

# AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA NO AFLUENTE DO ARROIO FERREIRA EM SANTA MARIA - RS

TATIANA FERREIRA NICOLOSO<sup>1</sup>  
CARLOS ERNANDO DA SILVA<sup>2</sup>  
TEOBALDO FREDERICO GRÄBIN<sup>3</sup>  
JULIANA MEDEIROS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Especialização de Gestores Regionais de Recursos Hídricos  
Faixa Camobi Km 9 – Campus UFSM – 97105-900 – Santa Maria, RS, Brasil  
tnicoloso@cvism.com.br

<sup>2</sup> UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
Departamento de Hidráulica e Saneamento  
Faixa Camobi Km 9 – Campus UFSM – 97105-900 – Santa Maria, RS, Brasil  
ces@ct.ufsm.br

<sup>3</sup> UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Engenharia Química  
Faixa Camobi Km 9 – Campus UFSM – 97105-900 – Santa Maria, RS, Brasil  
teobaldoufsm@yahoo.cm.br

<sup>4</sup> UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
Curso de Química Industrial  
Faixa Camobi Km 9 – Campus UFSM – 97105-900 – Santa Maria, RS, Brasil  
jmedeiros@cvism.com.br

**Abstract.** The aim of this paper is to evaluate the environmental impact of a discharge of a industrial wastewater on a small tributary of Ferreira stream, in the city of Santa Maria-RS. The hydrographic basin and its drainage area is located in industrial district covers approximately 0.87 km<sup>2</sup>. A monitoring program has been established to determine both qualitative and quantitative aspects of the water as a management instrument. Preliminary results indicate that water quality is considerate “very bad” a prior and after the discharge point of the wastewater, indicating a small environmental impact on the water quality. Pollutant loads were estimated to be 43.6 kg<sub>DBO</sub>/day and sewage effluent was the most important factor causing water pollution.

**Keywords:** Water Quality Index, Pollutant load, Hydrographic basin.

**Resumo.** O objetivo deste artigo é a avaliação do impacto ambiental do descarte de efluente industrial em um pequeno tributário do Arroio Ferreira, na cidade de Santa Maria-RS. A bacia hidrográfica e a área de drenagem do estudo fazem parte do Distrito Industrial com uma área de aproximadamente 0,87 km<sup>2</sup>. O programa de monitoramento foi estabelecido para determinar os aspectos qualitativos e quantitativos da água quando instrumento de gestão. Os resultados preliminares indicaram que a qualidade da água é considerada “muito ruim” antes e depois do ponto de descarte do efluente, indicando um pequeno impacto ambiental na qualidade da água. A carga poluidora foi estimada em 43,6 kg<sub>DBO</sub>/dia e o esgoto doméstico é o principal causador da poluição da água.

**Palavras Chaves:** Índice de Qualidade da água, Carga Poluidora, Bacia Hidrográfica.

## 1. Introdução

A acelerada demanda de água e a multiplicidade de seu uso tem acarretado crises de escassez e conflitos de interesse, perturbações sociais, e até mesmo barreiras ao crescimento econômico e à preservação ambiental, necessitando desse modo o gerenciamento dos recursos hídricos, sob os aspectos quali-quantitativos (Mota & Aquino, 2001).

Existem vários mecanismos de poluição das águas no meio ambiente, sendo que podemos destacar as principais fontes poluidoras como: lançamentos de esgotos domésticos sanitários, lançamento de esgotos industriais, lançamento de águas pluviais, lançamento direto de detritos e introdução de águas salgada, de escoamento superficial, entre outros. Tais processos alteram a qualidade da água, muitas vezes sendo inutilizadas para consumo humano e outras modalidades de vida.

Moraes (1999), salienta que baixa cobertura do saneamento básico, principalmente no meio urbano, aparece como um problema de grande relevância, resultando em esgotos “in natura”, uma causa significativa da contaminação dos cursos d’água do território nacional. Entretanto, a exploração mineral, os despejos industriais e a grande quantidade de produtos químicos do setor agrícola são fatores que contribuem em muito, no processo de “morte social dos rios”. Na mesma linha de raciocínio, Boucinhas (1995) ressalta que a poluição hídrica é agravada ainda mais pelo despejo direto de uma significativa parte dos esgotos coletados, em decorrência de não existir um sistema de interceptação e tratamento dimensionado para a demanda existente.

O resultado da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), demonstra que no Brasil 58,4% dos distritos não possuem rede coletora de esgotos. Sendo que dos distritos que possuem rede coletora (4097), apenas 33,8% realizam tratamento de esgotos. Ainda dos distritos com rede coletora, 2714 não possuem tratamento do esgoto sanitário, sendo que destes 84,6% despejam os efluentes diretamente nos rios.

Nos países em desenvolvimento a degradação da qualidade dos corpos hídricos está diretamente relacionada à poluição orgânica. A ocupação e o uso desordenados do solo, associados à falta de implantação dos serviços de saneamento básico promovem a degradação crescente destes recursos naturais.

O termo “qualidade de água” não se trata necessariamente ao estado de pureza da mesma, mas sim as características físico-químicas e biológicas e dependendo destas características são determinados diversos destinos para a água. De modo geral, a qualidade da água é definida como a sua aptidão para usos específicos diversos, como o abastecimento da população, irrigação, recreação, uso industrial, entre outros. A poluição da água ocorre com a adição de substâncias estranhas à água, eliminando ou diminuindo a sua aptidão para usos específicos. Fala-se em contaminação, quando a qualidade da água é deteriorada por microorganismos e produtos químicos que causem danos a saúde.

Do ponto de vista ecológico, a qualidade da água tem um sentido um pouco diferente e é função da condição de adaptação dos seres vivos a um certo meio. Neste caso, a qualidade da água depende dos aportes naturais dados pela chuva e pelas condições geológicas naturais e dos solos da bacia de drenagem. As águas podem ter sua qualidade deteriorada por agentes de origem inorgânica ou, orgânica, como é o caso dos coliformes provenientes de esgotos domésticos. A decomposição natural da matéria orgânica, quando acumulada, pode causar mudanças importantes

na concentração de oxigênio e nos valores de pH, com conseqüências irreparáveis para diversos seres vivos.

O diagnóstico da qualidade da água de um corpo hídrico é um instrumento importante na avaliação da situação existente, para que os órgãos competentes possam traçar diretrizes que visam a sua preservação e/ou adequação, frente aos requisitos de qualidade de enquadramento estabelecidos na Resolução CONAMA N. 20/86 (CONAMA, 1986).

Silveira, Tucci & Silveira (1998) afirmam que no âmbito do controle ambiental, o conhecimento do escoamento é fundamental para avaliar a qualidade da água de pequenos rios, decorrentes de cargas pontuais e difusas. Para se fazer uma estimativa das condições ambientais que estão sujeitas a tais cargas poluidoras, é fundamental se conhecer as vazões de estiagem do rio.

Silva et al (2002) avaliaram a influência do regime de escoamento sobre a qualidade das águas dos corpos hídricos que drenam a bacia hidrográfica do campus da UFSM, apresentando a deteriorização da qualidade em regime de estiagem.

Devido aos vários problemas apresentados em relação a qualidade da água faz-se necessário a medição de seu índice de qualidade (IQA), para a verificação de qual o grau de poluição do corpo hídrico.

O índice de qualidade da água (IQA) é um número simples que expressa a qualidade geral da água em certo local e tempo, baseado em vários parâmetros de qualidade da água. O objetivo de um índice é transformar os complexos dados de qualidade da água em informação que pode ser entendida e utilizada pela população.

Para Júnior et al (2003) o IQA é um instrumento muito útil para avaliar o desempenho de programas de controle da poluição, servindo como indicador para auxiliar a alocação de recursos nas diferentes áreas geográficas e para determinar prioridades. Porto (1991) descreve que os IQA's são muito úteis na transmissão de informações a respeito da qualidade da água, podendo dar uma idéia geral da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo. Quanto maior for o valor do IQA, melhor será a qualidade da água.

A estrutura do índice de qualidade da água foi desenvolvido pela National Sanitation Fundation (NSF) dos Estados Unidos da América (Brown et al, 1970) com base no método DELPHI, uma técnica de pesquisa de opinião que pode ser utilizada para extrair informações, buscando maior convergência nos dados dos parâmetros.

O índice do NSF – National Sanitation Fundation (Brown et al, 1970), fundamentou-se na pesquisa de opinião de especialistas em várias áreas, que indicaram os parâmetros de qualidade de água a serem considerados, os seus pesos relativos e sua qualidade relativa, segundo uma escala de valores.

Silva et al (1999) realizaram um estudo comparativo de cinco diferentes índices de qualidade da água: IQA-NSF\*-Produtório, NORTON, McDUFFIE, PRATI e DINIUS. Os autores concluíram que quatro dos cinco índices representam bem a qualidade da água do rio Paraíba, pois mostraram variações a cada ponto, principalmente o IQA-NSF\*-Produtório. O índice NORTON é o que pior representa a situação observada, por ser um índice impreciso e não adequado às condições brasileiras como, por exemplo, adotar “população servida por tratamento de esgoto” como subíndice.

Segundo Silva et al (2003) o NSF é largamente utilizado no Brasil, sendo realizadas algumas adaptações buscando-se uma melhor representatividade frente às características locais das áreas de estudo. Ide (2000) avaliou a qualidade de corpos hídricos utilizando diferentes índices de qualidade da água, sugerindo que os

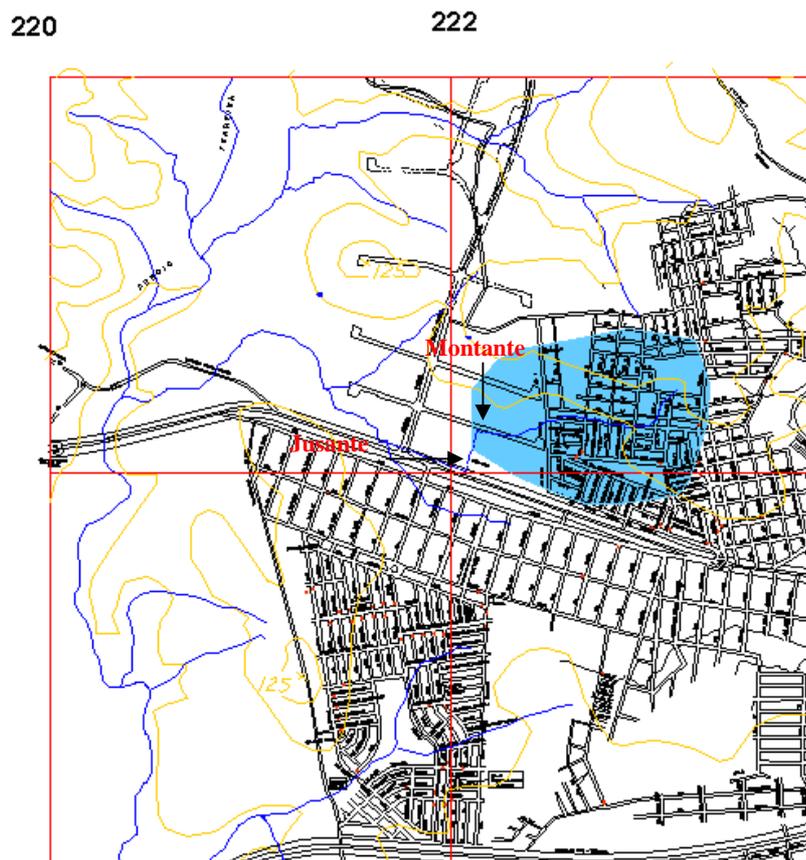
índices NSF\* (produtório) e Smith foram os que melhor refletiram a realidade regional.

O Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa da Bacia do Rio dos Sinos – COMITESINOS, adaptou o índice NSF visando atender às condições e às necessidades regionais (COMITESINOS, 1993).

O presente trabalho consiste no estudo da variação da qualidade da água do afluente da margem esquerda do Arroio Ferreira, após o lançamento do efluente de uma indústria de bebidas, através da aplicação de índice de qualidade da água e a estimativa do aporte de cargas poluidoras.

## 2. Área de Estudo

O estudo foi realizado no afluente da margem esquerda do arroio Ferreira, localizado no Distrito Industrial no município de Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 6710000 - 6714000 de latitude e 222000 - 224000 de longitude, como apresentado na **Figura 1**.



**Figura 1 – Localização da área de estudo**

A bacia hidrográfica do afluente possui uma área de drenagem de 0,87 km<sup>2</sup>. A nascente do afluente está situada em uma área urbana, com ocupação predominantemente residencial, e percorre uma extensão de 1323 m até o ponto de monitoramento e outros 2386 m até desaguar no Arroio Ferreira.

A situação geológica e estrutural da cidade de Santa Maria aponta para a presença de várias formações geológicas (Formação Sanga do Cabral, Membros Passo das Tropas e Alemoa da Formação Santa Maria e Formação Caturrita) em superfície. Os arenitos da Formação Botucatu encontram-se distantes da área do Distrito Industrial. Na direção oeste, de Santa Maria para São Pedro do Sul, seccionando parte do Distrito Industrial, ocorre um falhamento geológico noroeste que põe em contato a Formação Sanga do Cabral e o Membro Passo das Tropas da Formação Santa Maria. Ao norte do Arroio Passo da Ferreira predominam os sedimentos argilosos do Membro Alemoa da Formação Santa Maria, capeados por fina camada de arenitos, remanescentes da erosão da Formação Caturrita. Na parte leste do Distrito Industrial, nas proximidades do Arroio Cadena, a erosão das formações superiores, traz para próximo da superfície os arenitos do Membro Passo das Tropas, segundo Hidrogeo (1999).

Em relação as precipitações, as mesmas são regulares durante todo ano, não apresentando estação seca, com índices pluviométricos anuais entre 1500 mm a 1600 mm. De acordo com a caracterização de Köppen, apresenta clima subtropical, com características de invernos frios, com temperatura média do mês mais frio em torno de 13 e 15°C, e os verões quentes com temperaturas médias do mês mais quente, superior a 24°C.

### 3. Materiais e Métodos

Para avaliação da qualidade da água no afluente do arroio Ferreira foram definidos um ponto de monitoramento a montante e outro a jusante do lançamento do efluente da indústria de bebidas, para coletas das amostras de água. As medidas de vazão do afluente foram realizadas no ponto de monitoramento a montante, através do método de integração velocidade x área, com a utilização de sensor de velocidade. Algumas coletas das amostras de água foram realizadas simultaneamente as medidas de descargas para a determinação das características físico-químicas e bacteriológicas. As metodologias analíticas adotadas são descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WPCF, 1995).

O arroio apresenta uma largura de aproximadamente 1m e uma lâmina de água de 10 a 15 cm em média, em dia seco.

As variáveis de qualidade da água foram analisadas frente aos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA N. 20 (CONAMA, 1986). Para a interpretação da qualidade da água foram determinados os índices de qualidade da NSF (produtório), contemplando as adaptações do COMITESINOS (1990; 1993), como apresentado pelas **equação 1**.

$$IQA_p = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

onde:

$q_i$  : nota de qualidade da variável

$w_i$  : peso relativo da variável de qualidade

$\pi$  : produtório

A qualidade relativa de cada variável é estabelecida em curvas de variação que relacionam o respectivo valor da variável a uma nota (0 a 100), sendo o valor 100 para a melhor qualidade. A **Tabela 1** apresenta os respectivos pesos atribuídos às variáveis de qualidade e a interpretação dos índices é estabelecida na **Tabela 2**, COMITESINOS (1993).

**Tabela 1 – Pesos relativos das variáveis de qualidade da água**

| Parâmetros                     | Pesos Relativos<br>(wi) |
|--------------------------------|-------------------------|
| Oxigênio Dissolvido (mg/L)     | 0,19                    |
| Coliformes fecais (NMP/100 mL) | 0,17                    |
| pH                             | 0,13                    |
| DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)     | 0,11                    |
| Fosfato Total (mg/L)           | 0,11                    |
| Nitrato (mg/L)                 | 0,11                    |
| Turbidez (NTU)                 | 0,09                    |
| Sólidos Totais (mg/L)          | 0,09                    |

**Tabela 2 - Interpretação da qualidade de água**

| Faixas de IQA | Classificação da qualidade da água |
|---------------|------------------------------------|
| 0 - 25        | Muito Ruim                         |
| 26 - 50       | Ruim                               |
| 51 - 70       | Regular                            |
| 71 - 90       | Bom                                |
| 91 - 100      | Excelente                          |

#### 4. Resultados e Discussões

Os resultados a seguir referem-se ao monitoramento realizado no afluente da margem esquerda do Arroio Ferreira no período de fevereiro a maio/2004. A **Tabela 3** apresenta os valores médios das variáveis de qualidade da água durante o período de monitoramento, sendo que foram realizadas 34 análises.

**Tabela 3 – Variáveis de qualidade da água no corpo hídrico**

| Variável            | Unidade     | Valores médios |           | Limites Classe 2<br>CONAMA 20/86 |
|---------------------|-------------|----------------|-----------|----------------------------------|
|                     |             | Montante       | Jusante   |                                  |
| Coliformes fecais   | (NMP/100mL) | 584.000        | 406.800   | 1000                             |
| DBO <sub>5,20</sub> | (mg/L)      | 43,61          | 50,44     | 5                                |
| Fosfato             | (mg/L)      | 6,56           | 7,79      | 0,025                            |
| Nitrato             | (mg/L)      | 3,07           | 2,14      | 10                               |
| Oxigênio Dissolvido | (mg/L)      | 2,19           | 2,98      | 5                                |
| pH                  | -           | 7,21           | 7,36      | 6 a 9                            |
| Sólidos Totais      | (mg/L)      | 214,0          | 336,5     | 500                              |
| Temperatura da água | ( °C )      | 24,3           | 24,6      | -                                |
| Turbidez            | (NTU)       | 36,79          | 38,82     | 100                              |
| <b>IQA – NSF*</b>   |             | <b>16</b>      | <b>17</b> | <b>-</b>                         |

A não existência dos procedimentos de enquadramento dos corpos hídricos da área de estudo, e de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 20

(CONAMA, 1986), considera-se que o corpo hídrico deve atender aos requisitos de qualidade da classe 2. Analisando-se as variáveis de qualidade da água frente aos requisitos de qualidade, verifica-se que as variáveis DBO, coliformes fecais, oxigênio dissolvido e fosfato, não atendem aos padrões para a classe 2. Constata-se que o impacto do lançamento do efluente da fábrica de bebidas é pouco significativo na variação dos valores das concentrações das variáveis de qualidade da água, atuando como um agente de diluição para a variável coliformes fecais e nitrato, e apresenta alguma contribuição em termos de sólidos e fosfato. As variáveis em desacordo aos padrões de qualidade caracteriza-se por poluição provenientes de esgotos sanitários de origem doméstica.

A qualidade da água, interpretada frente ao NSF\* (produtório), é considerada “muito ruim” nos dois pontos de monitoramento, apresentando valores de 16 e 17 para os pontos a montante e a jusante, respectivamente, ao lançamento do efluente industrial. Observa-se que o lançamento do efluente industrial promove uma pequena melhoria no índice de qualidade da água, não alterando significativamente a qualidade do corpo hídrico. Ressalta-se que a qualidade do referido efluente atende rigorosamente aos padrões de lançamento definidos na Licença de Operação, emitida pelo órgão ambiental do estado (FEPAM).

As determinações das vazões e concentrações das variáveis de qualidade nos pontos de monitoramento permitiram o equacionamento da carga poluidora na bacia. A carga orgânica média estimada, a montante do ponto de lançamento do efluente industrial, é de 43,603 kg<sub>DBO</sub>/dia, como apresentado na **Tabela 4**. A principal origem da carga orgânica esta associada ao lançamento de esgotos domésticos, devido a ausência de rede esgotamento sanitária na área.

Na tentativa de estimar a quantidade de habitantes que podem estar contribuindo para o lançamento de esgotos a montante do corpo hídrico, considerou-se uma contribuição per capita de 40 g<sub>DBO</sub>/hab.dia. Este valor foi adotado a partir da concentração média (210 mg/L) do esgoto afluente à Estação de Tratamento de Esgotos de Santa Maria – ETE – CORSAN. Desta forma verifica-se que o equivalente populacional na área estudada é de 1090 habitantes.

**Tabela 4 – Carga poluidora e equivalente populacional**

| Data     | Vazão<br>(m <sup>3</sup> /h) | DBO<br>(g/m <sup>3</sup> ) | Carga orgânica<br>(g <sub>DBO</sub> /dia) | Equivalente Populacional <sup>1</sup><br>(hab.) |
|----------|------------------------------|----------------------------|---|---|
| 26/04/04 | 52,88                        | 44,05                      | 55905                                     | 1398  |
| 03/05/04 | 25,42                        | 43,86                      | 26758                                     | 669   |
| 10/05/04 | 46,67                        | 42,93                      | 48085                                     | 1202  |
| Média    | 41,66                        | 43,61                      | 43603                                     | 1090  |

1 – contribuição per capita de 40 g DBO/hab.dia

## 5. Conclusão

Os resultados obtidos até o momento representam uma avaliação preliminar da qualidade da água do afluente da margem esquerda do Arroio Ferreira, sendo que os parâmetros estudados são indicadores da atual situação do arroio. Mas verifica-se que há necessidade de uma análise sazonal e em horários diferentes, para avaliar se há alteração significativa da carga orgânica e das variáveis de qualidade anteriormente estudadas, e também um estudo em relação a ocupação do entorno do Arroio, verificando quais as principais fontes de contribuição para a poluição do mesmo e assim traçar metas mitigadoras com o intuito de reduzir a poluição hídrica.

## Referências

- AMERICAM PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standart methods for the examination of water and wastewater. 19 th ed. Washington, APHA/AWWA/WPCF, 1995.
- BOUCINHAS, J.F. da C. Caracterização da Bacia do Alto Tietê e sua Situação quanto ao Saneamento Básico. In: TAU-K-TORNISIELO, S.M. et al (Org.) Análise Ambiental: estratégias e ações. São Paulo: T.A Queiroz, Fundação Salim Farah Maluf, 1995. p. 145-150
- BROWN, R. M., MCCLELLAND, N. I., DEININGER, R. A., TOZER, R. G. "A water quality index – do we dare?" Water and Sewage Works. October, 1970. p. 339-343
- COMITESINOS (COMITÊ DE PRESERVAÇÃO, GERENCIAMENTO E PESQUISA DA BACIA DO RIO DOS SINOS). Programa integrado de monitoramento da qualidade da água do rio dos Sinos e seus afluentes. Aplicação de um índice de qualidade da água no rio dos Sinos. Período de novembro/1989 à outubro/1991. Porto Alegre. 39 p, 1993
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece classificação para águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. DOU, Brasília – DF, de 30 de julho de 1986.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Disponível on-line em: <[www.ibge.net/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm](http://www.ibge.net/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm)> Acesso em: 30/03/2003.
- HIDROGEO. Relatório realizado após avaliação da área do Distrito Industrial em 1999.
- IDE, C. N.; ROCHE, K. F.; TROLI, A. C.; GONÇALVES, J. L.; IMOLENE, L. M.; GAMEIRO, L.F. S.; SEIXAS, M. A.C.; SCHIO, R. IQAS para Mato Grosso do Sul: quais refletem a situação real?. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000. Porto Alegre. Anais em CD-Rom:ABES, 2000. 11p.
- JÚNIOR, V. I.; JORDÃO, E. P.; VIANA, P. Z.; SALEK, M. A. Avaliação do comprometimento da Qualidade da água da Bacia do rio Guandu (RJ) e a Validade de Aplicação do IQA. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2003, Joinville. Anais em CD-Rom:ABES, 2003. p1-15.
- MORAES, A. C. R. O lixo e as águas. In: Ciência e Ambiente. Lixo Urbano. Universidade Federal de Santa Maria. Editora da UFSM - nº 18 (jan./jun. 1999) Santa Maria: Semestral. p. 21-22.
- MOTA, S. & AQUINO, M. D. de. Gestão Ambiental. In: CAMPOS, N. & STUDART, T. (Orgs.) Gestão das Águas: princípios e práticas. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. p. 111-127.
- PORTO, M. F. A. Estabelecimento de parâmetros de controle da poluição. In: PORTO, R. L. L. (Org.) Hidrologia Ambiental. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. p. 375-390.
- SILVA, C. E., SILVEIRA, G. L., IRION, C. A. O., CRUZ, J. C. Monitoramento Quali-Quantitativo dos Recursos Hídricos em Pequena Bacia Hidrográfica. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental. 2002, Cancun/México, Anais em CD-Rom: ABES, 2002.
- SILVA, C. E.; CORADINI, M.; HOPPE, A.E.; GRÄBIN, T. F.; NEVES, T. M. Avaliação da Qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena – Município de Santa Maria – In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2003, Joinville. Anais em CD-Rom: ABES, 2003.
- SILVA, F. F. da; CAVALCANTI, B. F.; SILVA, A M.; ESPINEL, X. F. Estudo da qualidade da água com os índices IQA, Norton, McDuffie, Prati e Denius no Rio Paraíba/PE - AL. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Água em Quantidade e Qualidade: o desafio do próximo milênio. 1999, Belo Horizonte, em CD-Rom: ABRH, 1999, p.1-15.
- SILVEIRA, G. L. da; TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A L. L. da . Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.3, n.3. jul./set.1998. p.111-131.
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: Ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. v. 1, 243p.