

IV-303 – APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO PARA FÓSFORO (IET_{PT}) NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Bruno Rocha Silva Setta⁽¹⁾

Biólogo pela Universidade Federal Fluminense. Mestrando em Engenharia Urbana e Ambiental na PUC- Rio.

Endereço⁽¹⁾: Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea – Rio de Janeiro – RJ - CEP: 22451-900- Brasil - Tel: (21) 3527-1188 - e-mail: brunorsetta@gmail.com

RESUMO

No presente trabalho buscou-se realizar uma avaliação do grau de trofia da Bacia do rio Paraíba do Sul, através da aplicação do índice de estado trófico para fósforo (IET_{PT}) em dez estações de monitoramento da Rede Integrada de Monitoramento Semi-Automático da Qualidade da Água, que funciona no âmbito da Cooperação Técnica entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e a CPRM (Serviço Geológico do Brasil), nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, durante os períodos de estiagem e de chuva. Os valores do IET_{PT} foram obtidos por meio da equação proposta por Carlson (1977) modificada por Toledo Jr. (1990). O maior aporte de fósforo total no curso de água foi verificado nos trechos em que o rio Paraíba do Sul é receptor de grande carga de efluentes domésticos e industriais em áreas mais urbanizadas e de fertilizantes fosfatados utilizados em áreas agrícolas. Conforme os resultados, observou-se que, no período de estiagem, o rio Paraíba do Sul apresentou altos valores de eutrofização e hipereutrofização, e ao mesmo tempo valores significativos de ultraoligotrofia (IET_{PT}=30) em algumas estações, enquanto que no período chuvoso, todo o percurso encontrou-se em sua maioria em estado de oligotrofia, apesar de ter apresentado em alguns momentos estados de eutrofização e hipereutrofização (IET_{PT}=101). Percebeu-se que não houve diferenças significativas entre os estados tróficos nos períodos de estiagem e chuvoso na Bacia do rio Paraíba do Sul. Dessa forma, pode-se afirmar que o efeito da sazonalidade não exerce uma interferência expressiva na qualidade da água da desta bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de Estado Trófico, Qualidade da Água, Rio Paraíba do Sul.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água é essencial para a manutenção de todas as formas de vida do planeta. Seu estado de qualidade tem relação direta com o uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica, podendo ser afetada por condições naturais ou por interferência antrópica. Assim, é fundamental que se saiba a situação dos corpos hídricos para que se planeje sua ocupação e seja exercido o necessário controle de impactos (BRAGA et al., 2006).

Para avaliar as possíveis alterações ao longo de um curso d'água, deve-se utilizar indicadores de qualidade de água com o emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações da microbacia, a fim de fornecer informações resumidas das possíveis alterações da água ao longo de uma bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (TOLEDO & NICOLELLA, 2002). Um dos índices utilizados para avaliar a qualidade da água é o Índice do Estado Trófico (IET), que tem por finalidade classificar corpos d' água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2004).

A concepção de estado trófico é multidimensional, pois engloba aspectos de carga e transporte de nutrientes, concentração de nutrientes, produtividade, quantidade e qualidade da biota (DUARTE *et al.*, 1998). Em virtude destas características, este índice permite identificar as possíveis atividades humanas realizadas ao longo de uma bacia hidrográfica, além de auxiliar na formulação de planos de manejo e gestão de ecossistemas aquáticos (FIA *et al.*, 2009).

O índice de estado trófico (IET) foi desenvolvido por Carlson (1997) e modificado por Toledo Jr. *et al.*, (1990), ambos baseados em informações relativas à biomassa fitoplanctônica presente em um determinado corpo hídrico, incorporando as variáveis clorofila a, transparência (disco de Secchi) e fósforo total. Além

disso, ao final do estudo o ecossistema aquático pode ser classificado em Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico ou Hipereutrófico, conforme o estado de trofia (CETESB, 2004).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as interações entre as intervenções antrópicas e os recursos naturais da Bacia do rio Paraíba do Sul, através da aplicação do Índice de Estado Trófico para Fósforo (IET_{PT}) em dez diferentes estações do projeto “Rede Integrada de Monitoramento Semi-Automático da Qualidade da Água da Bacia do Rio Paraíba do Sul” nos períodos de estiagem e chuvoso.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização das áreas de estudo

A Bacia do rio Paraíba do Sul é considerada uma das bacias hidrográficas mais importantes do país, em termos de desenvolvimento econômico regional, pelo fato de estar inserida dentro de três estados com grande destaque econômico no cenário nacional: São Paulo, com área de drenagem aproximada de 13.500 km², Minas Gerais, com 20.900 km² e Rio de Janeiro, com 21.000 km², correspondente à metade do território do estado. Por se tratar de uma região muito populosa, com atividade industrial e agrícola expressiva e, portanto, com alta demanda de recursos hídricos, apresenta níveis críticos de poluição ao longo de todo o percurso (ANA, 2005).

Dentro deste contexto, foi concebido o Projeto “Rede Integrada de Monitoramento Semi-Automático da Qualidade da Água da Bacia do Rio Paraíba do Sul” com base em um estudo elaborado pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ (COPPETEC, 2002), no âmbito do Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. O Projeto além de realizar a medição de quatro parâmetros diários (temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e potencial hidrogeniônico), realiza medições de nível e chuva e coletas de amostras bimestrais, durante as viagens de supervisão, através das quais é feita a análise de 39 parâmetros por dois laboratórios: um próprio da CPRM, o Laboratório de Análises Minerais (LAMIN), e outro privado (MORAIS, 2009).

Para demonstrar a distribuição espacial das informações da bacia utilizou-se do programa ArcGIS 9.1, onde foi possível ter a localização dos pontos de lançamento e captação e das estações de monitoramento em cada trecho, conforme pode ser visto na Figura 1 a seguir.

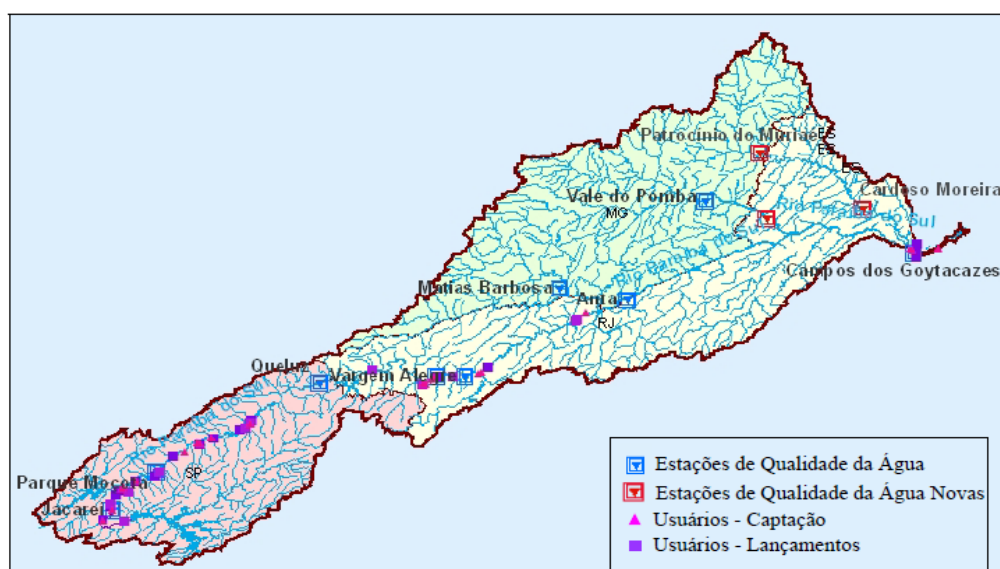


Figura 1 - Estações fluviométricas e de qualidade da água e pontos de captação e de lançamento.
Fonte: MORAIS (2009).

Na figura 2 abaixo estão contidas as estações da Rede Integrada de Monitoramento Semi-Automático de Qualidade de Água do Rio Paraíba do Sul, que compõem a área de estudo com as suas respectivas localizações geográfica exatas. Através de um estudo realizado pela COPPE/UFRJ e em análise do mapa de localização dos

principais poluidores na bacia, foi possível escolher os dez locais prioritários para implantação desta rede (ARAÚJO *et al.*, 2007).

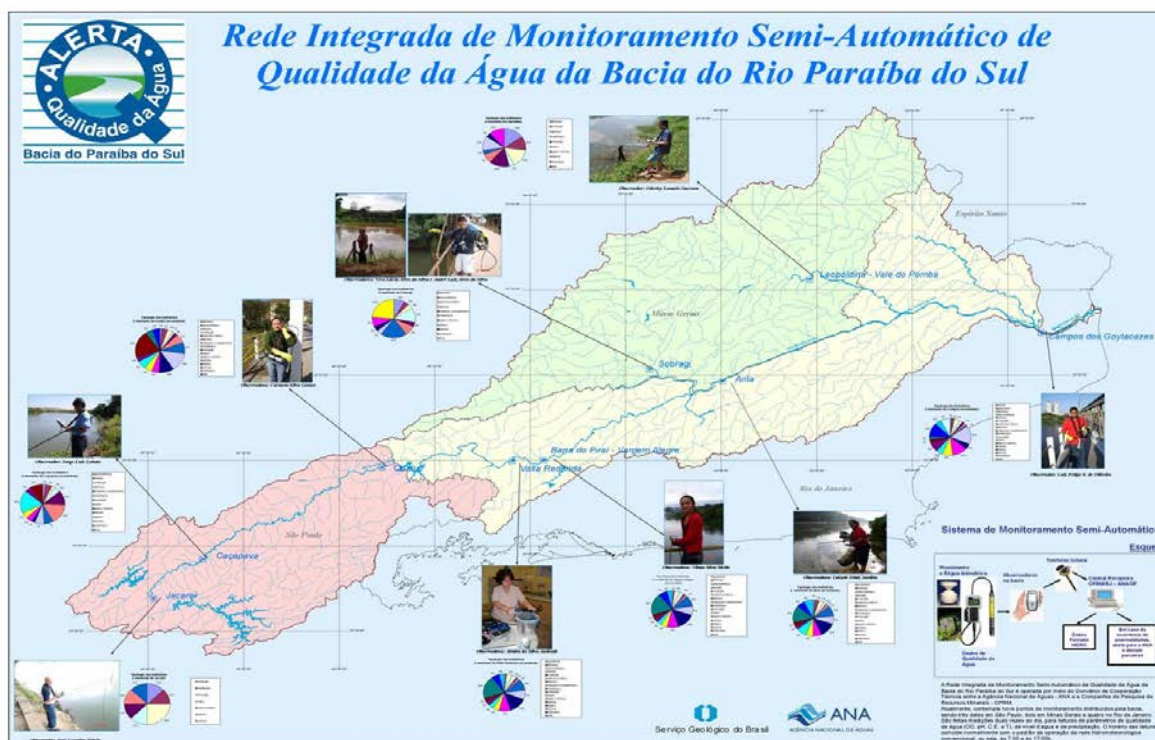


Figura 2 – Mapa das localizações geográficas das estações que compõem a rede. Fonte: ARAÚJO *et al.*, (2007).

A tabela 1 a seguir mostra os pontos de monitoramento do projeto, com seus respectivos nomes, localização e coordenadas geográficas, segundo Araújo *et al.*, (2007).

Tabela 1: Estações que compõem a Rede Integrada de Monitoramento Semi-Automático de Qualidade de Água do Rio Paraíba do Sul.

Seção	Estação	Município	Estado	Rio	Coordenadas	
					Longitude W	Latitude S
E1	Volta Redonda	Volta Redonda	RJ	Paraíba do Sul	- 44° 05' 28"	- 22° 30' 07"
E2	Anta	Sapucaia	RJ	Paraíba do Sul	- 42° 59' 27"	- 22° 02' 06"
E3	Campos	Campos	RJ	Paraíba do Sul	- 41° 19' 28"	- 21° 45' 04"
E4	Jacareí	Jacareí	SP	Paraíba do Sul	- 45° 58' 06"	- 23° 18' 37"
E5	Matias Barbosa	Matias Barbosa	MG	Paraíba Mineiro	-21° 52' 19"	-43° 19' 25"
E6	Sto. Antônio de Pádua	Sto. Antônio de Pádua	RJ	Pomba	-42° 10' 50"	-21° 32' 32"
E7	Patrocínio do Muriaé	Patrocínio do Muriaé	MG	Muriaé	-42° 12' 56"	-21° 08' 55"
E8	Vale do Pomba	Leopoldina	MG	Pomba	- 42° 32' 09"	- 21° 26' 23"
E9	Vargem Alegre	Barra do Pirai	RJ	Paraíba do Sul	- 43° 55' 48"	- 22° 29' 54"
E10	Queluz	Queluz	SP	Paraíba do Sul	- 44° 46' 21"	- 22° 32' 24"

Aplicação do Índice de Estado Trófico para Fósforo (IET_{PT})

A pesquisa desenvolvida utilizou dados secundários obtidos das análises de fósforo total, fornecidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) do Escritório do Rio de Janeiro, através do Projeto “Rede Integrada de Monitoramento Semi-Automático da Bacia do rio Paraíba do Sul”, que opera em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA). Foram empregados dados de dez estações de monitoramento de qualidade da água, nos períodos de estiagem (junho e setembro) e chuvosos (novembro e abril) de 2013, sendo efetuadas duas coletas em cada período. Além disso, todas as análises de fósforo total foram realizadas pelo método fósforo-molibdílico (APHA *et al.*, 1998), no Laboratório de Análises Minerais da CPRM do Escritório do Rio de Janeiro.

Para o cálculo do IET nas estações de qualidade da água do Rio Paraíba do Sul, utilizou-se o índice de estado trófico adotado pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), que é o introduzido por Carlson (1977) e modificado por Toledo Jr. *et al.*, (1990). No entanto, devido à existência de trechos com alta correnteza, turbidez e concentração de material em suspensão, dificultando a análise confiável da clorofila *a*, considerou-se apenas a variável fósforo total, utilizando-se a Equação 1 (TOLEDO Jr., 1990).

$$IET_{PT} = 10 \{ 6 - [\ln (80,32 / PT) / \ln 2] \}$$

(1)

tal que,

IET_{PT} = índice de estado trófico para fósforo; e

PT = concentração de fósforo total, medida à superfície da água (µg.L⁻¹).

Após calcular o Índice de Estado Trófico (IET), as águas das estações de qualidade da água da Bacia do rio Paraíba do Sul foram classificadas de acordo com os limites estabelecidos por Toledo *et al.*, (1990), conforme a tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Classificação do Índice de Estado Trófico (IET).

Critério	Estado Trófico
IET ≤ 24	Ultraoligotrófico
24 < IET ≤ 44	Oligotrófico
44 < IET ≤ 54	Mesotrófico
54 < IET ≤ 74	Eutrófico
IET > 74	Hipereutrófico

Fonte: TOLEDO *et al.*, 1990.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de concentração do fósforo total e os índices de estado trófico para diferentes pontos de amostragem das águas do Rio Pomba estão apresentados na tabela 3.

O valor máximo para a concentração de fósforo, observado no presente trabalho, foi de 1500 µg L⁻¹, em uma amostra coletada estação localizada no município de Matias Barbosa (MG), em novembro de 2013. Provavelmente, esse alto valor encontrado deve-se aos primeiros escoamentos superficiais no início do período chuvoso, que conduziu elevada quantidade de sedimentos, fertilizantes agrícolas e excrementos de animais para o curso de água, o que pode ser justificado pelo fato do município possuir um número expressivo de bovinos, cerca de 8.589, criados em 123 propriedades rurais localizadas próximas à estação (IMA, 2014).

Outro ponto que apresentou valores expressivos para fósforo foi o município de Volta Redonda (RJ), localizado no trecho considerado como “Médio do Paraíba do Sul”. Este trecho é de grande importância estratégica e econômica para o Estado do Rio de Janeiro, por nele encontrar-se inserido a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que contribui com a maior quantidade de efluentes industriais que o rio recebe.

A imagem logo abaixo mostra o despejo de efluentes industriais no Rio Paraíba do Sul, no trecho do município de Volta Redonda (RJ).



Figura 3: Despejo de efluentes industriais no Rio Paraíba do Sul, no município de Volta Redonda (RJ). Fonte: O GLOBO, 2014.

Tabela 3: Valores das concentrações de fósforo total (PT) e seus respectivos valores de índice de estado trófico (IET_{PT}) obtidos para o Rio Paraíba do Sul.

Seção	Estações	Período das Campanhas							
		Abril/2013		Junho/2013		Setembro/2013		Novembro/2013	
		P _T (µg.L ⁻¹)	IET _{PT}	P _T (µg.L ⁻¹)	IET _{PT}	P _T (µg.L ⁻¹)	IET _{PT}	P _T (µg.L ⁻¹)	IET _{PT}
E1	Volta Redonda	20	40	40	50	1000	<u>93</u>	100	63
E2	Anta	20	40	40	50	10	30	20	40
E3	Campos	20	40	10	30	10	30	20	40
E4	Jacareí	20	40	40	50	90	61	20	40
E5	Matias Barbosa	20	40	190	73	1300	<u>100</u>	1500	<u>101</u>
E6	Sto. Antônio de Pádua	20	40	30	46	170	70	20	40
E7	Patrocínio Muriaé	20	40	40	50	10	30	30	46
E8	Vale do Pomba	20	40	40	50	10	30	20	40
E9	Vargem Alegre	20	40	40	50	20	40	40	50
E10	Queluz	20	40	70	58	70	58	70	58

Estado Eutrófico – *itálico e negrito*; Estado Hipereutrófico – *itálico, negrito e sublinhado*.

Na figura 4 abaixo, pode-se observar a relação dos valores encontrados para IET_{PT} de cada estação com os meses contemplados para os períodos de estiagem (junho e setembro) e chuvosos (novembro e abril) de 2013.

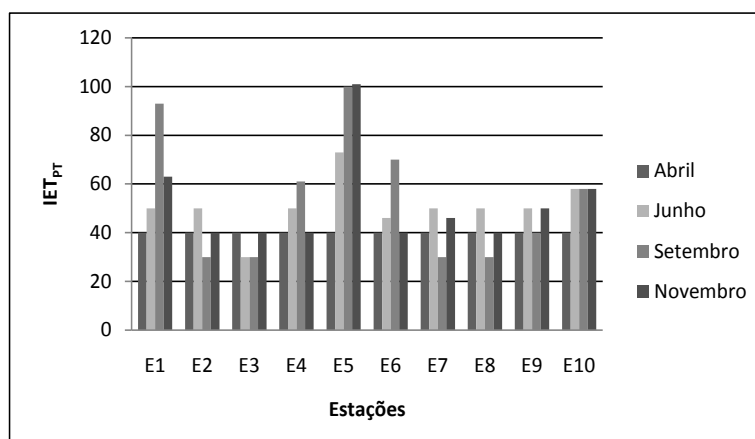


Figura 4: Relação de valores de IET_{PT} nos períodos de estiagem e chuvoso.

A tabela 4 abaixo mostra os valores médios de IET_{PT} de cada estação com sua respectiva classificação de trofia, de acordo com Toledo *et al.*, 1990.

Tabela 4: Valores do índice de estado trófico para fósforo total (IET_{PT}) médio obtidos para o Rio Paraíba do Sul.

Estação	IET _{PT} médio (µg.L ⁻¹)	Estado trófico
Volta Redonda	62	Eutrófico
Anta	40	Oligotrófico
Campos	35	Oligotrófico
Jacareí	48	Mesotrófico
Matias Barbosa	79	Hipereutrófico
Sto. Antônio de Pádua	49	Mesotrófico
Patrocínio Muriaé	42	Oligotrófico
Vale do Pomba	40	Oligotrófico
Vargem Alegre	45	Mesotrófico
Queluz	54	Mesotrófico

Nas estações localizadas mais próximas a montante, como Anta, e a jusante, como Campos, os estados de trofia foram melhores, enquanto que as estações localizadas no trecho médio do Rio Paraíba do Sul, como Volta Redonda, apresentaram os piores estados de trofia. Neste trecho inicia-se o aparecimento de centros urbanos mais populosos, favorecendo ao aumento do aporte de fósforo que compromete a classificação trófica das águas do rio. As concentrações de fósforo, na maioria das águas naturais, encontram-se entre 5 µg L⁻¹ e 20 µg L⁻¹, de acordo com Chapman (1992), valores bem inferiores aos determinados neste trabalho, demonstrando o grau de comprometimento imposto pelas intervenções antrópicas.

Pode-se observar que, dentre todos os valores das concentrações de fósforo total obtidas neste trabalho, apenas 15% delas extrapolaram o padrão estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 1 e 2, regime lótico, que é de 100 µg.L⁻¹ (BRASIL, 2005). No entanto, Barros (2008) observou que as concentrações de fósforo total nas águas do Rio Turvo Sujo ultrapassaram, em todos os pontos e períodos avaliados, o limite máximo estabelecido na legislação para águas de classe 1 e 2, regime lótico.

O Rio Paraíba do Sul apresentou o estado hipereutrófico tanto no período de estiagem quanto no chuvoso, na estação de Matias Barbosa (MG). Este resultado apresentou-se foi fora do esperado, uma vez que, de acordo com o estudo da COPPE/UFRJ (ARAÚJO *et al.*, 2007), o município não apresenta potenciais poluidores que possam definitivamente contribuir para este estado de trofia encontrado.

Excetuando-se os valores encontrados para a estação de Matias Barbosa (MG), já eram esperados os valores mais altos de IET_{PT} para a estação localizada no município de Volta Redonda (RJ), devido à presença de

indústrias e centros urbanos populosos localizados às margens do rio, que geram e lançam diariamente grande volume de efluentes industriais e domésticos.

Alguns autores identificaram maiores valores de fósforo no período de estiagem e outros no chuvoso. Stacciarini (2002), analisando a qualidade dos recursos hídricos em Paulínia, município localizado no interior do Estado de São Paulo, observou que, na maioria dos pontos avaliados, as concentrações de fósforo foram maiores no período de estiagem. Além disso, Cruz (2003) também encontrou os mesmos resultados, realizando trabalhos no Rio Uberaba. Contudo, Barros (2008), avaliando a qualidade das águas do Rio Turvo Sujo, encontrou maiores concentrações de fósforo total no período chuvoso.

No ano 2000, Lamparelli (2004) constatou que os valores das concentrações de fósforo total obtidas pela rede de monitoramento do Estado de São Paulo, 85,9% superaram o valor estabelecido na Resolução CONAMA nº 20/1986 (BRASIL, 1986). Segundo o autor, não houve diferenças significativas entre as concentrações deste elemento em períodos secos e chuvosos, para ambientes lóticos. Paralelamente, verificou-se no presente estudo o mesmo ocorrido, tanto que os valores de IET_{PT} do Rio Paraíba do Sul se encontravam em algumas estações, tanto no período chuvoso quanto no de estiagem, em estados variando entre oligotrofia e hipereutrofia.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que os valores do Índice de Estado Trófico para fósforo total (IET_{PT}), para os diversos pontos avaliados no Rio Paraíba do Sul, tendem a melhorar conforme o rio se distancia de áreas mais populosas.

As maiores concentrações de fósforo nas águas estão associadas a trechos nos quais o Rio Paraíba do Sul é receptor de grande carga de efluentes domésticos e industriais.

Diferentemente dos resultados apresentados por outros autores, neste trabalho verificou-se que tanto nos períodos de estiagem quanto no chuvoso, as concentrações de fósforo total foram altas em ambos. Tais resultados foram semelhantes aos encontrados por Lamparelli (2004). Portanto, podemos afirmar que o efeito da sazonalidade não exerce uma interferência expressiva na qualidade das águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul, uma vez que se trata de um ambiente lótico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência Nacional de Águas. Projeto básico para operação da rede integrada de monitoramento semi-automático da qualidade da água para atender às demandas do sistema de alerta de qualidade da água da Bacia do rio Paraíba do Sul. Brasília: ANA. Nov. 2005. (Série Relatórios).
2. APHA [AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION]; AWWA [AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION]; WEF [WATER ENVIRONMENT FEDERATION]. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 1998, [s.n.].
3. ARAÚJO, L. M. N.; MORAIS, A.; VILLAS-BOAS, M. D.; PEREIRA, V. S. A.; BARROS, P. S. T.; NETO, A. M.; BUBEL, A. P. M.; SPOLIDÓRIO, S. P. M. Rede Integrada de Monitoramento Semi-Automático da Qualidade da Água da Bacia do Rio Paraíba do Sul. In: ANAIS DO XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - ABRH, São Paulo - SP, nov. 2007.
4. BARROS F.M. Dinâmica do nitrogênio e do fósforo e estado trófico nas águas do Rio Turvo Sujo. Viçosa: UFV, 2008. 172 f. (Tese de doutorado).
5. BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. "Monitoramento de Quantidade e Qualidade das Águas". In: ÁGUAS DOCE NO BRASIL: CAPITAL ECOLÓGICO, USO E CONSERVAÇÃO. São Paulo, Escrituras, 2006, pp. 145-60.
6. BRASIL. Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. 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. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, 1986.
7. BRASIL. Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem

- como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2005.
8. CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v.22, p.361-369, 1977.
 9. CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Qualidade das Águas interiores de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2004.
 10. CHAPMAN, D. Water quality assessment. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 1. ed. UNESCO / WHO / UNEP. Chapman & Hall. 585p. 1992.
 11. COPPETEC (2002). Assessoramento à Implantação do Monitoramento da Quantidade e Qualidade da Água do Paraíba do Sul – Projeto Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia do rio Paraíba do Sul - PGRH-RE-020-RO. Fundação COPPETEC - Relatório Final - Interessado: Agência Nacional de Águas, Rio de Janeiro – RJ.
 12. CRUZ, L.B.S. Diagnóstico ambiental da bacia do Rio Uberaba, MG. Campinas: UNICAMP, 2003. 180 f. (Tese de doutorado).
 13. DUARTE, M. A. C.; CEBALLOS, O.; SUSANA, B.; ANNEMARIE, K.; MELO, H. N. M.; ARAÚJO, J. A. H. Índice do estado trófico de Carlson (IET) aplicado em corpos aquáticos lênticos do nordeste do Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 1998.
 14. FIA, R.; MATOS T. A.; CORADI, P. C.; RAMIREZ, O. P. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. In: Revista Ambiente e Água, 2009.
 15. INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA – IMA. Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Sistema de Defesa Agropecuária (SIDAGRO, 2014). Disponível em: <www.sidagro.ima.mg.gov.br>. Acesso em: 24 set.2014.
 16. LAMPARELLI, M.C. Grau de trofia em corpos de água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP, 2004. 207f. (Tese de doutorado).
 17. LÚCIO, M. Z. T. P. Q. L. Biogeoquímica do rio Cachoeira (Bahia, Brasil). Ilhéus, BA: UESC, 2010. 31f. (Tese de Mestrado).
 18. MORAIS, A.; VILLAS-BOAS, M. D.; PEREIRA, V. S. do A.; MONTEIRO, A. E. G. C.; ARAÚJO, L. M. N. & RODRIGUES, R. B. Estudo preliminar de aplicação do sistema Aloccserver à Bacia do rio Paraíba do Sul. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Recife, PE, 2009.
 19. O GLOBO. Só 21% do esgoto na Bacia do Rio Paraíba do Sul são tratados. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/rio/so-21-do-esgoto-na-bacia-do-rio-paraiba-do-sul-sao-tratados-5316209>. Acesso em: 21 dez. 2014.
 20. STACCIARINI, R. Avaliação da qualidade dos recursos hídricos junto ao Município de Paulínia, Estado de São Paulo, Brasil. Campinas: UNICAMP, 2002. 214f. (Tese de doutorado).
 21. TOLEDO, Jr. A. P. Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais. Relatório técnico. CETESB, São Paulo. Outubro de 1990. 11p.
 22. TOLEDO, L. G. & NICOLELLA, G. Índice de Qualidade de Água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agrícola*, v.59, n. 1, p.181–182, 2002.