



Aplicação do Índice de Estado Trófico em uma bacia hidrográfica experimental com expressiva atividade suinícola

**Naubert Zanoni¹, Vania Elisabete Schneider^{2*}, Renata Cornelli³,
Sofia Helena Zanella Carra⁴**

¹Universidade de Caxias do Sul (naubert@gmail.com)

²Universidade de Caxias do Sul (veschnei@ucs.br)

³Universidade de Caxias do Sul (rcornell@ucs.br)

⁴Universidade de Caxias do Sul (sofi_carra@hotmail.com)

*Orientador

Resumo

A avaliação da qualidade da água é fundamental na determinação dos seus diversos usos e interfere na economia e na qualidade de vida da população. Uma das formas de medir a qualidade de um recurso hídrico é através da aplicação de índices, como o Índice de Estado Trófico (IET). O presente estudo objetiva avaliar a qualidade da água de uma bacia hidrográfica experimental utilizando o IET. Para isto foram definidos 7 pontos de amostragem nos quais foram realizadas 14 campanhas de monitoramento entre agosto de 2012 e fevereiro de 2015. Os resultados mais elevados foram obtidos no ponto 1 (2,04%) caracterizando-se índice supereutrófico. Em 7 amostras resultaram em mesotrófico, representando 7,15%, 32 análises somando 32,65% configuraram índice oligotrófico e 59 amostras compreendendo 58,16% mostraram-se como ultraoligotrófico, sendo portanto, predominante na região. Notou-se variações nas concentrações de fósforo e clorofila-a, entretanto, a variação positiva da concentração de fósforo não apresentou variação proporcional na concentração de clorofila-a indicando que para este curso d'água há outros fatores de interferência como, por exemplo, a temperatura e a incidência de luz. Espera-se que este estudo possa subsidiar a elaboração de planos de gestão de efluentes agrícolas, residenciais e industriais visando a minimização dos impactos ambientais.

Palavras-chave: fósforo, clorofila-a, índice de estado trófico.

Área Temática: Recursos Hídricos

Application of Trophic State Index in an experimental watershed with significant pig activity

Abstract

The assessment of water quality is crucial in determining its various uses and interfere in the economy and people's quality of life. One way to measure the quality of a water resource is through the use of indices such as the Trophic State Index (TSI). This study aimed to evaluate the water quality of an experimental watershed using the Trophic State Index (TSI). For this defined 7 sampling points at which were held 14 monitoring campaigns between August 2012 and February 2015. Based on the above, it obtained the following classifications: higher results were obtained in 1 and these constitute 2.04 % characterizing supereutrophic index. In 7 samples resulted in mesotrophic, representing 7.15 %. 32 analyzes adding 32.65 % configure oligotrophic index and 59 samples comprising 58.16 % appeared as ultraoligotrophic. It is



predominant in the region. It was noted variations in the concentrations of phosphorus and chlorophyll-a, however, the positive variation of phosphorus concentration showed no variation proportional to the concentration of chlorophyll-a indicates that for this water way no other interfering factors, for example, temperature and water clarity. It is hoped that this study may support the development of agricultural waste management plans, residential and industrial aimed a minimization environmental impacts.

Key words: phosphorus, chlorophyll-a, trophic state index.

Theme Area: Water resources

1 Introdução

Manter a qualidade das águas com vistas aos seus usos múltiplos é vital para a manutenção das atividades econômicas e da qualidade de vida da população. Para tanto, há a necessidade de realizar o monitoramento dos recursos hídricos periodicamente, através da coleta de amostras que resultam em séries de informações, possibilitando a avaliação da qualidade dos recursos hídricos bem como o acompanhamento destes parâmetros ao longo do tempo (DUARTE *et al.*, 1997). As informações obtidas através do monitoramento dos recursos hídricos podem ser avaliadas de forma conjunta, relacionando parâmetros e gerando índices, como o Índice de Estado Trófico (IET).

Para Farage *et al.* (2010) conceito de estado trófico é multidimensional, envolvendo aspectos de carga, transporte e concentração de nutrientes, produtividade, quantidade e qualidade da biota. O carreamento de fertilizantes agrícolas e o lançamento de efluentes domésticos têm levado ao desequilíbrio na disponibilidade de nutrientes que, em concentrações superiores às normais para um ambiente, podem provocar alterações nas características da água e de seu curso, comprometendo seus usos.

De acordo com de Lima Ferreira *et al.* (2014) o IET considera a concentração de fósforo e clorofila-a, funcionando como um indicador das atividades humanas nas bacias hidrográficas, além de facilitar a concepção de projetos de gestão e manejo de ecossistemas aquáticos por meio de técnicas que visem à sustentabilidade dos recursos hídricos. Basicamente, o estado trófico de um corpo de água pode ser classificado como oligotrófico, mesotrófico e eutrófico, podendo haver subdivisões.

Segundo Barreto *et al.* (2014), os ambientes oligotróficos são aqueles que apresentam baixas concentrações de nutrientes e baixas produtividades primárias ao passo que ambientes mesotróficos apresentam produtividade intermediária, e são passíveis de evidenciar complicações no que tange a qualidade da água, porém em níveis toleráveis. Já os ambientes eutróficos possuem um elevado nível de produtividade, são ricos em matéria orgânica e apresentam grande quantidade de nutrientes.

Lamparelli (2004), diz que no cálculo do IET, a variável de maior influência é o fósforo total, por ser o principal fator limitante na produção primária. Este índice pode ser empregado em diversas áreas possibilitando, por exemplo, a classificação das águas de acordo com o grau de trofia, ou seja, permite avaliar a qualidade da água quanto à presença de nutrientes e seu efeito no crescimento de algas (BARRETO *et al.*, 2014).

Com base no exposto, o presente trabalho apresenta a aplicação do IET em uma bacia experimental composta parcialmente pela área de quatro municípios, localizados na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, que apresentam expressiva presença de atividades agropecuárias, com destaque para a atividade suinícola associada a agricultura familiar.



2 Materiais e Métodos

Nesta seção será apresentada a área de estudo bem como a metodologia utilizada para a realização do mesmo.

2.1 Área de estudo

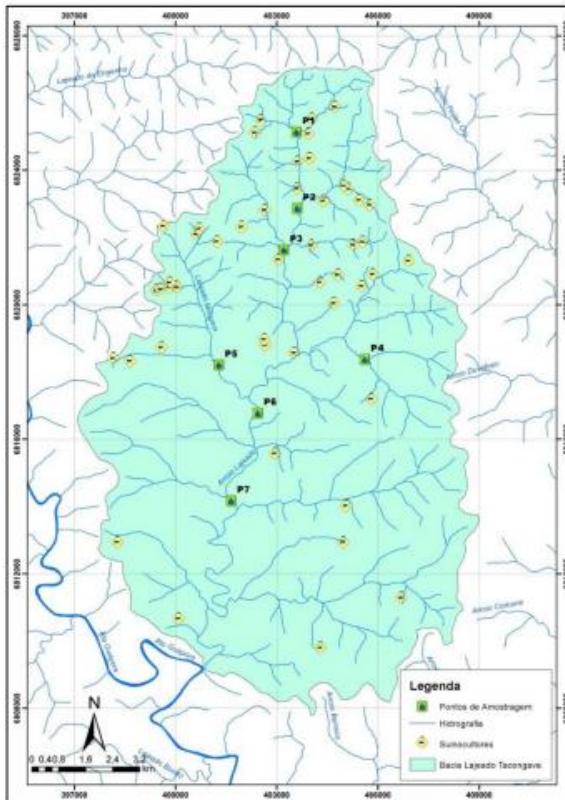
A bacia hidrográfica experimental foi definida considerando as características de uso e cobertura do solo, pedologia, hidrografia, hipsometria, clinografia, além da localização e capacidade instalada de suínos.

Quatro municípios compõem de forma parcial a bacia experimental: Serafina Corrêa, Montauri, União da Serra e Guaporé, localizados na bacia hidrográfica do Rio Guaporé, na região do médio Taquari-Antas. As atividades agropecuárias, com destaque para a suinocultura, associadas à agricultura familiar são a base da economia destes municípios.

No que tange a atividade suinícola, o manejo inadequado dos dejetos animais pode provocar, entre outros impactos, a redução da qualidade dos recursos hídricos em virtude da elevada concentração de nutrientes, como nitrogênio e fósforo. De acordo com os dados fornecidos pelas secretarias municipais, em 2012, o plantel suinícola na bacia experimental ultrapassou os 19.700 suínos distribuídos entre as diversas fases de criação.

Com o intuito de avaliar o impacto da atividade suinícola sobre os recursos hídricos, foram realizadas 14 campanhas para coleta de amostras em 7 pontos distribuídos pela bacia experimental. As campanhas foram realizadas com frequência bimestral, entre agosto de 2012 e fevereiro de 2015. A Figura 1 apresenta a bacia experimental bem como os pontos de amostragem e a localização dos suinocultores.

Figura 1 - Bacia experimental, pontos de amostragem e localização dos suinocultores



Elaborado por Gisele Cemin - ISAM (2012)



2.2 Metodologia

Para cada amostra coletada nos 7 pontos de amostragem foram determinados, entre outros parâmetros, clorofila-a e fósforo total, utilizados no cálculo do IET, seguindo os procedimentos apresentados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). O cálculo do IET foi realizado conforme metodologia definida por Lamparelli (2004), a qual utiliza o fósforo total e a clorofila-a para o clima subtropical, cujo cálculo é composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET (PT) e pelo Índice do Estado Trófico para a clorofila-a - IET (Cl-a), calculados pelas Equações 1 e 2.

$$IET(Pt) = 10 * \left(6 - \frac{((0,42 - 0,36 * \ln(Pt)))}{\ln(2)} \right) - 20 \quad \text{Eq. 1}$$

$$IET(Cla) = 10 * \left(6 - \frac{(-0,7 - 0,6 * \ln(Cla)))}{\ln(2)} \right) - 20 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

Cla = concentração de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)

PT = concentração de fósforo total ($\mu\text{g/L}$)

ln = logaritmo natural

O IET (PT) permite avaliar o potencial de eutrofização ao passo que o IET (Cla) revela o nível de crescimento das algas nos recursos hídricos. Após o cálculo do IET (PT) e IET (Cl-a), calculou-se o IET Médio, conforme a Equação 3.

$$IET = \frac{IET(Pt) + IET(Cla)}{2} \quad \text{Eq. 3}$$

Ressalta-se que através desta metodologia, para um corpo hídrico no qual o processo de eutrofização encontre-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila-a coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo.

3 Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a média da concentração dos parâmetros clorofila-a e fósforo em cada ponto amostrado ao longo das 14 campanhas realizadas, seguido do intervalo de variação (concentração mínima e máxima).

Tabela 1 - Resultado médio de cada ponto e intervalo de variação

| Parâmetro | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 | Ponto 7 |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Clorofila a (mg/m^3) | 3,07 (0 - 16,02) | 4,46 (0 - 14,4) | 4,21 (0 - 16,02) | 3,35 (0 - 13,5) | 1,75 (0 - 8,01) | 0,98 (0 - 5,34) | 2,88 (0,05 - 10,68) |
| Fósforo total (mg P/L) | 0,04 (0,01 - 0,1) | 0,09 (0,01 - 0,038) | 0,11 (0,01 - 0,63) | 0,06 (0,01 - 0,11) | 0,09 (0,02 - 0,26) | 0,09 (0,01 - 0,43) | 0,07 (0,03 - 0,16) |

As concentrações de fósforo total (PT) nos pontos de amostragem variaram entre 0,01 e 0,63 $\mu\text{g/L}$. Alves *et al.* (2012) em seu estudo observaram poucas variações na concentração

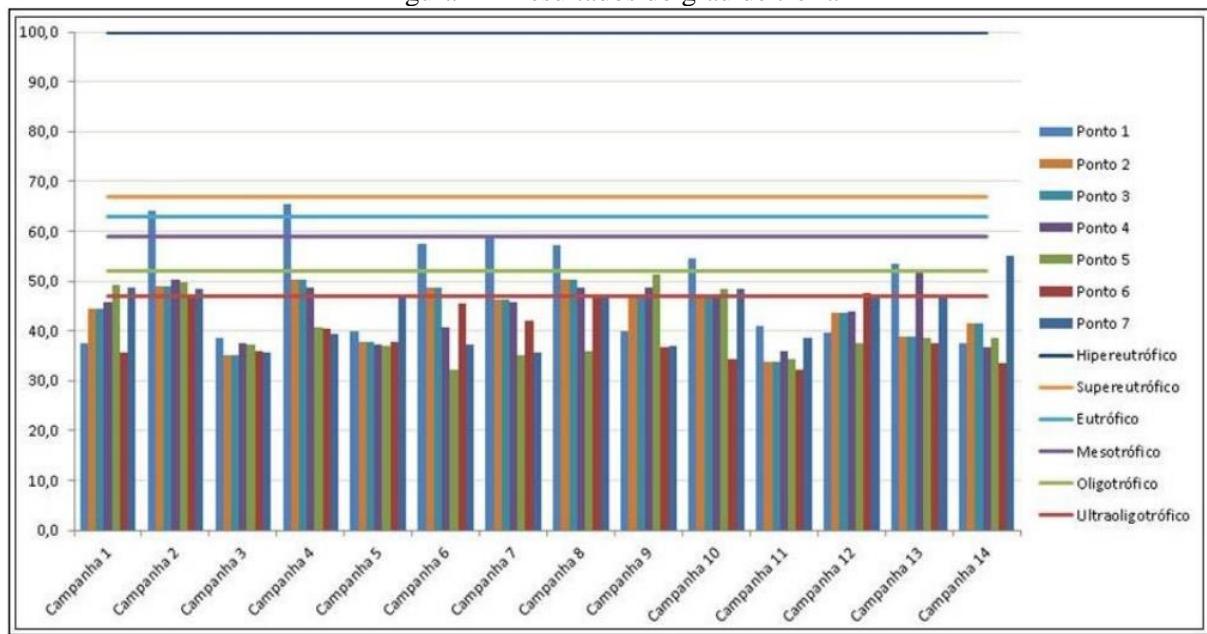


deste elemento em amostragens realizadas em diferentes estações do ano, o que mostra fortes influências antrópicas durante todo o ano. Deste modo, considerando as características da bacia experimental, a grande variação na concentração de PT pode estar relacionada a ações antrópicas sazonais. Segundo Farage *et al.* (2010), a variação na concentração de PT é em detrimento do escoamento superficial que ocorre com frequência em dias chuvosos principalmente em solo exposto ou de vegetação rasteira. Estas condições permitem que grandes quantidades de solo sejam transportadas para os cursos d'água aumentando as concentrações de PT. Outro fator coadjuvante é segundo Barreto (2014), a ressuspensão de sedimentos causada pela turbulência da água em ambientes lóticos.

Considerando apenas o PT, 23% das amostras foram enquadradas como classe 4, 52% classe 3 e 25% águas de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

Para a clorofila-*a*, a concentração variou entre 0,05 e 16,02 µg/L e, considerando apenas a clorofila-*a*, obteve-se 7,1% das amostras classificadas como águas classe 2 e 93% classe 1, de acordo com a referida Resolução. A Figura 2 apresenta o grau de trofia obtido nos pontos amostrados ao longo das campanhas realizadas.

Figura 2 – Resultados do grau de trofia



Através da Figura 2 nota-se que em 8 das 14 campanhas realizadas, o ponto 1 apresentou os maiores níveis de trofia, resultado da elevada concentração de fósforo total e a resposta do sistema na produção de clorofila-*a*. Nas campanhas 4 e 2 deste mesmo ponto, o nível de trofia chegou a ser classificado como supereutrófico.

As demais campanhas ocorre variação entre dos parâmetros analisados. Entretanto, a variação positiva da concentração de PT não apresentou variação proporcional na concentração de clorofila-*a*, indicando que para este curso d'água há outros fatores de interferência. Segundo Ferreira *et al.* (2014), o aumento de fósforo nas águas pode ser advindo do lançamento de efluentes contendo matéria orgânica fecal e/ou detergentes em pó utilizados em altas doses. Ainda de acordo com os mesmos autores, a detecção do fósforo depende também de interferências climáticas como períodos de estiagem que favorecem o aumento da temperatura da água e, em condições propícias de penetração da luz na água, é comum o aumento no processo de eutrofização, fator observado também por Lamparelli



(2004), Bucci e De Oliveira (2014), no entanto, tais estudos foram realizados em ambientes lênticos, onde a incidência de luz é maior. Isto leva a crer que para o recurso hídrico estudado a luminosidade e o regime de escoamento da água foram determinantes na resposta do sistema, ou seja, na produção de clorofila-a.

De acordo com De Oliveira *et al.* (2014) a clorofila-a constitui um fator não muito comum de ser observado em ambientes lóticos por não ser exigência legal (Portaria nº 2914/11) e destaca que para que a floração de algas se manifeste são necessários fatores externos como a temperatura e disponibilidade de nutrientes além do tempo de retenção da água, assim, as florações podem ocorrer ao final de períodos de estiagem.

Na 3ª campanha houve pouca discrepância entre os pontos analisados e o fator de maior influência na obtenção destes valores foi o fósforo, ocorrência verificada também na 11ª coleta de dados, onde os pontos 1 e 7 ficaram ligeiramente acima dos demais.

Nota-se de modo geral que 7 amostras apresentam resultado Mesotrófico, representando 7,15%. Outras 32 análises, somando 32,65% configuram índice Oligotrófico e 59 amostras, compreendendo 58,16%, mostraram-se como Ultraoligotrófico. Apenas as campanhas 3 e 11 resultaram em um IET Ultraoligotrófico em sua totalidade.

Em estudo realizado nas águas do Rio São Francisco Falso realizado por Silva *et al.* (2010), destacam a interferência da utilização de dejetos de suínos e de aves na agricultura como uma fonte de fósforo causadora da eutrofização, portanto, a atividade pecuária, com destaque para a suinocultura, predominante nos municípios de Serafina Corrêa, Montauri, União da Serra e Guaporé, pode ser uma fonte de nutrientes. Isso porque o fósforo, entre outros elementos, está presente nos dejetos suínos bem como nos agroquímicos aplicados nas áreas agrícolas.

4 Considerações Finais

A utilização do IET constitui uma ferramenta importante, de fácil aplicação e interpretação dos resultados, permitindo avaliar o grau de trofia nos recursos hídricos através da aplicação de cálculos que consideram as concentrações de apenas dois parâmetros: clorofila-a e fósforo total. Neste trabalho observou-se a concentração de fósforo apresentou variação significativa entre os pontos de amostragem, classificando as águas entre as classes 1 e 4, de acordo com os limites dispostos pela Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

Em virtude da região de estudo apresentar uma expressiva concentração de suinocultores associados a atividades agrícolas, a concentração de fósforo pode ser resultado da lixiviação de dejetos suínos sem tratamento adequado e agroquímicos, muitas vezes aplicados em períodos de precipitação intensa, e assim acabam sendo arrastados para os recursos hídricos e influenciando negativamente na qualidade das águas.

A partir deste estudo observa-se a necessidade da adoção de medidas de cunho orientativo e de melhorias nas estruturas de tratamento dos dejetos suínos, caracterizados na sua quase totalidade por esterqueiras, com vistas a redução da aplicação destes dejetos sem a maturação mínima e em períodos chuvosos além da aplicação de agroquímicas de forma consciente. Neste contexto, o poder público tem um papel importante na avaliação de processos administrativos com vistas ao licenciamento ambiental das atividades suinícidas, onde se podem exigir melhorias estruturais nas esterqueiras além do acompanhamento de um técnico habilitado na aplicação dos dejetos associado à melhoria na assistência técnica aos agricultores, que não tem o conhecimento sobre os impactos ao meio ambiente resultante das ações antrópicas.



5 Agradecimentos

Os autores agradecem Bolsa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial – BDTI, à Universidade de Caxias do Sul (UCS) e ao Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM).

Referências bibliográficas

APHA. *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington, 1998.

ALVES, I. C. C. et al. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazonica**, v. 42, n. 1, p. 115-124, 2012.

BARRETO, L. V. et al. Estado trófico em uma seção do rio Catolé Grande sob diferentes níveis de vazão. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 9, n. 2, p. 250-260, 2014. ISSN 1980-993X.

BRASIL. **RESOLUÇÃO 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**. D.O.U. Brasília, DF: CONAMA 2005.

_____. **Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. . Brasília: Ministério da Saúde: 34 p. 2011.

BUCCI, M. H.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 9, n. 1, p. 130-148, 2014. ISSN 1980-993X.

DE LIMA FERREIRA, P. M. et al. **Determinação do Índice De Estado Trófico para fósforo das águas do Rio Piancó Piranhas Açu no Município de Pombal-PB**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9 n° 4: 95-101 p. 2014.

DE OLIVEIRA, M. D. et al. Nova abordagem do Índice de Qualidade de Água Bruta utilizando a Lógica Fuzzy. **Eng Sanit Ambient**, v. 19, n. 4, p. 361-372, 2014.

DUARTE, M. A. C. et al. Utilização dos índices do estado trófico (iet) e de qualidade da água (iqa) na caracterização limnológica e sanitária das Lagoas de Bonfim, Extremóz e Jiqui (rn): análise preliminar. In: (Ed.). **Trabalhos técnicos**: ABES, 1997. p.13.

FARAGE, J. et al. **Determinação do índice de estado trófico para o fósforo em pontos do rio Pomba**. Engenharia na Agricultura. Viçosa. v. 18 n° 4: 322-329 p. 2010.

ISAM. **Mapas Corede Serra**. ArcGis. RH, S. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul 2012.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

SILVA, G. S. D. et al. Avaliação da qualidade das águas do Rio São Francisco Falso, tributário do reservatório de Itaipu, Paraná. **Eclética Química**, v. 35, n. 3, p. 117-122, 2010. ISSN 0100-4670.