

## IMPORTÂNCIA DO PARQUE ESTADUAL FRITZ PLAUMANN NA QUALIDADE DA ÁGUA DO LAJEADO CRUZEIRO, CONCÓRDIA, SC.

*Alexandre Matthiensen<sup>1\*</sup>; Cláudio Miranda<sup>1</sup> & Magda Regina Mulinari<sup>1</sup>*

**Resumo** – A legislação ambiental brasileira busca minimizar os impactos negativos ou prejudiciais nas UCs pela presença de zonas de amortecimento no entorno destas. A área de estudo em questão compreende o Lajeado Cruzeiro, localizado no entorno do Parque Estadual Fritz Plaumann, Concórdia, SC, que faz parte de uma região de elevada capacidade rural produtiva e, portanto, sensível a problemas de poluição ambiental decorrentes da atividade animal. O presente trabalho apresenta os dados de monitoramento de alguns parâmetros meteorológicos, físico-químicos e microbiológicos do lajeado Cruzeiro, e a indexação de seus valores, na forma do Índice de Qualidade de Água (IQA) para contextualização da qualidade hídrica e ambiental desta região. Essa ferramenta possibilita a observação do efeito da depuração natural do próprio curso d'água, garantida pela presença da unidade de conservação na região, resultando na melhoria do padrão de qualidade da água quando da proximidade da foz do lajeado.

**Palavras-Chave** – Índice de Qualidade de Água, Parque Estadual Fritz Plaumann, depuração natural.

## IMPORTANCE OF THE FRITZ PLAUMANN STATE PARK IN WATER QUALITY OF CRUZEIRO STREAM, CONCÓRDIA, SC

**Abstract** – Brazilian environmental legislation seeks to minimize the negative or harmful impacts in protected areas by the presence of buffer zones in their surroundings. The study area comprises the Cruzeiro stream, located in the vicinity of the State Park Fritz Plaumann, Concordia, SC, which is part of a rural region of high productive capacity and thus sensitive to problems of environmental pollution resulting from farm animal activity. This paper presents the monitoring data of some meteorological, physico-chemical and microbiological parameters of Cruzeiro stream, and the indexation of their values in the Water Quality Index (WQI) to contextualize the water and environmental quality of the region. This tool allows the observation of the effect of natural purification of the watercourse itself, guaranteed by the presence of the protected area in the region, resulting in improved water quality standard when approaching the mouth of the stream.

**Keywords** – Water Quality Index, Fritz Plaumann State Park, natural depuration.

### INTRODUÇÃO

#### Área de estudo

A preocupação da legislação ambiental brasileira em minimizar os impactos negativos ou prejudiciais sobre os espaços destinados à conservação se justifica nas informações disponíveis na literatura científica especializada. A área de estudo em questão compreende o Lajeado Cruzeiro, localizado no entorno do Parque Estadual Fritz Plaumann (PEFP), município de Concórdia, SC. É a maior microbacia da zona de amortecimento do Parque, que abrange aproximadamente 2.500ha e

<sup>1</sup>EMBRAPA Suínos & Aves, Concórdia, SC,

\* Autor Correspondente: alexandre.matthiensen@embrapa.br

contém as comunidades lindeiras de Linha Sede Brum, Linha Laudelino e Porto Brum. Por ser uma zona de amortecimento, esse entorno é um local onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade de conservação próxima (BRASIL, 2000; Costa *et al.*, 2007).

O bioma e ecossistema da região do Parque e seu entorno pertence, respectivamente, ao domínio da Mata Atlântica e Floresta Estacional Decidual (Stamberg *et al.*, 2012). Em termos hidrográficos, a área de estudo está classificada como Região Hidrográfica 3, e é constituída pelas bacias do rio do Peixe e Jacutinga. A bacia do rio Jacutinga possui uma área de drenagem de 3.066 Km<sup>2</sup>, e é composta por seis sub-bacias: rio Ariranha, rio Engano, rio Jacutinga, rio dos Queimados, rio Suruvi e Rio Rancho Grande, sendo que todos têm suas águas drenadas diretamente para o rio Uruguai. A área da bacia é ocupada por 18 municípios, e nela vive uma população de aproximadamente 160.000 pessoas. A população da região tem suas origens na colonização feita por italianos e alemães, e o excedente populacional da chamada “colônia velha” do Rio Grande do Sul. A população rural tem como atividades principais o plantio de feijão, fumo, milho, e a criação de aves, suínos e a bovinocultura de leite. Apesar de representar menos de 3,5% da área territorial de SC, a região possui um rebanho suinícola de 1.547.726 cabeças, de aves de corte de 29.721.790 cabeças, o que representa aproximadamente 25% e 22,3% do rebanho total do estado (Stamberg *et al.*, 2012), sendo nacionalmente conhecida por sua enorme capacidade produtiva, e por sediar grandes agroindústrias de transformação da carne, e, ao mesmo tempo, apresentar graves problemas de poluição ambiental decorrentes da atividade animal, como apontado recentemente por Garcia *et al.* (2012).

### **Índice de qualidade de água**

Os parâmetros de qualidade de água mensurados e usados nos índices ambientais refletem o grau de poluição e contaminação dos corpos hídricos, provenientes principalmente de ações antrópicas. A crescente produção rural, urbanização e industrialização tem, cada vez mais, comprometido a qualidade das águas de rios e reservatórios, tanto pela complexidade dos poluentes lançados, como pela deficiência dos sistemas de coleta e tratamento das águas residuais geradas.

Os indicadores ambientais são números que possibilitam a atribuição de um valor qualitativo ao ambiente. Eles traduzem um grande número de informações complexas em parâmetros mais simples de interpretar e, portanto, servem como ferramenta em processos decisórios de políticas públicas. O objetivo dos indicadores e índices ambientais é uma simplificação de uma quantidade cada vez maior de informações, de forma sistemática e acessível, para os tomadores de decisões.

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi criado na década de 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* e é um importante índice de avaliação da qualidade da água para fins de potabilidade. A partir de 1975 começou a ser utilizado no Estado de São Paulo pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), e nas décadas seguintes outros Estados brasileiros o adotaram, sendo hoje o principal índice de qualidade de água utilizado no país. Porém, se a água sob estudo estiver contaminada com agrotóxicos, metais pesados e/ou radiação o manancial não pode ser usado para o consumo humano após tratamento.

Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são, em sua maioria, indicadores de poluição por lançamento de esgotos domésticos. Idealmente ele é composto por nove parâmetros: temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total, turbidez, sólidos dissolvidos totais e coliformes fecais. Cada parâmetro possui um peso relativo, distribuído de acordo com uma escala de valores, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Para cada parâmetro existe uma curva

de variação de sua qualidade, traduzindo esse valor medido no ambiente numa escala de 0 a 100. Assim, o IQA é o produto ponderado das qualidades desses parâmetros que integram o índice.

O presente trabalho apresenta os dados de monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do lajeado Cruzeiro, na área de entorno do PEFP, e a indexação de seus valores para contextualização da qualidade hídrica e ambiental desta região. Esses resultados fazem parte de um projeto maior intitulado “Agricultura Familiar e Meio Ambiente no Território do Alto Uruguai Catarinense”, sob o título fantasia de Projeto Filó (<http://www.cnpsa.embrapa.br/filo/index.php?cat=4>), e tendo como grande objetivo propor e viabilizar estratégias organizacionais e tecnológicas que contribuam para uma relação mais amigável entre a atividade agropecuária e o meio ambiente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de estudo e coleta das amostras de água**

As coletas de água foram realizadas na microbacia hidrográfica do Lajeado Cruzeiro, localizada no município de Concórdia, Oeste do Estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil. O mesmo foi eleito como unidade de estudo por pertencer à área do PEFP e seu entorno, situando-se entre as coordenadas 27° 16' 18" e 27° 18' 57" de latitude Sul, 52° 04' 15" e 52° 10' 20" de longitude Oeste, junto à foz do rio dos Queimados, e é uma área cujo objetivo é preservar remanescentes das florestas que recobriam originalmente a região do Alto Uruguai Catarinense.

Os dados *in situ* e as amostras de água de superfície para a análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram coletados mensalmente entre julho de 2011 a julho de 2012, em quatro pontos ao longo do curso do Lajeado Cruzeiro. Os pontos de amostragem foram denominados de P01, P02, P03 e P04, desde a montante até a jusante, apresentando as seguintes características (Figura 1):

Ponto 01: nascente do lajeado, na área de entorno e próximo à estrada de acesso ao PEFP, localizada em local com pouca cobertura vegetal, onde foi construída uma espécie de reservatório coletor em concreto (proteção tipo Caxambu);

Ponto 02: localizado após o povoado (Linha Sede Brum), no leito de trecho do rio com pouco encachoeiramento, apresentando pouca vegetação em uma das margens a outra com mata nativa;

Ponto 03: localizado na divisa de uma propriedade rural com a área do Parque, no leito do rio com pouco encachoeiramento e poços rasos. Apresenta pouca vegetação e pastagem de gramíneas em uma das margens, e mata nativa na outra;

Ponto 04: foz do Lajeado, onde serve de afluente ao Rio dos Queimados, dentro do PEFP, com leito pedregoso e encachoeirado, e matas em ambos os lados.

### **Parâmetros físico-químicos e microbiológicos**

Os parâmetros de qualidade de água avaliados por leitura direta *in situ* (sonda multiparâmetro Hachi, Hi 9829) foram: temperatura da água, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD).

A turbidez foi mensurada por turbidímetro, pela técnica de determinação nefelométrica; as análises de amônia, nitrato, nitrito e fósforo total foram realizadas em laboratório, segundo protocolos metodológicos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005).

Para a colimetria foi quantificado *E.coli* em substituição aos coliformes termotolerantes, que fornecem resultados mais exatos, sendo utilizado o método rápido de contagens de colônias por meio de contagem de placas Petrifilm 3M<sup>TM</sup> (Swanson *et al.*, 2001).

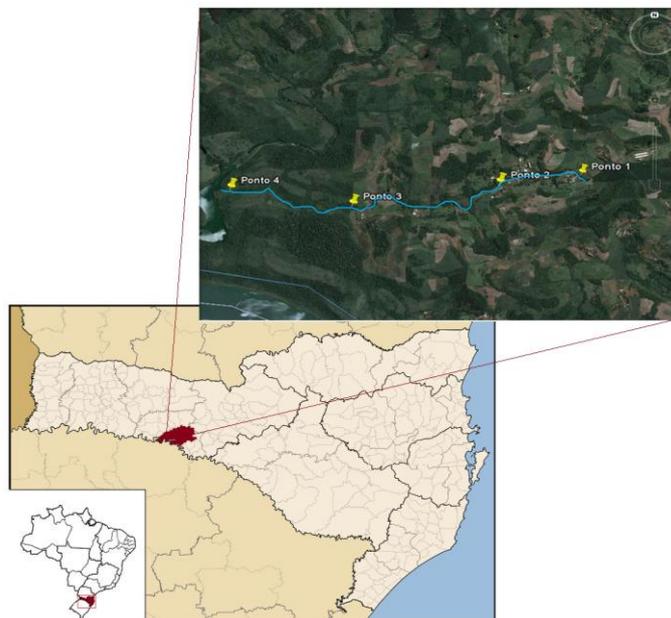


Figura 1 – Localização do Lajeado Cruzeiro, no município de Concórdia, SC, e a disposição dos 4 pontos de coleta de água.

### Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação) foram adquiridos da estação meteorológica situada na Embrapa Suínos e Aves, distante cerca de 11Km do PEFP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Dados meteorológicos

Durante o período estudado, foi observada temperatura do ar média mais elevada no mês de fevereiro (26,4°C, com média máxima de 31,7°C). As mínimas foram observadas em julho de 2012 (14,4°C, com média mínima em 9,1°C) e julho de 2011 (14,9°C, com média mínima em 10,1°C).

A umidade relativa do ar variou de 64,7% em dezembro de 2011 a 83,1% em junho de 2012. O período de maior precipitação ocorreu de julho a outubro 2011, e em julho de 2012 (acima de 200 mm mensais), com pico máximo em e julho 2011 (350 mm).

### Parâmetros físico-químicos e microbiológicos

A temperatura da água variou sazonalmente entre 11°C e 23,5°C. Em geral, o ponto de coleta 1 apresentou temperaturas entre 5 e 7°C acima dos demais pontos de coleta, durante os meses mais frios (julho 2011 e maio a julho 2012). O pH da água apresentou mínimo de 4,1 em março de 2012 no ponto 2, e máximo de 7,8 em dezembro de 2011 e maio de 2012 no ponto 4, mas as médias anuais ficaram entre 5,5 e 6,4. De uma forma geral, os valores mais baixos foram observados de fevereiro a abril de 2012.

Os valores observados para a concentração de oxigênio dissolvido na água foram extremamente baixos para o ponto 1 (média abaixo de 2,0 mg.L<sup>-1</sup>), quando comparados aos demais pontos de coleta do Lajeado Cruzeiro, com a exceção de janeiro de 2012 (6,6 mg.L<sup>-1</sup>). Nos outros pontos de coleta a média ficou entre 6,8 e 7,9 mg.L<sup>-1</sup>, com os valores mais elevados apresentados quase sempre no ponto de coleta 4 (Figura 2).

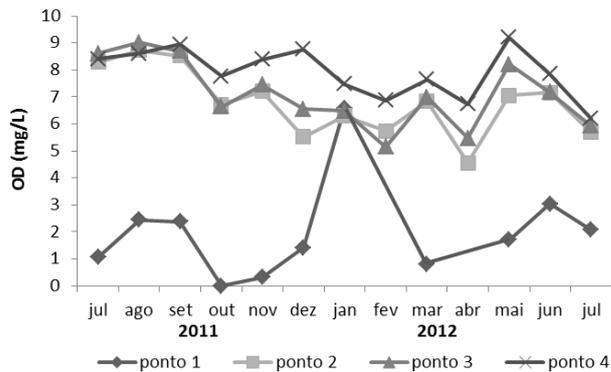


Figura 2 – Variação da concentração de oxigênio dissolvido no Lajeado Cruzeiro nos 4 pontos de coleta durante o período de estudo.

A concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) variou uniformemente nos quatro pontos de coleta, na faixa entre 30 e 70 mg.L<sup>-1</sup>. De uma forma geral, concentrações levemente mais elevadas foram observadas no ponto 2 (em média cerca de 5 mg.L<sup>-1</sup> acima dos demais locais de coleta em, praticamente, todo o período estudado). Para todos os pontos de coleta, setembro de 2011 foi o período onde os valores de STD foram mais elevados. Em janeiro de 2012 foi observada uma concentração extremamente baixa no ponto 1 (1mg.L<sup>-1</sup>) (Figura 3). Os valores de condutividade da água acompanharam, em geral, o padrão dos valores de STD, com valor mais baixo em janeiro de 2012 para o ponto 1 (0,002 mS.cm<sup>-1</sup>). Os valores mais elevados foram observados em setembro de 2011 para todos os pontos de coleta (média 0,13 mS.cm<sup>-1</sup>), porém o valor isolado mais elevado foi encontrado no ponto 4 em novembro 2011 (0,16 mS.cm<sup>-1</sup>).

Setembro de 2011 e janeiro de 2012 foram os períodos com concentrações de turbidez mais elevadas, com picos de 596,5 mg.L<sup>-1</sup> e 477,0 mg.L<sup>-1</sup> em setembro para os pontos 2 e 3, respectivamente, e 770,5 mg.L<sup>-1</sup> para o ponto 2, em janeiro. Os pontos 1 e 4 também acompanharam essa tendência elevada nesses dois meses, porém em menor escala. Nos demais meses do ano, os valores ficaram sempre abaixo de 45 mg.L<sup>-1</sup>, com a exceção de julho de 2012 no ponto 4 (122,5 mg.L<sup>-1</sup>)

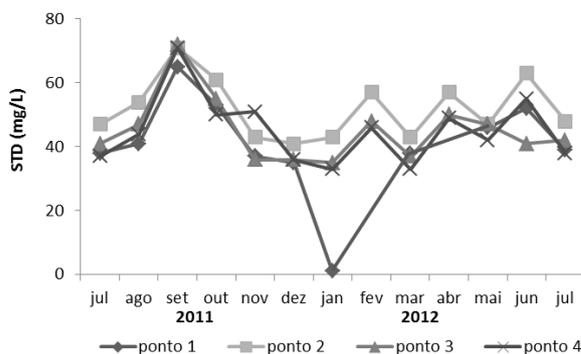


Figura 3 – Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos no Lajeado Cruzeiro nos 4 pontos de coleta durante o período de estudo.

As concentrações de nitrato variaram de um mínimo de 0,3 (abril de 2012 no ponto 4) a um máximo de 6,4 mg.L<sup>-1</sup> (setembro 2011 no ponto 2). Em julho de 2011 foi observada no ponto 2 a única concentração acima de 10 mg.L<sup>-1</sup> (23,6 mg.L<sup>-1</sup>). Os valores mais elevados foram observados no ponto 2 (média de 4,9 mg.L<sup>-1</sup>) e os menores valores foram observados no ponto 4 (média 1,6

mg.L<sup>-1</sup>) (Figura 4). Concentrações de nitrito ficaram sempre abaixo de 0,5 mg.L<sup>-1</sup>, sendo as concentrações mais elevadas de 0,49 mg.L<sup>-1</sup> e 0,12 mg.L<sup>-1</sup> em abril de 2012 e novembro de 2011, ambas no ponto 2. Porém, a média anual para todos os pontos ficou sempre abaixo de 0,07 mg.L<sup>-1</sup>. As concentrações mais elevadas de amônia foram encontradas em julho de 2011 e julho de 2012, ambas no ponto 1 (0,76 e 0,79 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente). Quando o Lajeado é avaliado de forma conjunta (i.e., os quatro pontos amostrados), os valores mais elevados foram observados em setembro de 2011.

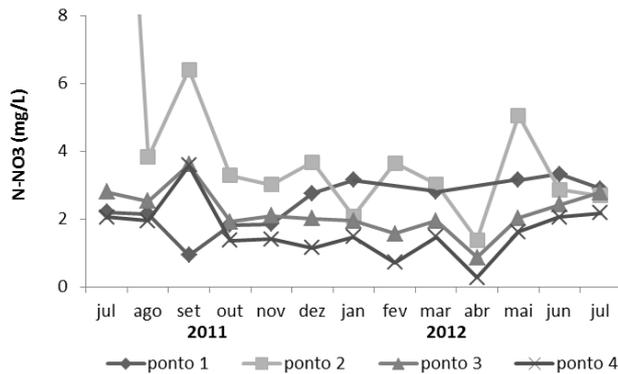


Figura 4 – Variação da concentração de nitratos no Lajeado Cruzeiro nos 4 pontos de coleta durante o período de estudo.

Os valores de fósforo total encontrados foram elevados para corpos d'água naturais, com as maiores concentrações em setembro de 2011, para os pontos 2 e 3 (6,5 e 6,3 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente), e julho de 2012 no ponto 4 (5,7 mg.L<sup>-1</sup>). A média geral ficou em 3,4 mg.L<sup>-1</sup> para o todo o período estudado. Os valores mais baixos foram observados, de uma forma geral, em fevereiro e junho de 2012 (1,2 e 1,4 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente).

As concentrações observadas de coliformes (*Escherichia coli*) também foram extremamente elevadas para águas naturais de uso na agricultura, com picos acima de 10.000 UFC.100mL<sup>-1</sup> nos pontos 2 e 3 em setembro de 2011. Os pontos de coleta 2 e 3 foram os que apresentaram as maiores contaminações durante o período estudado. No geral, o mês de setembro foi o que apresentou os valores mais elevados, porém outros picos também foram observados em janeiro e julho de 2012 (Figura 5).

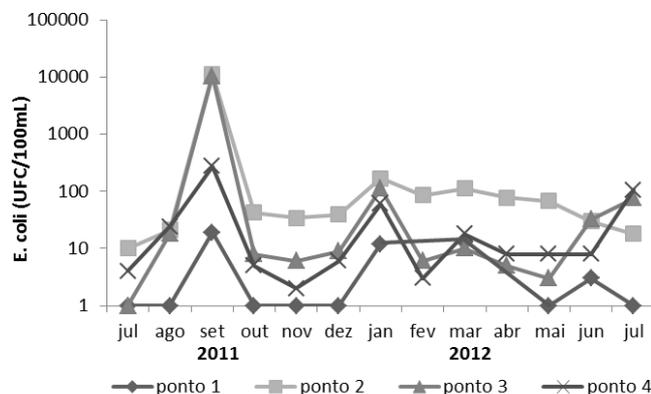


Figura 5 – Variação da concentração de coliformes (*E. coli*) no Lajeado Cruzeiro nos 4 pontos de coleta durante o período de estudo.

## Índice de Qualidade da Água

Para a avaliação do IQA do Lajeado Cruzeiro, no período estudado, foi utilizada a tabela de padrão de qualidade apresentada abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 – Tabela de atribuição do padrão de qualidade em função do IQA obtido.

Variações do IQA	Padrões de qualidade da água
0 – 25	Muito ruim
26 – 50	Ruim
51 – 70	Médio
71 – 90	Bom
91 – 100	Excelente

Os parâmetros utilizados para o cálculo do índice foram a temperatura da água, pH, saturação de oxigênio dissolvido, STD, turbidez, fósforo total, nitrato e coliformes (*E. coli*). Os resultados do IQA estão apresentados, para os quatro pontos amostrados, na Figura 6.

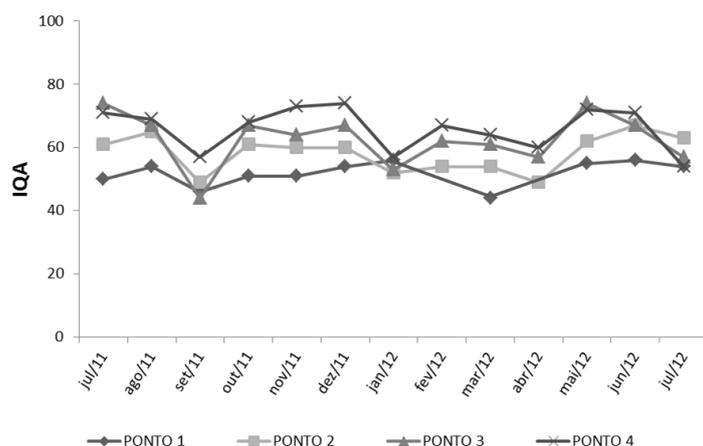


Figura 6 – Variação do IQA do Lajeado Cruzeiro, Concórdia – SC, para os quatro pontos de coleta durante o período estudado.

Os resultados da variação da atribuição dos padrões de qualidade do Lajeado Cruzeiro estão expressos graficamente na Tabela 2. A atribuição de cores aos padrões de qualidade permite uma melhor comparação visual dos padrões atribuídos via cálculo do IQA ao longo dos pontos de coleta amostrados e, conseqüentemente, ao longo do Lajeado Cruzeiro. Assim, é possível observar uma tendência clara de melhoria do padrão de qualidade da água de superfície ao longo do lajeado (de sua nascente em direção à sua foz), observado pela metodologia utilizada. A partir do ponto 3 (divisa do PEF) não há mais impactos diretos resultantes de atividades agropecuárias agindo sobre o Lajeado Cruzeiro, podendo ser observado, então, o efeito da depuração natural do próprio curso d'água, possibilitada pela presença da unidade de conservação na região, resultando na melhoria do padrão de qualidade da água.

Tabela 2 – Variação da atribuição do padrão de qualidade, de acordo com o IQA calculado, para os 4 pontos do Lajeado Cruzeiro (ponto 1: nascente; ponto 2: Linha Sede Brum; ponto 3: divisa Parque Estadual Fritz Plaumann; ponto 4: Foz do Lajeado Cruzeiro).

DATA	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
jul/11	médio	médio	bom	bom
ago/11	médio	médio	médio	médio
set/11	ruim	ruim	ruim	médio
out/11	médio	médio	médio	médio
nov/11	médio	médio	médio	bom
dez/11	médio	médio	médio	bom
jan/12	médio	médio	médio	médio
fev/12		médio	médio	médio
mar/12	ruim	médio	médio	médio
abr/12		ruim	médio	médio
mai/12	médio	médio	bom	bom
jun/12	médio	médio	médio	bom
jul/12	médio	médio	médio	médio

## CONCLUSÕES

As principais vantagens do IQA são as facilidades de comunicação com o público leigo, e o fato de cada índice representar uma média de diversas variáveis, combinando unidades e medidas diferentes em uma única unidade. A principal crítica do uso dessa ferramenta é a perda de informações das variáveis individuais, dificultando o entendimento de suas interações. É sabido que, apesar de fornecer uma avaliação integrada, uma indexação jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade ambiental. Porém, esse artifício, além de possibilitar uma visão holística qualitativa do ambiente, possibilita a comparação dos valores medidos em diferentes ambientes, ou num mesmo ambiente, em épocas diferentes, acompanhando eventos naturais ou de intervenções de outras naturezas ocorridas nesses ambientes.

O presente trabalho ilustra o uso do IQA para avaliação do lajeado Cruzeiro, localizado na região do PEFP e seu entorno. Os resultados indicam melhoria do IQA ao longo do percurso do rio, com índice BOM em alguns meses nos pontos de coleta dentro da área do PEFP. Observa-se evidência do processo natural de depuração, legitimando a influência da zona de amortecimento e da própria área da UC para a melhoria da qualidade ambiental da região.

## REFERÊNCIAS

BRASIL (2000). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o Art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza, e dá outras providências.

COSTA, N.M.C.; COSTA, V.C.; VALIM, C.B.; SOUZA, A.C.C.C.; SALES, A.C.G. (2007). Significado e importância da zona de amortecimento de unidades de conservação urbanas: o exemplo do entorno das áreas legalmente protegidas da cidade do Rio de Janeiro. *Geo UERJ*, v.1, n.17, pp. 95-104.

STANBERG, A.R.P.; MONTICELLI, C.J.; MIRANDA, C.R. de; SANTOS FILHO, J.I. dos (2012). Análise da dinâmica da agricultura no entorno do Parque Estadual Fritz Plaumann, Concórdia, SC. Documentos/Embrapa Suínos e Aves, 71p., ISSN 01016245.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER (2005). Eaton, A.D. and Franson, M.A.H. (Eds). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. ISBN 0875530478.

SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN, J.H. (2001). Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4 ed. Frances Pouch Downes & Keith Ito (Eds.), Washington: American Public Health Association, 2001. p. 53-62. FDA.

GARCIA, L.A.; VIANCELLI, A.; RIGOTTO, C.; PILOTTO, M.R.; ESTEVES, P.A.; KUNZ, A. & BARARDI, C.R. (2012). Surveillance of human and swine adenovirus, human norovirus and swine circovirus in water samples in Santa Catarina, Brazil. *Journal of Water and Health*, 10(3): 445-52. doi: 10.2166/wh.2012.190.