

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO EM UM TRECHO DA BACIA DO RIO SÃO MARCOS

Taison Anderson Bortolin^{1*}; *Gregori Scopel Guerra*²; *Denise Peresin*³; *Ludmilson Abritta Mendes*⁴; *Vania Elisabete Schneider*⁵

Resumo – Este trabalho apresenta os resultados de uma avaliação da atual qualidade das águas da bacia do Rio São Marcos no que se refere ao cumprimento dos padrões de qualidade estabelecidos para as classes de uso em que estão enquadrados os rios da bacia pela legislação em vigor. Para avaliar o cumprimento das metas de enquadramento, é calculado o índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE). O cálculo do ICE toma por base os resultados obtidos em 5 pontos de coleta, situados no trecho da bacia sob influência da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Rio São Marcos. As coletas foram realizadas no período de 2010 a 2013 e fazem parte do monitoramento deste trecho da bacia realizado pelo Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS) em convênio com a Hidrelétrica Rio São Marcos.

Palavras-Chave – Qualidade da água, Enquadramento.

EVALUATION OF GUIDELINE COMPLIANCE INDEX IN SÃO MARCOS RIVER BASIN

Abstract – This paper work presents the results from a current water quality assessment of the São Marcos Watershed; regarding the compliance of established quality standards for classifications & designated uses in the rivers of the Basin under existing legislation. In order to evaluate the goals of water quality, the Guideline Compliance Index is calculated. The calculation of such index is based on results obtained in 5 sampling points, located in the Basin section under the influence of a Small Hydroelectric Power Plant. Samples were collected during the period 2010 to 2013 and comprise the monitoring of the section, conducted by the Instituto de Saneamento Ambiental of University of Caxias do Sul in partnership with the São Marcos River Hydropower.

Keywords – Water Quality; Framing; Conformity Index.

INTRODUÇÃO

A partir da aprovação da Política de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433 de 1997, foram estabelecidos no Brasil instrumentos para a gestão das águas, dos quais podem ser citados os Planos de Recursos Hídricos, a outorga dos direitos de uso das águas, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o sistema de informações e o enquadramento dos corpos d'água.

O enquadramento dos corpos d'água, estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Essa ferramenta deve tomar como base os níveis de qualidade em que os corpos hídricos deveriam ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade

¹ Afiliação: Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul; tabortol@ucs.br.

² Afiliação: Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul; gsguerra@ucs.br.

³ Afiliação: Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul; dperesin@ucs.br.

⁴ Afiliação: Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul; lamendes@ucs.br.

⁵ Afiliação: Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul; veschnei@ucs.br.

(ANA, 2012). Conforme o Art. 9º da Lei Federal 9433/97, o enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes”.

Conforme Porto (2002), o enquadramento é um dos instrumentos fundamentais para o gerenciamento dos corpos hídricos e planejamento ambiental, principalmente no que concerne à gestão integrada de quantidade e qualidade da água. Porém uma das dificuldades comumente enfrentadas na área da gestão de recursos hídricos é definir o que consiste uma violação do enquadramento vigente, bem como acompanhar a eficácia das ações e o resultado dos investimentos (Amaro, 2003). Uma forma de avaliar a situação de um corpo hídrico com relação às metas de qualidade estabelecidas pelo enquadramento é a utilização de índices, a fim de se facilitar a compreensão da análise.

Este trabalho objetiva, pelo cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), avaliar a situação atual de um trecho da bacia hidrográfica do Rio São Marcos no que se refere à qualidade planejada para os próximos 10 e 20 anos, definida no enquadramento vigente.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio São Marcos, localizada na porção nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. O Rio São Marcos é um dos afluentes do Rio das Antas, cuja bacia hidrográfica está inserida na Região Hidrográfica do Guaíba. A área de estudo corresponde ao trecho de influência da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Rio São Marcos, situada no limite dos municípios de Caxias do Sul e São Marcos. Foram definidos 5 pontos de coleta para análise da qualidade da água, cuja localização é apresentada na Figura 1.

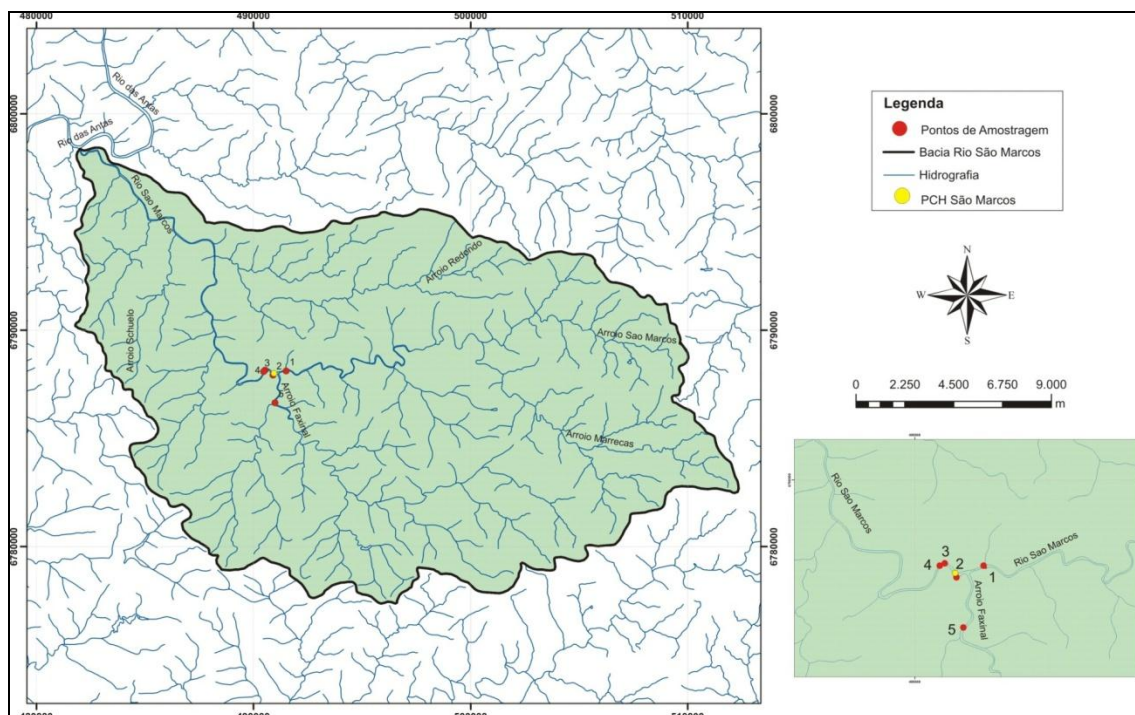


Figura 1 – Localização dos pontos de monitoramento na bacia do Rio São Marcos

A descrição da localização dos pontos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos pontos de monitoramento

Ponto de monitoramento	Localização	Coordenadas UTM Datum SAD69 (Zona 22S)
1	Rio São Marcos, à montante da foz do Arroio Faxinal.	491510 / 6788136
2	Rio São Marcos, à jusante da foz do Faxinal e à montante do barramento.	490905 / 6787939
3	Alça de vazão reduzida, 200m à montante da casa de máquinas e canal de fuga.	490539 / 6788170
4	Rio São Marcos, 150m à jusante da casa de máquinas e canal de fuga.	490475 / 6788100
5	Arroio Faxinal, a 1 km da foz no Rio São Marcos.	491000 / 6786662

As coletas foram realizadas com periodicidade trimestral entre maio/2010 e fevereiro/2013, contabilizando 10 campanhas. As amostras foram coletadas seguindo os métodos descritos pela NBR nº 9.898 (ABNT, 1987) e Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011). Foram analisados os seguintes parâmetros de qualidade da água: pH, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fósforo total, clorofila *a*, nitrato, turbidez e temperatura. Para análise destes parâmetros foram utilizadas as metodologias descritas pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Índice de Conformidade ao Enquadramento

O ICE foi desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment: Water Quality Guidelines* (CCME, 2001), com o objetivo de fornecer uma ferramenta para avaliação de dados de qualidade das águas, incorporando os parâmetros mais convenientes de cada instituição e com facilidade de entendimento. Entretanto, é recomendável que sejam considerados no mínimo quatro parâmetros e quatro campanhas de medição, sendo então possível aplicá-lo no trecho escolhido da bacia hidrográfica do Rio São Marcos.

O ICE foi proposto por Amaro (2003) na avaliação da qualidade das águas nas bacias PCJ e atualmente é utilizado pela Agência Nacional das Águas (ANA) para avaliar a qualidade das águas dos rios brasileiros em relação aos padrões estabelecidos para as classes em que estão enquadrados (ANA, 2012).

O Índice de Conformidade ao Enquadramento é composto pelos seguintes fatores:

Fator 1 - Abrangência/Espaço: representa a abrangência das desconformidades, isto é, o número de variáveis que violaram os limites desejáveis pelo menos uma vez no período de observação (Equação 1).

$$F_1 = \left(\frac{\text{Número de variáveis que ultrapassaram o limite legal}}{\text{Número total de variáveis}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Fator 2 - Frequência: representa a porcentagem de vezes que a variável esteve em desconformidade em relação ao número de observações (Equação 2).

$$F_2 = \left(\frac{\text{Número de medições que ultrapassaram o limite legal}}{\text{Número total de medições}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Fator 3 - Amplitude: representa a extensão da não conformidade legal, isto é, a diferença entre o valor medido e o limite legal, sendo calculado em três etapas:

- I) O número de vezes no qual a concentração individual é maior que o limite da classe (ou menor que, quando o objetivo é um mínimo);
- II) O número total de medições individuais que está em desacordo com o limite legal é calculado somando as variações individuais em relação aos limites legais e dividindo pelo número total de medições;
- III) O valor de F3 é calculado pela soma normalizada das variações em relação aos limites legais, sendo que estas foram reduzidas a uma variável entre 0 e 100.

A fórmula de cálculo do ICE é apresentada na Equação 3.

$$ICE = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right) \quad (3)$$

O fator de 1,732 normaliza os valores resultantes para a faixa entre 0 e 100, onde 0 representa a pior qualidade e 100 a melhor qualidade das águas. São estabelecidas faixas de valores para este índice, as quais caracterizem a qualidade das águas, conforme o Quadro 1.

80 ≤ ICE ≤ 100 Conforme	A maioria ou todas as medições estão dentro dos padrões de qualidade da água.
45 ≤ ICE < 80 Afastado	As medições estão frequentemente em desacordo com os padrões de qualidade da água.
ICE < 45 Não conforme	A maioria ou a totalidade das medições está violando os limites da classe de enquadramento.

Quadro 1– Faixas de classificação do ICE

As metas de qualidade planejadas para a bacia estão definidas pela Resolução CRH no. 121/12, que aprova o enquadramento das águas da bacia hidrográfica do Taquari-Antas (Rio Grande do Sul, 2012). Conforme essa Resolução, os corpos hídricos da bacia do Rio São Marcos devem atingir os níveis de qualidade exigidos para classe 2 em um horizonte de 20 anos. Como meta intermediária, a mesma Resolução define que, ao longo dos próximos 10 anos, os corpos hídricos da bacia do Rio São Marcos devem obedecer aos limites previstos para rios de classe 3. Os usos da água que definem as classes 2 e 3, bem como os padrões de qualidade relativos a essas classes, são definidos pela Resolução CONAMA no. 357/05 (Brasil, 2005).

A Figura 2 apresenta o mapa da bacia hidrográfica do Taquari-Antas com as classes de uso definidas para o horizonte de 20 anos.

Uma vez que, pela Resolução CRH 121/12, os rios da bacia do São Marcos devem atender aos padrões estabelecidos para classe 3 nos próximos 10 anos e para classe 2 ao final de 20 anos, foram calculados, para cada ponto, os valores do ICE em relação a essas duas classes.



Figura 2 – Enquadramento das águas superficiais da bacia hidrográfica do Taquari-Antas para 20 anos
Fonte: (STE, 2013)

RESULTADOS

A Figura 3 apresenta os resultados do índice de conformidade ao enquadramento aplicado aos pontos amostrados da bacia do Rio São Marcos.

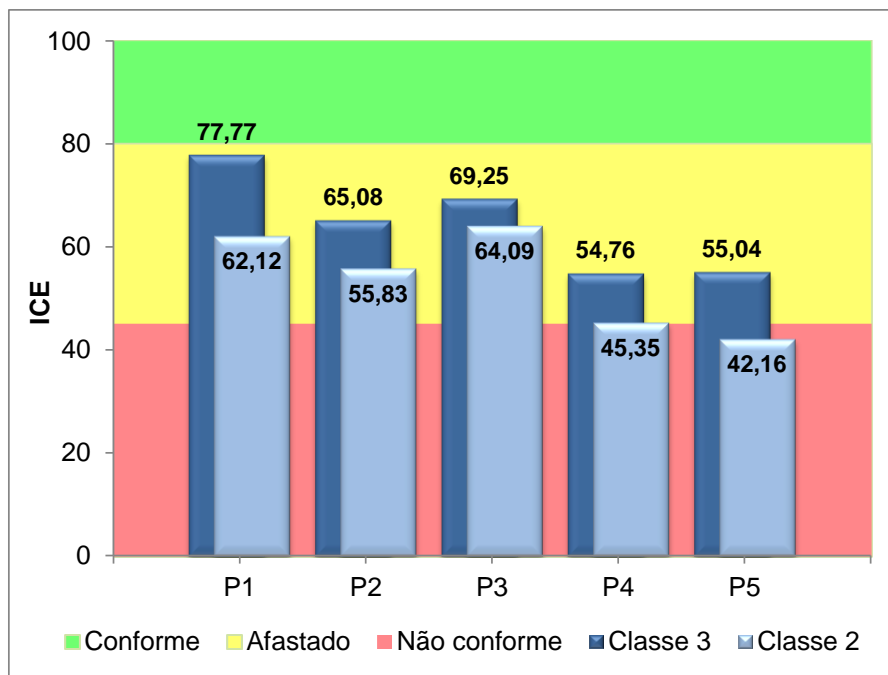


Figura 3 – Índice de Conformidade ao Enquadramento do trecho monitorado

Observa-se que as águas da bacia do Rio São Marcos, no trecho analisado, apresentam um nível de qualidade afastado dos padrões estabelecidos para classe 3. O menor afastamento dos padrões desejados é obtido no ponto 1, situado no Rio São Marcos a montante da foz do Arroio Faxinal. O Arroio Faxinal (ponto 5) apresenta níveis de qualidade mais afastados dos padrões desejados e seu impacto nas águas do Rio São Marcos é percebido nos pontos situados a jusante da confluência destes rios.

Uma vez que a classe 2 envolve usos da água que exigem níveis maiores de qualidade da água, observa-se um maior afastamento da qualidade atual dos rios analisados em relação aos padrões definidos para classe 2. O Arroio Faxinal, próximo à sua foz no São Marcos, foi o que mais se afastou dos padrões de qualidade, e seu impacto no Rio São Marcos é percebido no Rio São Marcos observando-se a queda do ICE entre os pontos 1 e 2.

Os principais parâmetros de qualidade que proporcionaram o afastamento da conformidade ao enquadramento, tanto para classe 2 como classe 3, apresentando as menores frequências de atendimento aos padrões desejados, são o fósforo total, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e os coliformes termotolerantes, como pode ser visualizado nas Figuras 4, 5 e 6.

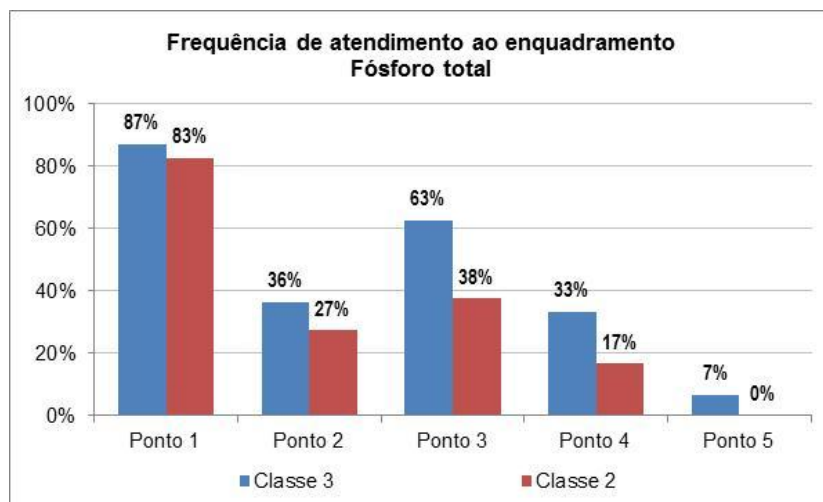


Figura 4 – Frequência de atendimento do parâmetro fósforo total aos padrões das classes 2 e 3

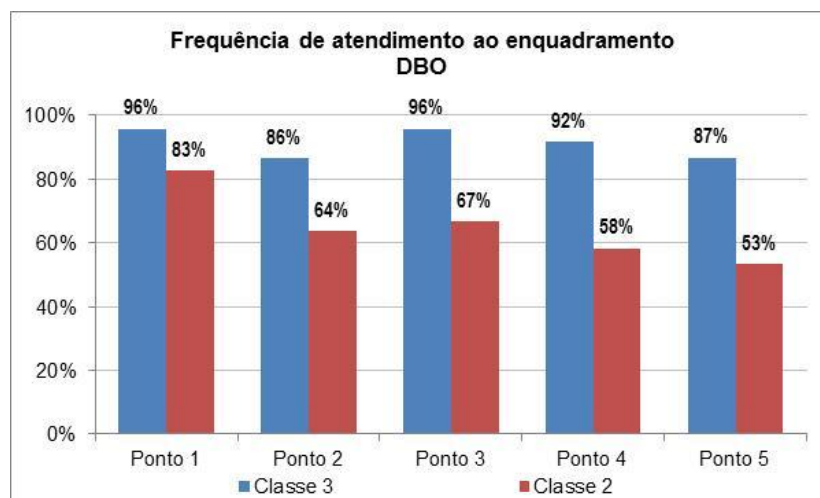


Figura 5 – Frequência de atendimento do parâmetro DBO aos padrões das classes 2 e 3

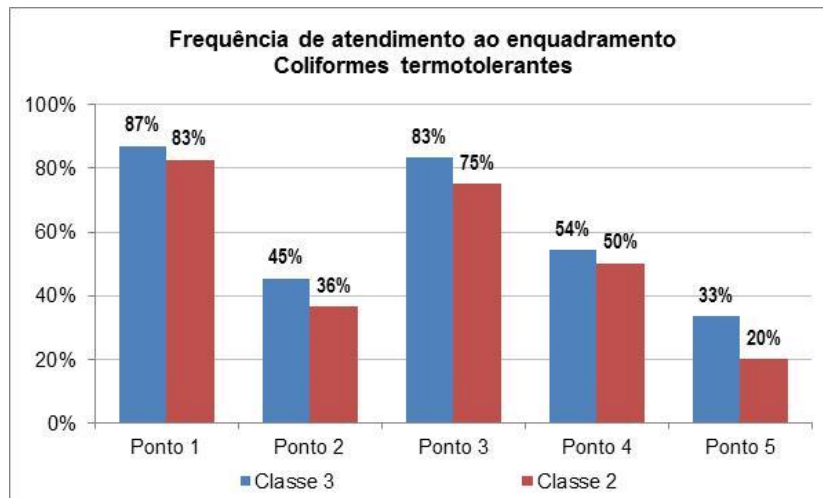


Figura 6 – Frequência de atendimento do parâmetro coliformes termotolerantes aos padrões das classes 2 e 3

Os resultados obtidos atestam a relação entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água. O ponto 5, no qual os padrões de qualidade foram mais frequentemente violados, situa-se no Arroio Faxinal, que drena áreas com relevante atividade antrópica no município de Caxias do Sul. A bacia de drenagem do Faxinal abriga áreas residenciais e industriais, marcadas pelo lançamento de efluentes domésticos e das indústrias nos corpos hídricos. A carga orgânica e de nutrientes do Arroio Faxinal é percebida no Rio São Marcos, que alcança o barramento da PCH com a qualidade comprometida, como indicam os resultados obtidos no ponto 2.

Os resultados obtidos para o ponto 4, situado a jusante da casa de máquinas e do canal de fuga da PCH, também se mostram afastados dos padrões de qualidade das classes 2 e 3. O arraste de material sedimentado no reservatório da PCH provoca o aumento dos valores de alguns parâmetros, como o fósforo total, nitrato, sólidos totais e turbidez, nos pontos situados a jusante do barramento.

CONCLUSÃO

A qualidade da água está relacionada ao uso que se faz dela, bem como à ocupação do solo da bacia. Os resultados de ICE para o trecho da bacia do Rio São Marcos sob influência da PCH Rio São Marcos evidenciam o impacto das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia, afetadas principalmente pelo lançamento de efluentes sem tratamento.

Estes resultados demonstram a necessidade de investimentos em longo prazo na área estudada a fim de que sejam alcançadas as metas do enquadramento atualmente em vigor. Para que o enquadramento seja efetivado, é necessário que haja acompanhamento do corpo hídrico, promovendo a geração de informações que, associadas a investimentos na área de saneamento, poderão habilitar o corpo hídrico para os usos de água mais nobres desejados pela população da bacia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo apoio concedido à realização do projeto.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR n° 9.897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores*. ABNT: Rio de Janeiro, 1987.

AMARO, C.A. *Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento*. 2009. 224 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ANA – Agência Nacional das Águas. *Portal da Qualidade das Águas*. 2011. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/introdu%C3%A7%C3%A3o.aspx>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

ANA – Agência Nacional das Águas. *Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil*: 2012. 264 p. ANA: Brasília, 2012.

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22ª edição, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005.

CCME – Canadian Council of Ministers of the Environment. *Water Quality Index: Technical Report*. In: *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. 2001. Disponível em: http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi_techrprtfcstht_e.pdf. Acesso em: 10 abr. 2013.

PORTO, M.F.A. *Sistemas de gestão da qualidade das águas: uma proposta para o caso brasileiro*. 2002. 131 p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. *Resolução CRH n° 121/12*. Aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 07 jan.2013.

STE – Serviços Técnicos de Engenharia S.A. *Plano de Bacia do Taquari-Antas*. Canoas: 2010.