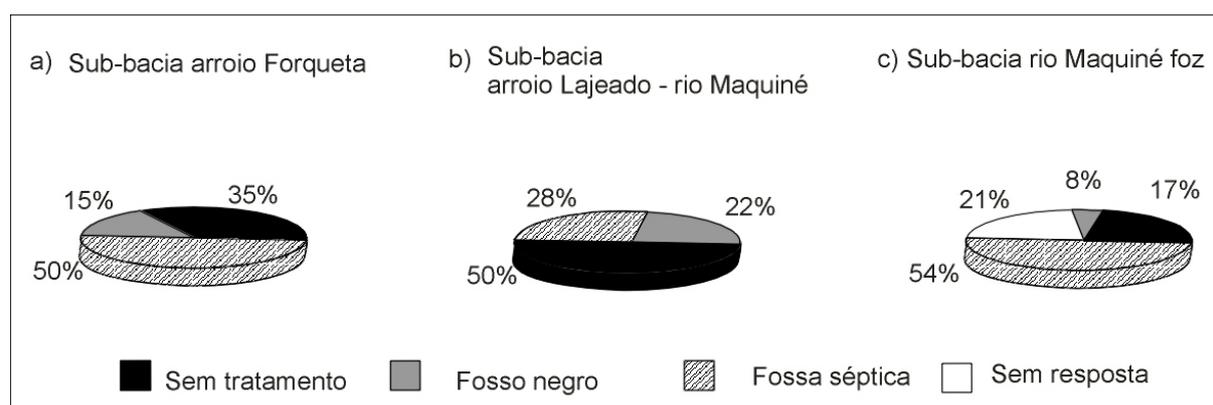


Figura 2. Formas de tratamento de esgoto em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado – rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.

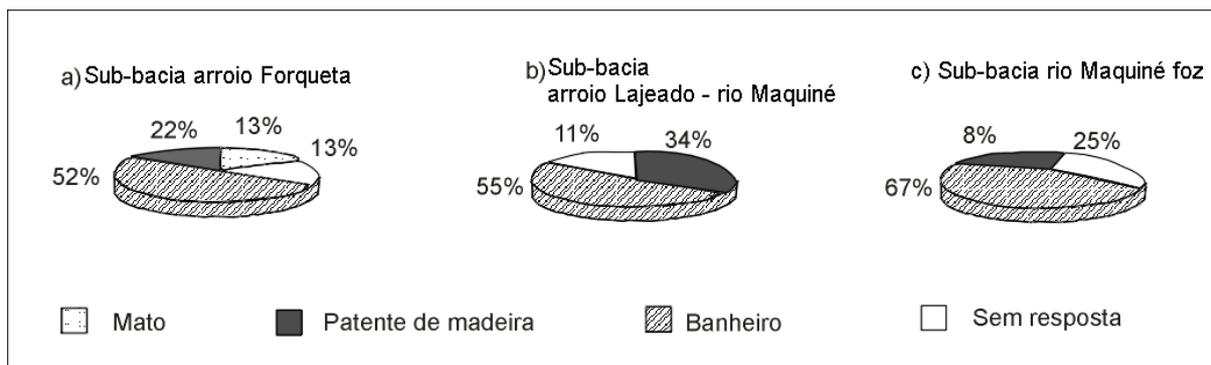


Figura 3. Estrutura sanitária em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado – rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.

Em relação ao abastecimento público, a água utilizada pela população da sub-bacia do arroio Lajeado – rio Maquiné provém em sua maior parte de vertentes (89%) e poços (11%), e é consumida sem nenhum tipo de tratamento prévio. Na sub-bacia do arroio Forqueta, 65% da água é captada em vertentes e 20% diretamente do rio, ocorre também a captação em poços (15%) e uma minoria da população trata a água (5% filtra e 3% ferve) (Figura 4).

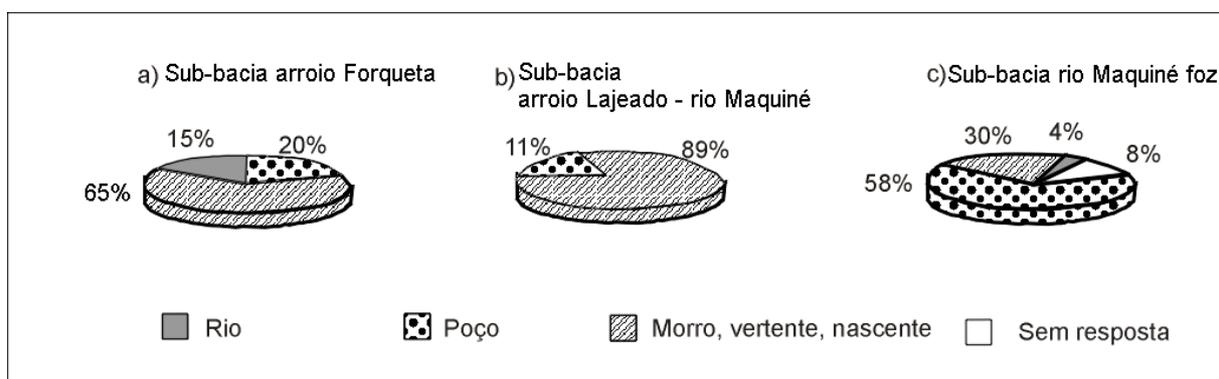


Figura 4. Abastecimento de água em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado – rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.

Na área da sub-bacia do rio Maquiné foz, a maior parte da água consumida é originária de poços (58%), provavelmente porque se trata de uma área de várzea, onde é difícil a captação das vertentes (30%) (Figura 4). A prefeitura municipal de Maquiné possui 2 poços, instalados na localidade de Mundo Novo, onde ocorre o tratamento da água por cloração, fornecendo água tratada para 9% das residências desta zona rural. Apesar disso, a grande maioria da população (87%) ainda utiliza a água sem nenhum tipo de tratamento (Figura 5).

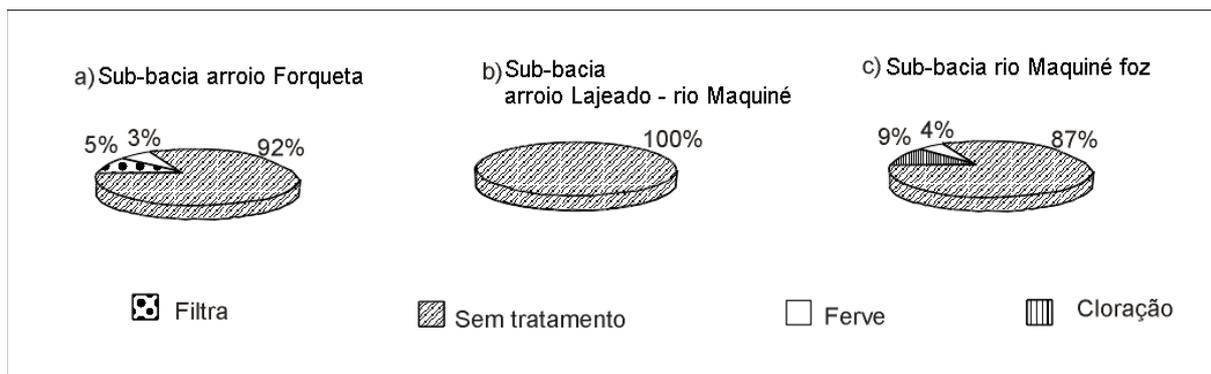


Figura 5. Forma de tratamento da água para consumo humano, em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado-rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.

Pela não existência de período de déficit hídrico na região (LEMOS, 2003), poucas são as propriedades que utilizam irrigação dos cultivos agrícolas. A irrigação não é utilizada na sub-bacia arroio Lajeado – rio Maquiné, e é utilizada em 28% das propriedades da sub-bacia do arroio Forqueta e em 17% na sub-bacia rio Maquiné foz (Figura 6).

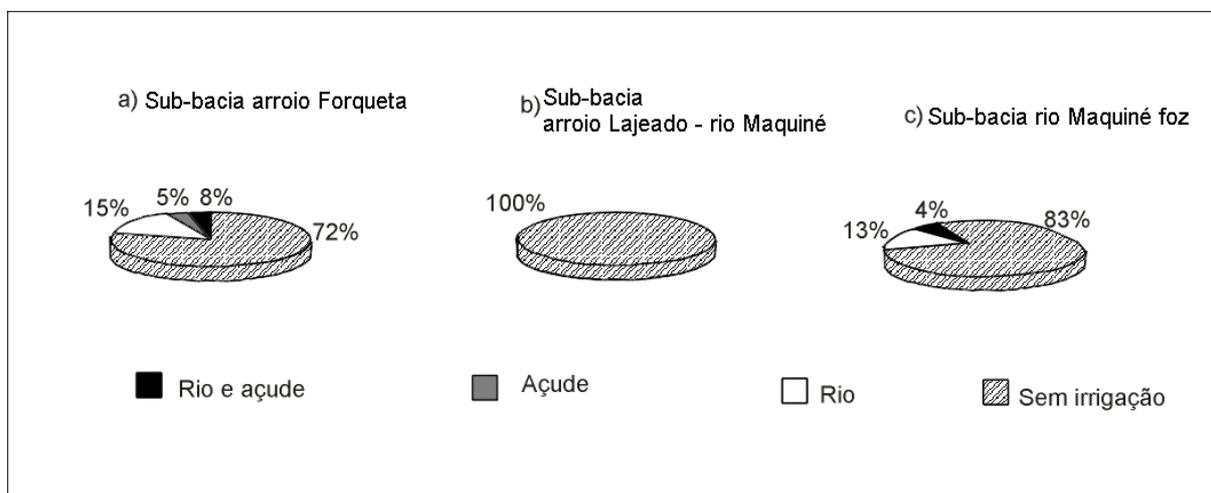


Figura 6. Irrigação das lavouras, em a) sub-bacia arroio Forqueta, b) sub-bacia arroio Lajeado-rio Maquiné e c) sub-bacia Maquiné foz.

Através do segundo questionário, aplicado aos alunos da EJA e aos da 8ª série do Ensino Fundamental, da Escola Estadual Hilário Ribeiro, foram obtidas as seguintes respostas:

Quando questionados se já haviam sido contaminados, ou se sabiam de algum familiar que o fora, a resposta foi positiva para 11% dos(as) alunos(as) da 8ª série e 32% da EJA, provavelmente pelo fato de os alunos da EJA serem adultos, que trabalham com agricultura, e estão expostos aos efeitos dos agrotóxicos há mais tempo (Figura 7).

Essa amostragem pode estar subestimada devido à falta de conhecimento dos sintomas relacionados à contaminação por agrotóxicos. Dos(as) alunos(as) da EJA, 21% demonstraram não saber quais são os sintomas decorrentes da contaminação pelo uso de agrotóxicos, enquanto apenas 5% dos alunos da 8ª série demonstraram este desconhecimento. Este maior esclarecimento é o resultado do empenho dos professores da escola e dos trabalhos de Educação Ambiental, realizados pelo grupo de EA da Associação Ação Nascente Maquiné (ANAMA), há 6 anos na escola E.E.H.R. (SCHIRMER & BALDAUF, 2003).

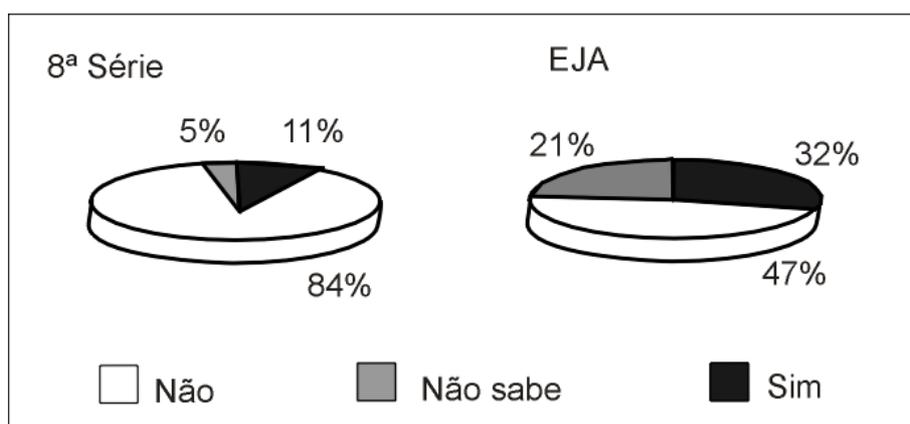


Figura 7. Contaminação humana por agrotóxicos.

Para a pergunta: “...se você fosse recomendar para um amigo usar a água desse rio (próximo à residência) diria para ele ...”, a maioria das respostas foi relacionada ao uso da água para ingestão, como observado a seguir. Dos alunos da 8ª série, 77,8% responderam que deveriam filtrar e ferver a água. Apenas os alunos que residem na localidade de Serrito (11,1%) responderam que não haveria restrição da água para beber. Alguns moradores do núcleo urbano da Barra do Ouro (11,1%) não recomendariam a utilização de nenhuma forma, pois “a água não é de confiança...” “desce esgoto nela”. A percepção da comunidade local corrobora com os dados de qualidade da água apresentados por LEMOS (2003) que demonstra ser a localidade do Serrito a que tem o menor nível de contaminação fecal e a Barra do

Ouro um dos locais com maior contaminação. Um total de 58% dos alunos da EJA responderam que a água não deveria ser usada para beber, e 8% acham que deveria ser usada somente para tomar banho, ao passo que 29% responderam que a água deveria ser filtrada e fervida para beber. Apenas 5% recomendariam a água para beber sem tratamento (Figura 8). Todas as respostas demonstraram a existência de preocupação em relação à contaminação dos mananciais.

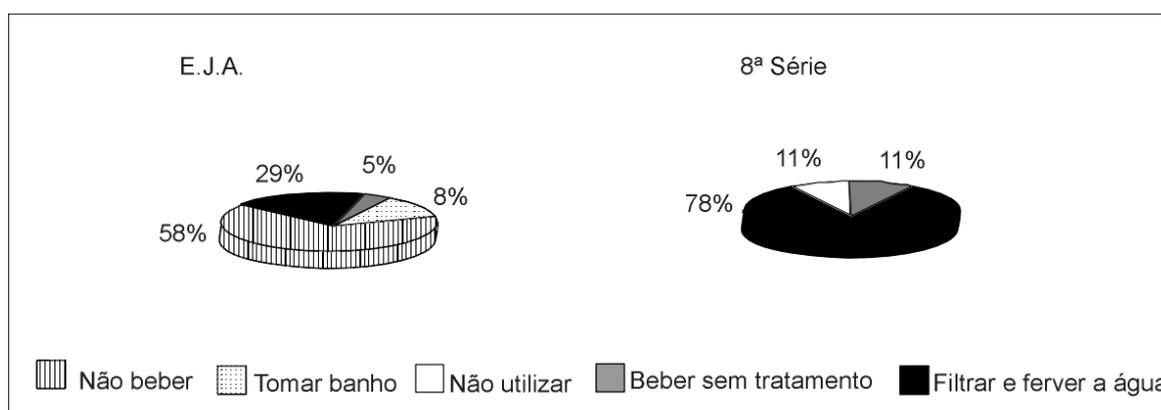


Figura 8. Recomendações sobre o uso da água.

CONCLUSÕES

Inexistência de saneamento básico e condições precárias de fornecimento de água potável, ou seja, a maioria das residências do meio rural do município de Maquiné utiliza água de vertentes ou diretamente do rio, sem tratamento prévio. No entanto existe preocupação da comunidade em geral com a contaminação da água.

A região é essencialmente agrícola e a existência de contaminação humana por agrotóxicos pode agravar-se pela desinformação quanto aos sintomas das doenças relacionadas ao contato e uso de agrotóxicos.

Pelos resultados obtidos, os trabalhos de EA desenvolvidos na região demonstram serem positivos, no sentido de sensibilizar e informar no que diz respeito aos usos da água e à contaminação por agrotóxicos.

Esperamos com este trabalho estar contribuindo nos processos de gestão ambiental e de saúde pública, e ressaltar a importância do desenvolvimento de trabalhos voltados à sensibilização das problemáticas ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, F.G., 2002. **Avaliação da ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Maquiné e a influência da ação antrópica na paisagem das microbacias e o reflexo sobre a assembléia de peixes.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- CEPIS – OMS. **Avaliação dos serviços de água potável e saneamento 2000 nas Américas.** Disponível em <www.Cepis.ops-oms.org>, acesso em março de 2003.
- GERHARDT, C.H., L.C. TROIAN, L.M. GUTERREZ, R.G. MAGALHÃES, L.A.GUIMARÃES, L.O. FERREIRA & L.A. MIGUEL. **Caracterização do meio rural do município de Maquiné - RS: Subsídios para um desenvolvimento rural sustentável.** Relatório PROPESQ/UFRGS. Porto Alegre, 57pp. 2000.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: novembro de 2002.
- LEMOS, C. A. **Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre, 98 pp. 2003.
- SCHIRMER, C. & BALDAUF, C. **Ou mato ou morro (ou floresta, ou capoeira ...): reflexões e práticas de educação ambiental na sul da Mata Atlântica.** p 259 – 273. *In:* REGO, N., AIGNER, C., PIRES, C., LINDAU, H. (org). Um pouco do mundo cabe nas mãos: geografizando em educação o local e o global. Porto Alegre. Editora UFRGS, 2003.
- STAPP, W.B. **Watershed education for sustainable development.** Journal of Science Education and Technology, v. 9, n. 3. P. 183 - 197. 2000.
- WORLD CONSERVATION UNION. **Caring for the earth: a strategy for sustainable living.** IUCN, Gland, Suíça. 1991.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A unidade de estudo bacia hidrográfica demonstrou ser adequada para a avaliação da qualidade da água. O conjunto de dados levantados permite concluir que a bacia hidrográfica do rio Maquiné sofre influência direta do manejo e uso do solo, sendo as atividades agrícolas, de criação de animais e falta de saneamento básico os principais impactantes do sistema hídrico.

A preocupação maior pode ser direcionada para os parâmetros: a) Coliformes Fecais e DBO₅, diretamente relacionados com contaminação por esgotos e/ou criação de animais nas margens dos cursos d'água. b) Fosfato total, com origem provável na adubação química utilizada na agricultura, e lançamento de esgotos. c) Sólidos totais, cujo aumento está relacionado com o período de preparo da terra para o início do plantio, sendo que o solo estava descoberto e revolto no período em que ocorrem os maiores índices de pluviosidade.

Salientamos aqui que muitas propriedades rurais não respeitam os limites mínimos definidos pela Legislação brasileira para cobertura vegetal nas margens dos corpos hídricos, pois as plantações estendem-se até a margem dos rios e arroios. Ocorre também a retirada de parte da vegetação para a instalação de pocilgas, sendo os dejetos diretamente lançados ao arroio.

Em relação aos metais pesados, os valores de aporte antrópico para Cu e Zn encontrados nas amostragens de água podem ser consequência da utilização de produtos agroquímicos, devendo ser incluídos em monitoramentos da qualidade da água.

Os resultados de Índice de Qualidade da Água (IQA) demonstraram que as águas da BHRM apresentavam qualidade ótima e boa para consumo humano, mesmo assim deve ocorrer prévio tratamento da água para consumo. Este índice deve ser levado em conta na comparação com outras bacias hidrográficas e em monitoramentos ao longo de tempo, sendo que parâmetros como metais pesados devem também serem agrupados.

Os resultados demonstram que a maior parte da população do município de Maquiné não possui tratamento adequado de esgoto, o que é alarmante devido à não existência de tratamento da água, captada diretamente de vertentes ou do rio.

As atividades ligadas ao uso de agroquímicos demonstraram estar prejudicando a

saúde humana, a partir disto podemos pensar sobre os danos causados aos demais organismos vivos da região, como mortandade de peixes observada *in situ*.

Com base nos resultados obtidos consideramos urgente e necessário o estabelecimento de políticas e ações de saúde pública, no sentido de prevenir doenças de veiculação hídrica, bem como pelo uso de agroquímicos.

Nesse sentido, a Educação Ambiental demonstra ser uma ferramenta fundamental ao processo de mudança de percepção do ambiente e com consequência direta nas atitudes tomadas pela sociedade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.A.B. **Avaliação sazonal da qualidade da água do arroio da Cria (Montenegro, RS), relacionada à cobertura vegetal e diferentes usos do solo na sua bacia hidrográfica.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre, 135pp. 1999.
- ANAMA. **Workshop Águas e Florestas da Mata Atlântica.** Relatório Final. Capão da Canoa, RS. 2000.
- ANDREAZZA, A.M.P. **Contribuição à gestão ambiental da bacia hidrográfica do arroio do Conde, RS, com ênfase na qualidade das águas superficiais.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 184pp. 1997.
- ARCOVA, F.C.S, CICCIO, V. de. **Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo.** Scientia Florestalis, 56:125–134. 1999.
- BECKER, F.G., **Avaliação da ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Maquiné e a influência da ação antrópica na paisagem das microbacias e o reflexo sobre a assembléia de peixes.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002.
- BECKER, F.G., VILELLA, F.S., COSTA, A.A., ALMEIDA, C.M.C., HARTZ, S.M. **Peixes da bacia do rio Maquiné.** In: Resumos do II Encontro de Pesquisadores do Vale do rio Maquiné. ANAMA, Departamento de Ecologia/UFRGS, Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS, 55pp. 2002.
- BIDONE, E. D. **Geoquímica dos Processos Supergênicos.** Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 60p. 1992.
- BOLLMANN, H.A., MARQUES, D.M. **Bases para estruturação de indicadores de qualidade de águas.** Rev. Bras. Rec. Hid. Vol.5 n.1. 2000
- BRACK, P., JARENKOW, J.J., VASQUES, C.L. **Impacto extrativista sobre *Euterpe edulis* Mart. em duas áreas da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul.** In: PEROTTO, M.A.; GUERRA, T. & LEMOS, C.A. (org). Resumos do I Encontro de Pesquisadores do Vale do Rio Maquiné. ANAMA, Departamento de Ecologia/UFRGS, Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS, 82 p. 2000.
- BRASIL. **Lei n. 9. 433, 8 jan. 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1997.
- _____. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

- BROWN, R. M., MCLELLAND, N. I., DEININGER, R.A., TOZER, R.G. **A water quality index - do we dare?** Madison. Water & Sewage Works, 117: 339-343. 1970.
- BROWN, R. M., MCLELLAND, N. I. **Up from chaos: the water quality index as an effective instrument in water quality management.** Ann Arbor. National Sanitation Foundation, 27pp. 1973.
- BRUSCHI Jr., W., SALOMONI, S.E., PAGANOTTO, F.S.F., PEROZO, C., SCHWARZBOLD, A., PERET, A.C. **Aplicação de um índice de qualidade de águas para lagoas costeiras, RS, afetadas por despejos urbanos.** Biociências, Porto Alegre, 6:55-66. 1998.
- CÂMARA, I.G. **Plano de ação para a Mata Atlântica: roteiro para conservação de sua biodiversidade.** Série Cadernos da Reserva da Biosfera, 4: 34pp. 1996.
- CARVALHO, A.R., SCHLITTLER, F.H.M., TORNISIELO, V.L. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água.** Química Nova, 23:618-622. 2000.
- CERBMA/RS. **Plano de ação para a Mata Atlântica.** Relatório. 2001
- CETESB. Centro Tecnológico de Saneamento Básico. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em março de 2003.
- COMITESINOS. **Utilização de um índice de qualidade da água para o rio dos Sinos. Programa integrado de monitoramento da qualidade da água do rio dos Sinos e seus afluentes.** 33p. 1990.
- CONAMA. **Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 1984-1991.** IBAMA/CONAMA /SEMAM, Brasília, Distrito Federal, 245pp. 1992.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Interciência, Rio de Janeiro, 575pp. 1988.
- FASSET, D.W. **Cadmium.** In: WALDRON, H.A. Metals in the environment. Academic Press. 1980.
- FERREIRA, L.M., IDE, C.N. **Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA-NSF, IQA-Smith e IQA-Horton, aplicados ao Rio Miranda, MS.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Saneamento ambiental : desafio para o século 21. Rio de Janeiro, ABES, p.1-16. 2001.
- FREEDMAN, B. **Environmental Ecology: the ecological effects of pollution, disturbance, and other stresses.** Academic Press, 606pp. 1995.
- FYTIANOS, K., SIUMKA, A., ZACHARIADIS, G.A., BELTSIOS, S. **Assessment of the quality characteristics of Pinios river, Greece.** Water, Air, and Soil Pollution, 136: 317-329. 2002.

- GERHARDT, C.H., TROIAN, L.C., GUTERREZ, L.M., MAGALHÃES, R.G., GUIMARÃES, L.A., FERREIRA, L.O., MIGUEL, L.A. **Caracterização do meio rural do município de Maquiné - RS: Subsídios para um desenvolvimento rural sustentável.** Relatório PROPESq/UFRGS. Porto Alegre, 57p. 2000.
- GUERRA, T. **Estudo da contaminação hidrogeoquímica fluvial e sua inserção na avaliação econômica-ambiental da mineração de carvão na região do Baixo Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil.** Tese de Doutorado em Geoquímica Ambiental. Universidade Federal Fluminense, RJ. 2000.
- GUERRA, T., SPANEMBER, G.S., PEDROZO, C., ZANCAN, L.C., HASENACK, H., MACHADO, N.A.F. **Avaliação ambiental da microbacia do Arroio Cavalhada, Porto Alegre, RS, Brasil.** II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre : EDIPUCRS, p. 344-358 : 2000.
- GUIDOTTI, C.C., GUERRA, T. **Avaliação ambiental do rio Maquiné, RS.** Dissertação de Bacharelado. Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 10 pp. 1998.
- HAASE, J., KRIEGER, J.A., POSSOLI, S. **Estudo da viabilidade do uso da técnica de análise fatorial como um instrumento na interpretação da qualidade da água da bacia hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil.** Ciência e Cultura, 41: 576-582. 1989.
- HARKER, D. B. **Impact of agriculture on water quality: indicators and policy measures.** OECD Workshop on "The Sustainable Management of Water in Agriculture: Issues and Policies". Greece, 27 pp. 1997.
- HASENACK, H., FERRARO, L.W. **Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS.** Pesquisas, 22:53-70, Porto Alegre, 1989.
- HATJE, V. **Contaminação por metais pesados no rio dos Sinos – RS: uma abordagem dinâmica a partir de balanços de massa.** Niterói, RJ. Dissertação de Mestrado em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, 101pp. 1996.
- HATJE, V., BIDONE, E.D. **Estimativa das componentes naturais e antrópicas dos fluxos de metais pesados no Rio dos Sinos, RS.** Anais do VI Congresso Brasileiro de Geoquímica, p.162-165. 1998.
- HORN FILHO, N. O. **Geologia das Folhas de Torres, Três Cachoeiras, Arroio Teixeira e Maquiné.** Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 241pp. 1987.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: novembro de 2002.
- ISERHARD, C. **Levantamento da diversidade de borboletas (Lepidoptera: Rhopalocera) e sua variação ao longo de um gradiente altitudinal em uma região de Mata Atlântica, município de Maquiné, RS.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 151 pp. 2003.

- ISERHARD, C.A., ROMANOWSKI, H.P., KAMINSKI, L.A., TEIXEIRA, E.C., CAMARGO, F., ZANK, S. **Diversidade de borboletas em uma região do vale do rio Maquiné.** In: Resumos do II Encontro de Pesquisadores do Vale do rio Maquiné. ANAMA, Departamento de Ecologia/UFRGS, Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS, 55pp. 2002.
- JONNALAGADDA, S.B., MHERE, G. **Water quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe.** Water Research, 35:2371-2376. 2001.
- KAZANTZIS, G. **Mercury.** In: WALDRON, H.A. Metals in the environment. Academic Press. 1980.
- LANNA, A.E. **Economia do Recursos Hídricos.** Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH/UFRGS. 2000
- LAYBAUER, L. **Análise da transferência de metais pesados em águas e sedimentos fluviais na região das Minas do Camaquã, RS.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre. 1995.
- LAYBAUER, L., BIDONE, E.D. **Partição de metais pesados em águas fluviais impactadas por mineração de cobre no Rio Grande do Sul.** VI Cong. Bras. Geoquímica. Rio de Janeiro, RJ. Anais, p. 293-296. 1997.
- LEITE, F., FONSECA, O. **Aplicação de índices de qualidade das águas na lagoa Caconde, Osório, RS.** I Seminário Qualidade de águas continentais do MERCOSUL, Porto Alegre, p. 249-260. 1994
- MARCUZZO, S., PAGEL, S.M., CHIAPPETTI, M.I.S. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas.** Série Cadernos da Reserva da Biosfera, 11. 60pp. 1998.
- MAZON, A.F., PINHEIRO, G.H.D, FERNANDES, M.N. Contaminação dos ecossistemas aquáticos pelo Cobre e risco potencial à biodiversidade: estudo da toxicidade do Cobre em Curimatá, *Prochilodus scropha* (Teleostei, Prochilodontidae). In: Ecotoxicologia: perspectivas para o século XXI. São Carlos. Rima Editora, p.327-340. 2000.
- MELO, J.J. **SPIA: Sistema Pericial para Aplicação e Análise de Índices Ambientais.** 5ª Conferência Nacional da Qualidade do Ambiente. Universidade de Aveiro. 1996.
- ORTIZ, L.S. **Avaliação do incremento potencial de risco toxicológico associado às concentrações de metais pesados de origem antrópica nas águas do Rio Caí, RS, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, RS, Brasil. 1999.
- PELÁEZ-RODRIGUES, M., PERET, A.M., MATSUMURA-TUNDISI, T., ROCHA, O. **Análise da qualidade da água e aplicação do índice de proteção da vida aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Jacaré-guaçu.** In: Ecotoxicologia: perspectivas para o século XXI. São Carlos. Rima Editora. 575pp. 2000.

- PEREIRA, D. **Aplicação de índices ambientais para a avaliação da sub-bacia do arroio Maratá, bacia do rio Caí (RS, Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 143p. 2002.
- PORTO, R.L.L. (Org.). **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Edusp: ABRH, 1991.
- PRIMAVESI, O., FREITAS, A.R., OLIVEIRA, H.T., PRIMAVESI, A.C.P.A. A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. *Acta Limnol. Bras.*, 12: 95-111. 2000.
- RAMOS, T.B., MELO, J.J., QUINTINO, V. **Sistemas de indicadores e índices de qualidade da água e sedimento em zonas costeiras**. Portugal. 1993.
- REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B., TUNDISI, J.G.(org). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Editora Escrituras, 1999. 717 p.
- RIO GRANDE DO SUL. **Constituição Estadual: Artigo 171, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos**. 1989. In: RIO GRANDE DO SUL. *Legislação Estadual de Recursos Hídricos*. 136pp. 2001.
- ___ **Decreto Estadual nº41672, Lista Vermelha da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul**. Diário Oficial do Estado de 11/06/2002.
- ___ **Decreto nº 39637, cria o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí**. Diário Oficial do Estado de 28/07/1999.
- ___ **Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o Artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul**. Diário Oficial do Estado de 01/01/1995.
- RIOS, L., CALIJURI, M.C. **A bacia hidrográfica do ribeirão Feijão: uma proposta de ordenação das sub-bacias através de variáveis limnológicas**. *Acta Limnol. Bras.*, 7:151-161. 1995.
- RUI, A.M. **A fauna de morcegos de Maquiné**. In: PEROTTO, M.A.; GUERRA, T. & LEMOS, C.A. (org). *Resumos do I Encontro de Pesquisadores do Vale do Rio Maquiné*. Anama, Departamento de Ecologia/UFRGS, Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS, Porto Alegre, 2000. 82 p.
- RUI, A.M., FÁBIAN, M.E. **Morcegos da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul**. In: *Resumos do II Encontro de Pesquisadores do Vale do rio Maquiné*. ANAMA, Departamento de Ecologia/UFRGS, Secretaria Estadual do Meio Ambiente/RS, 55pp. 2002.
- SANTOS, A.C. **Noções de Hidroquímica**. In: FEITOSA, F.A.C., FILHO, J.M. *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. CPRM, Fortaleza, 389 pp. 1997.
- SPANEMBERG, G. **Estimativa das concentrações e fluxos de metais pesados de origem antrópica no rio dos Sinos, RS, como suporte à avaliação do incremento potencial de risco toxicológico à saúde humana**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1999.

- STAMBUK-GILJANOVIC, N. **Water quality evaluation by index in Dalmatia.** *Wat. Res.*, 33:3423-3440. 1999.
- STAPP, W.B. **Watershed education for sustainable development.** *Journal of Science, Education and Technology*, 9: 183-197. 2000.
- STRECK, C.A. **Estudo da qualidade das águas superficiais e estimativa dos fluxos de elementos-traço na região de Candiota, RS.** Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Engenharia, Pós-Graduação em Engenharia, Porto Alegre, 159pp. 2001.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. **The water balance.** *Certenton N. J. Laboratory of Climatology*, 8: 104pp. 1955.
- TRAVASSOS, M.P. **Gestão de poluição ambiental: caso da poluição por metais pesados no rio Caí, RS.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 1994.
- TRAVASSOS, M.P., BIDONE, E.D. **Avaliação da contaminação por metais pesados na bacia do rio Caí – RS através de uma análise dinâmica.** In: SANTANA, R. (Ed.). *Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos.* Rio de Janeiro, RJ: ABRH Publicações, 1: 205:211. 1995.
- TUBELIS, A., NASCIMENTO, F.J.L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras.** Nobel, São Paulo, SP, 374pp. 1988.
- VILELLA, F.S. **Ecologia de comunidade aquática de um riacho de 1ª ordem da Mata Atlântica: relações entre variáveis estruturais e bióticas em uma Reserva da Biosfera Tropical.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 122pp. 2002.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. 1995.

8. ANEXOS

8.1. Normas para publicação na revista *Hydrobiologia*

Aims & scope

Hydrobiologia publishes original articles in the fields of limnology and marine science that are of interest to a broad and international audience. The scope of *Hydrobiologia* comprises the biology of rivers, lakes, estuaries and oceans and includes palaeolimnology and -oceanology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Purely technological, chemical and physical research, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test-objects, is unrelated to biological problems, fall outside of the journal's scope. All papers should be written in English. THERE IS NO PAGE CHARGE, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see below). Long tables, species lists, and other protocols may be put on any web site and this can be indicated in the manuscript.

Editorial policy

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English-speaking colleague. Manuscripts which are substandard in these respects will be returned without review.

Papers which conform to journal scope and style are sent to at least 2 referees, mostly through a member of the editorial board, who will then act as coordination editor. Manuscripts returned to authors with referee reports should be revised and sent back to the editorial as soon as possible. Final decisions on acceptance or rejection are made by the editor-in-chief. *Hydrobiologia* endeavours to publish any paper within 6 months after acceptance. To achieve this, the number of volumes to be published per annum is readjusted periodically.

Categories of contributions

There are four categories of contributions to *Hydrobiologia*:

- [1.] **Primary research papers** generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references) and constitute the bulk of the output of the journal. These papers **MUST** be organized according to the standard structure of a scientific paper: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figure captions.
- [2.] **Short research notes**, 2-4 printed pages, present concise information on timely topics. Abstract, key words and references are required; the remainder of the text is presented as a continuous text.
- [3.] **Review papers and taxonomic revisions** are long papers; prospective authors should consult with the editor before submitting such a long manuscript, either directly or through a member of the editorial board. Review papers may have quotations (text and illustrations) from previously published work, but authors are responsible for obtaining copyright clearance wherever this applies.
- [4.] **Opinion papers** reflect authors' points of view on hot topics in aquatic sciences. Such papers can present novel ideas, comments on previously published work or extended book reviews.

Occasionally, regular issues contain a section devoted to topical collections of papers. For example, as *Hydrobiologia* now incorporates the *International Journal of Salt Lakes Research*, articles dealing with this subject are mostly published together.

Submission

Hydrobiologia now uses an online editorial management system for authors, editors and reviewers. The online manuscript submission and review system will shorten review time (no postal delays), and offers the possibility for authors to track the progress of the review process of their manuscripts in real time.

Manuscripts should be submitted to <http://hydr.editorialmanager.com>. The editorial manager system supports a wide range of submission file formats: for manuscripts Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX are accepted; for figures TIFF, GIF, JPEG, EPS, PPT and Postscript can be used. Note that when using the online manuscript submission system, you should NOT submit your manuscript in hard copy form. If you encounter any difficulties when submitting your manuscript on line, please get in touch with the Editorial Assistant responsible for this process by clicking the "CONTACT US" button on the tool bar.

Preparing the manuscript

Manuscripts should conform to standard rules of English grammar and style. Either British or American spelling may be used, but consistently throughout the article. Conciseness in writing is a major asset as competition for space is keen.

The Council of Biology Editors Style Manual (4th edition, 1978; available from the Council of Biology Editors, Inc., 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA) is recommended as a vademecum for matters of style, form and for the use of symbols and units (see <http://www.lib.ohio-state.edu/guides/cbegd.html>). The conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry, and the recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be applied for chemical nomenclature (see <http://www.hgu.mrc.ac.uk/Softdata/Misc/ambcode.htm>).

The contents of manuscripts should be well-organized. Page one should show the title of the contribution, name(s) of the author(s), address(es) of affiliation(s) and up to six key words. The first page should also include the following statement: "This paper has not been submitted elsewhere in identical or similar form, nor will it be during the first three months after its submission to *Hydrobiologia*." The abstract should appear on page two. The body of the text should begin on page three. Names of plants and animals and occasional expressions in Latin or Greek should be typed in italics. All other markings will be made by the publisher.

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. Descriptions of new taxa should comprise official repository of types (holotype and paratypes), author's collections as repositories of types are unacceptable.

Tables and figures

Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals, and bear a descriptive legend on top and appear at the end of the file. Tables should not duplicate figures and *vice versa*.

Figures must also be submitted electronically; preferred file formats are TIFF (Tagged Image File Format) and Encapsulated Post-Script (resolution between 300 and 600 dpi), but figures in other electronic formats may also be used, as long as the resolution is higher than 300 dpi. Figure captions should appear after the references. Do not include captions on the figures themselves.

Authors are encouraged to submit an illustration to be considered for publication on the cover of the journal.

References in text to figures and tables should be in full. For example: (Figure 1) or (as shown in Table 1).

References

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication.

References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

Baker, J. H. & I. S. Farr, 1977, Origins, characterisation and dynamics of suspended bacteria in two chalk streams. *Archiv für Hydrobiologie* 80: 308-326.

Hutchinson, G. E., 1975. *A Treatise on Limnology*, 3. Wiley & Sons, New York, 660 pp.

Starkweather, P. L., 1980. Behavioral determinants of diet quantity and diet quality in *Brachionus calyciflorus*. In Kerfoot, W. C. (ed.), *Evolution and Ecology of Zooplankton Communities*. The University Press of New England, Hanover (N.H.): 151-157.

Reprints and copyright

Fifty offprints of each article will be provided free of charge. Additional offprints can be ordered when proofs are returned to the publishers. The corresponding author of each paper accepted for publication will receive a Consent-to-Publish/Copyright form to sign and return to the Publisher as a prerequisite for publication.

Developments in Hydrobiology

The book series *Developments in Hydrobiology* reprints verbatim, but under hard cover, the proceedings of specialized scientific meetings which also appear in *Hydrobiologia*, with the aim of making these available to individuals not necessarily interested in subscribing to the journal itself. Papers in these volumes must be cited by their original reference in *Hydrobiologia*. In addition, *Developments in Hydrobiology* also publishes monographic studies, handbooks, and multi-author edited volumes on aquatic ecosystems, aquatic communities, or any major research effort connected with the aquatic environment, which fall outside the publishing policy of *Hydrobiologia*, but are printed in the same format and follow the same conventions. Guest editors of such volumes should follow the guidelines presented above and are responsible for all aspects of presentation and content, as well as the refereeing procedure and the compilation of an index. Prospective editors of special,

subject-oriented volumes of *Hydrobiologia/Developments in Hydrobiology* are encouraged to submit their proposals to the editor-in-chief.

Additional information

Additional information can be obtained from:

Kluwer Academic Publishers

Hydrobiologia

P.O. Box 17

3300 AA Dordrecht

The Netherlands

Fax: +31-(0)78-6576254

Tel: +31-(0)78-6576244

Editorial assistant: arina.vankerchove@wkap.nl

Website : <http://www.wkap.nl> and <http://www.wkap.nl/prod/s/DIHY>

Copyright © 2001, Kluwer Academic Publishers. All rights reserved.

8.1. Normas para publicação na revista Water Research

Guide for Authors

1. Types of Contribution

Papers are published either as a Full Paper or a Review Paper. Comments on these papers are also welcome.

(a) A FULL PAPER is a contribution describing original research, including theoretical exposition, extensive data and in-depth critical evaluation, and is peer reviewed. The total length of a manuscript including figures, tables and references must not exceed 4000 words. In addition, illustrations (Figures and tables) may take up a maximum of 2 pages when printed in Water Research.

(b) REVIEW PAPERS are encouraged, but the Editor-in-Chief must be consulted beforehand, in order to decide if the topic is relevant. Only critical review papers will be considered. The format and length of review papers are more flexible than for a full paper. Review papers are peer reviewed.

(c) COMMENTS on papers already published are welcome, subject to the criteria of interest, originality and the approval of the appropriate Editor. Comments can include extensions to, or criticisms of, those papers. They must provide arguments that are reasoned, and not presented in a confrontational fashion. They will be sent to the author of the original paper for reply, the outcome of which may be publication in a future issue. Comments and Authors' Replies should not exceed 1200 words each.

2. Originality

Manuscripts submitted to Water Research must not have been partly or fully published, or simultaneously submitted for publication elsewhere.

3. Paper Submission

(a) All types of submissions will be peer reviewed.

(b) Papers must be in English. Use professional help if English is not your mother tongue.

(c) Authors are advised to consult a current issue of Water Research for use of style.

(d) Manuscripts must be submitted either by e-mail or by traditional mail, in the latter case in 5 copies, double spaced text, to one of the Editorial Offices. The mailing addresses are as follows: P.O. Box 1930, 1000 BX Amsterdam, The Netherlands, fax +31 20 485 3325, E-mail: wr@elsevier.com; Eberhard Morgenroth, University of Illinois, Urbana-Champaign, USA (e-mail submission only) E-mail: wr@elsevier.com; Japan Society on Water Environment, 201 Green Plaza, Fukagawa-Tokiwa, 2-9-7 Tokiwa, Koto-ku, Tokyo 135-0006, Japan, Tel: 81 3 3632 5351, Fax: 81 3 3632 5352, E-mail: watres@jswe.or.jp (Regional Editorial Board: H.-Y. Hu, S.-L. Lo, Y. Matsui, K. Nakamuro, W. Nishijima, S.-L. Ong, Y. Ono, K. Sato, H.-S. Shin, H. Takada, M. Wakabayashi); Peter Wilderer, Technical University of Munich, Am Coulombwall, D-85748 Garching, Germany, fax: +49 89 289 13718, E-mail: water.research@bv.tum.de.

(e) Multi-part papers are discouraged and authors should strive to condense these into one paper within the regular maximum 12 page limit.

(f) Papers that are requested by the editors to be revised must be returned within 4 months or they will be regarded as new submissions.

(g) No page charges apply for Water Research.

(h) Corresponding authors will receive 25 reprints free of charge. Extra reprints and copies of the issue can be ordered on the form that will accompany the proofs.

(i) Material forwarded for publication will be discarded 1 month after publication unless the author requests return of the material.

(j) Submitted papers should be accompanied by a list of 4 potential referees with names and addresses.

4. Content

All pages must be numbered consecutively. Figures and tables must be clearly labelled on the back of each page. Words normally italicized must be typed in italics or underlined. A manuscript would normally include a title, abstract, key words, introduction, materials and methods, results, discussion, conclusions and references.

(a) Title page. The title page must state the names and full addresses of all authors. Telephone, fax and E-mail numbers must also be included for the corresponding author to whom proofs will be sent.

(b) Abstract. Authors are requested to ensure that abstracts for all types of contribution give concise factual information about the objectives of the work, the methods used, the results obtained and the conclusions reached. A suitable length is about 150 words.

(c) Key words. Authors must list immediately below the abstract up to 6 key words (not phrases) that identify the main points in their paper.

(d) Abbreviations and Notations. Nomenclature must be listed at the beginning of the paper and must conform to the system of standard SI units. Acronyms and abbreviations must be spelled out in full at their first occurrence in the text. Authors should consult - Notation for Use in the Description of Wastewater Treatment Processes', Water Res. 1987;(21)2:135-9.

(e) Conclusions. Papers must end with a summary of major conclusions or recommendations, preferably in a list form.

(f) References. References to published literature must be cited in the text as follows:

Li and Gregory (1991) -The date of publication in parentheses after the authors' names.

References must be listed together at the end of each paper and must not be given as footnotes. For other than review papers authors should aim to give no more than 20-30 recent, relevant references. They must be listed alphabetically starting with the surname of the first author, (year) followed by the title of the referenced paper and the full name of the periodical, as follows:

Li, G. and Gregory, J. (1991) Flocculation and sedimentation of high-turbidity waters. Water Research 25 (9), 1137-1143.

It is particularly requested that (i) authors' initials, (ii) the title of the paper, and (iii) the volume, part number and first and last page numbers are given for each reference.

References to books, reports and theses must be cited in the narrative. They must include the author(s), date of publication, title of book, editor(s) name(s) if applicable, page numbers, name of publisher, and place of publication. The abbreviation et al. may be used in the text. However, the names of all authors must be given in the list of references.

Personal communications and other unpublished works must be included in the reference list, giving full contact details (name and address of communicator). Personal communications must be cited in the text as, for example, Champney (1998).

References in languages other than English must be referred to by an English translation (with the original language indicated in parentheses).

Citing and listing of web references. As a minimum, the full URL should be given. Any further information, if known (author names, dates, reference to a source publication etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

(g) Illustrations and Tables. Originals of illustrations and tables must be provided with an original of the manuscript. The total number of all illustrations and tables should not exceed 10. If illustrations need to take up more space than 2 printed pages in *Water Research* (1 page for shorter contributions) the number of words must be reduced accordingly.

Photographs must be on glossy, not matt, paper and sufficiently enlarged to allow clear reproduction in half-tone. All photographs and illustrations must be clear and good quality and mounted on separate sheets with the author's name and title of the paper on the back of each photograph or sheet. Numbers and lettering must be printed, not hand written. Scale bars should be used instead of magnifications, as these change if the photograph is reduced. Colour plates can be accommodated in the journal, but authors will be charged the full cost for their inclusion.

Graphs and line drawings must be of good quality. If these are well drawn and compact, they may be reproduced without reduction in size direct from the original. Otherwise, each dimension must be one third larger than the required printed size. Illustrations must be provided with descriptive legends on a separate sheet and accompany the manuscript. Computer-drawn graphics must be done on a high-resolution printer.

Tables and their headings must be typed on a separate sheet. Type must be clear and even across columns. Particular care must be taken with nomenclature and sub- and superscripts to ensure correct alignment. Horizontal and vertical lines must be inserted to define rows and columns, and column headings must be correctly aligned.

5. Electronic Submission

Authors of accepted papers must provide a copy on floppy disk to facilitate rapid processing of manuscripts. Disks must be labelled with: the operating system; word processing and drawing packages used; the authors' names; and a short title of the paper. All filenames must also be listed. When using symbols to denote special characters, please supply a list of all codes used. Authors must check their papers thoroughly before submission to ensure that the text on the disk matches the hard copy. If the floppy disk differs from the hard copy, the hard copy will be taken as definitive.

6. Proofs

Corrections to proofs must be restricted to printer's errors. Please check proofs carefully before return, because late corrections cannot be guaranteed for inclusion in the printed journal. Authors are particularly requested to return their corrected proofs to Elsevier Science as quickly as possible to maintain their place in the printing schedule.

7. Transfer of Copyright

Upon acceptance of a paper, authors will be asked to sign a Transfer of Copyright Agreement releasing copyright of the paper to Elsevier Science Ltd. Provision is made on the form for work performed for the United States Government (which is not subject to copyright restriction) and some United Kingdom Government work (which may be Crown Copyright).

Revised August 2000

copyright Elsevier

8.1. Normas para publicação na revista eletrônica Educação Ambiental em Ação

26/12/2002 - NORMAS DE PUBLICAÇÃO

A revista eletrônica Educação Ambiental em Ação publica trabalhos que estejam relacionados com os eixos temáticos da revista.

NORMAS DE PUBLICAÇÃO

A revista eletrônica Educação Ambiental em Ação publica trabalhos que estejam relacionados com os eixos temáticos a seguir:

1. Relatos de Práticas de Educação Ambiental;
2. Diversidade da Educação Ambiental;
3. Educação Ambiental e Seus Contextos;
4. Educação Ambiental e Cidadania;
5. Sensibilização e Educação Ambiental;
6. Reflexões para Conscientização.

1. Serão aceitos somente trabalhos para publicação em português . Os textos devem ser enviados com as devidas revisões, incluindo a gramatical e a ortográfica.

2. O(s) autor(es) estarão cedendo os direitos autorais à revista, sem quaisquer ônus para a Revista Educação Ambiental em Ação, considerando seu caráter de fins não lucrativos.

3. A extensão dos trabalhos deverá, no máximo, apresentar 15 páginas.

4. Os resumos poderão ser em Português, apresentados em um só parágrafo.

5. Os originais devem ser enviados por e-mail para: projetovida@uol.com.br ; sicecologia@ieg.com.br ; hadra@uol.com.br - Editoras Responsáveis.

Especificações:

- Fonte utilizada ARIAL 12 (exceto para tabelas, etc, onde poderá apresentar outro tamanho);
- Espaçamento simples;

6. Os trabalhos não devem apresentar notas de rodapé; se necessárias, transformá-las em "notas finais". Agradecimentos poderão ser incluídos no final.

7. Os autores são responsáveis pelas idéias expostas em seus trabalhos, como também pela responsabilidade técnica e veracidade das informações, dados, etc, apresentados. Os editores não se responsabilizam pelo conteúdo dos textos publicados.

8. A organização do trabalho deve respeitar a sequência abaixo:

- título do trabalho;
- informações complementares do(s) autor(es);
- formação superior;
- referência profissional;
- endereço p/ correspondência;
- telefones, telefax e e-mail;
- resumo;
- texto completo.

9. Normas para referências bibliográficas:

Citações no texto:

(AUTOR(ES), ano: p. ou pp.).

Livros:

AUTOR(ES) SOBRENOME(S), Nome(s). Título em negrito. Local: Editora, ano.

Capítulos:

AUTOR(ES) SOBRENOME(S), Nome(s). "Título do Capítulo". In: AUTOR(ES) SOBRENOME(S), Nome(s)(ed) ou (org). Título em negrito. Local: Editora, ano.

Artigos:

AUTOR(ES) SOBRENOME(S), Nome(s). " Título do Artigo", Título do Periódico em negrito, Local, número, volume, mês/ano, páginas.

Teses, dissertações, monografias:

AUTOR, SOBRENOME, Nome. Título em negrito. Local: Instituição. (tese, dissertação ou monografia), ano.

Outras publicações (relatórios, ensaios, etc):

AUTOR(ES) ou INSTITUIÇÃO. Título em negrito. Local: órgão institucional responsável pela publicação, ano.

Leis, decretos, etc:

LOCAL DA JURISDIÇÃO. Título e número em negrito, data.

Os trabalhos enviados serão analisados , podendo ou não ser publicados. Todos/as que enviarem trabalhos para a revista dão a esta plenos direitos de publicação. A Revista não se responsabiliza pelas idéias e pelo conteúdo dos trabalhos.

Enviar para projetovida@uol.com.br

Assunto: Publicação para revista EA em Ação

8.4. Ilustrações da bacia hidrográfica do rio Maquiné

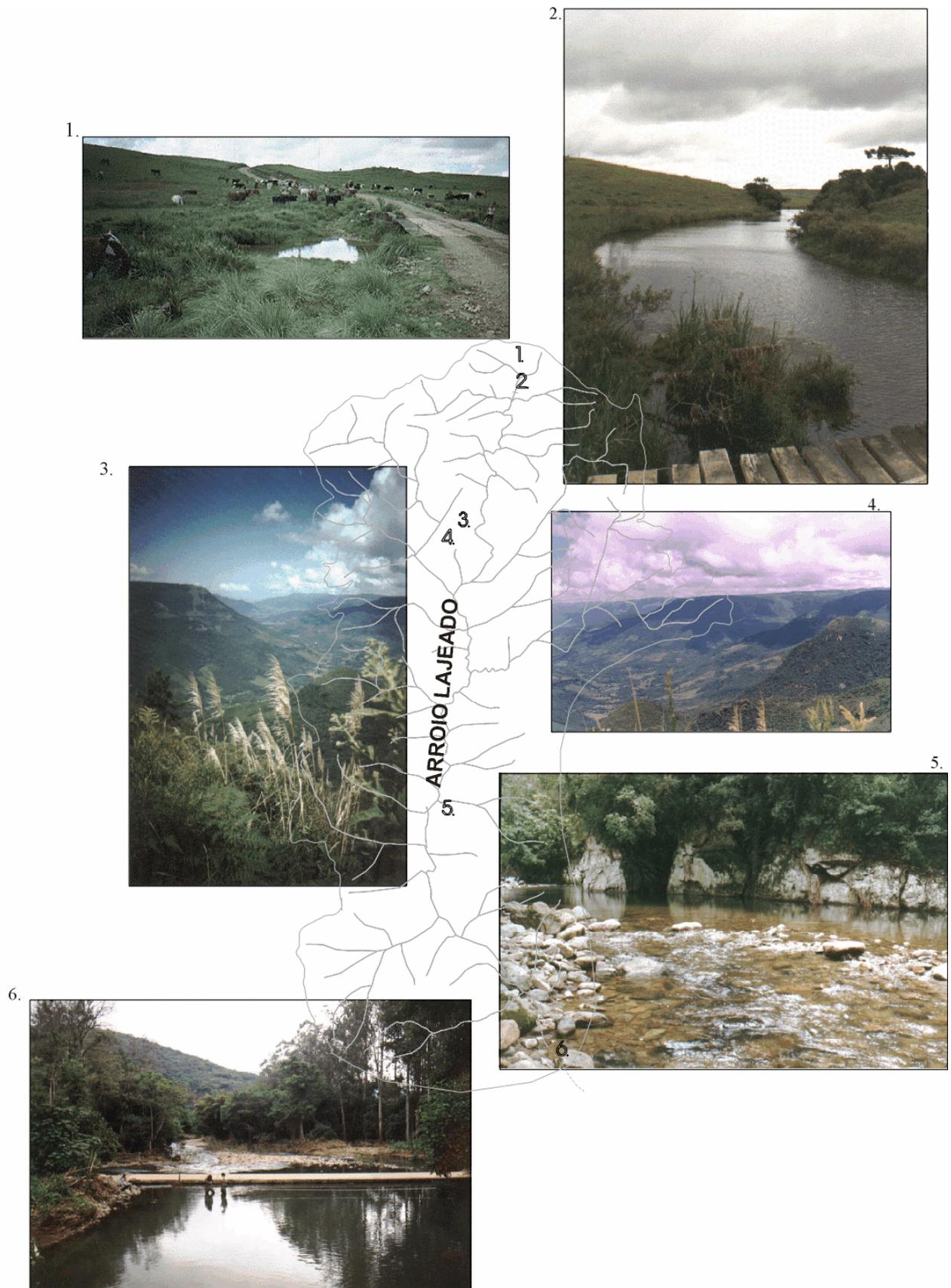
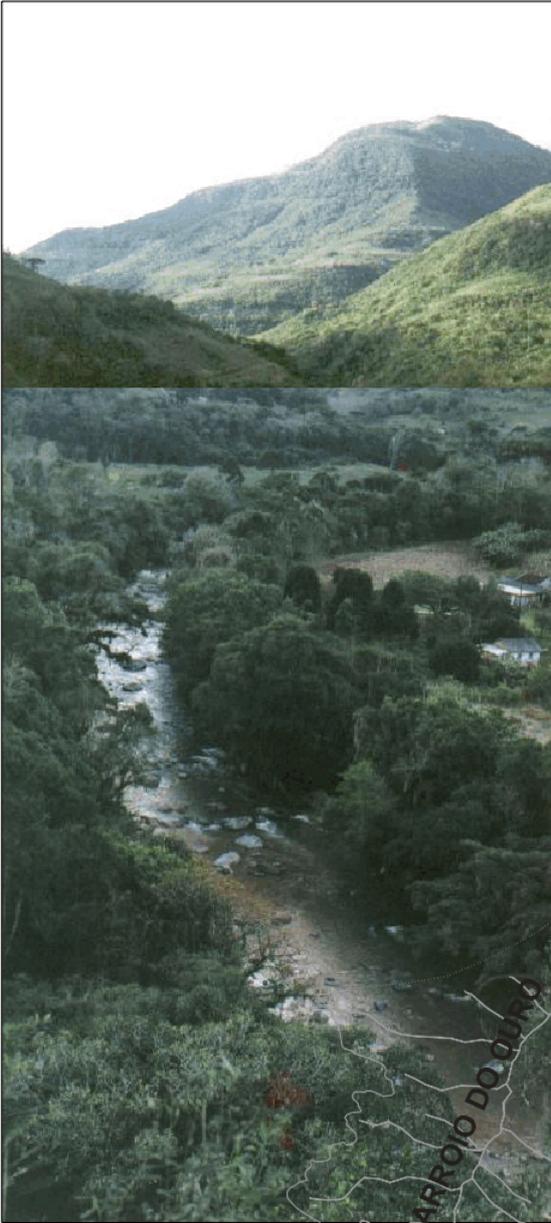


Figura 1. Foto 1: Gado nas nascentes do arroio Lajeado; Foto 2: Ponto 1, nascente do arroio Lajeado; Foto3: vista da margem esquerda do vale do rio Maquiné; Foto 4: vista da margem direita do vale do rio Maquiné. Foto 5: Ponto 2, arroio Lajeado, localidade do Serrito; Foto 6: Ponto 5, foz do arroio Lajeado. Bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS.

7.



8.



10.

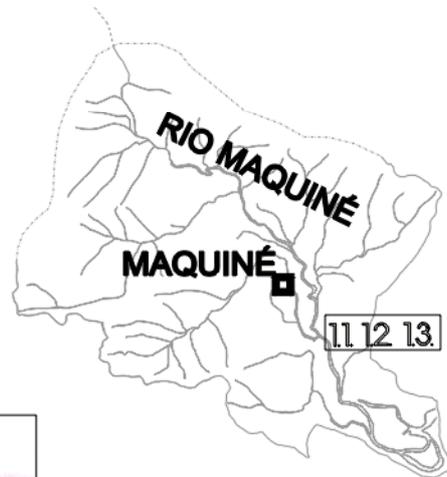
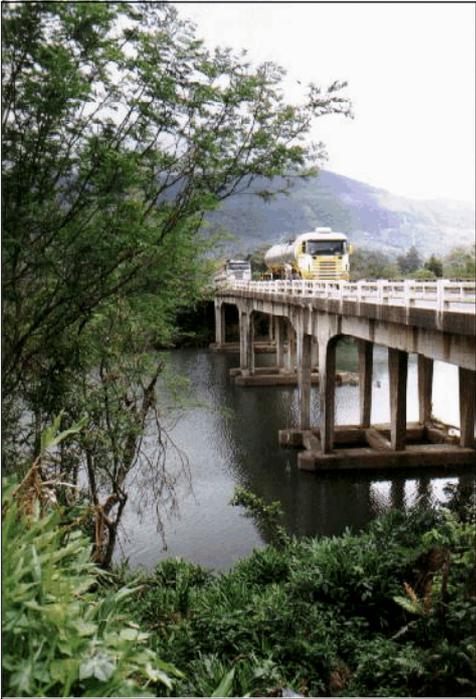


Figura 2. Foto 7: Arroio Lajeado; Foto 8: Ponto 3, arroio Carvão; Foto 9: Ponto 4, arroio Forqueta; Foto 10: Ponto 6, rio Maquiné. Bacia hidrográfica do rio Maquiné, RS.

11.



12.



13.

