IV-270 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO TRECHO DE INFLUÊNCIA DE UMA PCH

Gregori Scopel Guerra[(1)]
Acadêmico de Engenharia Química - Universidade de Caxias do Sul. Bolsista de iniciação científica do Instituto de Saneamento Ambiental (UCS).
Denise Peresin
Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS). Mestre em Biologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS/RS). Técnica do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).
Taison Anderson Bortolin
Engenheiro Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS). Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS/RS). Técnico do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).
Vania Elisabete Schneider
Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS). Mestre em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Saneamento (UNICAMP/SP). Doutora em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS/RS). Pesquisadora do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS/RS).

Endereço[(1)]**:** Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - CEP 95070-560 - Caxias do Sul - RS - Brasil - Telefone: (+5554) 3218-2100 - e-mail: gsguerra@gmail.com

RESUMO

Um dos principais conflitos de uso na bacia Taquari-Antas está associado a barramentos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), as quais tem sido alvo de críticas relacionadas à contaminação de recursos hídricos. O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água do trecho de influência da PCH Rio São Marcos (montante e jusante) e afluentes que deságuam no lago formado pelo barramento, através do monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos apresentando os resultados através do Índice de Qualidade da Água e Análise de Componentes Principais, os quais permitem obter informação resumida da qualidade da água da região de estudo. Foram monitorados 5 pontos de amostragem (3 à montante e 2 à jusante do barramento) em três amostragens com periodicidade trimestral. O índice de qualidade da água apontou que o ponto 5, afluente que deságua à montante do barramento apresenta a pior qualidade da água, sendo que o mesmo possui maior influência antrópica. A ACP indicou que os parâmetros ambientais analisados diferenciaram o ponto de número 5, nas três campanhas analisadas, devido às maiores concentrações de sólidos totais, condutividade, fósforo total e DBO, corroborando com os valores de índice de qualidade da água encontrados.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Análise de Componentes Principais, Índice de Qualidade da Água, Pequenas Centrais Hidrelétricas.

INTRODUÇÃO

A importância da qualidade da água é destacada na Lei Federal n°. 9.433/97 (BRASIL, 1997), a qual institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), sendo um de seus objetivos "assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos".

Desta forma, os estudos de qualidade constituem-se como ferramentas essenciais para o processo de gestão do recurso hídrico, sendo que cada uso da água exige níveis diferentes de qualidade. Os diversos usos podem gerar impactos que refletem no ecossistema aquático de toda a bacia hidrográfica, para onde a água acaba retornando.
Um dos principais conflitos de uso na bacia hidrográfica Taquari-Antas está associado a barramentos de pequenas centrais hidrelétricas, as quais tem sido alvo de críticas relacionadas à contaminação de recursos hídricos.

O barramento de um sistema lótico, ou seja um rio, transformando-o em sistema lêntico, provoca uma série de alterações significativas, desde acúmulo de nutrientes até posterior eutrofização. No entanto, apesar do barramento facilitar o acúmulo de nutrientes, é essencial o estudo das condições externas e da qualidade de água a montante, já que boa parcela da contribuição de nutrientes ocorre pelas atividades e afluentes da região. Um barramento, com exceção da vegetação afogada, não produz contaminação por si só, apenas armazena e concentra a contaminação gerada sem controle, por diferentes fontes antrópicas da bacia hidrográfica.

Atualmente muitos trabalhos tem sido realizados na avaliação da qualidade da água, sendo gerados muitos dados, os quais, por muitas vezes, são difíceis de serem trabalhados para representar efetivamente e resumidamente a qualidade da água e suas alterações.

Dentro desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água do trecho de influência da PCH Rio São Marcos (montante e jusante) e afluentes que deságuam no lago formado pelo barramento, através do monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos apresentando os resultados no formato de índices e análises estatísticas que permitem obter informação resumida da qualidade da água da região de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 5 pontos, localizados no trecho de influência de uma PCH localizada na bacia hidrográfica do Rio São Marcos, conforme apresentado na Figura 1. A descrição dos pontos é apresentada na Tabela 1.

Figura 1 – Localização dos pontos de monitoramento na bacia da PCH.

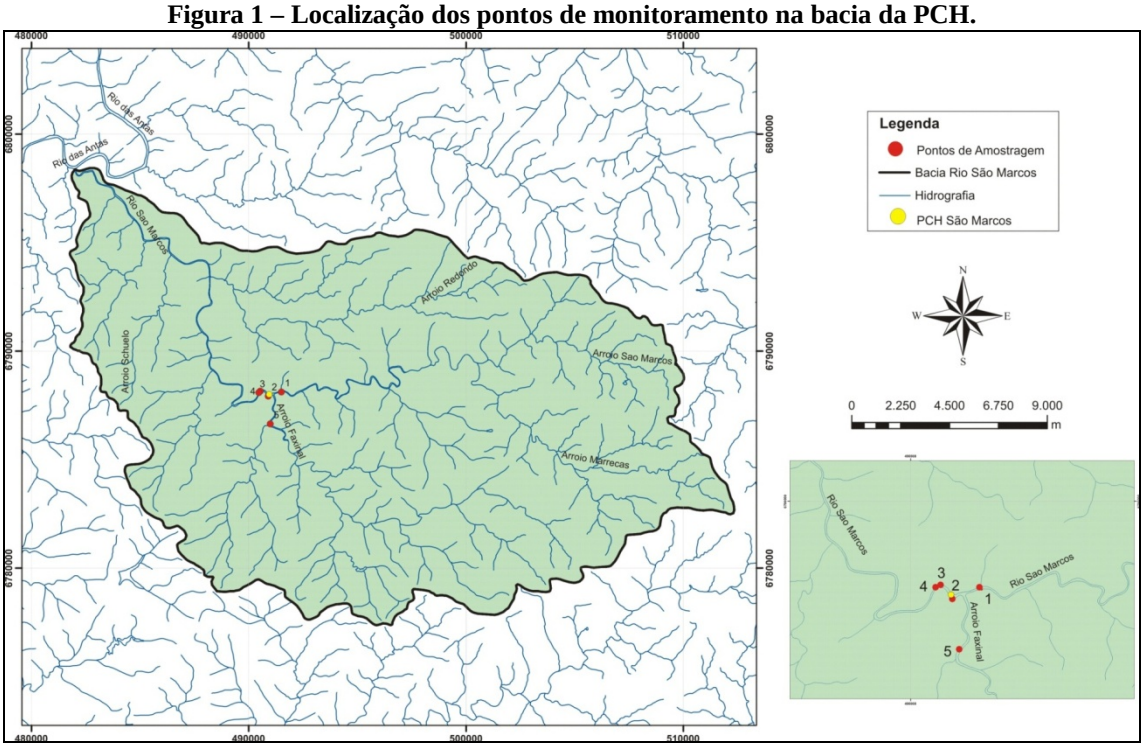


Tabela 1 – Características dos pontos de monitoramento.

Pontos de monitoramento	Nome	Localização	Coordenadas UTM DATUM SAD69 (ZONA 22 S)
1	Rio São Marcos	Situa-se à montante do afluente Arroio Faxinal, localizado no camping do Rio São Marcos.	491510 / 6788136
2	Montante do barramento	À montante do barramento.	490905 / 6787939
3	Vazão remanescente	À montante da casa de máquinas, cerca de duzentos metros a montante do local de implantação da casa de máquinas e canal de fuga, corresponde à alça de vazão reduzida.	490539 / 6788170
4	Jusante da casa de máquinas	À jusante da casa de máquinas, cerca de cento e cinquenta metros à jusante do local de implantação da casa de máquinas e canal de fuga.	490475 / 6788100
5	Arroio Faxinal	No Arroio Faxinal, afluente do Rio São Marcos.	491000 / 6786662

Foram coletadas amostras de água em 5 pontos selecionados (3 a montante e 2 a jusante do barramento), nos meses de fevereiro, maio e agosto de 2012. 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). As amostras foram analisadas seguindo as metodologias de análise do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Os resultados foram interpretados através do Índice de Qualidade da Água (IQA) e pela análise multivariada denominada Análise de Componentes Principais (ACP). O IQA utiliza nove parâmetros (Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, pH, DBO, Fósforo Total, Temperatura, Nitrogênio Total, Turbidez e Sólidos Totais), estabelecendo uma classificação para os corpos hídricos a partir da integração de grupos destas variáveis. Como ferramenta de auxílio para o cálculo do IQA, utilizou-se um programa web estruturado por Bigolin et al. (2008).

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

Após, os resultados foram comparados a intervalos de classificação com ponderação sobre a qualidade da água, conforme apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação da qualidade das águas segundo cálculo do IQA.

Categoria	Ponderação
Ótima	90 < IQA ≤100
Boa	70 < IQA ≤90
Regular	50 < IQA ≤70
Ruim	25 < IQA ≤50
Péssima	IQA ≤25

Fonte: CETESB (2009).

Uma análise multivariada das variáveis abióticas, foi realizada, utilizando os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, turbidez, temperatura da água, fósforo total, nitrogênio total, condutividade, sólidos totais, nitrato e pH.

A aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP), foi realizada utilizando os dados dos 5 pontos amostrados nas três coletas realizadas com dados transformados em *log x + 1*. Utilizou-se o programa estatístico PC-ORD, versão 5.15 (McCune e Mefford, 2006) para a execução desta análise.

RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta a classificação do IQA para cada ponto de monitoramento referente às campanhas realizadas.

Tabela 3 – Classificação do IQA para os pontos 5 pontos nas coletas realizadas

Pontos	Coleta Fevereiro	Coleta Maio	Coleta Agosto	Média
1	Regular (57,18)	Boa (84,21)	Boa (77,10)	Boa (72,83)
2	Ruim (48,94)	Regular (66,46)	Regular (54,60)	Regular (56,67)
3	Ruim (45,53)	Boa (83,36)	Regular (69,33)	Regular (66,07)
4	Ruim (45,32)	Regular (55,72)	Regular (52,94)	Regular (51,33)
5	Ruim (45,53)	Regular (52,37)	Ruim (47,73)	Ruim (48,54)

Com base na Tabela 2 observa-se que o ponto 1 obteve o maior valor de IQA (84,21) assim como a maior média (72,83) entre os pontos, apresentando classificação de boa qualidade em duas das três coletas de amostras realizadas. Este ponto apresenta a melhor qualidade ambiental devido ao fato deste trecho de rio e sua bacia de contribuição à montante estar mais preservado, com poucas atividades antrópicas como áreas residenciais ou mesmo atividades agrícolas.

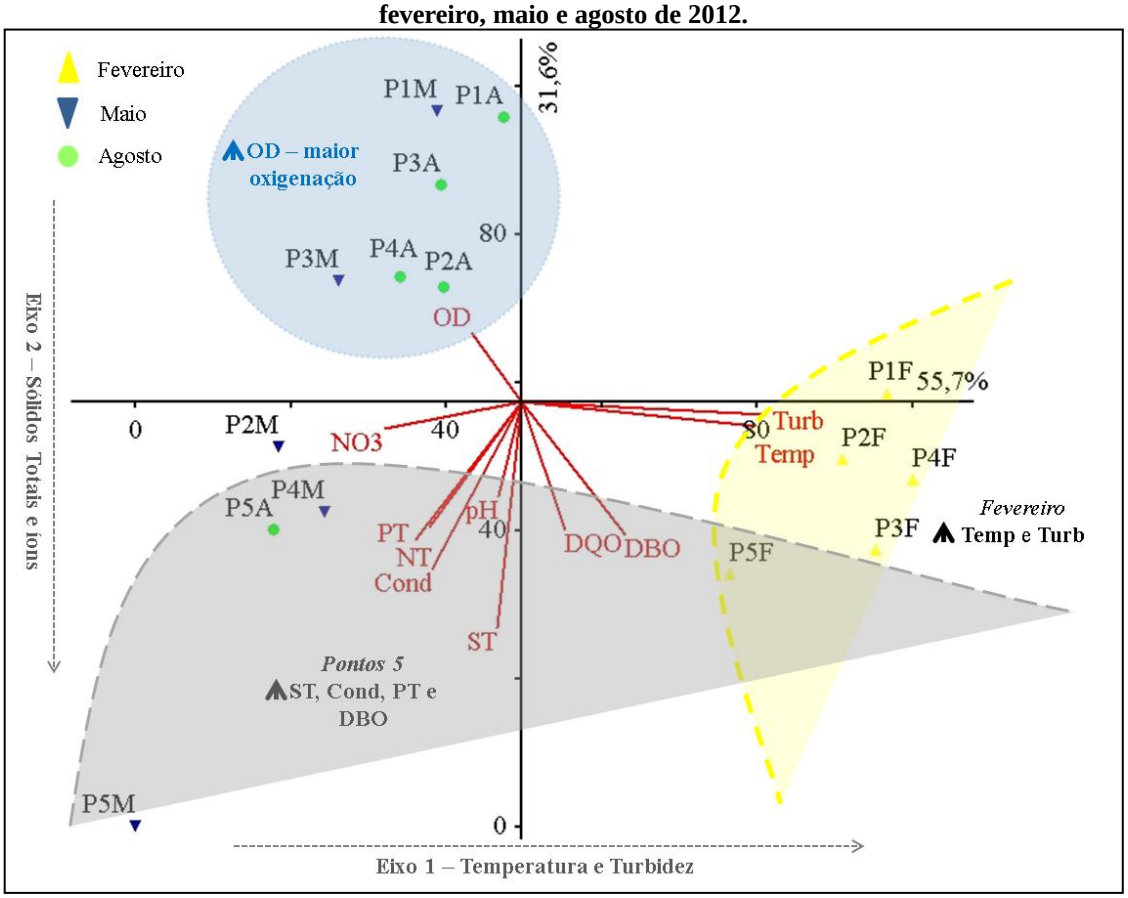
O ponto 2, localizado no lago formado pelo barramento, e os pontos 3 e 4, apresentaram características semelhantes que em média define a qualidade da água como Regular. O ponto 3, localizado na alça de vazão reduzida apresentou Boa qualidade em uma das campanhas. Isso significa que tanto à montante como à jusante do barramento as características da qualidade da água permanecem, sendo resultado do aporte de carga orgânica por áreas à montante, como o afluente arroio Faxinal, onde está localizado o ponto 5.

Já o ponto 5, apresentou os resultados de qualidade de água inferiores, com qualidade ruim em 75% das campanhas realizadas e média de 48,54. Estes valores inferiores de IQA são resultado da contribuição de esgoto doméstico que o arroio Faxinal recebe de áreas residências localizadas à montante.

As amostragens de maio e agosto apresentaram melhores resultados referentes à qualidade da água quando comparadas ao mês de fevereiro, ocasionado principalmente pela variação de chuvas na bacia hidrográfica.

A Figura 2 apresenta a ACP gerada a partir dos dados obtidos nas coletas. A análise avaliou as principais tendências entre parâmetros abióticos estudados e os pontos amostrados, explicando 87,3% da variabilidade dos dados, nos dois primeiros eixos.

Figura 2 - Ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) parâmetros abióticas e os pontos amostradas nos meses de fevereiro, maio e agosto de 2012.



P = Ponto; 1, 2, 3, 4, 5 = pontos amostrados; F = fevereiro, M = maio e A = agosto.

Os parâmetros de temperatura e turbidez foram os que mais contribuíram com a ordenação do primeiro eixo (r > 0,9). A ordenação do segundo eixo ocorreu em função do parâmetro de sólidos totais (0,914) e condutividade (-0,787).

O diagrama de ordenação indicou que os pontos amostrados no mês de fevereiro de 2012, mês atípico, foram ordenados no lado positivo do eixo 1, associados ao maiores valores de temperatura e turbidez. No lado negativo do eixo 2, foram ordenados os pontos amostrados nos meses de maio e agosto, em função dos parâmetros de sólidos totais e íons (condutividade).

A ACP indicou que os parâmetros ambientais analisados diferenciaram o ponto de número 5, nas três campanhas analisadas, devido às maiores concentrações de sólidos totais, condutividade, fósforo total e DBO, bem como, menores concentrações de oxigênio. Os resultados dos pontos 1, 2, 3 e 4 do mês de agosto, agruparam-se em decorrência das maiores concentrações de oxigênio. Em oposto aos resultados obtidos para o ponto de número 5, os pontos de 1 a 4 apresentaram menores concentrações de sólidos totais, condutividade, fósforo total e DBO. Observa-se ainda, que os pontos 1 e 3, nos meses de maio e agosto, tiveram maiores concentrações de oxigênio quando comparados aos demais pontos amostrados, podendo ser explicada pela maior preservação (ponto 1) e existência de corredeiras nestes trechos (pontos 1e 3).

CONCLUSÕES

A análise do índice de qualidade da água e análise dos componentes principais para o trecho de influência da PCH Rio São Marcos permitiu identificar que a pior qualidade é encontrada no arroio Faxinal, curso d'água contribuinte para a redução da qualidade da água do Arroio São Marcos e o trecho onde se encontra a Pequena Central Hidrelétrica.

A análise de ACP corrobora o que já havia sido identificado em outras análises, demonstrando que o ponto 5 é o ponto mais poluído dentre todos analisados. O aumento da concentração dos parâmetros e nutrientes nos pontos 2, 3 e 4, decorrem principalmente da contribuição do ponto 5, que é um afluente destes pontos.

É válido observar que há modificações sazonais que são representativas da hora e momento da coleta. Por ser um sistema lótico, com pequeno período de residência, qualquer alteração que poderá ser diagnosticada representará a qualidade do momento, mascarando as modificações diárias ou por vezes semanais.

A utilização de uma série de dados mais longa possibilitará representar o comportamento ao longo do tempo do trecho em questão, identificando os principais processos de alteração na qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. **NBR n° 9.897:** Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, jun. 1987.
2. ANA (Agência Nacional das Águas). Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Brasília. 2011.
3. APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22ª edição, 2012.
4. BRASIL. **Lei Federal n° 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1° da Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 23 de fev. 2012.
5. BIGOLIN, M.; BORTOLIN, T. A.; SCHNEIDER, V. E. ; GRACIOLI, Odacir Deonísio. **Desenvolvimento de Software para cálculo de Índice da Qualidade da Água (IQA)**. In: 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2008, Bento Gonçalves. Anais do 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Caxias do Sul: EDUCS, 2008. p. 1-7.
6. CETESB. Relatório **de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2008**. São Paulo: CETESB, 2009. (Série Relatórios).
7. MCCUNE, B.; MEFFORD M.J. PC-ORD. **Multivariate analysis of ecological data version 5.15**. Oregon: MjM Software. 2006.