



Estudo de indicadores para avaliação da água: Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET) em corpo receptor Rio Itapecerica no Município de Divinópolis - MG

Wilson Magela de Sousa¹, Lívia Carolina de Souza Gomes², Samara

Aparecida da Silva³, Francilene Sthefanie de Camargos⁴

¹Faculdade Pitágoras Divinópolis (wilson.quimico@hotmail.com)

²Faculdade Pitágoras Divinópolis (liviasouza.gomes1@gmail.com)

³Faculdade Pitágoras Divinópolis (samara-dasilva@hotmail.com)

⁴Faculdade Pitágoras Divinópolis (francilene.quimica@gmail.com)

Resumo

Nos últimos anos a natureza tem sofrido constantes mudanças devido à utilização inadequada dos recursos naturais. Poluição, escassez hídrica e desmatamentos são exemplos da interferência antrópica no meio ambiente.

Este artigo vai avaliar o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET) em corpo receptor denominado Rio Itapecerica, localizado no município de Divinópolis – MG.

Para comprovação e determinação da qualidade da água foram coletadas seis amostras ao longo do curso d'água do Rio Itapecerica nas quais foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológicos, tais como: Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Nitrogênio Total, Turbidez, Fósforo Total, Clorofila a, dentre outros.

Os resultados obtidos nas análises para verificação da qualidade da água em questão apresentam índices fora dos padrões aceitáveis.

Palavras-chave: Índice de Qualidade das Águas (IQA). Índice de Estado Trófico (IET). Rio Itapecerica. Divinópolis.

Área Temática: Recursos Hídricos

Study of Indicators for water review: Water Quality Index (WQI) and Trophic State Index (TSI) on the watercourse of the Itapecerica River in the City of Divinópolis – MG

Abstract

In the last years the nature has been changing due to the misuse of natural resources. Pollution, water shortages and deforestation are examples of the anthropogenic impact on the environment.

This article will evaluate the Water Quality Index (WQI) and Trophic State Index (TSI) for the watercourse called Itapecerica River, located in the city of Divinópolis - MG.

For proof and determination of water quality were collected six samples along the Itapecerica River, in which were analyzed physical, chemical and microbiological parameters, such as Dissolved Oxygen, water temperature, Total Nitrogen, Turbidity, Total Phosphorus, Chlorophyll A, among others.

The results obtained in the analysis to verify the water quality indices in the are not acceptable standards.

Key words: Water Quality Index (WQI). Trophic State Index (TSI). Itapecerica River. Divinópolis.

Theme Area: Water resources



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

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

1 Introdução

A intensificação da degradação dos recursos hídricos, com o despejo de efluentes e resíduos sólidos oriundos do descarte irregular ou ineficiente de determinados empreendimentos e a supressão das matas ciliares vem produzindo condições ambientais inadequadas, como a diminuição da disponibilidade e interferência na qualidade das águas.

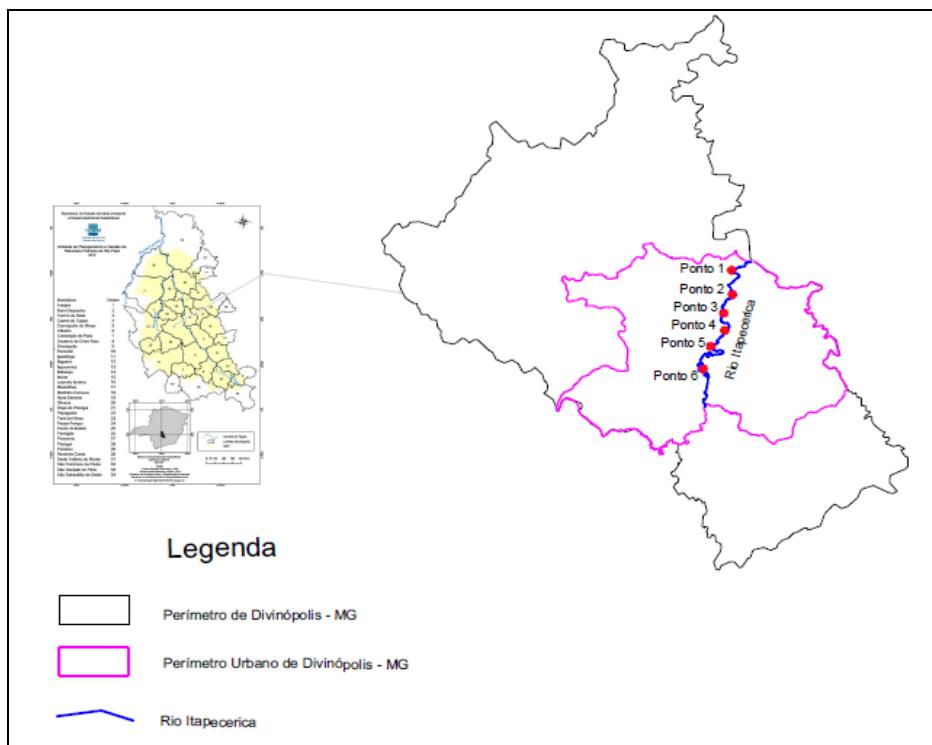
O curso d'água objeto deste estudo é denominado Rio Itapecerica, sua nascente é localizada no Morro do Calado no município de Itapecerica - MG, interseção dos rios Gama e Santo Antônio, com uma extensão total de 29 km. Suas águas banham os municípios de Itapecerica, São Sebastião do Oeste e Divinópolis. Após banhar estes três municípios, o mesmo deságua no Rio Pará pertencendo a Bacia do Rio São Francisco.

A finalidade de uso da água no trecho em questão é abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e dessedentação de animais. Nesse contexto, o principal objetivo deste artigo é avaliar a conveniência dos diversos usos das águas do Rio Itapecerica de maneira prática e eficaz, para isso foram escolhidos os indicadores que expressam a qualidade (IQA) e o estado trófico (IET) em pontos específicos ao longo do curso d'água no perímetro urbano de Divinópolis – MG, cuja classificação da Deliberação Normativa COPAM nº 028/1998 varia entre as classes 2 e 3.

2 Metodologia

Para a elaboração deste estudo, foram definidos seis pontos de coletas ao longo do Rio Itapecerica, entre o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator – UTM (X 513055; Y 7777736.81) e (X 510923.86; Y 7770031.18), para verificação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET) da água do recurso hídrico localizado em Divinópolis-MG, conforme Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 - Mapa Geral dos pontos



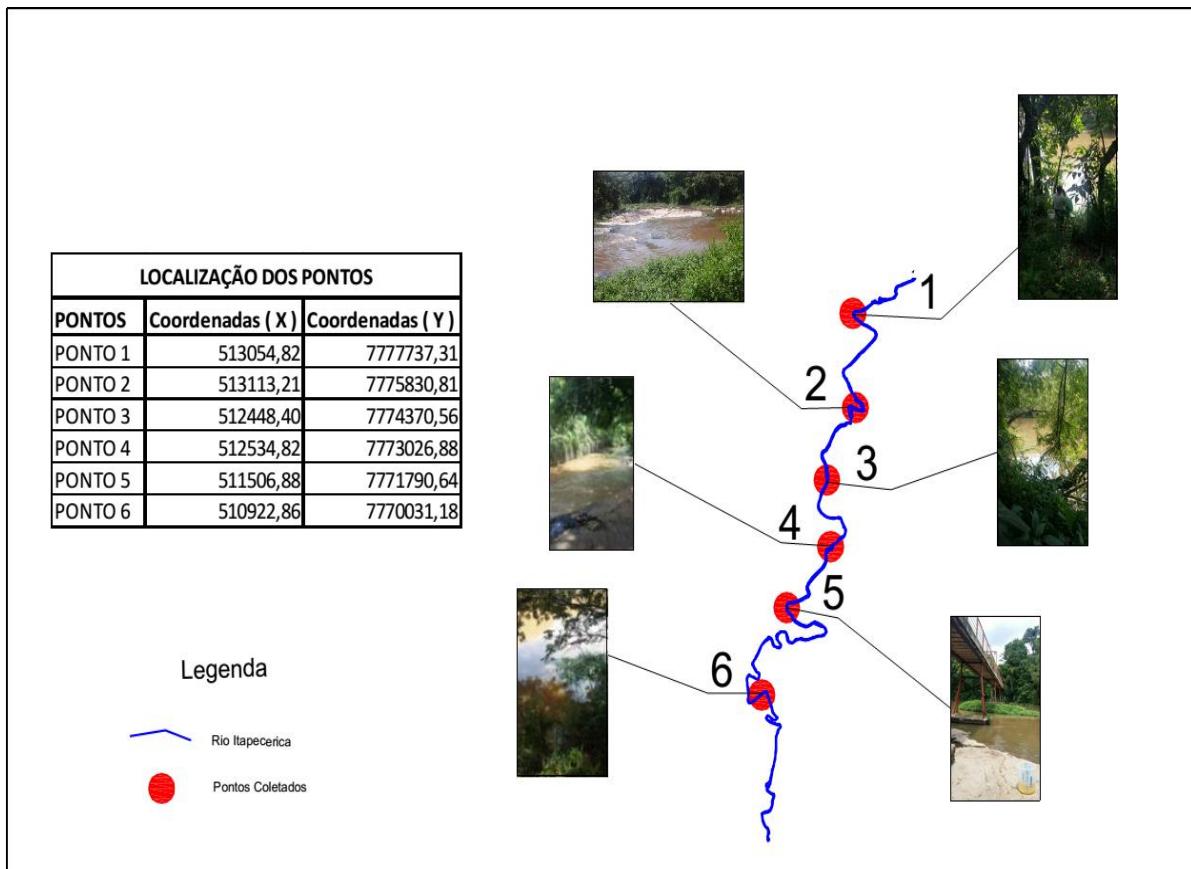
Fonte: Autores da Pesquisa



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

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

Figura 2 - Mapa Detalhado dos Pontos Coletados.



Fonte: Autores da Pesquisa

De acordo com as Normas Brasileiras – NBR 9800/1987 NB 1032/2013 o efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanações de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico. Os aspectos físicos e químicos desses efluentes variam conforme a atividade, horário de funcionamento, matéria-prima utilizada, a forma que o processo produtivo reutiliza a água, etc.

Baseando-se nessas características e nos indicadores escolhidos, os pontos amostrais foram identificados preferencialmente próximos a indústrias, pontos de lançamento de águas pluviais, pontos de lançamento de efluentes domésticos, estação de tratamento de água e onde há predominância de *Eichhornia crassipes* (Aguapés).

A localização e mapeamento foram realizados através de coordenadas GPS. As amostras foram coletadas, 24 h antes das determinações, em recipientes apropriados e conduzidas ao laboratório.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um instrumento matemático para representar o nível de qualidade da água, foi criado pela National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos e no Brasil foi adaptado pela Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (CETESB).

Para o presente estudo, foram analisados nove parâmetros físico-químicos e microbiológicos para determinação do índice de qualidade das águas, a cada parâmetro foi atribuído um peso (*w*) de acordo com sua importância relativa no cálculo, apresentados na Tabela 1.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

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

Tabela 1 - Mapa Detalhado dos Pontos Coletados.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
Potencial Hidrogeniônico - PH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO _{5,20}	0,1
Temperatura da Água	0,1
Nitrogênio Total	0,1
Fósforo Total	0,1
Turbidez	0,08
Resíduo Total	0,08

Fonte: IGAM,2012 e CETESB,2008

Após a interpretação do IQA é realizada a classificação da qualidade da água, que são classificadas em faixas, apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Classificação do IQA

Valor do IQA	Classes	Significado
90 < IQA ≤ 100	Excelente	
70 < IQA ≤ 90	Bom	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.
50 < IQA ≤ 70	Médio	
25 < IQA ≤ 50	Ruim	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
IQA ≤ 25	Muito Ruim	

Fonte: IGAM,2012 e CETESB,2008

Outro fator considerado para determinar a qualidade das águas nos seis pontos escolhidos, de modo a avaliar as interações antrópicas e os recursos naturais, é o Índice de Estado Trófico (IET).

Segundo Duarte (1998) o conceito do IET é multidimensional e envolve aspectos de carga e transporte de nutrientes, concentração de nutrientes, produtividade, quantidade e qualidade da biota.

De acordo com Lamparelli (2004), as concentrações médias desses nutrientes, sobretudo o fósforo total, são mais elevados em ambientes lóticos.

Em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, os trechos analisados foram classificados como água doce de classe 2, sendo ponderados valores de clorofila *a* e fósforo total de acordo com o ambiente lótico, ou seja, aquele ambiente relativo a águas continentais moventes, como rios, riachos e nascentes.

Adota-se a clorofila *a* como a medida de resposta do corpo hídrico ao agente causador, iniciando, de forma apropriada o crescimento de algas em suas águas e o fósforo como uma medida do potencial de eutrofização (CETESB, 2008).

A classificação dos cursos d'água em relação ao valor de IET encontrado, pode ser observado na Figura 4.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

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

Figura 4 – Classificação do Índice de Estado Trófico

Valor IET	Classes	Significado
IET ≤ 47	Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET ≤ 52	Oligotrófica	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET ≤ 59	Mesotrófica	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade de água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET ≤ 63	Eutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET ≤ 67	Supereutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios de florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
IET > 67	Hipereutrófica	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB,2007 e LAMPARELLI,2004

3 Resultados e Discussões

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos nas análises efetuadas ao longo do Rio Itapecerica e os gráficos de cada parâmetro. Foram aplicados métodos do American Public Health Association; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th ed., Washington, 2012 no ensaio realizado no dia 28 de novembro de 2015.

Tabela 2 - Resultados de análises – Rio Itapecerica

Descrição do Parâmetro	Unidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Oxigênio Dissolvido	mgO ₂ /L	3,09	5,05	0,86	3,84	4,18	6,68
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	3.410	2.050	20.908	5.580	1.070	13.530
Potencial Hidrogeniônico	pH	6,94	7,05	6,89	7,06	7,47	7,28
Demandra Bioquímica de Oxigênio	mgO ₂ /L	9,6	12,4	16,8	14,9	10,9	9,7
Temperatura da água	°C	25,0	26,0	26,0	25,0	26,0	24,0
Nitrogênio Total	mgN/L	1,108	1,423	1,178	0,786	0,655	2,302
Fósforo Total	mgP/L	0,15	0,21	0,28	0,18	0,21	0,25
Turbidez	NTU	3,83	10,7	14,3	15,3	19,4	17,3
Resíduo Total	mg/L	181,0	137,0	214,0	177,0	142,0	135,0
Clorofila a	mg/L	0,08	0,12	0,32	0,32	0,15	0,16

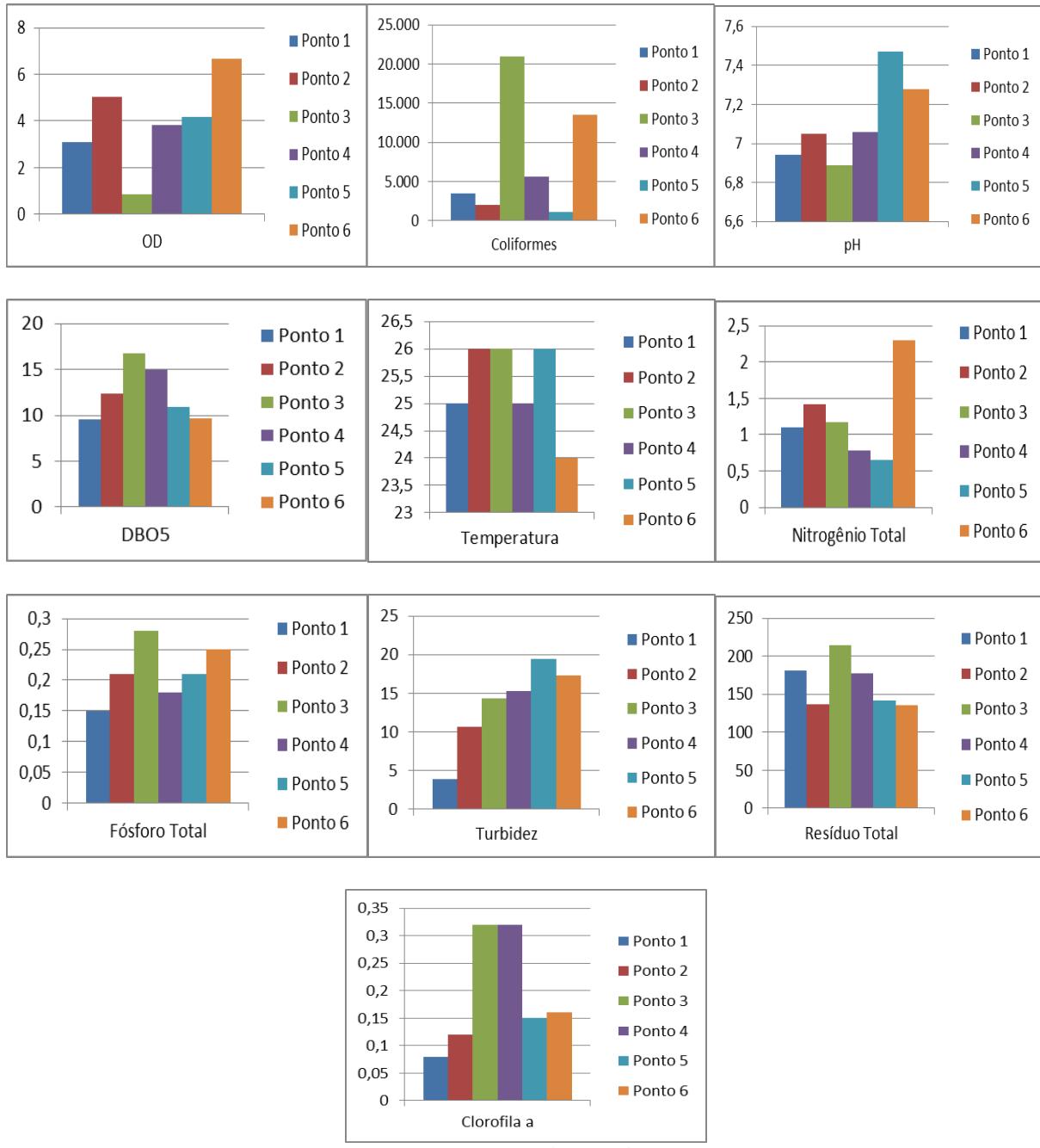
Fonte: Autores da Pesquisa



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

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

Gráfico 1 - Resultados de análises – Rio Itapecerica



Fonte: Autores da Pesquisa

O cálculo do IQA pode ser realizado por dois métodos: aditiva e multiplicativa. O método escolhido para este estudo é o mesmo adotado no programa oficial de Avaliação da Qualidade das Águas em Minas Gerais, ou seja, a multiplicativa, conforme equação 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

IQA é a variação é de 0 a 100,

q_i é qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade,

w_i é peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

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

Os resultados obtidos e sua respectiva classificação, estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do Índice de Qualidade da Água e Classificação.

Pontos	Resultados IQA	Classificação
Ponto 1	47,6	RUIM
Ponto 2	55,1	MÉDIO
Ponto 3	29,2	RUIM
Ponto 4	46,3	RUIM
Ponto 5	54,6	MÉDIO
Ponto 6	47,5	RUIM
Média do Trecho	38,8	RUIM

Fonte: Autores da Pesquisa

Conforme o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e a CETESB as águas de classe Ruim ($25 < \text{IQA} \leq 50$) são impróprias para o tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados e águas de classe Média ($50 < \text{IQA} \leq 70$) são apropriadas para o tratamento convencional visando o abastecimento público.

Para a classificação do IET no corpo d'água, foi utilizado o cálculo de Lamparelli (2004) a partir dos valores de fósforo total e clorofila *a* expressadas nas Equações 2 e 3:

$$\text{IET (PT)}: 10.(6 - ((0,42 - 0,36 \cdot (\ln.\text{PT})) / \ln 2)) - 20 \quad (2)$$

Onde:

Fósforo Total (PT) é expresso em $\mu\text{g/L}^{-1}$

$$\text{IET (CL)}: 10.(6 - ((-0,70 - 0,6 \cdot (\ln.\text{CL})) / \ln 2)) - 20 \quad (3)$$

Onde:

Clorofila *a* é expressa em $\mu\text{g/L}^{-1}$

Na Tabela 4 estão os resultados do Índice de Estado Trófico (IET) para Fósforo Total e Clorofila *a*.

Tabela 4 – Resultados de IET para Fósforo Total e Clorofila *a*

Pontos	Valores para o Fósforo Total (PT)	Valores para a Clorofila <i>a</i> (CL)	IET final	Classificação
Ponto 1	59,964	67,832	63,898	SUPEREUTRÓFICA
Ponto 2	61,712	71,342	66,527	SUPEREUTRÓFICA
Ponto 3	63,206	79,832	71,519	HIPEREUTRÓFICA
Ponto 4	60,911	79,832	70,372	HIPEREUTRÓFICA
Ponto 5	61,712	72,274	66,993	SUPEREUTRÓFICA
Ponto 6	62,617	73,832	68,225	HIPEREUTRÓFICA

Fonte: Autores da Pesquisa



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

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

De acordo com a classificação apresentada por Lamparelli (2004) as águas de classe Supereutrófica ($63 < IET \leq 67$) possuem alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas e com ocorrência de florações de algas e águas de classe Hipereutrófica ($IET > 67$) são afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandade de peixes.

4 Conclusão

Os valores de IQA para o trecho em estudo, foram classificados em médio e ruim, tendo variação entre próprias e impróprias para o tratamento convencional para abastecimento público, já os valores de IET foram classificados como Supereutrófica e Hipereutrófica, indicando elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes associados à presença de *Eichhornia crassipes* (Aguapés). Concluiu-se que os pontos carecem de monitoramento constante e ações corretivas, uma vez que apresentaram valores perturbadores.

5 Referência

ABNT (1987) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9800, *Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário*. São Paulo

ABNT (2013) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NR 1032, *Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário*. São Paulo

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 357 de 17 mar. 2005*.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). *Relatório de Qualidade das Águas interiores de São Paulo*. São Paulo: CETESB, 2004.

CORRÊA, M. R.; VELINI, E. D.; ARRUDA, D. P. *Teores de metais na biomassa de Egeria densa, Egeria najas e Ceratophyllum demersum*. Planta Daninha, v. 20, p. 45-49, 2002.

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*. Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 1998.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Portal InfoHidro. Informações sobre Recursos Hídricos. Disponível em: < <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

LAMPARELLI, M. C. *Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. 2004. 207 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Conselho Estadual de Política Ambiental. *Deliberação Normativa nº 28 de 09 set. 1998*.