



# Qualidade da água da rede hídrica do Lajeado São José utilizada para abastecimento urbano da cidade de Chapecó, SC

Ivan Tadeu Baldissera<sup>1</sup>, Daiana Bampi<sup>2</sup>, Adriana L. Santana Klock<sup>3</sup> e Jovane Bottin<sup>4</sup>

**Resumo** – O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade das águas do Lajeado São José, que abastece a cidade de Chapecó, considerando variáveis físico-químicas e microbiológicas. As amostras foram coletadas mensalmente em quatro pontos da microbacia, no período de junho de 2007 a março de 2008. Os pontos de coleta ficaram assim distribuídos na microbacia: ponto 1 – localização mais elevada da microbacia e representa a contribuição urbana e rural; ponto 2 – contribuição da atividade suinícola; ponto 3 – representa contribuição urbana; e ponto 4 – localizado próximo ao reservatório de captação da Companhia Catarinense de Água e Saneamento (Casan), representa o somatório de todos os pontos a montante. Os parâmetros analisados foram: coliformes fecais, OD, turbidez, pH, P-total, nitrato, amônia, DBO e os metais cobre (Cu), zinco (Zn) e chumbo (Pb). Observou-se que os valores para alguns parâmetros estão acima do permitido pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) para água de classe 1, principalmente nos pontos de monitoramento 2 e 3. A aplicação do índice de qualidade de água (IQA) permitiu o enquadramento desses pontos na classe ruim de qualidade da água e os pontos 1 e 4 na classe aceitável.

**Termos para indexação:** monitoramento hídrico, qualidade da água, poluição.

## Water quality of the São José stream network used for water supply to the city of Chapecó, SC, Brazil

**Abstract** – The objective of this study was to evaluate the water quality of the São José stream which supplies the city of Chapecó, southern Brazil, considering some physical-chemical and microbiological indicators of water quality. The samples were collected monthly from June 2007 to March 2008 at four points of the stream. The sampling points in the watershed were distributed as follows: point 1 – the highest watershed represents both the urban and the rural contribution; point 2 – the contribution of pig raising activity; point 3 – represents the urban contribution; and point 4 – located near the Casan reservoir, is the sum of all points upstream. The measured parameters were excremental matter, DO, turbidity, pH, total-P, nitrate, ammonia, BOD and metals Cu, Zn and Pb. The results demonstrated the occurrence of values, for some parameters, above the permitted by the Conama Resolution 357/2005 for water class 1, mainly at monitoring points 2 and 3. The implementation of the water quality index (IQA) allowed the classification of points 2 and 3 as of poor quality, and points 1 and 4 as of acceptable quality.

**Index terms:** hydric monitoring, water quality, pollution.

## Introdução

Nos últimos anos, ficou evidente que a população humana tem causado impacto sobre o ambiente natural, afetando os ecossistemas aquáticos e

causando crescente preocupação com relação à poluição e à qualidade deles. Por essa razão, cada vez mais existe a necessidade de se avaliar e monitorar a qualidade desses mananciais.

O desenvolvimento do Oeste Catarinense caracterizou-se pela exploração intensiva dos recursos florestais que, por muitas décadas, foi a base econômica da região. Um dos

Aceito para publicação em 24/8/10.

<sup>1</sup> Eng.-agr., M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0640, e-mail: [ivantb@epagri.sc.gov.br](mailto:ivantb@epagri.sc.gov.br).

<sup>2</sup> Bióloga, Fundagro/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0635, e-mail: [daianabampi@yahoo.com.br](mailto:daianabampi@yahoo.com.br).

<sup>3</sup> Química, M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), fone: (49) 3361-0635, e-mail: [adrianaklock@epagri.sc.gov.br](mailto:adrianaklock@epagri.sc.gov.br).

<sup>4</sup> Bióloga, Prefeitura Municipal de Chapecó, Rua Assis Brasil, 48D, 89812-000 Chapecó, SC, fone: (49) 3329-5939, e-mail: [jobottin@prefeituramunicipal.org.br](mailto:jobottin@prefeituramunicipal.org.br).

passivos ambientais desse modelo foi a supressão da faixa ciliar, que acarreta redução da biodiversidade local, bem como o assoreamento dos rios e o comprometimento da qualidade de suas águas. As matas ciliares são indispensáveis para a harmonização entre os sistemas produtivos, o modo de vida das populações humanas e, principalmente, para propiciar a qualidade da água e manter o fluxo gênico entre as espécies da flora e da fauna (Cardoso-Leite et al., 2004). Quando esses rios ou riachos sofrem alterações, perturbando o ecossistema, são classificados como poluídos, pois apresentam modificações nas características físico-químicas e biológicas da água. A poluição pode ter várias origens: doméstica, industrial e também a provocada por poluentes de origem animal, principalmente os dejetos de suínos e bovinos (Ferri, 1993; Gonsalves, 2000).

De acordo com Gonsalves (2000), o sistema de abastecimento do Estado de Santa Catarina caracteriza-se por utilizar 77% da captação de mananciais superficiais e 23% de lençóis subterrâneos. Esses mananciais superficiais, em termos de qualidade, encontram-se seriamente comprometidos em decorrência da degradação ambiental, causada por fatores como: dejetos de animais, agrotóxicos, fertilizantes, esgotos sanitários urbanos, efluentes industriais e fatores naturais, como a erosão.

O setor agrícola foi responsável pelo desenvolvimento da Região Oeste Catarinense, onde o complexo agroindustrial se destaca principalmente na produção de suínos e aves. No entanto, a exploração intensiva da atividade agropecuária também é responsável por grande parte da degradação ambiental, com destaque para o comprometimento dos recursos hídricos promovido pela carga de dejetos de suínos gerada no meio rural. Isso resulta no comprometimento de grande parte dos pequenos mananciais, que apresentam contaminação por coliformes fecais.

Conforme Feitosa & Filho (1997), os padrões de qualidade ambiental das águas visam à proteção da saúde

pública e ao controle de substâncias potencialmente prejudiciais à saúde do homem, bem como à proteção das comunidades aquáticas. Sabe-se que a água superficial é muito mais vulnerável às contaminações, oriundas da atividade humana. A poluição das águas é um problema mundial e exige séria atenção das autoridades sanitárias e dos órgãos de saneamento a fim de preservar a qualidade dos mananciais de água para consumo e a saúde da população, uma vez que a água pode atuar como veículo de transmissão de inúmeras doenças.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água do Lajeado São José, manancial de abastecimento da cidade de Chapecó, mensurando parâmetros físico-químicos e microbiológicos, tendo por referência os valores descritos na Resolução nº 357/2005, do Conama, e utilizando o IQA para expressão dos resultados.

## Material e métodos

### Área de estudo

A microbacia do Lajeado São José tem área de 7.744ha, sendo 90% dentro do município de Chapecó. O Lajeado São José tem extensão de 42,7km, sua nascente fica no município de Cordilheira Alta e a foz na barra do Rio dos Índios, no município de Chapecó. A vazão média anual é de 1.230m<sup>3</sup>/s medida na entrada do reservatório de captação de água da Casan. A área de estudo foi representada por quatro pontos: 1: localização mais elevada da microbacia próximo às nascentes, mas já com contribuição urbana e rural; 2: no terço médio da microbacia, indica a contribuição da atividade suinícola; 3: na entrada de afluente oriundo de um bairro, representa a contribuição urbana; e 4: localizado próximo ao reservatório de captação de água da Casan, representa o somatório de todos os pontos. Do ponto de vista ambiental, esta microbacia merece atenção especial, pois é considerada de classe 1 pela Legislação Estadual, Portaria nº 24/79, e contém o principal reservatório de água para o abastecimento da cidade de Chapecó.

### Coleta e análise dos dados

Foram realizadas amostragens mensais de junho de 2007 a março de 2008, totalizando 10 campanhas de coleta e 40 amostras analisadas. Em cada ponto foram avaliados parâmetros de qualidade da água, como: coliformes fecais, oxigênio disponível (OD), turbidez, pH, P-total, nitrato, amônia, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e os metais cobre (Cu), zinco (Zn) e chumbo (Pb).

As amostras foram coletadas no mesmo dia, a 0,5m da borda do rio utilizando-se frascos esterilizados, emborcados na água a 20cm de profundidade. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Águas da Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf) e analisadas. Os métodos analíticos utilizados seguiram a metodologia descrita no Standard Methods (2002). Os coliformes fecais foram determinados pelo método enzimático Colilert, para a detecção e quantificação simultânea de coliformes fecais (*E. coli*) e totais. Esse processo utiliza nutrientes indicadores que produzem cor e fluorescência ao serem metabolizados por coliformes fecais e totais quando incubados a 35°C (± 0,5°C) em um período de 24 horas.

Os resultados foram expressos em tabelas de médias e em enquadramentos possibilitados pelo IQA. Esse índice foi calculado pela somatória do produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes fecais, nitrato, amônia, fósforo total e turbidez, conforme a equação abaixo:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i \cdot w_i$$

em que:

IQA: índice de qualidade de água (número entre zero e 100);

$q_i$ : qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro (número entre zero e 100) obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade" em função de sua concentração ou medida.

$\prod$ : constante de  $\pi = 3,1416...$

$w_i$ : peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro (número entre zero e 1) ▶

atribuído com função de sua importância para a conformação global de qualidade, sendo:

$$e^{w_i} = 1^n$$

$$i=1$$

em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

A adoção do IQA é uma tentativa de expressar, em um valor, informações disponíveis isoladamente nos vários parâmetros determinados no presente estudo. Sua aplicação pode estabelecer uma linguagem de comunicação mais simples, contribuindo como instrumento para o gerenciamento de microbacias ou, ainda, para programas de educação ambiental (Deschamps et al., 2003).

Em síntese, é um número graduado de zero a 100, que pode representar a qualidade da água de uma determinada amostra, após a análise de seus diferentes parâmetros.

A Tabela 1 mostra as faixas de enquadramento, relacionando-as com a simbologia de cores e o correspondente atributo de qualidade da água.

Tabela 1. Classes e simbologia do IQA para os parâmetros de qualidade da água

Classes (valores de IQA)	Simbologia (cor)	Atributo de qualidade da água
90 a 100	Azul	Excelente
70 a 89	Verde	Boa
50 a 69	Amarelo	Aceitável
30 a 49	Laranja	Ruim
0 a 29	Vermelho	Péssima

Esse recurso visual favorece a compreensão dos valores de IQA obtidos a partir do somatório dos valores individuais dos oito parâmetros avaliados neste estudo. Cada parâmetro tem seu  $q_i$  (concentração) e o  $w_i$  (peso em função da importância), o que permite conhecer o valor da contribuição de cada um na obtenção do IQA.

## Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das médias e do desvio

padrão para os dados físico-químicos e biológicos obtidos a partir das dez coletas realizadas no período de junho de 2007 a março de 2008. Observa-se que todos os pontos mostram valores de coliformes fecais, turbidez e fósforo total acima do valor máximo permitido (VMP) para rios de classe 1, segundo a Resolução nº 357/2005, do Conama.

Os altos valores de coliformes fecais encontrados nas águas do lajeado são indicativos da contaminação por dejetos e também por esgoto doméstico, uma vez que tanto os pontos de contribuição rural (ponto 2) quanto o ponto de contribuição urbana (ponto 3) tiveram níveis elevados de contaminação. Isso é preocupante, pois esse indicador permite verificar a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera.

Os altos valores de fósforo encontrados, principalmente nos pontos 2 e 3, sugerem contaminação

origem desse nutriente a partir de áreas agrícolas tem sido colocada em relevância como indicador de qualidade da água (Parry, 1998). Sharpley & Rekolainen (1997) relatam que o aporte de fósforo aos recursos hídricos tem como principal agente o uso urbano, seguido pelo uso agrícola do solo.

Além dos altos valores de fósforo, a turbidez elevada indica que há ausência de vegetação marginal (mata ciliar), pois a turbidez tem ligação direta com a precipitação e o escoamento superficial da água. Em ambientes com deficiência de cobertura vegetal, as águas das enxurradas carregam consigo compostos orgânicos e minerais provenientes da superfície da bacia hidrográfica diretamente para o rio, dando-lhe aspecto turvo.

Os valores de pH, nitrato e amônia apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução nº 357/2005, do Conama, mas muito próximos do VMP. Os valores de DBO para os pontos 1, 2 e 4 encontram-se dentro do limite permitido; já o ponto 3 apresentou valores acima do permitido pela legislação. Para Branco & Pana (1991), a DBO é excelente indicadora das condições de poluição orgânica do meio, sendo fundamental nos estudos que objetivam a preservação do equilíbrio ecológico.

Para OD, apenas os pontos 2 e 4 se encontram adequados. Conforme Derisio (1992), o oxigênio dissolvido é um elemento de importância vital para os seres aquáticos aeróbios, sendo introduzido na água através do ar atmosférico e do fenômeno da fotossíntese e variando muito em seu teor, de acordo com a temperatura e altitude do corpo d'água. Segundo Maier (1998), quando um poluente é introduzido, há um rápido decréscimo na concentração de oxigênio, sendo essa situação mantida pelo tempo necessário à decomposição aeróbia, a qual é variável e dependente da quantidade e do poder poluente do despejo e da capacidade de autodepuração do rio. Essa capacidade é muito favorecida pelo turbilhamento da água nos trechos

<sup>5</sup>Excesso de nutrientes na água, que ocasiona o crescimento exagerado de algas e a diminuição do oxigênio disponível, provocando a morte dos peixes e outros organismos aquáticos, com redução na qualidade da água e alterações no ecossistema.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos e biológicos nas águas do Lajeado São José, Chapecó, SC

		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	VMP <sup>(1)</sup> para águas classe 1
<b>Coliformes fecais</b>	Média	2.201,10	36.348,90	103.722,14	2.698,80	200nmp/100ml <sup>(2)</sup>
	Desvio padrão	2.903,28	78.008,30	64.940,08	3.427,82	
<b>OD</b>	Média	5,98	6,9	3,97	7,05	6mg/L O <sub>2</sub> (mínimo) <sup>(3)</sup>
	Desvio padrão	1,28	0,8	1,7	0,45	
<b>Turbidez</b>	Média	61,02	229,6	383,85	96,41	40 UT <sup>(4)</sup>
	Desvio padrão	91,39	566,5	672,25	122,26	
<b>pH</b>	Média	7,39	7,28	7,09	7,25	6 a 9
	Desvio padrão	0,26	0,3	0,34	0,27	
<b>P-total</b>	Média	0,34	0,64	0,87	0,43	0,025mg/L
	Desvio padrão	0,23	0,7	0,64	0,2	
<b>Nitrato</b>	Média	4,9	5,92	7,85	5,5	10mg/L
	Desvio padrão	2,25	3,5	3,4	2,17	
<b>Amônia</b>	Média	1,38	1,74	5,18	1,52	- <sup>(5)</sup>
	Desvio padrão	1,79	2,1	1,48	1,86	
<b>DBO</b>	Média	2,2	2,34	9,16	1,74	3 mg/L O <sub>2</sub>
	Desvio padrão	1,19	1,6	4,08	1,3	

<sup>(1)</sup> Valor máximo permitido.

<sup>(2)</sup> Número mais provável em 100ml de água.

<sup>(3)</sup> Valor mínimo para OD (oxigênio disponível) permitido para enquadramento em água de classe 1.

<sup>(4)</sup> Unidade de turbidez.

<sup>(5)</sup> Sem valor de enquadramento.

Nota: Ponto 1 = próximo de nascentes; ponto 2 = área com suinocultura; ponto 3 = contribuição urbana; ponto 4 = captação da Casan.

acidentados do rio onde a difusão do oxigênio do ar atmosférico para o meio líquido é facilitada.

O ponto 3, que representa a contribuição urbana, mostrou um maior grau de contaminação em todos os parâmetros analisados, indicando altos níveis de poluição por esgotos domésticos e efluentes industriais.

Na Tabela 3 estão representados os valores do IQA obtidos a partir de uma média de dez coletas. Com base nessas médias, pode-se observar que o ponto 3 (que representa a contribuição urbana), seguido do ponto 2 (que representa a atividade suinícola), apresentou IQA na classe ruim. Os pontos 1 e 4 apresentaram IQA na classe aceitável. Os parâmetros que mais contribuíram para a classificação da água dos pontos 2 e 3 como ruim foram coliformes fecais, OD, turbidez, DBO e P-total, (Tabela 2). Esses parâmetros foram mais determinantes devido à importância nas condições ambientais da região, afetada pela produção de grandes quantidades de material orgânico de origem animal no meio rural, e pela carência de recolhimento e tratamento do esgoto urbano-industrial nas cidades. O impacto maior sobre o

ponto 3 é exatamente o resultado da presença de efluentes domésticos e industriais não tratados; já no ponto 2, deve-se ao despejo de esterco animal. Além da carga de efluentes não tratados, tanto de origem animal quanto humana, a ocupação urbana indiscriminada é uma forte ameaça à estabilidade ambiental da microbacia do Lajeado São José. O comprometimento da qualidade da água é mais acentuado na região urbana do município, seguida pela região de suinocultura.

Considerando apenas os valores médios observados em cada ponto de coleta, não é possível observar tendências claras quanto à qualidade da água ao longo do tempo. Isso pode ser visualizado na Figura 1, onde estão representados os valores de cinco

Tabela 3. Valores do IQA obtidos nos 4 pontos de coleta<sup>(1)</sup>

Ponto	Valores de IQA	Atributo de qualidade da água
1	59	Aceitável
2	45	Ruim
3	34	Ruim
4	59	Aceitável

<sup>(1)</sup> Média de 10 coletas de junho de 2007 a março de 2008.

campanhas, selecionadas aleatoriamente para o cálculo do IQA.

Assim, quanto ao ponto 3 (urbano), verifica-se a permanência na classe ruim em todas as campanhas, e ao menos em 3 campanhas o IQA aproximou-se muito da classe péssima. O ponto 2 foi considerado ruim em duas das cinco coletas apresentadas. Já os pontos 1 e 4, à exceção da 5ª campanha, apresentaram IQA oscilando entre as classes aceitável e boa.

A Figura 2 representa o grau de contaminação do Lajeado São José por Cu, Zn e Pb, onde se destaca o ponto 3 por apresentar níveis de contaminação com valores de 0,03mg/L de Cu e 0,04mg/L de Pb, bem acima dos máximos permitidos pela Resolução 357/2005, do Conama, (0,01mg/L para Pb e 0,009mg/L para Cu). Os demais pontos, 1, 2 e 4, também apresentaram valores elevados para chumbo, e o ponto 1, especificamente, apresentou o valor de 0,01mg/L de Cu, acima, portanto, do valor máximo permitido. Segundo Baker (1990), os níveis de Cu são afetados no solo e nas plantas por tratamentos que incluem fungicidas, fertilizantes, esterco de animais e resíduos urbanos e industriais. ▶

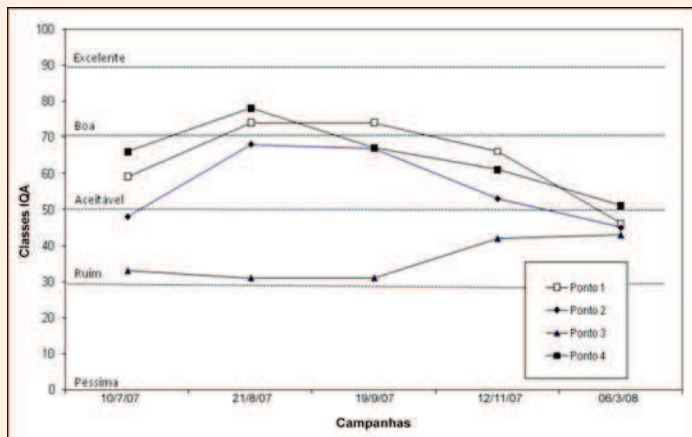


Figura 1. Valores de IQA obtidos nos quatro pontos de coleta em 5 campanhas

Os sedimentos em suspensão são o principal meio de transporte dos metais nas águas. Em seguida, esses poluentes são depositados novamente em sedimentos de fundo, tornando-se importantes reservatórios para contaminação da água e da biota (Amado Filho et al., 1999). Os resultados permitem observar a relação direta entre a turbidez e os valores dos sedimentos totais presentes na água, permitindo dizer que quanto maior o teor de sedimentos totais, maior a turbidez da água. Dessa forma, a turbidez é maior no ponto 3 (383,85 UT), exatamente onde ocorrem os maiores valores para os metais chumbo, cobre e zinco, que podem estar adsorvidos às partículas de argilominerais e matéria orgânica (Tabela 2 e Figura 2).

## Conclusões

- Os pontos 2 e 3, com IQA de 45 e 34, respectivamente, têm enquadramento na classe ruim de qualidade da água (cor laranja), e os parâmetros coliformes fecais, OD, turbidez, DBO e P-total foram determinantes para o enquadramento nesta classe.
- O ponto 3 apresenta teores de Cu e Pb acima do permitido pela legislação, e os maiores teores de Zn em relação aos demais pontos monitorados.
- Os pontos 1 e 4, com IQA de 59, enquadram-se na classe aceitável e, à exceção do ponto 1, que apresentou contaminação por Pb, não apresentaram problemas com os demais metais pesados avaliados.

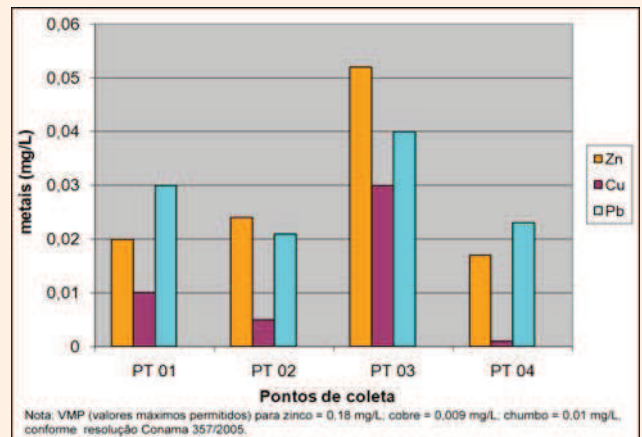


Figura 2. Concentração dos metais solúveis zinco, cobre e chumbo, no Lajeado São José, Chapecó, SC

## Literatura citada

1. AMADO FILHO, G.M.; REZENDE, C.E.; LACERDA, L.D. Poluição da Baía de Sepetiba já ameaça outras áreas. *Ciência Hoje*, v.25, p.46-49, 1999.
2. BAKER, D.E. Remediation of heavy metal contaminated soil-water system. In: ALLOWAY, B.J. (Ed.) *Heavy metals in soils*. 2.ed. Glasgow: Blackie and son, 1990. p.51-74.
3. BRANCO, S.M; PANA, R. *Hidrologia Ambiental*. v.3. São Paulo: Edusp; Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991.
4. CARDOSO-LEITE, E.; CAVALCANTI, D.C.; COVRE, T.B. et al. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de Mata Ciliar em Rio Claro/SP, como subsídio a recuperação da área. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.16, n.1, p.31-41, 2004.
5. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2009.
6. DERISIO, J.C. *Introdução ao Controle de Poluição Ambiental*. São Paulo: Signus, 1992.
7. DESCHAMPS, F.C.; NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S. et al. A qualidade da água em áreas cultivadas com arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, SC. *Anais...* Itajaí: EPAGRI, 2003. p.700-702.
8. FEITOSA, A.C.; FILHO, J.M. *Hidrologia: conceitos e aplicações*. Fortaleza: CPRM; LABHID-UFPE, 1997.
9. FERRI, M.G. *Ecologia e Poluição*. São Paulo: Melhoramentos, 1993. p.29-32.
10. GONSALVES, O.C.L. *Uso e ocupação do solo na Microbacia do Lajeado São José - Chapecó - SC e seus Reflexos na Qualidade da Água*, 2000. Dissertação de Mestrado. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
11. MAIER, M. H. Considerações sobre características limnológicas de ambiente lóticos. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.5, p. 75-90, 1998.
12. PARRY, R. Agriculture phosphorus and water quality: a U.S Environmental Protection Agency Perspective. *Journal of Environmental Quality*, v.27, p. 258-261, 1998.
13. SHARPLEY, A.N.; REKOLAINEN, S.; Phosphorus in agriculture and its environmental implications. In: TUNNEY, H.; CARTON, O.T.; BROOKES, P.C. et al. *Eds. Phosphorus loss from soil to water*. Arlington: CAB International, 1997. p.1-53.
14. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. 20.ed. Washington: American Public Health Association, 2002. ■