



Variação sazonal das concentrações de Fósforo Total em trecho médio do rio Taquari – Rio Grande do Sul

Flávio Aguiar Folletto¹, Luciana Paulo Gomes², Caroline Ely Bazanella³

¹Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS (ffolletto@bol.com.br)

²Universidade do vale do Rio dos Sinos – UNISINOS (lugomes@unisinis.br)

³Centro Universitário - UNIVATES (cbazanella1@univates.br)

Resumo

O presente estudo foi realizado no rio Taquari, um dos maiores rios do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Arroio do Meio e Cruzeiro do Sul. Esta análise teve como objetivo, diagnosticar os teores de Fósforo Total, neste recurso hídrico e suas variações sazonais, a fim de conhecer as condições de concentração temporal e espacial deste parâmetro de qualidade em suas águas. Além disso, a partir dos resultados, foi avaliada a capacidade de eutrofização do meio, através do IET (Índice de Estado Trófico), e o enquadramento do recurso hídrico, neste trecho, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Foram definidos oito pontos de amostragem ao longo do trecho pretendido, considerando questões hidrodinâmicas e aporte de afluentes. Todas as amostras foram coletadas em pontos centrais do rio, em três profundidades. O trecho apresentou uma variabilidade nas concentrações de Fósforo Total de acordo com o aporte dos afluentes e, a classificação segundo o IET, como eutrófico. O enquadramento conforme a Resolução citada, atingiu Classe 3, para este parâmetro e para o período avaliativo.

Palavras-chave: Qualidade da Água. Fósforo Total. Índice de Estado Trófico.

Área Temática: Recursos Hídricos.

Seasonal variation of total phosphorus concentrations in middle section of Taquari river - Rio Grande do Sul

Abstract

This study was conducted at Taquari river, one of the largest rivers in the Rio Grande do Sul, between the municipalities of Arroio do Meio e Cruzeiro do Sul. This analysis aimed to diagnose the total phosphorus content, this water resource, and their seasonal variations in order to meet the conditions of temporal and spatial concentration of this quality parameter in its waters. In addition, from the results, they were evaluated eutrophication capacity of the means by TSI (Trophic State Index), and the framework of water resources in this section in accordance with Resolution CONAMA 357/2005. Eight sampling points along the intended section have been defined, considering hydrodynamic issues and tributaries of contribution. All samples were collected at central points of the river, at three depths. The section presents a variability in Total Phosphorus concentrations in accordance with the contribution of the tributaries and the classification according to the TSI as eutrophic. The framing under the aforementioned resolution, reaches Class 3 for this parameter and the evaluation period.

Key words: Water quality. Total phosphorus. Trophic State Index.

Theme Area: Water resources.



1 Introdução

Para Tucci (2001), a qualidade das águas depende de inúmeros fatores físicos e biológicos de determinada bacia de drenagem. Além disso, o comportamento dos ecossistemas terrestres e as ações do homem são fatores que, em conjunto com os demais aspectos citados, resultam nos padrões de qualidade hídrica local, podendo ser distintos em diferentes regiões. Desta forma, as modificações de um sistema fluvial é produto de um conjunto de condições e ações, promovidas ao longo do tempo.

Larentis (2004) destaca ainda, que além das influências físicas e climáticas em um sistema de drenagem existem outras interações importantes. A ocupação antrópica da bacia faz com que cargas poluentes que chegam aos mananciais, sejam determinadas pela distribuição espacial e intensidade de sua ocupação. Neste caso, a água passa a corresponder qualitativamente às características ambientais relacionadas à ocupação da bacia hidrográfica.

As alterações na qualidade da água iniciam durante o ciclo hidrológico devido a condições naturais. Isso ocorre devido ao acúmulo de impurezas já durante as precipitações. No solo, a água dissolve uma série de substâncias como cálcio, magnésio, sódio, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, nitratos, entre outros. Além dessas substâncias, traços de alguns metais como chumbo e manganês e compostos orgânicos podem ser encontrados (MEZOMO, 2010).

A partir desta perspectiva, Barros (2008), salienta que, as fontes de poluição em recursos hídricos advêm de complexos processos naturais e, ainda, estão relacionadas a praticamente todas as atividades humanas. Para Haupt (2009), as fontes de poluição podem ser consideradas como pontuais ou fixas e difusas ou dispersas. A poluição pontual ou fixa é quando o ponto de lançamento da carga poluidora é bem definido (descarte de esgoto in natura em corpos de água), já na poluição difusa ou dispersa, não é possível definir esse ponto, sendo esta oriunda, normalmente, de uma extensa área.

Klein & Agne (2012), ressaltaram que as concentrações de nutrientes como o Fósforo (P), podem ter origem de descargas pontuais, assim como difusas. Em áreas urbanizadas, provém de descargas de efluentes domésticos e/ou industriais e de drenagens pluviais. Essas descargas podem estar vinculadas aos despejos de efluentes, a ligações clandestinas de esgotos em redes pluviais ou a águas percoladas de sistemas hidrossanitários.

Os autores citados anteriormente salientam ainda que, as atividades desenvolvidas em áreas agrícolas também contribuem significativamente na geração de cargas de nutrientes, ou seja, não somente Fósforo, mas Nitrogênio (N). O aporte para os recursos hídricos no ambiente rural ocorre por meio da drenagem superficial em lavouras, carreando fertilizantes e pesticidas, além do despejo de dejetos animais e em menor volume, efluentes domésticos. O Quadro 1, a seguir, demonstra as prováveis origens deste nutriente, segundo alguns autores, consolidando as fontes de origem deste importante elemento.

Quadro 1– Fontes de Origem do Fósforo

Esteves (1998).	Estradas, rodovias, poluição atmosférica, entre outros.
Fleck (1998).	Drenagem urbana, indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros.
Von Sperlig (2007).	Áreas agrícolas e urbanas.
CETESB (2009).	Escomaneto superficial (áreas urbanas e agrícolas).
Parron; Muniz & Pereira (2011).	Naturais (solos, rochas, decomposição de matéria orgânica), e Antrópicos (esgoto doméstico, industriais e fertilizantes).

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Von Sperlig (2007), os processos de reação bioquímica podem afetar o ambiente, causando toxicidade à vida aquática e, conseqüentemente, aos seres humanos. Essas



reações se relacionam diretamente a disponibilidade de nutrientes no meio, como é o caso do Fósforo. Segundo a CETESB (2010), este elemento constitui um dos principais nutrientes para os processos biológicos, sendo considerado um macro nutriente, por ser consumido em grandes quantidades pelas células.

Parron; Muniz & Pereira (2011) destacam que o Fósforo associado ou não a outros elementos, pode levar a eutrofização de lagos, represas ou mesmo rios, dependendo da hidrodinâmica do recurso hídrico. Segundo CETESB (2009), os compostos de Fósforo são transformados em Fosfatos, originando neste caso a fertilização do meio pela produção de sais minerais. A presença de Fósforo acima dos padrões ambientais, além da eutrofização acelerada, pode causar efeito tóxico para organismos aquáticos.

Veiga (2010) considera que os estudos do comportamento do Fósforo na coluna da água, assim como a dinâmica da sua ressuspensão a partir de ações físicas, químicas e biológicas são importantes para definir mecanismos de controle de poluição e os danos decorrentes do lançamento desse nutriente no ambiente aquático.

Neste contexto, a Legislação Federal através do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, instituiu a Resolução 357/2005, alterada pelas Resoluções 410/2009, e pela 430/2011, estabelecem limites de concentração máxima de Fósforo Total, conforme o tipo de ambiente e classe de enquadramento. Esses limites são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Limites para Fósforo segundo a resolução Conama 357/2005.

Parâmetros	Concentrações máximas (mg/L)		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Fósforo Total (ambiente lântico).	0,020	0,030	0,050
Fósforo Total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico).	0,025	0,050	0,075
Fósforo Total (ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários).	0,1	0,1	0,15

Fonte: Adaptado de Resolução Conama 357/2005.

Outras formas de avaliar as concentrações de Fósforo é o Índice de Estado Trófico (IET). Esta metodologia objetiva classificar os corpos d'água conforme o seu grau de trofia, isto é, avaliar a qualidade, disponibilidade e o efeito do aporte de nutrientes, encontrados na água e que são responsáveis pelo crescimento excessivo das algas ou de macrófitas aquáticas (MARANHO, 2012).

Segundo Lamparelli (2004), o IET é utilizado para acompanhar os fenômenos de eutrofização em monitoramentos de qualidade de água. O Índice envolve três variáveis: clorofila α , transparência (disco de Secchi) e Fósforo Total. Para Santos (2012), as variáveis envolvidas no cálculo do Índice de Estado Trófico podem ser avaliadas individualmente, ou seja, sem a necessidade de considerar os três parâmetros.

De acordo com Nogueira & Ramirez (1998), apud Araújo *et al.* (2014), dos critérios utilizados para avaliar o estado trófico, o mais eficaz é aquele em que se emprega os agentes causadores do processo de eutrofização, (ex: Fósforo), do que os que se valem das manifestações biológicas como a Clorofila α , ou dos efeitos físicos, como a Transparência.

O IET foi proposto por Carlson (1977), desenvolvido para regiões temperadas. Utiliza uma transformação linear da transparência pelo disco de Secchi e/ou as concentrações de Fósforo Total, aplicado a um modelo matemático. Toledo Jr. *et al.* (1983) adaptaram uma nova metodologia para ambientes tropicais. A partir das modificações, os autores concluíram que esta seria mais adequada para realizar a determinação do estado trófico do que a original.



Lamparelli (2004) desenvolveu nova metodologia para o IET apresentando novas classificações de trofia. Além disso, novos índices de estado trófico, tanto para ambientes lóticos quanto para lênticos, foram definidos pela autora. Estes novos índices mostraram uma maior coerência entre os índices calculados a partir de concentrações de clorofila α , assim como para Fósforo Total. O Quadro 3, demonstra as equações utilizadas por cada autor.

Quadro 3 – Equações desenvolvidas para cálculo do IET (Fósforo Total (P) em $\mu\text{g/L}$).

IET proposto por Carlson (1977).	$\text{IET}_C = 14,42 \times \ln(P) + 4,15$
IET proposto por Toledo (1983).	$\text{IET}_T = 10 \times \left[6 - \frac{\ln\left(\frac{80,82}{P}\right)}{\ln 2} \right]$
IET proposto por Lamparelli (2004).	$\text{IET}_L = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln(P) / \ln 2)))$

Fonte: Adaptado de Lamparelli (2004).

Resumidamente os Índices de Estado Trófico (IET), propostos por Lamparelli (2004), estão descritos na Quadro 4, a seguir.

Quadro 4- IET e equivalência com medidas de Fósforo Total.

IET	Estado Trófico	Fósforo Total (mg/L)
$\text{IET} \leq 47$	Ultraoligotrófico	$\leq 0,008$
$47 < \text{IET} \leq 52$	Oligotrófico	$0,008 < \text{FT} \leq 0,019$
$52 < \text{IET} \leq 59$	Mesotrófico	$0,019 < \text{FT} \leq 0,052$
$59 < \text{IET} \leq 63$	Eutrófico	$0,052 < \text{FT} \leq 0,120$
$63 < \text{IET} \leq 67$	Supereutrófico	$0,120 < \text{FT} \leq 0,233$
$\text{IET} > 67$	Hipereutrófico	$> 0,233$

Fonte: Lamparelli (2004).

Diante da importância deste cenário, o presente estudo procurou avaliar as variações sazonais das concentrações de Fósforo Total, no trecho médio do rio Taquari. Este segmento do rio apresenta características peculiares, devido um barramento (Barragem Eclusa), o qual tornou possível a navegação por mais 30 km, a montante. Esta obra gerou uma alteração do regime hidrodinâmico, criando um ambiente de transição entre sistemas lóticos e lênticos.

Além disso, a região do Vale do Taquari – RS, possui uma economia considerada diversificada e dinâmica, sendo que a indústria representa a parcela mais significativa do Produto Interno Bruto (PIB), seguida pelos setores de serviços e da agropecuária (suinocultura, avicultura e bovinocultura leiteira). (CONTO & PEDROZO, 2009).

Dentro desta perspectiva, a pressão sobre os recursos hídricos da região principalmente o rio Taquari, decorre de lançamentos indústrias e domésticos, assim como de criatórios de animais e fertilizantes utilizados em solos agricultáveis, passíveis de serem carregados pelas chuvas. Esses fatores enaltecem a necessidade de conhecimento das concentrações de Fósforo nas águas do rio Taquari, frente sua importância, principalmente no abastecimento público.

2 Metodologia

O estudo foi conduzido por um período de um ano, entre os meses de setembro de 2011 e agosto de 2012. As amostras de água foram coletadas em oito pontos ao longo do rio Taquari, perfazendo 21,6 km, entre os municípios de Arroio do Meio e Cruzeiro do Sul.

A amostragem foi realizada em pontos centrais do rio (entre margens), levando-se em consideração as características morfológicas e hidrodinâmicas do trecho, ou seja, evitando áreas de remansos ou revés, comuns nas curvas de rios ou em locais próximos às margens.

Manteve-se uma distância mínima de 800 metros da confluência dos afluentes, neste



segmento do rio, isso para que houvesse índices de mistura satisfatórios entre as águas do leito principal e os respectivos contribuintes. O planejamento e a coleta das amostras seguiram as normas NBR 9897 e NBR 9898 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as quais indicam as técnicas para amostragem e preservação de amostras.

Cada coleta foi realizada em três profundidades: a 20 cm do fundo, no meio da seção amostrada e a 10 cm da superfície, procurando desta forma, caracterizar um perfil de acúmulo do nutriente no ponto medido.

Para a realização das coletas foram utilizados os seguintes equipamentos: barco motorizado, Garrafa *Van Dorn* com capacidade para 5 litros, (para coleta em profundidades distintas); trena de 50 metros, acoplada na garrafa; recipientes para homogeneização; e caixas térmicas para armazenamento e transporte.

As amostras coletadas foram acondicionadas em recipientes de vidro, fornecidos pelo Laboratório de Análises Unianálises. Na sequência foram encaminhadas ao prestador de serviço, localizado no município de Lajeado, entidade legalmente credenciada junto ao órgão ambiental estadual.

De acordo com o procedimento metodológico foi possível obter três amostras por estação climática, visando reduzir a margem de erro em uma avaliação sazonal. A coleta das amostras em todas as campanhas teve início na seção ao sul do trecho de estudo seguindo para o norte, onde procurou-se manter os mesmos horários de coleta em cada ponto.

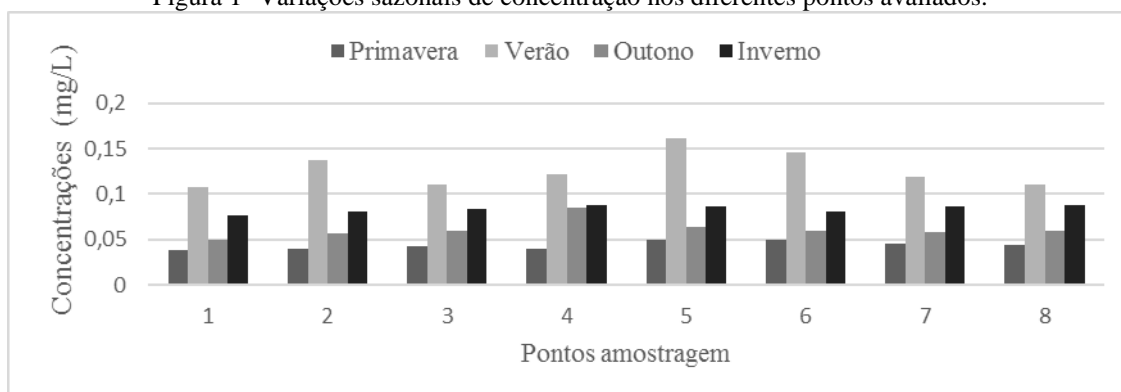
Acredita-se que a não observância dos fatores até então mencionados, poderia levar a resultados tendenciosos, devido ao grande volume de água das microbacias contribuintes no trecho de estudo.

3 Resultados

Através dos dados obtidos foi possível traçar um perfil do comportamento das concentrações de Fósforo Total na área de estudo, de acordo com a estação climática. Os resultados da série de análises deste trecho do rio Taquari apontam para concentrações médias acima de 0,05 mg/L, em todas as estações, exceto para o período de primavera. Constata-se uma tendência espacial variável entre os pontos amostrados, assim como uma variabilidade temporal dos teores de Fósforo Total, quando avaliados de forma unitária. A Figura 1, relaciona às estações do ano e as concentrações em cada ponto de amostragem.

Uma tendência percebida ao longo do trecho avaliado (Figura 1), independente da estação em questão, foi o aumento nas concentrações do parâmetro conforme se dirige do ponto 1, ao ponto 8 (sentido jusante). Ou seja, com o aporte de microbacias e a intensificação de áreas urbanas houve um incremento na concentração de Fósforo Total. Essas condições corroboram com as fontes de origem deste nutriente, segundo os autores apresentados no Quadro 1.

Figura 1- Variações sazonais de concentração nos diferentes pontos avaliados.





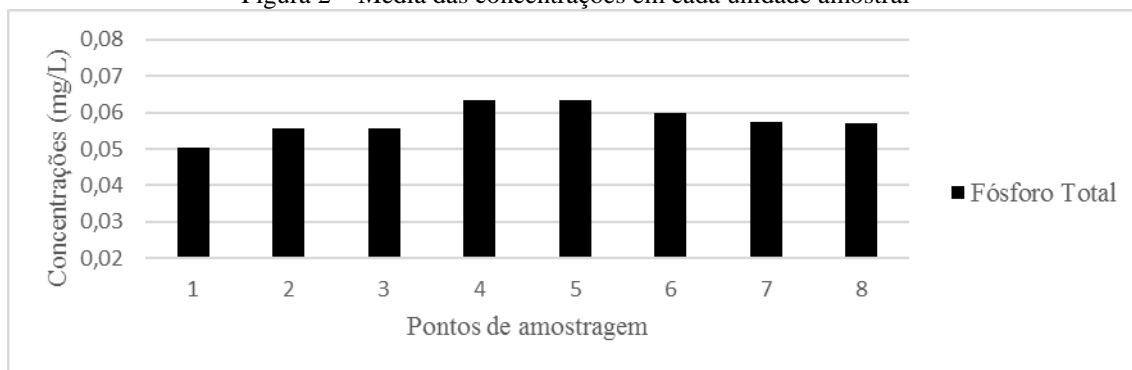
O fato da localização dos pontos amostrais levarem em consideração um índice satisfatório de mistura das águas, permite vislumbrar a interferência das microbacias nos aspectos relacionados aos níveis de qualidade da água do rio Taquari, para este parâmetro. Observa-se ainda que, dentro de uma única estação, também ocorre variabilidade deste nutriente entre as unidades amostrais, reforçando a necessidade de avaliações periódicas.

A estação que chama mais atenção é o verão, com maiores concentrações quando comparadas as demais. Esses resultados podem ter ocorrido, devido a diminuição da vazão do recurso hídrico neste período, ocorrendo maiores concentrações do nutriente. Já nos períodos de inverno (segunda maior concentração), provavelmente se deve ao maior escoamento superficial (urbano e agrícola), onde, independente da maior vazão, ocorre maior volume deste nutriente sendo carregado.

Avaliando as amostras de forma individual, porém considerando a média anual, de cada ponto, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, todos estariam enquadrados como Classe 3, para águas doces. Esta Classe é indicada ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, irrigação apenas de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, dessedentação animal e contato secundário. Habitualmente ocorrem outras formas de uso dessas águas, não recomendáveis, como contato primário e irrigação de hortaliças.

Segundo o enquadramento realizado para águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, em 2013, houve predomínio da Classe 2, para este trecho, segundo a metodologia adotada. No entanto, a classificação atual não condiz com os dados apresentados pelo Comitê de Bacias. Provavelmente o número de coletas, assim como a frequência, seja a provável relação entre a diferença nos dados. A Figura 2, demonstra os resultados das médias para cada ponto, considerando 12 amostragens realizadas ao longo do período.

Figura 2 – Média das concentrações em cada unidade amostral



Observando ainda a Figura 2, percebe-se que os pontos de maior criticidade, ou então, onde os valores encontrados são maiores, quando comparados aos demais, dizem respeito aos locais 4 e 5, voltando a decrescer a partir 6. Esta relação tem provável origem nas microbacias que aportam neste trecho, além do adensamento urbano nestes locais.

Apesar do decaimento nos teores de Fósforo a partir do ponto 6, nota-se que os mesmos não retornam a valores próximos aqueles do ponto 1. Neste caso, percebe-se que ocorre aumento nos teores do nutriente avaliado, conforme o rio Taquari transcende as áreas urbanizadas e, ainda, recebe aporte de afluentes que drenam áreas produtoras da região.

A premissa anterior está fundamentada no fato de que, o ponto 1, é o único fora da área sobre efeito da Barragem Eclusa. Ou seja, há maior escoamento, menor tempo de residência de poluentes, devido às características lóticicas, enquanto na área sobre influência do barramento, as condições são contrárias (lênticas), havendo maior possibilidade de eutrofização do meio aquático.

Neste caso a hipótese de decaimento do parâmetro Fósforo para reservatórios na Bacia



Taquari-Antas apresentadas por Larentis; Collischonn & Tucci (2008), não se confirmaram. Provavelmente este fato está relacionado ao ressuspensão, causado pelas microbacias, como destacado por Veiga (2010). Outra alternativa é o próprio teor do nutriente que, apesar do consumo por microrganismos e sedimentação, ainda apresenta valores, onde, segundo a metodologia proposta para IET, se enquadra como eutrófico (entre 0,052mg/L e 0,12 mg/L - LAMPARELLI, 2004).

O Índice de Estado Trófico, correspondente ao Fósforo, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, uma vez que, este nutriente atua como o agente causador do processo. Proliferações de algas já foram percebidas no reservatório da Barragem em períodos de estiagem na região, evidenciando provável aumento nas concentrações de nutrientes, fato que corrobora com o resultado encontrado.

4 Conclusão

Os resultados apresentados demonstram os reflexos das ocupações urbanas na região, sendo o esgotamento sanitário dessas áreas, além do escoamento superficial, tanto urbano como rural, as prováveis fontes deste nutriente. As variações apresentadas ao longo de cada estação reforçam a necessidade de que, para um correto enquadramento, necessita-se levar em consideração a sazonalidade regional.

Além disso, frente ao contínuo crescimento populacional, a expansão de áreas urbanas e o aumento do rebanho animal, provavelmente serão mantidas as tendências de elevação na geração de Fósforo. Frente a este contexto, além de propostas para monitoramento contínuo, ações devem ser viabilizadas para amenizar problemas relacionados as concentrações de Fósforo em águas superficiais da região.

Referências

- ARAÚJO, A. B. de; SALES, J. C.; FONTENELLE, R. O. dos S.; ALVES, F. R. L.; AGUIAR, F. L. L. de.: **Qualidade microbiológica e avaliação do Estado Trófico de amostras de água do açude Forquilha-CE**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.10, n.18. Ceará, 2014.
- BARROS, F. M.: Dinâmica do Nitrogênio e do Fósforo e estado trófico nas águas do rio Turvo Sujo. (**Tese de Doutorado**) Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2008.
- CARLSON, R.E. **A trophic state index for lakes**. *Limnology and Oceanography*. Vol. 22, p 361 – 369, 1977.
- CETESB (São Paulo) **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo**. [recurso eletrônico] / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2011. 298 p. 2010
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, **Resolução CONAMA 357/05**: Estabelecer a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília-DF, 2005.
- CONTO, M. de S.; PEDROZO, E. A.: A estratégia de inovação volta às exportações: Um estudo de duas empresas alimentícias do Vale do Taquari. *Revista ESTUDO&DEBATE*, Lajeado, v. 16 n.1, p. 29-47. 2009.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.



FLECK, E.: **Parâmetros de Monitoramento**. Porto Alegre: DMLU/ D. D. F., 1998.

FRANZEN, M. Dinâmica do Fósforo na interface água-sedimento em reservatórios. (**Tese de Doutorado**). 244p. URGs – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre – RS, 2009.

HAUPT, J. P. de O.: **Metodologia para Avaliação do Potencial de produção de poluição difusa: estudo de caso da bacia do rio Jundiá** – ed.ver. – São Paulo, 2009. 126p.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. **Fósforo: de nutriente à poluente!** Rev. Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental v.8, nº 8, p. 1713-1721, set-dez, 2012.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento. (**Tese de Doutorado**) 238 p. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. São Paulo, 2004.

LARENTIS, D. G. Modelagem sistemática da qualidade da água em grandes bacias: Sistema Taquari-Antas – RS. (**Dissertação de Mestrado**) 177p. Porto Alegre, 2004.

LARENTIS, D. G.; COLLISCHONN, W.; TUCCI C. E. M.: **Simulação da Qualidade de Água em Grandes Bacias: Rio Taquari-Antas, RS**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.3 Jul/Set 2008.

MARANHO, L. A. Avaliação da qualidade da água do rio Corumbataí (SP) por meio de variáveis bióticas e abióticas. (**Tese de Doutorado**). 106p. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2012.

MEZOMO, A. M. A.: **Qualidade das Águas como Subsídio para Gestão Ambiental**. UFRGS – Instituto de Geociências – Porto Alegre, RS, 2010.

PARRON, L. M; MUNIZ, D. H. de F; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa Florestas Colombo – PR, 2011.

SANTOS, O. R.: Análise Limnológica para Avaliação do Nível Trófico em Reservatório Formado na Implementação de Uma PCH em Rio do Peixe/SC com Ênfase no Parâmetro Fósforo. **Trabalho de Conclusão de Curso** - Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2012.

TOLEDO Jr., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E.G. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. 1983; Anais do 12º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental.

TUCCI, CARLOS E. M. **Gestão da água no Brasil** – Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

VEIGA, B. V. Fatores intervenientes na dinâmica do Fósforo em ambientes lênticos – investigação sobre o reservatório de Alagados no estado do Paraná. (**Tese de Doutorado**). 112p. São Paulo, 2010.

VON SPERLING, M.: **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Ed. Da UFMG, 483, 2007.