



## Avaliação da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do rio Pardo, RS, Brasil, com base no IQA e resolução CONAMA.

Ana Paula Wetzel<sup>1</sup>, Adilson Ben da Costa<sup>2</sup>, Eduardo Lobo Alcayaga<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC (anapaulawetzel@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Laboratório de Limnologia/Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC (adilson@unisc.br)

<sup>3</sup>Laboratório de Limnologia/Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC (lobo@unisc.br)

### Resumo

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, situada na região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, abrange 13 municípios, sendo a irrigação, o principal uso da água. Nas áreas urbanas, o lançamento de esgoto doméstico, efluentes industriais e demais resíduos, são os principais agentes contaminantes, enquanto na área rural destacam-se os agrotóxicos e fertilizantes, bem como resíduos oriundos da criação de animais. Neste contexto, o presente trabalho apresenta os resultados da avaliação da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, através da análise de variáveis físicas, químicas e microbiológicas. Durante o ano de 2009 foram realizadas excursões científicas mensais a estações de coletas selecionadas ao longo da bacia. Para avaliação da qualidade da água, aplicou-se o IQA, adaptado pela FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler, bem como a Resolução nº. 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Os resultados obtidos pelas variáveis coliformes termotolerantes, fosfato e turbidez indicam que houve um decréscimo da qualidade da água desde as regiões localizadas próximas a nascente, em direção à foz, com base na interpretação da resolução do CONAMA. Os resultados do IQA mostram variações entre as classes de qualidade “Bom”, “Regular” e “Ruim”. Estes resultados evidenciam a contaminação orgânica e a eutrofização dos corpos da água como um dos principais problemas ambientais detectados na Bacia Hidrográfica do rio Pardo.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, Bacia hidrográfica do rio Pardo – RS, monitoramento ambiental.

**Área Temática:** Recursos Hídricos.

### Abstract

*The Rio Pardo Hydrographical Basin is located at Rio Grande do Sul state, Brazil, and covers 13 municipalities from whose main water uses is irrigation. At urbanized areas domestic sewage, industrial effluents and general wastewater are the main contaminants while in rural areas, main problems are related with crop seed pesticides and fertilizers, as well as non-treated livestock animal wastes. This work presents the results of the water quality assessment of the Rio Pardo hydrographical basin based on physical, chemical and microbiological variables. During 2009 monthly field excursions to the selected sampling sites along the river were made, from up reaches to lowland reaches. Water quality was based on WQI (Water Quality Index), adapted by FEPAM (Environmental Protection Foundation Henrique Luis Roessler), as well as CONAMA (National Environment Council) resolution No. 357. Results based on the interpretation of CONAMA resolution using total coliforms, phosphates and turbidity indicated that there was a decrease in water quality from upper to lowland reaches. Interpretation based on WQI shows an oscillation between "Good", "Regular" and "Bad" water classes. The results highlight organic pollution and artificial eutrophication of water bodies as the main environmental problems encountered in the basin of the Rio Pardo hydrographical basin.*

**Key words:** Water quality, Rio Pardo hydrographical basin – RS, environmental monitoring.



## 1 Introdução

A água abrange quase quatro quintos da superfície terrestre; desse total 97,0% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Entre as águas doces, 2,7% são formados por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades, não sendo economicamente viável seu aproveitamento para consumo humano (FUNASA, 2006).

Esse recurso natural é o de maior distribuição e importância na crosta terrestre, insubstituível ao ser humano e às outras formas de vida. O seu uso intenso e a degradação gerada pelas inúmeras atividades humanas, não só interferem na sua qualidade, mas também contribuem para a sua escassez. Assim, a disponibilidade de água significa que ela está presente não somente em quantidade adequada em uma dada região, mas também que sua qualidade deve ser satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos (BRAGA, et al., 2005).

As atividades humanas ocorrem geralmente em bacias hidrográficas, que segundo Sperling (2007), é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos, defluindo-os em uma seção fluvial única, denominada exutório. Essas atividades, tanto rurais como urbanas, associadas com o aumento na geração de cargas poluentes, alteram as características dos recursos hídricos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo localiza-se na região central do Rio Grande do Sul, e abrange as províncias geomorfológicas da Depressão Central e do Planalto Meridional, fazendo parte da Bacia Hidrográfica do Guaíba, a bacia mais importante economicamente do Estado. Faz parte da bacia do Pardo 13 municípios e uma população estimada em 212.531 habitantes (COMITEPARDO, 2003). O uso da água nessa bacia se destina principalmente à irrigação.

Essa bacia é fortemente povoada com intensa atividade agrícola sendo que os lançamentos de esgotos domésticos, agrotóxicos e fertilizantes são os principais agentes contaminantes. À montante do Planalto Meridional, predominam municípios com pequenas lavouras de sustento, atividades de pecuária e campos. Propriedades coloniais e áreas de remanescentes florestais compreendem o trecho intermediário da bacia, a encosta. E por fim, à jusante do Planalto Meridional já compõe a Depressão Central, fazem parte áreas planas, associadas às áreas dos principais cursos d'água, onde as várzeas são utilizadas para o cultivo de arroz irrigado, e nas zonas mais elevadas, para pecuária extensiva e cultivos agrícolas, principalmente de fumo, milho e soja. É nessa área que se encontra a maior parte populacional e industrial da bacia hidrográfica do rio Pardo.

Segundo Basso (2004), dentre os rios da bacia hidrográfica, um dos mais comprometidos é o Pardinho, afluente da margem esquerda do rio Pardo, que abastece 75% dos habitantes da maior cidade da região, Santa Cruz do Sul. O processo de desmatamento e a conseqüente erosão dos solos iniciaram com a cultura fumageira, que exige uma série de agroquímicos que influenciam negativamente a fertilidade dos solos e a qualidade das águas.

Recentes trabalhos de monitoramento ambiental em sistemas hídricos da Região Hidrográfica do Guaíba, incluindo os corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Pardo, têm demonstrado que os mesmos já apresentam sinais de eutrofização (LOBO et al., 1999; LOBO et al., 2002, 2003, 2004a,b,c,d,e; OLIVEIRA et al., 2001; WETZEL et al., 2002; HERMANY et al., 2006; SALOMONI et al., 2006, DÜPONT et al., 2007). Ainda, segundo Tundisi (2006), esta condição caracteriza de forma generalizada os cursos d'água em toda a região Sul do Brasil, conforme resultados obtidos pelo Projeto Brasil das Águas.

A eutrofização artificial resulta do enriquecimento de nutrientes, principalmente de fósforo e nitrogênio, que são despejados de forma dissolvida ou particulada nos rios, lagos, represas e áreas alagadas a partir de lançamentos de esgotos domésticos e industriais (fontes pontuais) e de aportes de fertilizantes aplicados na agricultura (fontes difusas) (BICUDO &



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

BICUDO 2008). Segundo Esteves (1998), o lançamento desses nutrientes, faz com que os teores de oxigênio dissolvido nas águas diminuam, causando a mortandade de peixes, principalmente no verão.

O nível de eutrofização está usualmente associado ao uso e ocupação do solo predominantemente na bacia hidrográfica (SPERLING, 2005), sendo que a ocupação por matas e florestas, apresenta uma baixa carga de nutrientes. Já na ocupação agrícola há a retirada da vegetação natural, e para compensar a falta de nutrientes dos vegetais, agricultores adicionam elevados índices de nitrogênio e fósforo. A ocupação urbana traz uma série de consequências, que resulta numa elevada carga de nutrientes, como por exemplo, o esgoto, que contém os nutrientes nas fezes e urinas.

Poluição da água é qualquer alteração física, química ou biológica na qualidade da água que prejudique os organismos vivos ou torne a água inadequada para consumo (MILLER, 2007). Na caracterização da qualidade da água são usados os parâmetros físicos, químicos e biológicos que representam impurezas quando ultrapassam valores estabelecidos pelas normas oficiais.

Neste contexto, este trabalho teve como propósito identificar o nível de comprometimento da qualidade da água de diferentes áreas da bacia hidrográfica do Rio Pardo, com base às Classes de Uso da resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e no Índice de Qualidade da Água (IQA).

### 2 Metodologia

Para este estudo, foram selecionadas oito estações amostrais ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Pardo, RS, constituídas pelos rios Pardo, Pardinho, Pequeno e pelo arroio Francisco Alves, localizados nos municípios de Barros Cassal, Sinimbu, Santa Cruz do Sul, Vale do Sol, Vera Cruz e Rio Pardo. Os pontos Po1, Pi3 e Pi8 estão situados no trecho superior, os pontos Pi4 e Po7 no trecho médio-inferior e os pontos Pi5, Po2 e Po6 no trecho inferior da bacia.

No período de março a dezembro de 2009, excetuando o mês de novembro devido às chuvas e enchentes na região, foram realizadas excursões científicas mensais nas estações amostrais, para medição de variáveis físicas, químicas e microbiológicas. Foram considerados como parâmetros de avaliação de poluição orgânica e eutrofização, as seguintes variáveis: temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio após cinco dias, nitrogênio amoniacal, fosfato, sólidos totais dissolvidos e coliformes termotolerantes.

As amostras foram coletadas na superfície utilizando-se frascos de vidro e/ou polietileno, de 300 a 1000 ml, acondicionadas em caixa térmica contendo gelo e analisadas no dia seguinte à coleta, com exceção das variáveis, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes feitas no mesmo dia, até seis horas após a coleta. As técnicas utilizadas na coleta das amostras para determinações físicas e químicas encontram-se descritas em American Public Health Association (APHA, 2005).

Com base nas análises físicas, químicas e microbiológicas, a avaliação da qualidade da água foi feita utilizando a resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005). Esta resolução classifica as águas doces em cinco classes diferentes, em função dos usos a que se destinam. Foi utilizado também o Índice de Qualidade da Água (IQA), seguindo as recomendações da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM (FEPAM, 2010) a partir do modelo proposto pela *National Sanitation Foundation* (NSF), considerando as variáveis: saturação de oxigênio dissolvido, pH, demanda bioquímica de oxigênio, fosfato total, turbidez, nitrogênio amoniacal, sólidos totais dissolvidos e coliformes termotolerantes.



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

### 3 Resultados e Discussão

Interpretando os resultados, conforme a resolução nº 357 do CONAMA, de forma geral há um decréscimo da qualidade da água desde a nascente à foz. Na Tabela 1, nota-se que nos trechos superiores (Po1, Pi8 e Pi3), 63,0% das coletas classificaram-se na Classe 1. No mês de maio, as três estações amostrais dos trechos superiores enquadram-se na Classe 3, pela variável coliformes termotolerantes. Já em março, a estação Pi8, enquadrou-se nessa mesma classe, tendo como base a variável fosfato. No mês de outubro, a estação Po1, importante por ser uma das nascentes do Rio Pardo, classificou-se em Classe 4 devido a variável coliformes termotolerantes, com um valor muito acima do limite estabelecido pelo CONAMA.

Tabela 1 – Interpretação dos resultados obtidos, a partir da resolução CONAMA nas oito estações amostrais

Estação Amostral	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Dez
Po1	1	1	3	1	1	1	1	4	1
Pi8	3	2	3	2	2	1	1	1	2
Pi3	2	1	3	1	1	1	1	1	1
Pi4	3	1	4	1	3	1	2	2	2
Po7	3	2	2	3	2	3	2	2	3
Pi5	4	4	4	4	4	3	3	2	4
Po2	4	4	2	2	4	2	2	4	4
Po6	4	2	2	2	2	2	2	4	3

Legenda:



Nos trechos médio-inferiores (Pi4 e Po7), as estações enquadram-se nas Classes 1, 2 e 3, e apenas a estação Pi4, em maio, classificou-se na Classe 4 devido a variável coliformes termotolerantes, com um valor de 5400 NMP 100 mL<sup>-1</sup>.

Quanto aos trechos inferiores (Pi5, Po2 e Po6), observa-se um maior enquadramento (48,2%) na Classe 4, indicado pelas variáveis coliformes termotolerantes, fosfato e turbidez. Destaca-se a estação Pi5, que se enquadrou na maior parte do ano em Classe 4, indicado principalmente pelas variáveis coliformes termotolerantes (Figura 1) e fosfato (Figura 2). Segundo Train (1979), o maior problema do fosfato na água não é a sua toxicidade, mas a possibilidade de originar ou acelerar processos de eutrofização.

### Pi5 - Coliformes Termotolerantes

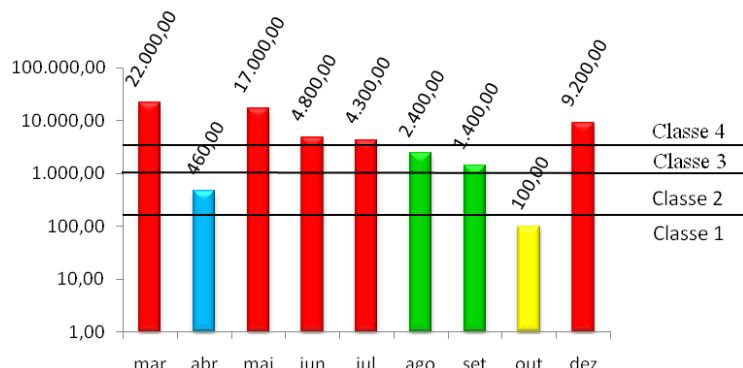


Figura 1 – Resultados obtidos da variável coliformes termotolerantes, na estação Pi5, durante o ano de 2009



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

### Pi5 - Fosfato

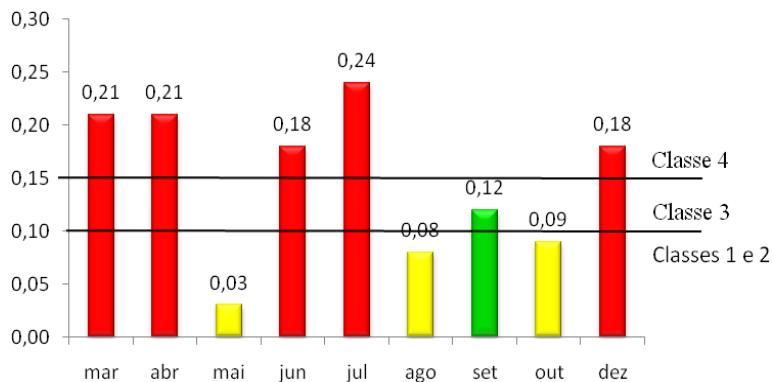


Figura 2 – Resultados obtidos da variável fosfato, na estação Pi5, durante o ano de 2009

Os resultados obtidos pela variável turbidez (Figura 3), indicaram que duas estações amostrais dos trechos inferiores (Po2 e Po6) do Pardinho e Pardo, no mês de julho e outubro, enquadram-se na Classe 4, enquanto que as três estações desse trecho, ficaram 66,7% enquadrada nas Classes 2-3 do CONAMA, uma vez que a resolução não especifica valores para diferenciar uma da outra.

### Trechos Inferiores - Turbidez

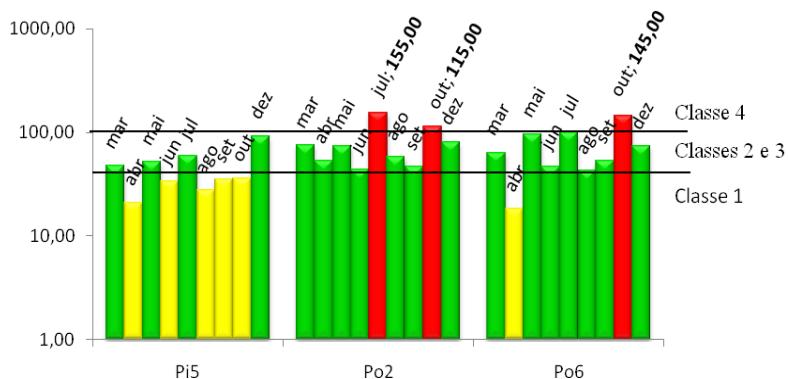


Figura 3 – Resultados obtidos da variável turbidez, nos trechos inferiores da bacia hidrográfica do rio Pardo, durante o ano de 2009

Com os resultados obtidos através do Índice de Qualidade da Água (IQA), nas oito estações amostrais investigadas neste estudo (Tabela 2), observa-se que a qualidade da água apresenta variações entre as faixas “Bom” (36,1%), “Regular” (57,0%) e “Ruim” (6,9%), destacando nessa última faixa, as estações amostrais do trecho inferior, Pi5, Po2 e Po6. Esses resultados se dão basicamente em função das variáveis coliformes termotolerantes, fosfato e turbidez.

De forma geral observou-se que não houve uma concordância entre os resultados obtidos pelo IQA e pela aplicação da resolução CONAMA 357/2005, uma vez que a qualidade da água usando o IQA foi, em média, regular, enquanto que usando a resolução CONAMA foi muito ruim. Este fato sugere uma revisão dos pesos relativos das variáveis que constituem o IQA, visando a sua adequação às normas brasileiras.



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

Tabela 2 – Interpretação dos resultados obtidos, a partir do Índice de Qualidade da Água (IQA) nas oito estações amostrais durante o ano de 2009

Estação Amostral	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Dez
Po1	79,2	77,1	58,1	76,1	70,2	76,0	75,1	58,1	76,4
Pi8	72,8	71,5	58,8	70,0	69,2	74,8	73,2	75,9	71,9
Pi3	75,4	74,8	59,4	73,7	73,6	74,1	69,5	75,0	75,9
Pi4	75,2	73,9	57,7	72,6	62,7	72,0	68,2	73,1	72,3
Po7	63,9	61,7	61,4	54,5	66,4	58,9	65,0	70,7	62,4
Pi5	50,4	56,9	50,2	54,4	53,7	59,0	61,0	70,9	52,0
Po2	56,3	66,5	69,3	67,3	43,4	67,3	64,1	55,2	45,4
Po6	53,9	78,5	63,5	65,1	53,8	63,7	63,7	50,0	56,0

Legenda:

Excelente    Bom    Regular    Ruim    Muito Ruim

## 4 Conclusões

Com base nos resultados obtidos pelas variáveis coliformes termotolerantes, fosfato e turbidez, observou-se que há um decréscimo da qualidade da água, da nascente à foz. Essas variáveis enquadram as estações amostrais dos trechos médio-inferior e inferiores em Classe 4 que segundo a resolução nº 357 do CONAMA, são águas de má qualidade, destinadas apenas à navegação e harmonia paisagística.

Pela interpretação do IQA, notou-se que a faixa “Regular” foi predominante, pelas mesmas variáveis citadas acima. Esse Índice de Qualidade da Água é uma boa ferramenta, mas precisa ser adaptado para a realidade da Bacia Hidrográfica do rio Pardo, alterando seus pesos relativos, pois esses não mostram uma harmonia com o enquadramento nas classes de uso do CONAMA.

Os resultados demonstram que a contaminação orgânica e a eutrofização dos corpos da água, destacam-se como um dos principais problemas ambientais detectados na Bacia Hidrográfica do rio Pardo.

## Referências

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of water and Wastewater**. 21 ed. Washington. 2005.

BASSO, L. A. Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul: implicações ambientais. In: VERDUM, R., BASSO, L. A., SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: editora da UFRGS, 2004. p. 85-106.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BICUDO, C.E.M. & BICUDO, D.C. Mudanças Climáticas Globais: efeitos sobre as águas continentais superficiais. In: Buckeridge, M. (ed.) **Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil**. Editora RiMa, São Paulo, p 5-19, 2008.

COMITEPARDO. COMITE DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO. Disponível em: < [http://www.comitepardo.com.br/bacia\\_riopardo.html](http://www.comitepardo.com.br/bacia_riopardo.html)> Acesso em: setembro 2009.



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

CONAMA. Resolução CONAMA nº 357 de 2005. Publicada no diário Oficial da União em 17 de março de 2005.

DÜPONT, A., LOBO, E. A., BEN DA COSTA, A., SCHUCH, M. Avaliação da qualidade da água do Arroio do Couto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Sul, v. 19, p. 56-74, 2007.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciênciæ., 1998. 602p.

FEPM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp>> Acesso em: janeiro 2010.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Ministério da Saúde, 2006.

HERMANY, G., SCHWARZBOLD, A., LOBO, E. A., OLIVEIRA, M. A. 2006. Ecology of the epilithic diatom community in a low-order stream system of the Guaíba hydrographical region. Subsidies to the environmental monitoring of southern Brazilian aquatic systems. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 18, n. 1, p. 25-40, 2006.

LOBO, E. A., BEN DA COSTA, A., KIRST, A. Avaliação da qualidade da água nos arroios Sampaio, Bonito e Grande, Município de Mato Leitão, RS, Brasil, Segundo a resolução do CONAMA 20/86. **Revista Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 2, p. 129-146, 1999.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., BENDER, P. **Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002 . 127p.

LOBO, E. A., WETZEL, C. E., BES, D. Avaliação da qualidade da água dos arroios Sampaio, Bonito e Grande, Município de Mato Leitão, RS, Brasil. **Revista Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 7, n. 2, p. 39-53, 2003.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., HERMANY, GOMEZ, N. & ECTOR, L. Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special reference to diatoms. **Vie et Milieu**, France, v. 53, n. 2/3, p. 35-45, 2004a.

LOBO, E. A., BES, D., TUDESQUE, L. & ECTOR, L. Water quality assessment of the Pardinho River, RS, Brazil, using epilithic diatom assemblages and faecal coliforms as biological indicators. **Vie et Milieu**, France, v. 53, n. 2/3, p. 46-53, 2004b.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., WETZEL, C. E., HERMANY, G. & BES, D. Water quality study of Condor and Capivara streams, Porto Alegre municipal district, RS, Brazil, using epilithic diatoms biocenoses as bioindicators. **Oceanological and Hydrobiological Studies**, Poland, v. 33, n. 2, p. 77-93, 2004c

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L., HERMANY, G., BES, D., WETZEL, C. E. & OLIVEIRA, M. A. Epilithic diatoms as bioindicator of eutrophication of lotic systems of Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 16, n. 1, p. 25-40, 2004d.



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L. M., HERMANY, G., BES, D., WETZEL, C. E. & OLIVEIRA, M. A. Utilização de algas diatomáceas como indicadores de eutrofização em sistemas aquáticos sul brasileiros. In: WORKSHOP BIOINDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EMBRAPA. CD-Rom, 2004e.

MILLER JR, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. 11. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

NSF – NATIONAL SANITATION FOUNDATION. Disponível em : <http://www.nsf.org/consumer> Acesso em: setembro 2009.

OLIVEIRA, M. A., TORGAN, L., LOBO, E. A., SCHWARZBOLD, A. Association of epiphytic diatom species on artificial substrate in lotic environments in the Arroio Sampaio basin, RS, Brazil: relationships with abiotic variables. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 4, p. 523-540, 2001.

SALOMONI, S. E., ROCHA, O., CALLEGARO, V. L., LOBO, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. **Hydrobiologia**, 555: 233-246, 2006.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452p.

SPERLING, Marcos von. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 588p.

TRAIN, R. E. **Quality criteria for water**. U.S. Environmental Protection Agency. Castle House publications. Washington, 1979.

TUNDISI, J.G. **O Futuro dos Recursos Hídricos no Brasil**. Projeto Brasil das Águas. Disponível em <http://www.brasildasaguas.com.br/>. 2006.

WETZEL, C. E., LOBO, E. A., OLIVEIRA, M. A., BES, D. & HERMANY, G. 2002. Diatomáceas epilíticas relacionadas a fatores ambientais em diferentes trechos dos rios Pardo e Pardinho, Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil: Resultados preliminares. **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 2, p. 17-38, 2002.