

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DO LAGO DE JAVARY, MIGUEL PEREIRA/RJ

Aline Rocha de Jesus ^{1*}

Diego Macedo Veneu ¹

Cristiane Ribeiro Mauad ²

Letícia Lazzari ³

1 Universidade Severino Sombra (USS)

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

3 Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

* diegomveneu@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo calcular o Índice de Estado Trófico (IET) da água no Lago de Javary, localizado no município de Miguel Pereira – RJ. Foram determinados cinco pontos de amostragem (P1 a P5) ao longo do Lago levando em consideração sua extensão e para compreender a distribuição espacial e temporal dos parâmetros fósforo total e clorofila *a*. Os valores de fósforo total mostraram-se mais elevados nos pontos P1 e P2, correspondendo aos valores de 0,115 e 0,112 mg L⁻¹, respectivamente. Para a concentração de clorofila *a*, os pontos P1, P2 e P4 apresentaram os valores mais elevados, correspondendo a 85,5; 112,3 e 109,6 µg L⁻¹, respectivamente. Os valores de IET mais elevados foram obtidos para o ponto P1, P2 e P4, correspondendo aos valores de 65,9; 66,5 e 64,6, respectivamente. Os resultados mostraram que o Lago de Javary possui um nível de trofia entre Mesotrófico e Supereutrófico, com possíveis implicações sobre a qualidade da água e os seus usos múltiplos.

1. Introdução

O processo de antropização nas bacias hidrográficas a partir do aumento das atividades humanas tem se tornado cada vez mais impactante em relação à qualidade das águas. O uso do solo é um importante fator que contribui para a degradação e acelera o processo de eutrofização de rios, lagos e reservatórios. Deste modo, a deterioração da qualidade da água pode ser resultado dos fatores naturais de uma bacia hidrográfica, dos diferentes usos da terra e da pressão antrópica sobre os ambientes aquáticos (Nogueira et al., 2015).

Para avaliar a eutrofização é necessário monitorar a qualidade da água, principalmente as concentrações dos nutrientes nitrogênio e fósforo, além de estimar a concentração de biomassa, representada pela concentração de fitoplâncton. Visando cumprir estes objetivos, além do monitoramento das concentrações de nutrientes e de biomassa, foram desenvolvidos índices que relacionam o estado de eutrofização com as concentrações desses elementos (Bem et al., 2013).

A mensuração da eutrofização de ambientes aquáticos pode ser feita através da determinação do Índice do Estado Trófico (IET), que consiste na avaliação do grau de trofia do ambiente aquático. O IET avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas, buscando resumir as variáveis analisadas a um número, que

possibilite analisar a evolução do ambiente no tempo e no espaço, facilitando a interpretação de extensas listas de variáveis e indicadores (Gastaldini e Souza, 1994; ANA, 2018).

O IET foi desenvolvido com o objetivo de tornar mais clara a comunicação de estudos envolvendo a eutrofização e a classificação de corpos aquáticos. Por meio da análise de dados coletados em lagos de regiões temperadas, foi estabelecido um índice que utiliza valores de clorofila *a*, disco de Secchi e fósforo total (Carlson, 1977).

No Brasil, Toledo et al. (1983) realizaram estudos para adequar, a ambientes subtropicais, as equações desenvolvidas por Carlson (1977). Esta adaptação foi considerada necessária para reduzir distorções nos valores de classificação, uma vez que, por exemplo, as condições climáticas são diferentes daquelas das regiões de clima temperado. Desde a realização dos estudos de Toledo et al. (1983), a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) tem aplicado este índice para a determinação do estado de eutrofização de ambientes lênticos no Estado de São Paulo. Entretanto, uma vez que as características dos corpos aquáticos variam no tempo e no espaço em função do uso e ocupação do solo, há a necessidade de alterações em alguns métodos de avaliação para que continuem a representar a realidade. Em função disso, Toledo (1990) alterou IET inserindo outras categorias de trofia.

A última alteração do IET para ambientes subtropicais foi realizada por Lamparelli (2004). Esta alteração foi realizada com o objetivo de melhor avaliar o grau de trofia de ambientes lênticos, além de propor equações para determinar o IET para ambientes lóticos. Para a determinação do IET foi utilizada a metodologia definida por Lamparelli (2004), cujo resultado é composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET (PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila *a* – IET (Cla). As Equações 1 e 2 foram utilizadas para o cálculo do IET, no qual PT = concentração de fósforo total medida ($\mu\text{g L}^{-1}$) e Cla = concentração de clorofila *a* ($\mu\text{g L}^{-1}$).

$$IET(Cla) = 10. \left(6 - \frac{(0,92 - (0,34(\ln Cla)))}{\ln 2} \right) \quad \text{equação (1)}$$

$$IET(PT) = 10. \left(6 - \frac{(1,77 - (0,42(\ln PT)))}{\ln 2} \right) \quad \text{equação (2)}$$

Para a determinação do IET, os resultados correspondentes ao fósforo total - IET (PT), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, pois este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila *a* - IET (Cla), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas no corpo aquático. Devido à possibilidade de diferentes classificações, para a análise dos dois parâmetros, deve ser calculado o IET Médio, que é calculado pela média aritmética entre os resultados do IET (PT) e IET (Cla) conforme a Equação 3.

$$IET = \left(\frac{IET(PT) + IET(Cla)}{2} \right) \quad \text{equação (3)}$$

Deve-se considerar que em um corpo hídrico, no qual o processo de eutrofização encontra-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila *a* coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo. Já nos corpos hídricos em que o processo esteja limitado por fatores ambientais, como a temperatura da água ou a baixa transparência, o índice relativo à clorofila *a* irá refletir este fato, resultando em um estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo. Os valores do IET são classificados segundo classes de estado tróficos, apresentadas na Tabela 1, juntamente com suas características.

Tabela 1: Classificação do Estado Trófico (Cetesb, 2017).

Estado Trófico	Critério	Fósforo Total ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Ultraoligotrófico	$\text{IET} \leq 47$	$\text{PT} \leq 8$	$\text{Cla} \leq 1,17$
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$	$8 < \text{PT} \leq 19$	$1,17 < \text{Cla} \leq 3,24$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$	$19 < \text{PT} \leq 52$	$3,24 < \text{Cla} \leq 11,03$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$	$52 < \text{PT} \leq 120$	$11,03 < \text{Cla} \leq 30,55$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$	$120 < \text{PT} \leq 233$	$30,55 < \text{Cla} \leq 69,05$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 67$	$\text{PT} \leq 8$	$\text{Cla} > 69,05$

2. Objetivo

O presente estudo teve por objetivo determinar os teores de fósforo total (PT) e clorofila *a* (Cla) no Lago Javary e determinar o nível de eutrofização deste ambiente a partir da aplicação do Índice de Estado Trófico (IET).

3. Materiais e métodos

3.1 Área de estudo

O Lago de Javary está localizado no município de Miguel Pereira/RJ (Figura 1(A)), inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul e mais precisamente na Micro Bacia do Rio Santana que compreende cerca de 320 km², sendo delimitada pelas Serras do Pau Ferro, Serra de Miguel Pereira, Serra de Cruz das Almas, Serra do Couto e Serra das Bandeiras. Abrange os municípios de Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri e Paracambi na parte baixa e na parte alta Miguel Pereira, Petrópolis e um pequeno trecho em Nova Iguaçu. O Rio Santana nasce na Serra do Couto, a 1.200 m de altitude, e percorre cerca de 50 km até o encontro com o Ribeirão das Lajes, na cota de 30 m, onde dá origem ao Guandu (Agevap, 2014).

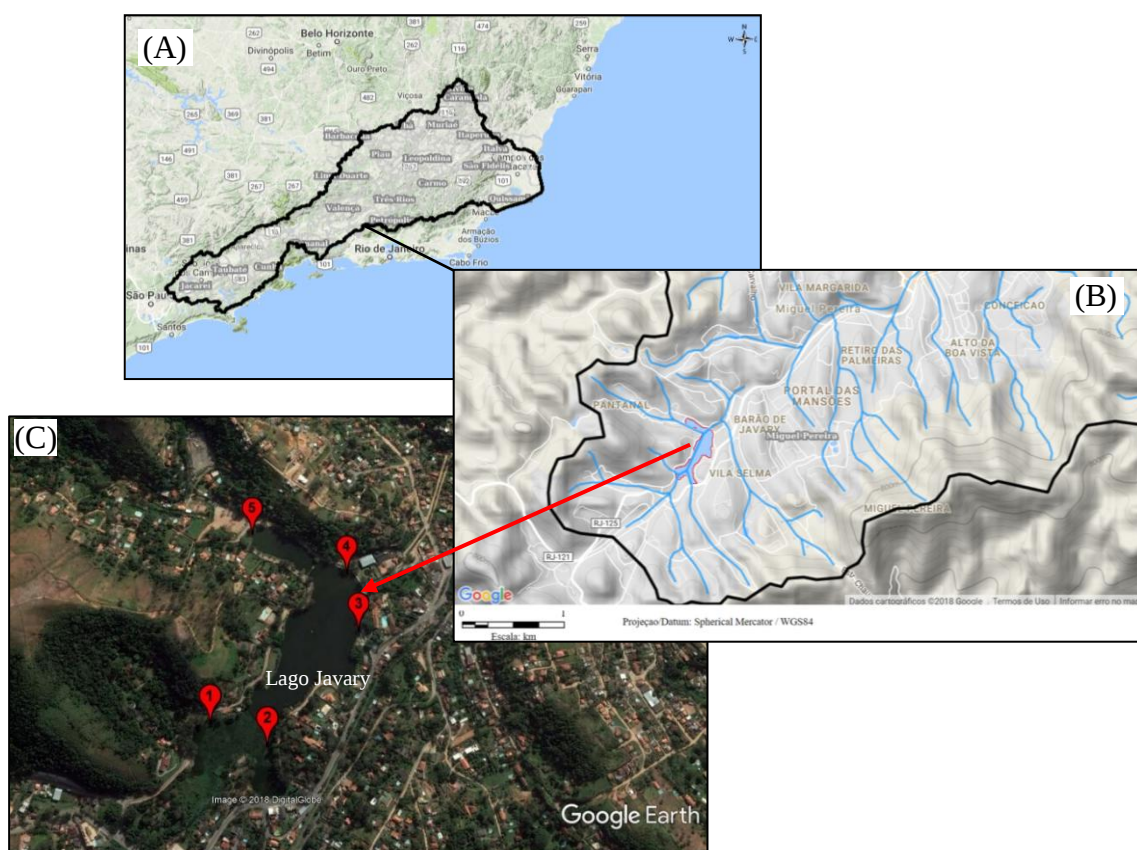
Para a determinação do IET no Lago de Javary, foram escolhidos cinco pontos de amostragem ao longo de sua extensão, buscando abranger uma distribuição espacial dos parâmetros analisados. A Tabela 2 mostra as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem. A amostragem foi realizada em 05/06/2017. Para cada ponto amostral foram realizadas coletas de amostras de água a 30 cm de profundidade, a partir da superfície. Todas as amostras foram condicionadas em frascos plásticos de 1,5 L, armazenados em caixa de isopor com gelo a temperatura aproximada de 4 °C. As análises foram realizadas no Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Severino Sombra no prazo de 24h.

Tabela 2: Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem no Lago Javary – Miguel Pereira/RJ.

Pontos de Amostragem	Coordenadas
P1	22°28'21.7"S 43°29'41.1"W
P2	22°28'23.2"S 43°29'36.1"W
P3	22°28'13.6"S 43°29'28.8"W
P4	22°28'08.4"S 43°29'30.0"W
P5	22°28'06.4"S 43°29'39.3"W

A Figura 1(C) mostra a disposição dos pontos de coleta, o ponto 1 (P1) está localizado na margem esquerda do lago, ao lado de uma área residencial e próximo ao local onde desemborça o Córrego Piraquá e o Rio do Saco, o ponto 2 (P2) está localizado na margem direita do lago onde desemborça o Córrego Passatempo e se encontra a maior área residencial, próximo a RJ 125 onde se encontram algumas residências, o ponto 3 (P3) está localizado na margem direita do lago próximo ao Hotel Fazenda Javary, o ponto 4 (P4) está localizado na margem direita do lago, próximo a saída para uma ETE, este ponto possui grande movimentação pois é onde se encontram os pedalinhos, que servem de atrativo turístico e o ponto 5 (P5) está localizado na margem esquerda do lago, onde desemborça o Córrego do Barão de Javary e apesar de ser um local residencial não possui grande movimentação.

Figura 1: Localização do Lago de Javary na Bacia do Rio Paraíba do Sul. (A) Bacia do Rio Paraíba do Sul; (B) ampliação da Bacia do Rio Paraíba do Sul com destaque para o Lago de Javary e sua localização na bacia; (C) distribuição dos pontos amostrais no Lago de Javary.



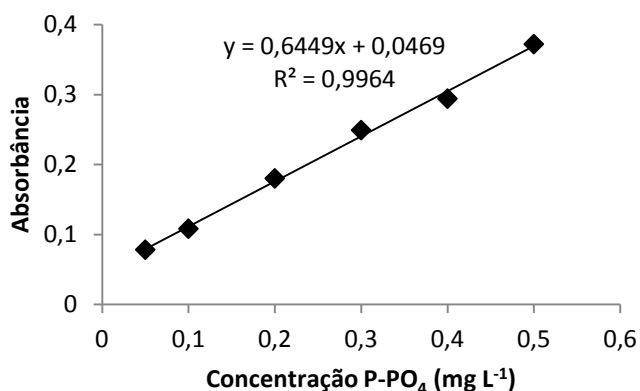
3.2 Metodologias

3.2.1 Determinação de Fósforo Total

A determinação do teor de fósforo foi realizada por espectrofotometria, baseada no Método 4500 P E (APHA, 2005). Para a calibração do espectrofotômetro (FEMTO 800 XI) preparou-se uma solução-padrão estoque de dihidrogenofosfato de potássio anidro (KH_2PO_4) na concentração de $10,0 \text{ mg P-PO}_4^{3-}/\text{L}$. A partir da solução estoque foram feitas as diluições para a construção da curva de calibração, com pontos nas concentrações de 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 $\text{mg P-PO}_4^{3-}/\text{L}$. Para realização das leituras de fósforo tanto na curva de calibração quanto nas amostras foi necessário a utilização do reagente combinado para formar o composto

azul de molibdênio. O reagente combinado foi preparado adicionando 60 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 5N, 20 mL de tartarato de antimônio e potássio ($\text{C}_4\text{H}_4\text{K}_2\text{O}_{12}\text{Sb}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) $2,743 \text{ g L}^{-1}$, 20 mL de molibdato de amônia ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 40 g L^{-1} e 0,7g de ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$). Para determinação do fósforo total foi utilizado 100 mL de cada amostra de água bruta, sem filtração, com 1,0 mL de uma mistura de ácidos (30 mL de H_2SO_4 P.A. e 0,4 mL de HNO_3 P.A. acrescido de 66 mL de água destilada), submetidos em seguida ao processo de digestão a 100°C durante 2 h. Após a digestão foram acrescentadas 4 gotas de fenolftaleína e procedida a titulação com hidróxido de sódio 5N até pH 7,0. Em seguida, foram acrescentados 8 mL de reagente combinado, sendo posteriormente submetida a leitura de absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 880 nm.

Figura 2: Curva de calibração obtida para a determinação do teor de fósforo total.



3.2.2 Determinação de Clorofila *a*

Para a determinação da clorofila *a* foi utilizado o Método 10200 H (APHA, 2005). Amostras de cada ponto coletado contendo 0,2 L foram filtradas com filtros de acetato de celulose com $0,47 \mu\text{m}$ de tamanho de poro. Após este procedimento, os filtros com particulado foram postos em tubos falcon contendo 10 mL de acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) 90% e envolvidos posteriormente com papel laminado. Os tubos permaneceram em repouso por 12 h à 4°C . Após este tempo, os tubos foram centrifugados por 30 minutos à 2000 rpm. O sobrenadante foi recolhido e as medidas de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 664 e 750 nm. Para a correção do cálculo da concentração de clorofila *a* foi necessário acidificar o sobrenadante com 3 gotas de ácido clorídrico (HCl) 0,1 N para a medida da concentração de feofitina *a*. Após 5 minutos de repouso, a leitura da absorbância foi realizada em 665 e 750 nm. Para os cálculos foram utilizadas as equações 4, 5 e 6, apresentadas abaixo.

$$D664_c = D664 - D750 \quad \text{equação (4)}$$

$$D665_c = D665 - D750 \quad \text{equação (5)}$$

$$Cla (\mu\text{g L}^{-1}) = \frac{26,73 (D664_c - D665_c) V_e}{V_a \cdot L} \quad \text{equação (6)}$$

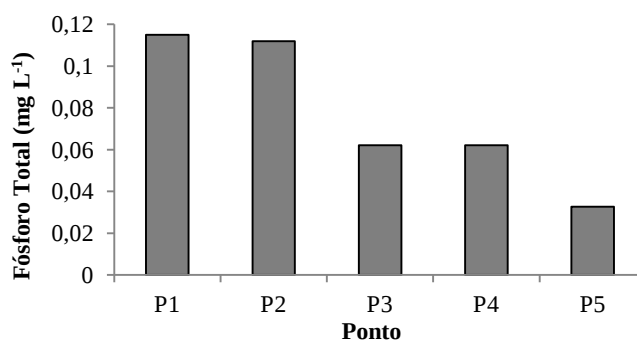
Onde: D664c = medida obtida a 664 nm; D665c = medida obtida a 665nm; D750 = medida obtida a 750 nm; V_a = Volume da amostra filtrada (L); V_e = Volume de acetona 90% usada para extração (mL); L = Caminho óptico da cubeta espectrofotométrica usada (cm).

4. Resultados e discussão

4.1 Fósforo Total (PT)

A Figura 3 mostra as concentrações de PT encontradas para os cinco pontos de amostragem ao longo do Lago de Javary. Os pontos P1 e P2 apresentaram as concentrações maiores, de respectivamente 0,115 e 0,112 mg L⁻¹. Estes pontos estão localizados próximos a um córrego e a um rio subterrâneo (Córrego Futurista e Rio do Saco) que alimentam o lago em uma das extremidades. Nos pontos P3, P4 e P5 foram obtidas concentrações de 0,0621; 0,0622 e 0,0327 mg L⁻¹, respectivamente. O ponto P3 localiza-se próximo a garganta do Lago Javary e os pontos P4 e P5 na extremidade oposta do lago, próximos a saída. Os pontos P1, P2, P3 e P4, apresentaram concentrações de PT acima dos valores máximos permissíveis (VMP's) para ambientes lênticos de corpos d'água classe 1, 2 e 3, segundo a Resolução Conama 357 de 2005, que correspondem a 0,02; 0,03 e 0,05 mg L⁻¹, respectivamente (Brasil, 2005). O ponto P5, encontra-se com valor acima do estabelecido para classe 1 e 2 e abaixo do valor máximo permitido para classe 3.

Figura 3: Valores de concentração de fósforo total obtidos nos pontos de amostragem para o Lago de Javary.



Este comportamento de variabilidade espacial da concentração de PT no Lago de Javary pode estar associado às variações na velocidade de escoamento da água, largura e profundidade. Na entrada do lago (pontos P1 e P2) pode estar havendo um aporte maior devido aos córregos que o alimentam, ou seja, ambiente mais próximo ao lótico. Já na saída (pontos P4 e P5), por se tratar de um local com velocidade de escoamento da água mais reduzida, possuir distância entre as margens superiores à da entrada do lago e concentração de sólidos em suspensão menor que o início, pode estar mais próximo ao comportamento de ambiente lêntico. Outro aspecto a ser considerado é a profundidade. Esta é diretamente relacionada à disponibilidade de radiação sobre a lâmina d'água, podendo favorecer o crescimento e acúmulo de biomassa fitoplânctônica que, por sua vez, pode aumentar a fixação de fósforo nestes locais.

Cordeiro-Netto e Dutra-Fillho (1981) encontraram uma concentração de fosfato total de 0,08 mg L⁻¹ no lago Paranoá e concluíram que os efluentes das estações de tratamento de esgotos lançados no lago Paranoá são as principais fontes de fosfato antrópico para este ecossistema. Embora a concentração de PT encontrado em P4 esteja acima dos VMP's, de acordo com a Resolução Conama 357, não é possível afirmar que a ETE instalada a margem do Lago de Javary seja uma fonte de contribuição para a elevação dos teores de PT em suas águas.

No ponto P1 existe um grande aporte de esgoto proveniente principalmente do Rio do Saco que corta o distrito de Governador Portela, onde parte da população ribeira não possui nenhum tipo de tratamento do esgoto e o mesmo tem despejo "in natura". Além disso, há a contribuição vinda de atividade hoteleira próximo a margem do rio. O córrego Futurista possui uma contribuição um pouco menor de esgoto devido as condições de saneamento do bairro, porém, ao se juntarem na entrada do lago, acabam se tornando potencialmente ricos em fósforo, o que justifica a grande quantidade de macrófitas flutuantes, além de ser de baixa profundidade.

O ponto P2 recebe as águas do córrego Passatempo que corta um grande bairro residencial, e ao longo do curso, existe atividade de criação de cavalos, o que pode ocasionar um maior aporte de matéria orgânica no curso d'água. Por P2 estar localizado próximo à RJ 125, onde existe intensa atividade de veículos, permite apontar para a possibilidade da ocorrência de escoamento superficial, com a lixiviação de material particulado para

dentro do lago durante períodos chuvosos. Próximo a entrada do corpo hídrico existe uma grande quantidade de macrófitas flutuantes e sua profundidade é razoavelmente baixa.

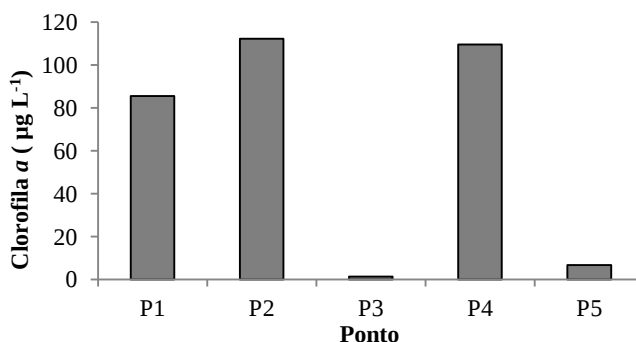
O ponto P3 está localizado na parte central do lago, onde não possui tantas residências em relação aos outros pontos, porém, está localizado próximo à RJ 125 e ao Hotel Fazenda Javary. Apesar de ser uma área que não recebe nenhum corpo hídrico apresentou $0,062 \text{ mg L}^{-1}$ de fósforo total, acima dos permitidos pela Resolução Conama 357, acredita-se que esse valor resulta das grandes concentrações vindas do ponto P1 e P2, já que o ponto P3 estaria mais próximo a área de saída do lago e por estar próximo de área com grande atividade de veículos e atividades provenientes do hotel. Este ponto não possui presença de macrófitas em seu entorno e possui profundidade maior em relação aos outros.

4.2 Clorofila *a* (Cla)

A clorofila *a* é o pigmento fotossintético presente em todos os organismos fitoplanctônicos sejam eucarióticos (algas) ou procarióticos (cianobactérias) sendo utilizado como parâmetro de avaliação de biomassa algal em diferentes estudos (Kuroda et al. 2005). De acordo com Henry e Simão (1990) a produtividade primária pode ser expressa indiretamente através da concentração da clorofila *a* e esta é controlada pela ação de fatores como luz subaquática e nutrientes.

A Figura 4 mostra os resultados do parâmetro clorofila *a*, especialmente através dos cinco pontos de amostragem. As concentrações de Cla encontrada para os pontos P1, P2 e P4 ($85,5$; $112,3$ e $109,6 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) estão acima dos valores máximos permissíveis para corpos d'água enquadrados como classe 1, 2 e 3 de acordo com a Resolução Conama 357 (Brasil, 2005) que correspondem aos valores de 10 , 30 e $60 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. Somente nos pontos P3 e P5 ($1,3$ e $6,7 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) as concentrações de clorofila *a* estão abaixo dos valores máximos permissíveis para as classes de corpos d'água segundo a Resolução Conama 357 de 2005.

Figura 4: Valores de concentração de clorofila *a* obtidos nos pontos de amostragem para o Lago de Javary.



Segundo Esteves (2011), o aumento na concentração de fosfato tem efeitos diretos sobre a densidade de organismos fitoplanctônicos e, conseqüentemente, sobre a produção primária do sistema. Nos pontos P1 e P2, onde foram observados os valores mais elevados de Cla, foram os que apresentaram as concentrações mais elevadas de PT. O ponto P4, apesar do valor de Cla encontrar-se bem próximo aos pontos P1 e P2, a concentração de PT é quase a metade dos valores observados nos pontos P1 e P2.

Nogueira et al. (2015) observaram valores de clorofila *a* acima do permitido para corpos d'água classe 1 e 2 para o reservatório da Usina Hidroelétrica (UHE) Foz do Rio Claro e concluíram que estes valores elevados estariam associados a grande quantidade de matéria orgânica em decomposição no reservatório, ao lançamento de efluentes da área urbana do distrito de Itaguaçu e ao fósforo total proveniente de áreas agrícolas na bacia.

Segundo Von Sperling (2005) reservatórios situados próximos a centros urbanos ou em áreas agrícolas comumente se verifica uma progressiva acumulação de plantas aquáticas. Nos pontos P1 e P2 pode-se observar uma maior concentração de macrófitas aquáticas e algas na região litorânea do que nos demais pontos. Segundo

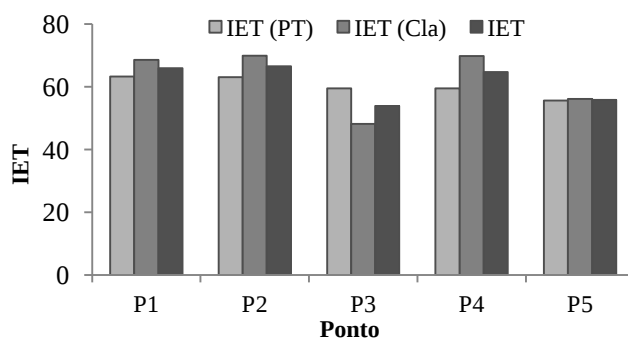
Esteves (2011), este é um comportamento de lagos em adiantado estágio de eutrofização artificial, onde as macrófitas e as algas filamentosas reduzem a penetração da luz na água.

4.3 Índice de Estado Trófico do Lago de Javary

Na Figura 5 pode-se verificar os valores de índice de estado trófico para o fósforo total – IET (PT), clorofila *a* – IET (Cla) e IET que corresponde à média aritmética dos IET's. Os valores de IET (PT) obtidos nos pontos P1 e P2 foram os mais elevados, correspondendo aos valores de 63,2 e 63, respectivamente. Nos pontos P3, P4 e P5 os valores de IET (PT) foram um pouco menores, correspondendo aos valores de 59,48; 59,49 e 55,6, respectivamente. Os valores de IET (Cla) obtidos nos pontos P1, P2 e P4 foram os mais elevados, correspondendo aos valores de 68,5; 69,9 e 69,8, respectivamente. Nos pontos P3 e P5 foram obtidos os valores de 48,1 e 56,0, respectivamente.

Sendo assim, os valores de IET mais elevados foram obtidos para o ponto P1, P2 e P4, correspondendo aos valores de 65,9; 66,5 e 64,6, respectivamente. Estes valores mais elevados nos pontos P1 e P2 podem estar associados a um aporte maior de nutrientes advindos do córrego Piraquá e do Rio do Saco, localizados próximos aos pontos. Nogueira et al. (2012) avaliando o IET no lago da UHE de Caçu em Goiás observaram que próximo aos córregos Caçu e Ribeirão dos Paula o IET foi maior, justificando que estes eram responsáveis pela maior entrada de nutrientes no lago, além de uma grande concentração de vegetação na margem destes, que no período seco entram em decomposição e são carregadas para dentro do lago, aumentando a concentração da matéria orgânica, e possivelmente colaborando para a mudança no estado trófico nestes pontos. Já o ponto P4 pode estar associado ao fato de ser o ponto de saída do lago, o local que se recebe todo o aporte do lago, o que justifica os altos índices de fósforo total e clorofila *a* e a quantidade considerável de algas macrófitas presente.

Figura 5: Índice de estado trófico para fósforo total (PT), clorofila *a* (Cla) e médio (IET).



Segundo a classificação dos níveis de trofia os pontos P1, P2 e P4 podem ser considerados como supereutrófico, ou seja, apresentam características como alta produtividade em relação às condições naturais, baixa transparência, afetados por atividades antrópicas, ocorrências frequentes de alterações indesejáveis na qualidade da água como episódios de florações de algas e interferências nos seus usos múltiplos. Nos pontos P3 e P5 foram obtidos os valores de IET mais baixos entre os pontos, correspondendo aos valores de 53,8 e 55,8, respectivamente. Sendo assim, os pontos P3 e P5 podem ser considerados como mesotróficos, ou seja, apresentam produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos (Lamparelli, 2004).

Segundo Agevap (2015), a qualidade das águas da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, onde está localizado o Lago de Javary, situa-se entre ruim e boa. Em resumo, estes dados corroboram com a situação da maioria dos corpos hídricos localizados ao redor de centros urbanos, ou seja, comprometidos quali e

quantitativamente, principalmente no que se refere a qualidade da água, o que pode indicar carência nos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios da região hidrográfica. Segundo SNIS (2018), o município de Miguel Pereira-RJ possui uma população atendida com esgotamento sanitário de 11300 hab., isto significa que somente 27,6% dos esgotos gerados são coletados e supostamente tratados.

5. Conclusões

Os pontos P1, P2 e P4 de acordo com o resultado do IET foram classificados como Supertróficos, sugere-se que os pontos P1 e P2 são os locais onde recebem a maior carga de matéria orgânica provenientes do lançamento de esgoto sanitário, já o ponto P4 apresentou um nível mais elevado de IET provavelmente por estar localizado na saída do lago, concentrando a carga total de matéria orgânica.

Os pontos P3 e P5 apresentaram valor de IET menor que os pontos acima citados, sendo classificado como Mesotrófico, pois o ponto P3 está situado na garganta do lago, onde não recebe nenhum corpo hídrico ou qualquer tipo de carga orgânica direta, já o ponto P5 apesar de receber um córrego possui o valor de IET menor do que os outros pontos que recebem córregos, devido as prováveis condições do córrego Barão de Javary, que encontra-se em condição menos degradante que os outros demais córregos.

6. Referências bibliográficas

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Plano Municipal de Saneamento Básico Miguel Pereira- RJ*, 296 p., 2014.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Relatório de Situação da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul*, 69 p., 2015.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Portal da Qualidade das Águas*. Disponível em: www.ana.gov.br Acesso em: 30/03/2018.

APHA, AWWA, WPCF. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. New York: 21th Ed., 2005.

BEM, C.C.; BRAGA, M.C.B.; AZEVEDO, J.C.R. *Avaliação do estado trófico de um lago urbano raso*. REGA, v.10, n.1, p. 41-50, 2013.

BRASIL. *Resolução Conama 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, 27p., 2005.

CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. v.22, p.361–369, 1977.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo*: 2016. São Paulo: CETESB, 2017.

CORDEIRO-NETTO, O.M.; DUTRA-FILHO, D. *O aporte de fósforo ao Lago Paranoá/Brasília*. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Fortaleza., 1981.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de limnologia*, 3ª Edição, Rio de Janeiro: Interciência, 826 p., 2011.

GASTALDINI, M.C.C.; Souza, M.D.S. *Diagnóstico do Reservatório do Vacaí-Mirim através de índices de qualidade de água*. In: Seminário sobre qualidade de águas continentais no Mercosul, Porto Alegre, p. 86-90, 1994.

HENRY, R; SIMÃO, A.C. *Aspectos sazonais da liberação potencial por N, P e Fe no fitoplâncton na represa de Barra Bonita (Rio Tietê, SP)*. Revista Brasileira de Biologia, v.48, n.1, p. 1-14. 1990.

KURODA, E.K.; SANTOS, A.C.A.; QUEIROZ, L.A.; CALIJURI, M.C.; DI BERNARDO, L. *Determinação de clorofila pelo método espectrofotométrico visando o monitoramento da eficiência do tratamento de águas para abastecimento*. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande: ABES, 2005.

LAMPARELLI, M.C. *Grau de Trofia em Corpos D'Água do Estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento*. Tese de Doutorado - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

NETTO, G.F.; CARNEIRO, M.L. O.; COSTA S.S.; CANCIO, J.A. *Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano na Saúde Pública e Processos de Remoção em Água para Consumo Humano*. 1º Ed. Editora Funasa, 55p., 2003.

NOGUEIRA, P.F.; CABRAL, J.B.P., WACHHOLZ, CORDEIRO, F.;S.F.O. *Análise espacial e avaliação do estado trófico do lago da UHE Caçu-GO*, Relatório de Iniciação Científica, UFG, 13 p., 2012.

NOGUEIRA, P.F; CABRAL, J.B.P.; OLIVEIRA, S.F.; ROCHA, I.R. *Eutrofização no Reservatório da UHE Foz do Rio Claro (GO)*, Revista do Departamento de Geografia – USP, v.30, p.19- 33, 2015.

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. *Série Histórica*. Disponível em: <http://www.snis.gov.br> Acesso em: 30/03/2018.

TOLEDO, A.P. *Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais*. São Paulo: CESTEB, 12 p., 1990.

TOLEDO, 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*. Anais do 12º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, 34p, 1983.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3ª Edição, Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 452 p., 2005.