



Alteração da qualidade da água em lagoas sob a influência antrópica em relação às condições naturais no estado do Espírito Santo.

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Gabriel Franco¹
Mariane Cardoso Elias¹
Pedro Flombaum¹
Elias Trevisan¹
Rodrigo Felipe Bedim Godoy³

Resumo

Neste estudo foram analisados os dados de qualidade da água das lagoas Guanandi, Carapebus, Jacuném e Juara, pertencentes ao estado do Espírito Santo, através da média, desvio padrão, valor mínimo, valor máximo e a frequência de valores que excedem aos estabelecidos na resolução CONAMA 357/2005 para a classe 1. As diferenças dos locais em que estão situadas as lagoas e as atividades antrópicas exercidas sobre elas podem ser fatores que influenciaram nos valores dos parâmetros de qualidade da água encontrados. As lagoas Jacuném e Juara obtiveram médias acima de 11 mg/L para a DBO e médias superiores a 105 mg/L para a Clorofila-a, o Nitrogênio Total obteve concentração média acima de 2,3 mg/L nas 4 lagoas e o Fósforo Total valor médio superior a 0,1 mg/L em todas as lagoas. Ainda, foram analisadas as frequências de eventos extremos que ocorreram entre os anos de 2007 a 2013 e de 2014 a 2020. Notou-se nos anos de 2014 a 2020 um aumento no número de eventos extremos (elevadas concentrações) de aproximadamente 8% da DBO, 11,5% da Clorofila-a, 10% do Fósforo Total, 20% da Turbidez e 8% de NO₂, evidenciando que os níveis de qualidade da água nas 4 lagoas estão piorando nos últimos anos.

Palavras-chave: Clorofila-a, Eventos extremos, Poluição, Precipitação

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Meio Ambiente, Umuarama, PR, Brasil, Gabrielconfec@gmail.com, marianecardosoelias@gmail.com, eliastrevisan@yahoo.com.br.

²Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ecología Genética y Evolución, y Centro de investigaciones del Mar y de la Atmósfera, Buenos Aires, Argentina, pflombaum@cima.fcen.uba.ar.

³Engenheiro ambiental, mestrado em engenharia de recursos hídricos e ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), rodrigofelipe7@hotmail.com.



INTRODUÇÃO

Lagoas são corpos d'água artificiais ou naturais mais numerosos do mundo, essenciais para a biodiversidade, e cada vez mais reconhecidos por seu papel na prestação de serviços ecossistêmicos (BIGGS; VON FUMETTI; KELLY-QUINN, 2016). Segundo CÉRÉGHINO et al. (2013) as lagoas são pontos críticos de biodiversidade tanto em termos de composição de espécies, quanto de características biológicas. Estipula-se que eles cubram cerca de 4,2 milhões de km² da superfície da Terra, tendo constatações de que até 30% da água parada global podem ser de lagos e lagoas (DOWNING et al., 2006).

Porém há dinâmicas antropogênicas que desencadeiam aumento nas concentrações de nutrientes nas lagoas, podendo causar um desequilíbrio no ambiente limnológico, favorecendo, assim, o florescimento de algas potencialmente tóxicas, chamadas cianobactérias (OLIVER et al., 2020). Esses organismos são considerados fotoautotróficos oxigenados mais antigos da Terra, por seu longo processo evolutivo permitiu-se que as mudanças antropogênicas, climáticas e geoquímicas não fossem um problema para a sua adaptação (PAERL e OTTEN, 2013). A sua floração é amplamente prejudicial aos ecossistemas aquáticos podendo causar a morte de peixes e invertebrados, interações competitivas alteradas do fitoplâncton e o sombreamento de comunidades de macrófitas (ROLLAND et al., 2013).

A principal indicadora de biomassa algal em ambientes lênticos, que pode caracterizar o aumento desses organismos é a Clorofila-a que representa 1 a 2% do peso seco do material orgânico de todas as algas planctônicas (CETESB, 2017). Além disso, a clorofila-a pode ser utilizada para caracterizar o estado trófico dos ambientes aquáticos. Este estudo teve como objetivo comparar três lagoas próximas a centros urbanos e uma lagoa em uma reserva natural por mais de 13 anos. Para cada lagoa consideramos os seguintes parâmetros demanda biológica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), dióxido de nitrogênio (NO₂), nitrato (NO₃), nitrogênio total (NT), turbidez, fósforo total, clorofila-a, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura. Dessa forma, o trabalho buscou comparar a qualidade da água destas lagoas para evidenciar o impacto das ações antrópicas e naturais nesses corpos hídricos.

METODOLOGIA

Área de estudo

As áreas de estudo são quatro lagoas localizadas no estado do Espírito Santo (Figura 1). O loteamento Lagoa Carapebus fica situado no município Serra/ES, tendo como uma de suas delimitações a Lagoa Carapebus. O esgotamento sanitário do loteamento é precário, onde em 99% das casas utiliza-se de fossas, e em 1% dos casos há uma interligação entre o esgoto e a galeria pluvial, tendo como destino final a área de restinga da Lagoa Carapebus (NEUMANN et al., 2013). Ela pertence à bacia hidrográfica Santa Maria da Vitória.

A lagoa Guanandi é um atrativo para a população, estando situada longe dos centros urbanos. Está localizada no município de Itapemirim/ES, região litorânea do estado, e desenvolvem-se ações antrópicas na região da lagoa como, a mineração, agropecuária e urbanização (COUTINHO e CECÍLIO, 2011). A lagoa pertence à bacia hidrográfica do rio Novo.

A lagoa Jacuném encontra-se no centro do Estado do Espírito Santo, entre as coordenadas 20°09'40"S e 40°13'08"W (MAGNAGO et al., 2011), estando localizada na bacia hidrográfica do rio Jacaraípe.

A lagoa Juara está localizada no estado do Espírito Santo no município Serra, ela ocupa uma área de 2,9km², pertence a bacia do rio Jacaraípe que abrange uma área de 220km², há riachos como o córrego das laranjeiras que passam pela cidade e transportam carga orgânica de esgoto doméstico até o lago, também utiliza-se o lago para a pesca, piscicultura e recreação (ALMEIDA e FERNANDES, 2012).

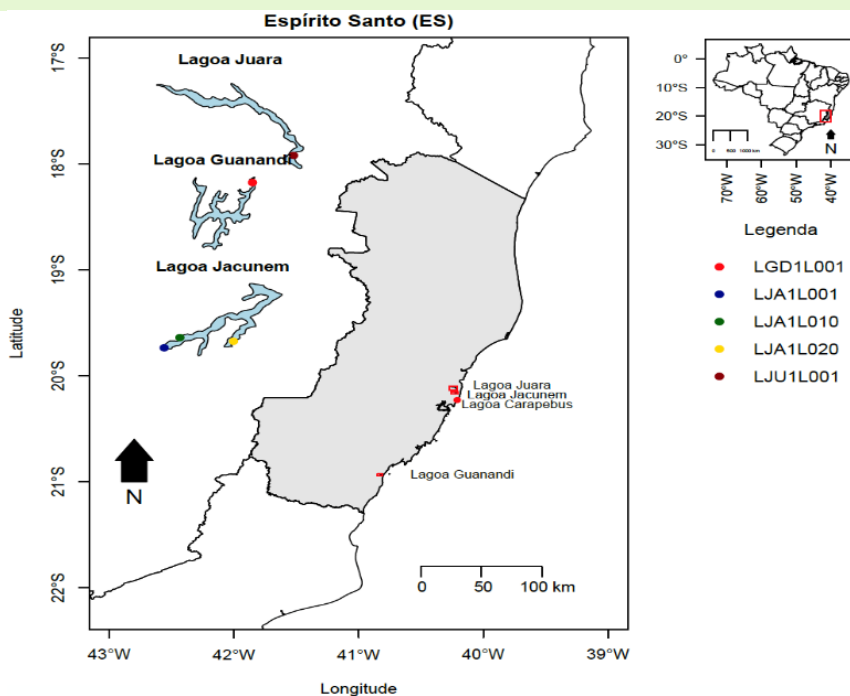


Figura 1: Mapa de localização das lagoas. Observação: Não foi encontrado o arquivo em shapefile da lagoa Guanandi.

Dados e análises

Os dados foram coletados pelo programa de monitoramento de águas interiores do Estado do Espírito Santo e disponibilizados pelo sistema IQA-ES (<https://servicos.agerh.es.gov.br/iqa/home.php>). O monitoramento foi realizado 4 vezes por ano por meio de coletas e pesquisas. Os dados constam do ano de 2007 até o ano de 2020 (AGERH, 2021). Neste estudo foram utilizados os seguintes parâmetros para avaliar a variação da qualidade de água das lagoas: DBO, DQO, N-NH₃, NO₂, NO₃, Clorofila-a, Fósforo total, Nitrogênio total, Turbidez, Oxigênio dissolvido, Temperatura da água.

Os dados de precipitação total diário, foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://bdmep.inmet.gov.br>), onde foram utilizados os dados das estações, Vitória (A612), Alfredo Chaves (A615) e Presidente Kennedy (A622).

Os eventos extremos foram calculados a partir dos valores iguais ou acima do valor encontrado para o percentil 90%. Foram comparados dois períodos de 7 anos: 2007-

2013 e 2014-2020. para os parâmetros DBO, Clorofila-a, FT, NO₃, NO₂, Turbidez e OD a partir dos valores iguais ou acima do valor encontrado para o percentil 90%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Porcentagem de eventos extremos no conjunto de dados para os períodos entre 2007 e 2013, e de 2014 a 2020 para cada parâmetro.

freqüência de eventos extremos dos parâmetros analisados aumentou no período de 2014-2020 quando comparado com o período de 2007-2013 (Figura 2). Ocorreram alterações na freqüência de eventos extremos em todos os parâmetros, sendo que a DBO, Clorofila-a, Fósforo Total (PT), Turbidez e NO₂, demonstraram a queda da qualidade da água nos anos de 2014-2020. A Turbidez apresentou o maior aumento de freqüência de eventos extremos em relação a decorrência dos anos. Porém o Oxigênio Dissolvido (OD) e o NO₃, demonstraram uma diminuição da freqüência de eventos extremos nos anos de 2014-2020. Juntos esses resultados sugerem uma maior freqüência de eventos extremos nos anos de 2014-2020, que demonstra uma queda na qualidade da água para o segundo período analisado.

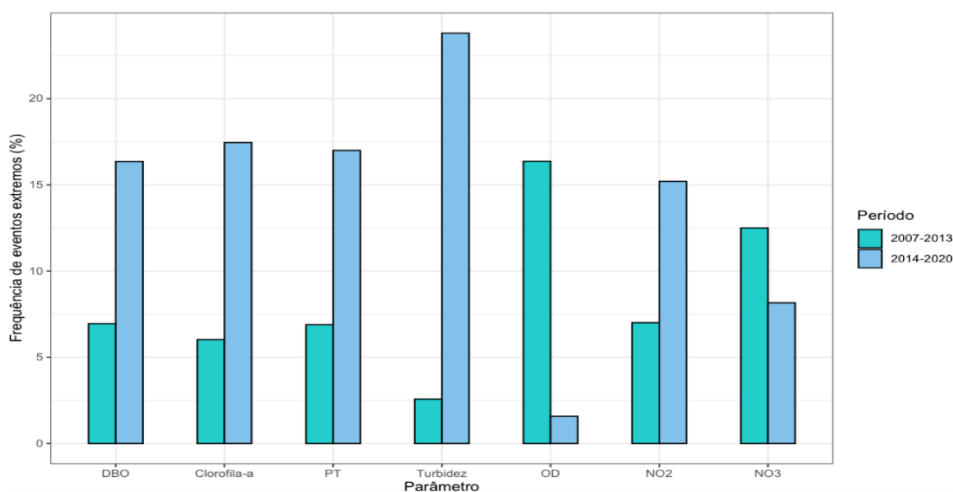


Figura 2: Frequência de eventos extremos no conjunto de dados para os períodos entre 2007 e 2013, e de 2014 a 2020 para cada parâmetro. Eventos extremos: DBO \geq 22 mg/L; Clorofila-a \geq 219.22 mg/L; PT \geq 0.4712 mg/L; Turbidez \geq 59.28 NTU; OD \leq 4.80 mg/L; NO₂ \geq 0.132 mg/L; NO₃ \geq 1.009 mg/L.



Variação da Qualidade de Água entre as Lagoas

As lagoas Jacuném, Juara e Carapebus que estão localizadas em áreas urbanas apresentaram concentrações mais expressivas dos parâmetros de qualidade de água do que a lagoa Guanandi que está protegida por uma área de preservação (Tabela 1). As quatro lagoas apresentaram uma média de DBO acima do permitido para a classe 1, com destaque para a lagoa Jacuném onde todos os valores ultrapassaram o limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 com taxas elevadas de DBO. Os resultados são semelhantes aos encontrados por Duarte et al. (2012) para a lagoa Jacuném com dados coletados no ano de 2010, e em todos os pontos coletados, a DBO está acima do valor máximo da resolução. Esses valores podem estar associados ao despejo de material orgânico, que em grande quantidade causam o esgotamento do oxigênio na água e a morte de peixes e outras formas de vidas aquáticas. A DBO máxima das lagoas Jacuném e Juara se aproximam da concentração mínima de DBO de um esgoto sanitário (CETESB, 2017).

Nas lagoas Guanandi e Jacuném a DQO apresentou valores relativamente baixos quando comparado aos valores expressivos das lagoas Carapebus e Juara em relação a média e valor máximo. Valente, Padilha e Silva (1997) analisaram a concentração de DQO em ribeirão Lavapés/Botucatu - SP (curso de esgoto a céu aberto), em uma coleta durante 24 horas, onde o valor máximo encontrado foi de 75,6 mg/L enquanto as concentrações máximas atingidas pelas lagoas Juara e Carapebus são respectivamente, 2210 mg/L e 1395,20 mg/L.

O oxigênio dissolvido apresentou médias que se enquadram na Resolução CONAMA 357/2005. Os valores mínimos se apresentaram muito inferiores ao valor mínimo exigido para a classe 1 (6 mg/L), onde a lagoa Carapebus apresentou concentração mínima de 1.4 mg/L e a lagoa Juara 1.2 mg/L. Isto provavelmente evidencia que estas lagoas possuem bactérias aeróbicas e também processos oxidativos que estão utilizando oxigênio dissolvido para a decomposição de materiais orgânicos, por consequência então há baixas concentrações de oxigênio dissolvido em alguns casos (CETESB, 2017).

Da mesma forma, a clorofila apresentou médias acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 1 em todas as lagoas analisadas. A

lagoa Juara apresentou uma concentração máxima em 358 ug/L quando a taxa máxima estipulada é de 10 ug/L. A lagoa Jacuném ultrapassou a resolução em todas as coletas apresentando seu menor valor em 12 ug/L. Estes fatos podem ser resultados da falta de uma área de proteção ambiental adequada, tendo em vista que boa parte destas duas lagoas são cercadas por assentamentos urbanos. Dos quais, 43,01% da área da bacia do rio Jacaraípe, a qual as duas lagoas pertencem, estão dentro da classe de fragilidade emergente média ou alta (RAMOS e COELHO, 2019).

O fósforo total obteve média acima do permitido pela legislação, igualmente visto no estudo de DUARTE et al. (2012), onde os autores encontraram uma elevada taxa de fósforo para a lagoa Jacuném no ano de 2010, com todos os pontos coletados ultrapassando a Resolução 357/2005 para classe 1. Assim, em todas as lagoas analisadas, os valores mínimos evidenciaram valores abaixo dos limites, porém os valores máximos, apresentaram concentrações elevadas de fósforo total.

O nitrogênio total é um dos principais influenciadores do nível trófico, do florescimento de cianobactérias e da degradação de um corpo hídrico (ROCHA et al., 2018; DODDS et al., 2009), as médias e valores máximos apresentados (tabela 1), foram superiores ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 em todas as lagoas. Os pontos mínimos se apresentaram dentro do permitido pela resolução.

Em relação às outras formas de nitrogênio, as concentrações de NO₂ e NO₃ estão enquadradas dentro do limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 em todas as observações das 4 lagoas. O valor do N-NH₃ pode ser um fator restritivo à sobrevivência de determinadas espécies de peixes quando sujeitas a uma concentração maior que 5 mg/L (CETESB, 2017), os dados apresentados para este parâmetro foram consideravelmente baixos sendo que as concentrações máximas foram menores que 5 mg/L.

Tabela 1: Média, desvio padrão, valor máximo e mínimo dos parâmetros de qualidade de água para as quatro lagoas do estado do Espírito Santo.

| Parâmetro | Guanandi | Carapebus | Jacuném | Juara |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| DBO (mg/L) | 5,88±9,91; 64*;0,1** (n=48) | 8,49±8,58; 40;2,1 (n=23) | 12,93±12,78;86;3,7 (n=69) | 11,54±16,66;87;2,5; (n=30) |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| DQO(mg/L) | 48,17±21,84; 142;12 (n=48) | 151,39±284,77; 1395;20 (n=22) | 56,63±25,72;152;18 (n=73) | 143±388,93;2210;20; (n=31) |
| N-NH3 (mg/L) | 0,21±0,43; 1,8;0,01 (n=31) | 0,39±0,39;1,39;0,01 (n=16) | 0,34±0,56;3,2;0,01 (n=42) | 0,61±0,59;1,9;0,01 (n=22) |
| NO2 (mg/L) | 0,01±0,005;0,02;0,001 (n=24) | 0,03±0,04;0,19;0,01 (n=14) | 0,10±0,14;0,54;0,009; (n=44) | 0,048±0,12;0,55;0,002; (n=21) |
| NO3 (mg/L) | 0,27±0,21;0,91;0,007 (n=24) | 0,65±0,41;1,42;0,07 (n=16) | 0,60±0,32;1,4;0,044; (n=42) | 0,32±0,25;0,97;0,016; (n=22) |
| Nitrogênio Total (mg/L) | 2,35±2,12;7,81;0,017 (n=44) | 2,45±1,61;5,2;0,18 (n=19) | 2,63±1,79;8,9;0,040; (n=58) | 3,38±3,96;21,51;0,06; (n=28) |
| Turbidez (NTU) | 30,57±130,18;948,2;0,98 (n=52) | 17,88±20,47;100;2,36 (n=23) | 75,87±188,19;1208,1;8 (n=73) | 100,41±203,87;887,9;7,08; (n=31) |
| Fósforo Total (PT) (mg/L) | 0,10±0,17;1,13;0,001 (n=52) | 0,10±0,07;0,26;0,001 (n=23) | 0,31±0,31;1,7;0,001; (n=70) | 0,39±0,58;3,06;0,02; (n=30) |
| Oxigênio Dissolvido (mg/L) | 6,30±1,23;8,8;2,6 (n=52) | 8,05±3,30;18,4;1,4 (n=23) | 7,90±2,54;16,4;2,31 (n=73) | 6,98±2,93;13,1;1,2; (n=31) |
| Clorofila-a(ug/L) | 10,86±20,87;149,6;1 (n=52) | 22,20±23,46;96;1 (n=23) | 153,45±168,59;1055,5;12 (n=73) | 105,04±113,93;358;6; (n=31) |
| Temperatura da água (C) | 26,84±2,64;32,7;21,8 (n=52) | 25,92±1,67;29;22 (n=23) | 26,28±1,83;31;23,3 (n=73) | 26,12±1,86;31;22,8; (n=31) |

n: número de observações; *: máximo; **: mínimo; Valor acima do limite para classe 1; Valor abaixo do limite para classe 1; Valor contemplando acima e abaixo do limite para classe 1. (Resolução CONAMA 357/2005).

Observações fora da classe 1 para as lagoas do Espírito Santo.

A frequência de observações com águas fora da classe 1 diferiu entre as lagoas e os parâmetros analisados (Figura 3). A DBO e a Clorofila-a nas lagoas Carapebus, Jacuném e Juara apresentaram uma margem de observações fora da classe 1 acima de 60%, isto evidencia as altas concentrações de DBO e Clorofila-a nestas lagoas. No entanto, a lagoa Guanandi apresenta observações fora do limite para classe 1 inferior a 35% do total dos dados analisados. Podemos relacionar ao fato dela se encontrar afastada dos grandes centros urbanos (COUTINHO e CECÍLIO, 2011), porém, as lagoas Carapebus, Juara e Jacuném apresentaram um alto índice de DBO e Clorofila-a, onde essas lagoas estão localizadas próximas a áreas residenciais trazendo prejuízo para a

qualidade da água (SOUZA et al., 2013; RAMOS e COELHO, 2019). Além disso, a lagoa Jacuném apresentou 100% de valores acima do percentual máximo permitido.

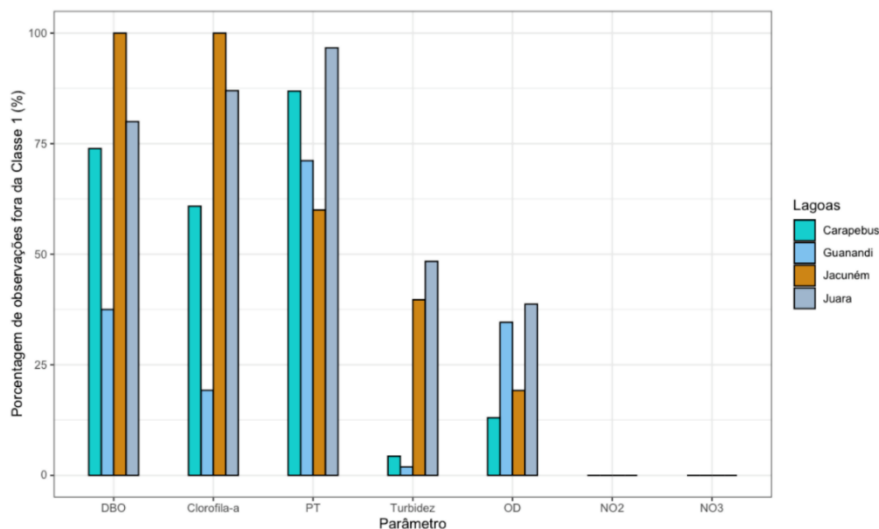


Figura 3: Porcentagem de observações fora do limite estabelecido para cada parâmetro para corpos d'água de classe 1. Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

Análise dos parâmetros submetidos ao ACP

O resultado mostra que a lagoa Guanandi é a mais distinta entre as lagoas e que as outras não diferem entre si, segundo uma análise de ordenação (Figura 4). Os eixos x e y explicaram juntos 38,4% de todos os dados de qualidade da água analisados. O eixo Dim1 fez a distinção das quatro lagoas (Guanandi, Carapebus, Jacuném e Juara) em função dos parâmetros de qualidade da água, no eixo Dim2, Temperatura da água (Temp), Precipitação diária (P), Precipitação acumulada 10 dias (P10), N-NH₃, DBO, DQO, Turbidez, PT, NO₃, Clorofila-a (Clo-a), NT, NO₂, pH, OD.

A lagoa Juara apresentou resultados elevados em relação a Turbidez, DQO e DBO também demonstrou uma alta Temp, P e P10. A lagoa Jacuném demonstrou uma elevada concentração de pH, OD, PT, NT, NO₂ e Clo-a com Temp e P elevados. A lagoa Carapebus demonstrou valores mais expressivos com relação aos parâmetros, OD, NO₂, DBO, DQO, N-NH₃, P10 e Temp. A lagoa Guanandi apresentou valores opostos aos parâmetros analisados com exceção da Temp, demonstrando melhores resultados, porém não obteve um valor alto para OD.

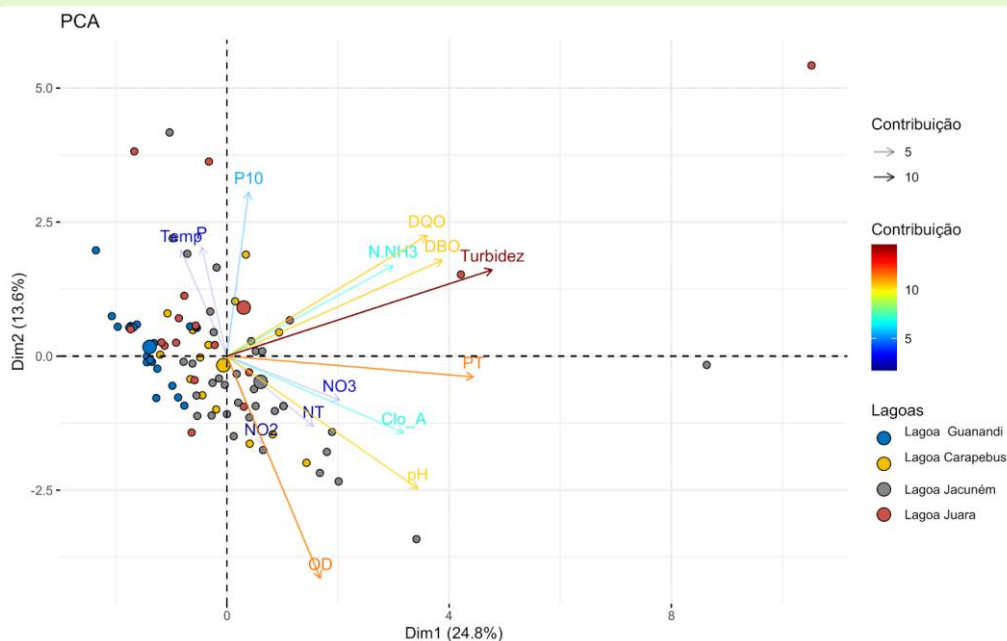


Figura 4: Relação dos parâmetros Temp, P, N-NH₃, P10, DQO, DBO, Turbidez, PT, NO₃, Clo_a, NT, pH, OD e NO₂ com as lagoas Guanandi, Carapebus, Jacuném e Juara, através da análise de componentes principais (ACP).

CONCLUSÕES

Sugere-se neste estudo que as características de cada lagoa influenciaram os parâmetros analisados, as lagoas Jacuném e Juara apresentaram resultados semelhantes em grande parte das análises, pois elas pertencem à mesma bacia hidrográfica e sofrem de atividades antrópicas semelhantes, sendo as principais delas a descarga de material orgânico diretamente ligado ao corpo d'água e urbanização ao entorno das lagoas. A lagoa Carapebus demonstrou parâmetros mais brandos quando comparada às lagoas Jacuném e Juara demonstrando a diferença por não sofrer com a ligação direta de material orgânico no seu corpo hídrico e a lagoa Guanandi demonstrou grande diferença na maioria das análises apresentando melhor qualidade da água do que as outras 3 lagoas evidenciando a importância de ter uma área de proteção ambiental para as lagoas.

REFERÊNCIAS

Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). (2021). (IQA-ES) disponível em <https://servicos.agerh.es.gov.br/iqa/home.php> acessado em 25 de Março de 2021.

ALMEIDA, Stéfano Zorzal de; FERNANDES, Valéria de Oliveira. Periphytic algal biomass in two distinct regions of a tropical coastal lake. **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 24, n. 3, p. 244-454, Sept. 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2012000300003&lng=en&nrm=iso>. access on 24 Mar. 2021. Epub Nov 22, 2012. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2012005000042>.

BIGGS, J.; VON FUMETTI, S.; KELLY-QUINN, M. The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. **Hydrobiologia**, [S.L.], v. 793, n. 1, p. 3-39, 1 nov. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-016-3007-0>.

CÉRÉGHINO, Régis; BOIX, Dani; CAUCHIE, Henry-Michel; MARTENS, Koen; OERTLI, Beat. The ecological role of ponds in a changing world. **Hydrobiologia**, [S.L.], v. 723, n. 1, p. 1-6, 7 nov. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-013-1719-y>.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). (2017). disponível em <https://cetesb.sp.gov.br> acessado em 27 de Março de 2021.

COUTINHO, Luciano Melo; CECÍLIO, Roberto Avelino. Delimitação e estudo de vulnerabilidade da Área de Preservação Permanente no entorno da Lagoa Guanandi, Itapemirim-ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., 2011, Curitiba, Pr. **Anais [...]**. Curitiba, Pr: Inpe, 2011. p. 5868-5875.

DODDS, Walter K.; BOUSKA, Wes W.; EITZMANN, Jeffrey L.; PILGER, Tyler J.; PITTS, Kristen L.; RILEY, Alyssa J.; SCHLOESSER, Joshua T.; THORNBRUGH, Darren J.. Eutrophication of U.S. Freshwaters: analysis of potential economic damages. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 12-19, 12 nov. 2008. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/es801217q>.

DOWNING, J. A.; PRAIRIE, Y. T.; COLE, J. J.; DUARTE, C. M.; TRANVIK, L. J.; STRIEGL, R. G.; MCDOWELL, W. H.; KORTELAINEN, P.; CARACO, N. F.; MELACK, J. M.. The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments. **Limnology And Oceanography**, [S.L.], v. 51, n. 5, p. 2388-2397, set. 2006. Wiley. <http://dx.doi.org/10.4319/lo.2006.51.5.2388>.

DUARTE, Ian Drumond; DIAS, Mauro Cesar; DAVID, Jose Augusto de Oliveira; MATSUMOTO, Silvia Tamie. A qualidade da água da Lagoa Jacuném (Espírito Santo, Brasil) em relação a aspectos genotóxicos e mutagênicos, mensurados respectivamente pelo ensaio do cometa e teste do micronúcleo em peixes da espécie *Oreochromis niloticus*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 211-219, 22 fev. 2012.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). disponível em <https://bdmep.inmet.gov.br> acessado em 05/04/2021.



MAGNAGO, Luiz Fernando Silva; SIMONELLI, Marcelo; MARTINS, Sebastião Venâncio; MATOS, Fabio Antonio Ribeiro; DEMUNER, Valdir Geraldo. Variações estruturais e características edáficas em diferentes estádios sucessionais de floresta ciliar de Tabuleiro, ES. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 445-456, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622011000300008>.

NEUMANN, Bruna; CALMON, Ana Paula Santos; AGUIAR, Marluce Martins. Aplicação do ISA e Diagrama de Pareto como ferramentas de gestão do loteamento Lagoa Carapebus. **Latin American Journal of Business Management**, [S.L.], v. 4, n. 1, set. 2013. ISSN 2178-4833. Disponível em: <<https://lajbm.com.br/index.php/journal/article/view/120/73>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

OLIVER, Sofia Lizarralde; IKEFUTI, Priscilla Venâncio; RIBEIRO, Helena. Cyanobacteria bloom variations and atmospheric variables, an environmental health contribution. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 1, 13 jul. 2020. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2523>.

PAERL, Hans W.; OTTEN, Timothy G. Harmful Cyanobacterial Blooms: causes, consequences, and controls. **Microbial Ecology**, [S.L.], v. 65, n. 4, p. 995-1010, 13 jan. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00248-012-0159-y>.

RAMOS, André Luís Demuner; COELHO, André Luiz Nascentes. AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARAÍPE E APA DA LAGOA JACUNÉM, SERRA – ES. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 23, n. 23, p. 296-308, abr. 2019.

ROCHA JUNIOR, Carlos Alberto Nascimento da et al. Water volume reduction increases eutrophication risk in tropical semi-arid reservoirs. **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 30, e106, 2018. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2018000100802&lng=en&nrm=iso>. access on 05 Apr. 2021. Epub Apr 05, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x2117>.

ROLLAND, Delphine C.; BOURGET, Sébastien; WARREN, Annabelle; LAURION, Isabelle; VINCENT, Warwick F. Extreme variability of cyanobacterial blooms in an urban drinking water supply. **Journal Of Plankton Research**, [S.L.], v. 35, n. 4, p. 744-758, 16 maio 2013. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/fbt042>.

SOUZA, Sirius Oliveira; SOUZA, George Taylor de; OLIVER, Marta Leite; ZAMPROGNO, Gabriela Carvalho; JUNIOR, Fernando Jakes Teubner; ALBINO, Jacqueline. **Distribuição Sazonal e Espacial do Potencial de Inundação do Litoral de Carapebus**, Serra - ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 15., 2013, Vitória ES. Uso e ocupação da terra e as mudanças das paisagens [...]. [S. l.: s. n.], 2013. p. 316-326.

VALENTE, José Pedro Serra; PADILHA, Pedro Magalhães; SILVA, Assunta Maria Marques. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética Química**, [S.L.], v. 22, p. 49-66, 1997. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-46701997000100005>.