



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM BACIA-ESCOLA URBANA NA CIDADE DE SANTA MARIA – RS¹

Fernando Ernesto Ucker²; Cristian Foletto³; Pedro Daniel da Cunha Kemerich⁴

RESUMO

Situado do município de Santa Maria – RS, o Arroio Esperança encontra-se em uma microbacia com ocupações urbanas tanto regular quanto irregular. Através das degradações causadas pelo homem, a qualidade dessa água têm sido alterada constantemente. Este trabalho teve como objetivo realizar o diagnóstico da qualidade da água de uma microbacia urbana com o uso do Índice de Qualidade de Água (IQA). As coletas de amostras da água foram realizadas durante os meses de março, abril, maio, junho e julho de 2009. Os parâmetros analisados foram temperatura, pH, OD, DBO, turbidez, coliformes fecais, nitrato, fósforo e resíduos totais fixos. A qualidade água foi classificada pelo IQA como muito ruim, tendo como principal responsável pela sua degradação a presença de matéria orgânica decorrente do lançamento de esgoto doméstico.

Palavras-chave: Arroio Esperança; Índice de Qualidade da Água; Microbacia; Degradação.

INDEX OF WATER QUALITY IN URBAN RIVER SCHOOL IN SANTA MARIA – RS

ABSTRACT

Located in the municipality of Santa Maria - RS, the Arroio Esperança lies in a watershed with regular and irregular urban occupations. Through the degradation caused by man, the quality of water has been changed constantly. This study aimed to make the diagnosis of water quality of an urban watershed using the Index of Water Quality (WQI). The collection of water samples were taken during the months of March, April, May, June and July 2009. The parameters analyzed were temperature, pH, dissolved oxygen (OD), DBO, turbidity, fecal coliform, nitrate, phosphorus and total residues fixed. The water quality was classified by the WQI as very bad, with the primary responsibility for its degradation in the presence of organic matter due to untreated sewage.

Keywords: Arroio Esperança, Quality of water; Watershed; Degradation.

Trabalho recebido em 27/10/2009 e aceito para publicação em 23/12/2009.

¹ Projeto de Iniciação Científica – Centro Universitário Franciscano - UNIFRA

² Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano - UNIFRA, Rua Pinheiro Machado, 2430. Apto 404-B. CEP.: 97050-600, Centro, Santa Maria, RS. Fone (55) 9917-0893. Email: ferucker@hotmail.com

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental – Centro Universitário Franciscano - UNIFRA. Email: cristianfoletto@bol.com.br

⁴ Professor orientador – Centro Universitário Franciscano - UNIFRA. Email: pdck@pop.com.br

1. INTRODUÇÃO

Substância vital para o desenvolvimento dos ecossistemas, a água faz parte do patrimônio do nosso planeta. De acordo com Telles & Costa (2007), podemos considerar que a quantidade total de água na terra é de 1.386 milhões de km³, onde apenas 2,5% deste volume constituem-se de água doce. No Brasil, a região coberta por água doce chega a ocupar aproximadamente 55.457 km², o que equivale a 8% da reserva de água doce do planeta, destacando assim nosso país no cenário mundial como um território de vasta rede hidrográfica.

Entretanto, o crescimento desordenado da população mundial, juntamente com o uso indevido da água, está levando a contaminação de mananciais, tornando a cada dia a água como um bem ainda mais valioso. O intenso uso e exploração dos recursos hídricos, já limitados, nas atividades de produção e consumo estão degradando-os. Diante disso, é cada dia mais visível a necessidade de se reduzir a poluição hídrica.

O conceito qualitativo da água é muito mais abrangente do que a caracterização da água pela fórmula H₂O. A água pura é um líquido incolor, inodoro, insípido e transparente. Porém, nunca é encontrada no seu estado de absoluta

pureza, por ser um solvente universal, contendo várias impurezas como algas, areia, argilas, minerais e compostos orgânicos. Esta ótima solubilidade é aumentada pela solubilização de dióxido de carbono existente na atmosfera e no solo como resultado da decomposição de matéria orgânica (VON SPERLING, 1996). A qualidade da água não se refere ao grau de pureza absoluto ou próximo deste, mas sim a um padrão mais próximo possível do natural da água, ou seja, como ela se encontra nas nascentes, antes do contato do homem (BRANCO, 1991). O termo “qualidade de água” se trata das características físico-químicas e biológicas e, dependendo destas características, são determinados diversos destinos para a água (MERTEN e MINELLA, 2002).

A qualidade da água de uma microbacia pode ser influenciada por diversos fatores como o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica (PEREIRA, 1997). Os principais tipos de poluição aquática são a orgânica, microbiana e a inorgânica. A poluição orgânica é caracterizada pela presença de matéria orgânica na água, assim quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, maior será a população de organismos que a decompõem, portanto maior será a quantidade de oxigênio consumida

(NUVOLARI, 2003). A poluição microbiana é resultante da descarga de resíduos humanos que possui grande variedade de patógenos, entre eles bactérias, vírus, protozoários ou organismos multicelulares, que podem causar doenças gastrointestinais (TUNDISI, 2005). Para a quantificação e qualificação microbiológica, os coliformes são os indicadores de poluição fecal mais empregado, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de animais de sangue quente, sendo eliminados em grande número pelas fezes. A poluição inorgânica é causada por compostos inorgânicos, na qual se dividem em dois grupos muito gerais: o grupo dos nutrientes e o grupo das toxinas. Algumas toxinas não são degradáveis e quando ocorrer bioacumulação pode causar problemas a seres humanos e peixes (CORRÊA, 2004). No grupo dos nutrientes encontram-se o nitrato e o fósforo. A presença destes nutrientes favorece o crescimento descontrolado das populações de algas e plantas aquáticas (causando provável eutrofização), com concomitante aumento de odores e gosto na água, que ao se decomporem consomem grandes quantidades de oxigênio. Os nitratos podem ocorrer em águas originárias de esgotos domésticos e indústrias ou da drenagem de áreas fertilizadas, podendo ser indicador cronológico da carga

poluidora (esgoto), e os fósforos de detergentes e sabões em pó (CERETTA, 2004).

No município de Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, preocupando-se com os eventos naturais e antrópicos nas bacias hidrográficas, foi elaborado o denominado “Projeto Bacia-Escola Urbana”, tendo início no ano de 2006, o qual envolve entidades como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), o Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) e a Prefeitura Municipal de Santa Maria, custeado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Objetivou-se neste trabalho a avaliação da qualidade da água do Arroio Esperança, por meio da resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, e pelo Índice de Qualidade da Água (IQA), através da análise individual dos seus 9 parâmetros constituintes: pH, turbidez, concentração de fósforo e nitrato, sólidos totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais/totais e temperatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma microbacia com característica altamente urbanizada, envolvendo situações de

urbanização regular e irregular, que engloba parte da área central do município de Santa Maria – RS, cobrindo uma área de aproximadamente 44 hectares. A coleta de amostras de efluente foi realizada nos meses de março, abril, maio, junho e julho

de 2009, no Arroio Esperança. Realizou-se uma coleta por mês, sem precipitação nas últimas 24 horas por meio de garrafas plásticas lavadas com solução de álcool 70% de 2 litros, e foram analisadas imediatamente após a coleta.

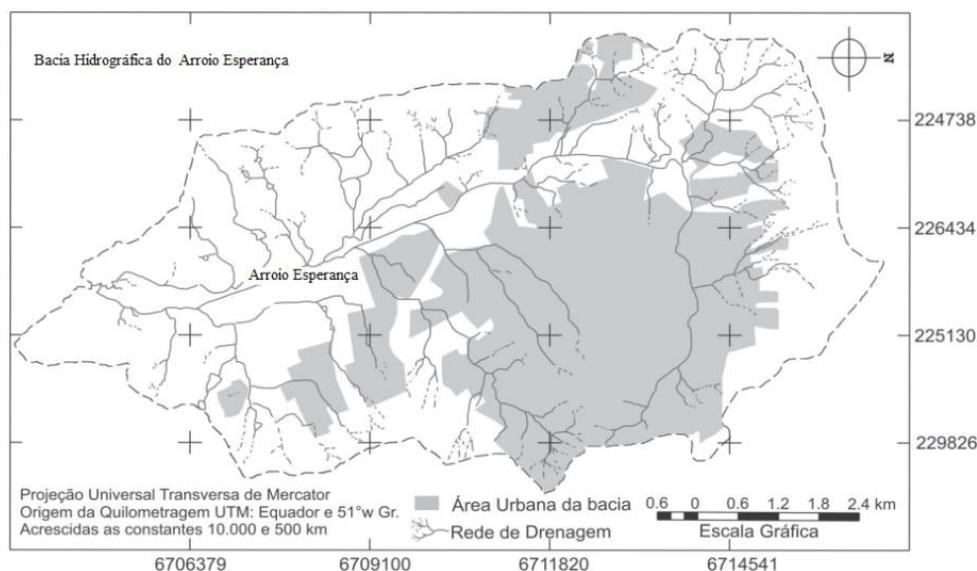


Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Esperança em Santa Maria, RS

2.1 Coleta e acondicionamento das amostras

As amostras de água foram coletadas em quatro pontos pré-definidos cujas coordenadas são: Ponto 1 (29°40'35.507" S e 53°48'58.717" W), Ponto 2

(29°40'39.168" S e 53°48'54.450" W), Ponto 3 (29°40'43.127" S e 53°48'53.809" W) e o Ponto 4 (29°40'49.199" S e 53°48'47.465" W) com altitude variando entre 96,84 e 102,4 m, conforme figura 2.



Figura 2 – Localização dos pontos de amostragem via satélite e imagem dos quatro pontos de estudo.

Procurou-se amostrar sempre no centro da seção de cada ponto utilizando-se garrafas plásticas de 2 litros, previamente esterilizadas. Após a coleta e análise imediata dos parâmetros pH, oxigênio dissolvido, temperatura e determinação da velocidade da água, as amostras dos quatro pontos foram conduzidas ao Laboratório de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano – UNIFRA, afim de serem analisados os demais parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio - DBO, coliformes fecais, turbidez, nitrato e fósforo. Para as determinações de qualidade da água foram seguidas os procedimentos descritos por MACÊDO (2003).

2.2 Índice de Qualidade da Água (IQA)

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um valor que expressa a qualidade

geral da água em um determinado local. Uma das vantagens do seu uso é a fácil compreensão, podendo dar uma idéia geral da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo, permitindo uma comparação relativa entre os pontos amostrais definidos.

Para o cálculo do IQA utilizou-se a seguinte equação aritmética, de acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2003):

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad (1),$$

onde:

- IQA = índice de qualidade da água, um número variando entre 0 e 100;
- qi = qualidade do i ésimo parâmetro, um número variando de 0 a 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida; e

- w_i = peso correspondente ao iésimo parâmetro, um número variando entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Os parâmetros aplicados para a obtenção deste IQA e os valores correspondentes aos pesos relativos para

w_i são apresentados na tabela 1. Cada parâmetro recebeu um peso de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA.

Tabela 1- Parâmetros e pesos relativos para o cálculo do IQA da CETESB.

Parâmetro	Unidade	Valor – w_i
Coliformes fecais	NMP/ ml	0,15
Fósforo Total	mg/L P	0,10
DBO	mg/L	0,10
Nitratos	mg/L NO ₃	0,10
Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17
pH		0,12
Sólidos Totais	mg/L	0,08
Turbidez	UNT	0,08
Temperatura	°C	0,10

Fonte: CETESB

Após aplicada a equação do índice de qualidade da água - IQA, que deverá originar um número variando entre 0 e

100, observamos a tabela 2, onde teremos a classificação do corpo d'água analisado.

Tabela 2 – Classificação através do IQA.

IQA	Classificação
91 – 100	Excelente
71 – 90	Bom
51 – 70	Médio
26 – 50	Ruim
0 – 25	Muito Ruim

Fonte: CETESB

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos das análises em comparação com a legislação (CONAMA, 357/05) observou-se que os valores médios do pH não apresentaram uma variação significativa, $7,58 \pm 0,17$ para o ponto 1, $7,68 \pm 0,16$ para o ponto 2, $7,63 \pm 0,09$ para o terceiro ponto e $7,64 \pm 0,12$ para o ponto de número 4, não interferindo assim na qualidade da água. Todas as amostras de pH indicam que ele se aproximou da neutralidade (valor igual a 7,0), e está dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 que é entre 6 e 9 para um corpo d'água classe III.

Os valores médios de oxigênio dissolvido também variaram pouco entre os pontos, $3,16 \pm 1,27$ para o ponto 1, $3,69 \pm 1,86$ para o ponto 2, $3,73 \pm 1,83$ para o ponto 3 e $3,26 \pm 1,29$ para o ponto número 4, em mg/L. De acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA, os valores estão fora dos estabelecidos para um rio classe III, que restringe o seu valor mínimo como 4 mg/L. Portanto, a água do Arroio Esperança apresenta valores críticos à sobrevivência de formas aeróbicas de vida e indica também a presença de muita matéria orgânica, provavelmente de esgotos domésticos (VON SPERLING, 1996).

A turbidez e os sólidos totais dissolvidos podem interferir na

penetrabilidade de luz, impossibilitando as atividades fisiológicas dos microrganismos (CETESB, 2003). Dos sólidos totais dissolvidos fazem parte os constituintes da alcalinidade, dureza e também o nitrogênio e o fósforo (VON SPERLING, 2003). Os resultados encontrados nas determinações destes sólidos e turbidez (Tabela 3) foram, em média, inferiores ao fixado pela legislação (CONAMA, 357/05), que é de 500 mg/L para sólidos totais fixos e até 100 UNT para turbidez. Os valores encontrados para a turbidez foram: $3,54 \text{ UNT} \pm 1,39$ para o ponto número 1, $4,04 \text{ UNT} \pm 2,25$ para o ponto 2, $7,32 \text{ UNT} \pm 6,02$ no terceiro ponto e $12,40 \text{ UNT} \pm 10,91$ para o ponto de número 4. Já os sólidos totais dissolvidos variaram como: $213,80 \text{ mg/L} \pm 32,42$ no ponto 1, $232,80 \text{ mg/L} \pm 39,88$ no ponto 2, $231,80 \text{ mg/L} \pm 47,14$ para o ponto de número 3 e $221,80 \text{ mg/L} \pm 26,70$ para o ponto de número 4. Pode-se então inferir que tanto a turbidez da água como os resíduos totais fixos não foram responsáveis pela alteração na qualidade da água do arroio Esperança.

Os resultados de nitrato apresentados na tabela 3 não ultrapassaram os valores estipulados para águas de classe III, que estabelece o valor máximo como 10,0 mg/L de N (CONAMA, 357/05), $1,34 \text{ mg/L} \pm 0,07$ no ponto 1, $1,18 \text{ mg/L} \pm 0,03$ no ponto número 2, $1,27 \text{ mg/L} \pm 0,06$ no terceiro ponto e $1,43 \text{ mg/L} \pm 0,16$ no ponto

de número 4. Os valores de fósforo, 0,14 mg/L \pm 0,02 no ponto 1, 0,17 mg/L \pm 0,02 no ponto número 2, 0,17 mg/L \pm 0,01 no ponto de número 3 e 0,19 mg/L \pm 0,02 no ponto de número 4, em grande parte ultrapassaram o máximo permitido para a mesma classe, que é estabelecido em 0,15 mg/L de P (CONAMA 357/05). O fósforo é um nutriente essencial para os microorganismos responsável pela estabilização da matéria orgânica. É também elemento indispensável ao crescimento de algas e quando em grandes quantidades pode levar ao processo de eutrofização de um recurso hídrico (RICHTER e NETTO, 1995). Juntamente com o nitrato, que quando presente em grandes quantidades em lagos ou reservatórios pode favorecer o desenvolvimento exagerado de microorganismos provenientes de contaminação por excretas, representa um indicador de poluição inorgânica (AZEVEDO NETTO e BOTELHO, 1991).

Os valores de DBO ficaram em 99,80 mg/L \pm 44,31 para o ponto 1, 127,40 mg/L \pm 27,01 para o ponto 2, 98,40 mg/L \pm 19,72 para o ponto 3 e 137,40 mg/L \pm 19,03 no ponto de número 4, sendo assim todos superiores ao valor máximo

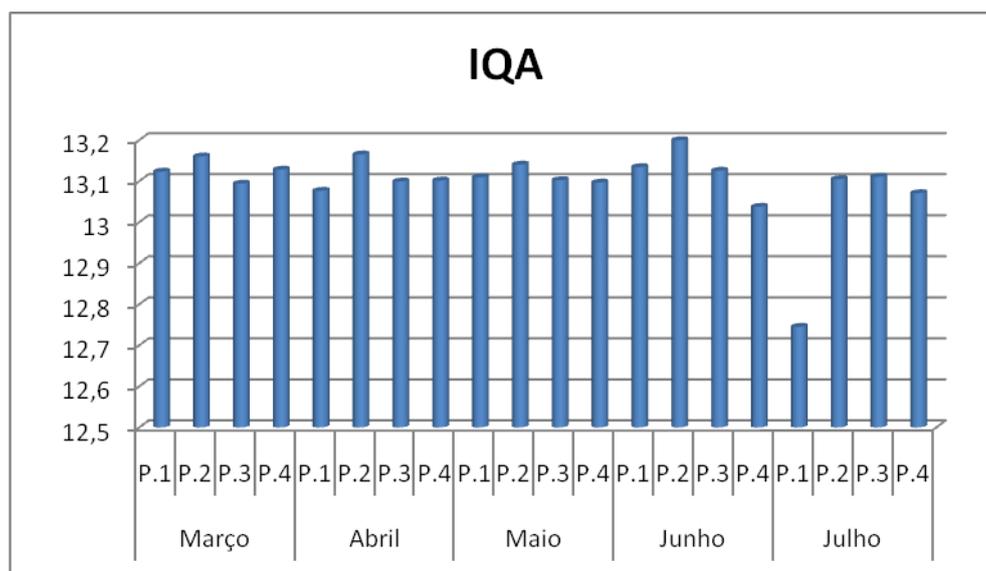
permitido pela resolução 357/05 do CONAMA, estabelecido em 10 mg/L para um rio de classe III. Este resultado indica muita presença de matéria orgânica, que pode induzir a uma redução do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2003). Portanto, os altos valores de DBO contribuem significativamente para a deterioração da qualidade da água do arroio.

Os valores de coliformes fecais médios entre março e julho ficaram em 2200 NMP/ml \pm 204,94 no ponto 1, 1444 NMP/ml \pm 421,52 no ponto 2, 2120 NMP/ml \pm 742,97 para o ponto 3 e 1940 NMP/ml \pm 336,15 para o ponto número 4, e portanto são inferiores ao valor máximo estipulado pela resolução 357/05 do CONAMA, estabelecido em 4000 NMP/ml. Estes valores indicam que o parâmetro coliformes fecais não contribui para a má qualidade do arroio. Porém, a presença de coliformes indica a possibilidade de haver contaminação da água por esgotos domésticos e o consumo da água contaminada por coliformes está associado a diversas doenças entéricas (RICHTER e NETTO, 1995).

Tabela

Tabela 3 – Média dos parâmetros determinados do ponto P.1 ao P.4 da água do Arroio Esperança em Santa Maria – RS.

Parâmetros	P.1	P.2	P.3	P.4
pH	7,58	7,68	7,63	7,64
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,16	3,69	3,73	3,26
Turbidez (UNT)	3,54	4,04	7,32	12,40
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	213,80	232,80	231,80	221,80
Fósforo (mg/L de P)	0,14	0,17	0,17	0,19
Nitrato (mg/L de N ₃)	1,34	1,18	1,27	1,43
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	99,80	127,40	98,40	137,40
Coliformes fecais (NMP/ml)	2220	1440	2120	1940
Temperatura (°C)	18,68	18,38	18,94	19,30

**Figura 3** – Resultado do Índice de Qualidade da Água do Arroio Esperança para os meses de Março a Julho de 2009.

Os valores do Índice de Qualidade da Água (IQA) do Arroio Esperança (Gráfico 1) mantiveram-se estáveis em todos os pontos analisados, durante os cinco meses de análises. A variação foi de 12,75 a 13,20, classificando assim a água do arroio como muito ruim (entre 0 e 25), segundo a

CETESB. O valor encontrado reflete o observado, pois a área apresenta esgoto a céu aberto, áreas de erosão, degradação vegetal e transporte de lixo devido ao acúmulo nas margens. Resultados semelhantes foram obtidos por outro autor, na qual foram observados grande presença

de lixo doméstico nas margens do arroio (REQUE *et al*, 2008).

4. CONCLUSÃO

Após a análise dos parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA), nos meses de março, abril, maio, junho e julho do ano de 2009, fica notória a péssima qualidade do Arroio Esperança, no município de Santa Maria – RS. Demanda bioquímica de oxigênio e oxigênio dissolvido estão entre os parâmetros que mais contribuíram para a degradação da qualidade da água do arroio. A dinâmica de uso e ocupação do solo de forma desordenada na área da microbacia contribui substancialmente para esta degradação, somando-se às cargas poluidoras de origem doméstica.

5. REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETTO, J.M.; BOTELHO, M.H.C. (1991) – *Manual de saneamento de cidades e edificações*. Editora Pini. São Paulo, 1991.
- BILICH, Marina Rolim; LACERDA, Marilusa Pinto Coelho, (2005). **Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. Goiânia-GO: 16 a 21 de abril de 2005. p. 2059-2065.
- BRANCO, S. M.; PORTO, M. F. A. & DE LUCA, S. J. **Caracterização da qualidade da água**. In: PORTO, R. L.L. (Org.) Hidrologia Ambiental. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. p. 27-66 (Coleção ABRH de Recursos Hídricos,; v. 3)
- CERETTA, M. C. **Avaliação dos Aspectos da Qualidade da água na Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Município de Santa Maria-RS**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2004.
- CETESB, Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. **Água qualidade, padrões de potencialidade e poluição**. São Paulo, SP: CETESB, 2003.
- _____. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. 2006. **Relatório de**

- Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2006.** São Paulo: CETESB. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br> Acesso em: 20 abr. 2007.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).** Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 19 de agosto de 2009.
- CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Resolução Normativa Nº 357 de 17 de Março. 2005.
- CORRÊA, Marcos Sá. **Como cuidar da nossa água.** São Paulo, SP: Bei, 2004.
- MACÊDO, J.A.B. de, **Métodos laboratoriais de análises: físico-químicas e microbiológicas.** 2. Ed. Belo Horizonte, MG. 2003.
- MERTEN, G. H. & MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v. 3, n.4, out/dez. 2002.
- NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário:** coleta transporte tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- PEREIRA, V.P. **Solo: manejo e controle de erosão hídrica.** Jaboticabal: FCAV, 1997. 56 p.
- RICHTER, Carlos A; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água.** Ed. São Paulo Edgar Blucher, 1995.
- TELLES, D. D. e COSTA, R. H. P. G.. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas.** 1. Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.
- VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2 ed. Belo Horizonte, MG: DESA, 1996.