



Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v18n12024p36-47

Submetido em: 30 set. 2024

Aceito em: 02 dez. 2024

.....

Análise de qualidade de água no município de São João da Barra-RJ

Water quality analysis in the municipality of São João da Barra-RJ

Análisis de la calidad del agua en el municipio de São João da Barra-RJ

João Victor França de Abreu Terra  <https://orcid.org/0009-0003-1438-0462>

Instituto Federal Fluminense.

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense.

E-mail: joaovfaterra@gmail.com

Vicente de Paulo Santos de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0002-5981-0345>

Instituto Federal Fluminense.

Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa.

Professor Titular do Instituto Federal Fluminense.

E-mail: vicentepsoliveira@gmail.com

Carolina Ramos de Oliveira Nunes  <https://orcid.org/0000-0003-4029-2880>

Instituto Federal Fluminense.

Mestrado em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense.

E-mail: carolnunes.1985@gmail.com

Thiago Moreira de Rezende Araújo  <https://orcid.org/0000-0003-2512-9743>

Instituto Federal Fluminense.

Doutorado em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

Professor no Instituto Federal Fluminense.

E-mail: thiago_uenf@yahoo.com.br

Resumo: A qualidade da água é fundamental para a saúde humana, o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento. Ela deve atender a padrões de pureza para garantir seu uso seguro em consumo, agricultura, indústria e lazer. A água deve estar livre de contaminantes para prevenir doenças e proteger ecossistemas e biodiversidade. A gestão e a vigilância rigorosa da qualidade da água são essenciais para evitar crises ambientais e problemas de saúde pública. O estudo analisou a qualidade da água no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, no lago artificial do Balneário de Atafona e na antiga foz do Rio Paraíba do Sul em Atafona. Foram coletadas amostras mensalmente e analisados parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, coliformes totais, E. coli, fosfato, nitrito, nitrato, amônio e nitrogênio total. Os resultados foram avaliados no LABFOZ do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes. Os resultados mostraram que a Lagoa de Grussaí apresenta uma significativa presença de coliformes totais e E. coli, indicando problemas de poluição e falta de preservação ambiental. Em contraste, a Lagoa de Iquipari teve a melhor qualidade, com algumas análises mostrando ausência desses contaminantes; os resultados obtidos foram comparados com a resolução CONAMA N°357/2005.

Palavras-chave: IQA. Lagoas Costeiras. Lagoas Sanjoanense. Qualidade de água em lagoas costeiras.

Abstract: Water quality is fundamental to human health, environmental balance and development. It must meet purity standards to ensure its safe use in consumption, agriculture, industry and leisure. Water must be free of contaminants to prevent disease and protect ecosystems and biodiversity. Strict water quality management and surveillance are essential to avoid environmental crises and public health problems. The study analyzed water quality in the Grussaí/Iquipari lagoon complex, in the artificial lake of Balneário de Atafona and at the old mouth of the Paraíba do Sul River in Atafona. Samples were collected monthly and parameters such as pH, dissolved oxygen, total coliforms, E. coli were analyzed. , phosphate, nitrite, nitrate, ammonium and total nitrogen. The results were evaluated at LABFOZ at the Campos dos Goytacazes Innovation Center. The results showed that the Grussaí Lagoon has a significant presence of total coliforms and E. coli, indicating pollution problems and a lack of environmental preservation. In contrast, Iquipari Lagoon had the best quality, with some analyzes showing the absence of these contaminants; the results obtained were compared with CONAMA resolution N°357/2005.

Keywords: WQI.Coastal lagoons. Sanjoanense Lagoons. Water quality in coastal lagoons.

Resumen: La calidad del agua es fundamental para la salud humana, el equilibrio ambiental y el desarrollo. Debe cumplir estándares de pureza para garantizar su uso seguro en el consumo, la agricultura, la industria y el ocio. El agua debe estar libre de contaminantes para prevenir enfermedades y proteger los ecosistemas y la biodiversidad. Una gestión y vigilancia estrictas de la calidad del agua son esenciales para evitar crisis ambientales y problemas de salud pública. El estudio analizó la calidad del agua en el complejo lagunar Grussaí/Iquipari, en el lago artificial del Balneário de Atafona y en la antigua desembocadura del río Paraíba do Sul en Atafona. Se recolectaron muestras mensualmente y parámetros como pH, oxígeno disuelto, coliformes totales, E. coli, fosfato, nitrito, nitrato, amonio y nitrógeno total. Los resultados fueron evaluados en LABFOZ, en el Centro de Innovación Campos dos Goytacazes. Los resultados mostraron que la Laguna Grussaí tiene presencia significativa de coliformes totales y E. coli, lo que indica problemas de contaminación y falta de preservación ambiental. En contraste, la Laguna de Iquipari tuvo la mejor calidad, con algunos análisis mostrando la ausencia de estos contaminantes; los resultados obtenidos se compararon con la resolución CONAMA N°357/2005.

Palabras clave: ICA. Lagunas Costeras. Lagunas Sanjoanenses. Calidad del agua en lagunas costeras.

1 Introdução

O Rio Paraíba do Sul, tem uma peculiaridade interessante, seu curso passa em 3 de 4 estados do sudeste brasileiro, tendo sua nascente em São Paulo, uma pequena parte pelo estado de Minas e um grande trecho e sua foz, no estado do Rio de Janeiro; sendo assim necessário e essencial para o abastecimento de grandes centros urbanos em diversas finalidades econômicas, cultural e para o desenvolvimento. Além do caráter ambiental ser crucial na manutenção de ecossistemas durante o percurso, o Rio Paraíba do Sul sofre constantes mudanças antrópicas tanto no leito como nas construções de barragens e transposições, como também a qualidade da água devido à poluição de efluentes domésticos e industriais. Ocasionalmente na perda de qualidade da água e de sua biodiversidade.

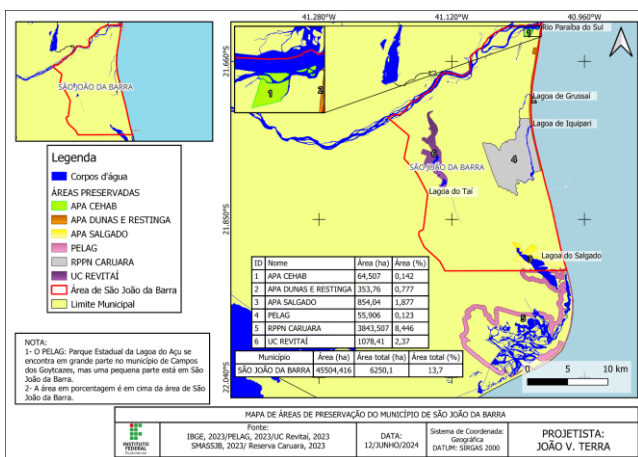
Contudo, ao longo das últimas décadas, esses ecossistemas têm sido afetados por uma série de impactos decorrentes da atividade humana, resultando em alterações significativas em suas condições ecológicas (IBAMA, 2007).

O sistema lagunar Grussaí-Iquipari, localizado no litoral da parte norte do estado do Rio de Janeiro, tendo um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas de restinga e regulam o sistema hídrico da região, com o auxílio de outras lagoas, como a Salgada, do Açú e do Veiga. Segundo Silva et al. (2018), essas lagoas são

estratégicas como lagoas costeiras formadas por processos sedimentares associados à dinâmica fluvial do Rio Paraíba do Sul. Eles possuem uma grande importância ecológica, fornecem habitat para diversas espécies de fauna e flora típicas de ambientes de restinga e contribuem para a recarga de aquíferos densos. No entanto, estudos mais recentes, como o de Almeida e Oliveira (2020), apontam que o avanço urbano e as atividades agrícolas na região resultam impactando a qualidade da água e a integridade desses ecossistemas.

Para proteger os ecossistemas fluviais e lagunares, São João da Barra está implementando a criação de unidades de conservação. O município também abriga parte do Parque Estadual da Lagoa do Açu e uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Essas áreas são essenciais para a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável da região. Na Figura 1, há um mapa destacando as localizações e delimitações de cada unidade de conservação, reforçando o compromisso com a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade.

Figura 1. Mapa de localização das Unidades de Conservação de São João da Barra



Fonte: Autoria própria (2024).

A salinização do Rio Paraíba do Sul é um processo que ocorre principalmente na sua região estuarina, onde há a interação entre as águas fluviais e as águas salgadas do Oceano Atlântico. Esse fenômeno tem se intensificado nos últimos anos devido à redução do fluxo de água doce causado por barragens, desvios para abastecimento urbano e períodos prolongados de seca (Silva et al., 2019). A intrusão salina afeta diretamente a qualidade da água, tornando-a inadequada para consumo humano e prejudicando a irrigação agrícola e a biodiversidade aquática. Além disso, a salinização compromete os ecossistemas locais e agrava problemas de degradação ambiental, não só no corpo hídrico atingido, mas os arredores sofrem através de canais e lençóis freáticos, pois a água salina pode infiltrar-se no solo e contaminar águas subterrâneas. Esse fenômeno compromete a disponibilidade de água potável, prejudica a agricultura ao elevar os níveis de sal no solo, tornando-o menos fértil, e afeta diretamente a biodiversidade aquática, uma vez que muitas espécies não são adaptadas a níveis elevados de salinidade. A salinização também pode degradar os ecossistemas de áreas

úmidas e manguezais, que são sensíveis a mudanças na salinidade, o que requer uma gestão integrada para mitigar esses impactos e restaurar a qualidade ambiental.

Diante da importância da qualidade hídrica, foi necessário avaliar três sistemas aquáticos distintos em São João da Barra, utilizando o Índice de Qualidade de Água (IQA) como ferramenta indicadora. Criado nos Estados Unidos em 1970, o IQA rapidamente se tornou uma ferramenta amplamente difundida e reconhecida para a gestão de recursos hídricos. Em 1975, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou o IQA à realidade brasileira, ajustando os parâmetros de monitoramento às características ambientais e às necessidades locais. Desde então, o IQA tem sido um índice essencial no Brasil para avaliar a qualidade da água de rios, lagos e reservatórios, auxiliando na preservação e gestão sustentável dos recursos hídricos. (CETESB)

O IQA é amplamente reconhecido por integrar diversos parâmetros físico-químicos e biológicos em uma métrica única, permitindo uma análise abrangente da qualidade da água. Essa metodologia é eficaz para monitorar a saúde ambiental dos corpos d'água, facilitando a identificação de problemas relacionados à poluição, como o excesso de nutrientes, metais pesados ou matéria orgânica, e fornecendo subsídios para ações de gestão ambiental voltadas à preservação e recuperação dos ecossistemas aquáticos. A aplicação do IQA em São João da Barra é essencial para avaliar a influência de atividades antrópicas, como o uso do solo para agricultura e o crescimento urbano, que impactam diretamente esses sistemas aquáticos. (Viana et al., 2013)

No IQA para cada parâmetro é adotado um peso diferente onde quanto mais alto, maior a sua importância, usando a fórmula definida conforme a figura abaixo representa.

Figura 2. Fórmula de IQA

$$IQA = \left(\prod_{i=1}^n (q_i)^{w_i} \right)^{1/\sum w_i}$$

Fonte: CETESB

Onde q_i é a função da qualidade (valor entre 0 e 100) para o parâmetro i , w_i é o peso atribuído a cada parâmetro, que reflete sua importância relativa na qualidade da água e n é o número total de parâmetros considerados. O resultado é classificado em uma faixa de valor onde de 79 a 100 é considerado ótima; 51 a 79 boa; 36 a 51 regular; de 19 a 36 ruim e menor de 19 péssima.

2 Material e Método

A qualidade de água nos ecossistemas aquáticos foi avaliada utilizando um kit de análise microbiológica, mostrado na figura 2, adquirido para esse fim. Foram estimados os seguintes parâmetros: Amônia(NH₃), Coliformes Totais, Escherichia coli (E.Coli), Nitrato (NO₃⁻), Nitrito (NO₂⁻), Ortofosfato (PO₄³⁻), Oxigênio dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH). Como metodologia de coleta da água, adotou-se 2 frascos plásticos de 200mL para cada corpo hídrico mensalmente.

Figura 3. Ecolkit de água doce e salgada com análise microbiológica (Kit com os reagentes, mini-estufa, termômetro, bastão de turbidez, maleta com facilidade de transporte).



Fonte: Autoria própria (2023).

Realizadas na parte da manhã, as saídas para a coleta deram início sempre às 8:00, tendo como percurso a Lagoa de Grussaí, Lagoa de Iquipari, Lago do Balneário e na antiga foz do Rio Paraíba do Sul, os frascos devidamente identificados e armazenados em uma caixa térmica com gelo; na figura 4 está alguns registros de uma saída de campo em cada ponto de amostra.

Figura 4. Registros de campo (Mosaico com fotos das saídas de campo, na esquerda superior está a lagoa de Grussaí; no superior direito a lagoa de Iquipari; na parte inferior esquerda está o lago do Balneário de Atafona e ao seu lado a antiga foz do rio Paraíba do Sul).



Fonte: Autoria própria (2023).

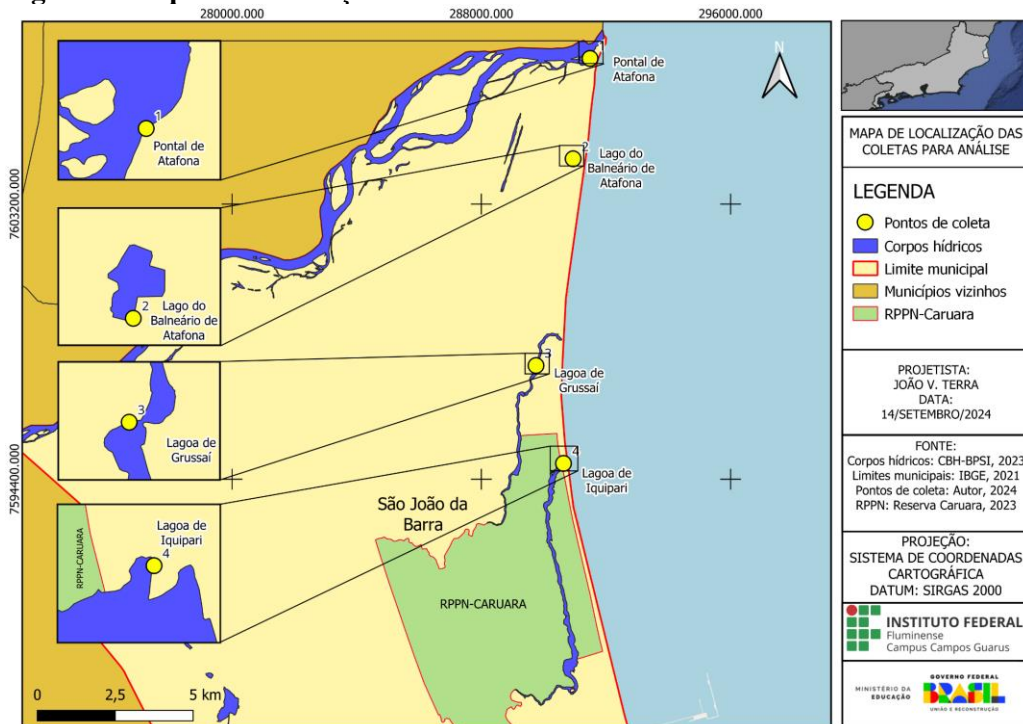
Decorrido as coletas, dirigiu-se para o Laboratório de Análises de Águas (Labfoz) do Instituto Federal Fluminense para realização das análises, as amostras foram colocadas na bancada junto do kit. O kit tem uma cartilha onde se tem o passo a passo do que se deve fazer com cada reagente dos respectivos parâmetros. O tempo de reação varia de acordo com o parâmetro analisado, o OD e pH são instantâneos, amônia e fosfato 10 minutos, nitrito e nitrato 15 minutos e para a análise microbiológica temos uma mini estufa onde o colipaper é mergulhado na água e posto por 17 horas depois retirado e analisado onde tem mais presença de bactérias,. O primeiro parâmetro é o OD a ser realizado, *in loco* é colocado 1 gota do reagente 1, 2 gotas do reagente 2, tendo assim até 8h para terminar o processo com o regente 3; ao chegar no laboratório, terminamos o parâmetro do OD e começamos a parte microbiológica e marcamos o horário. Depois vem o nitrito e nitrato, com 3 reagentes e um tempo de resposta de 15 minutos para expressar o valor do nitrito lido na cartela para o nitrito NO_2 multiplica-se o valor por 3,280; seguido por amônia e fosfato, com 3 e 2 reagentes respectivamente; a amônia para expressar o valor real dela é preciso multiplicar o valor lido por 1,214, e sua toxicidade varia de acordo com o pH. Já o ortofosfato precisa multiplicar por 1,494 para dar o resultado em fosfato e 0,3263 para resultados em fósforo e o último parâmetro é o pH. Na foto 5 estão os procedimentos da amônia e ortofosfato.

Figura 5. Procedimentos



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 6. Mapa de localização das coletas



Fonte: Autoria própria (2024).

3 Resultados

Para cada parâmetro dentro do Índice de Qualidade de Água, existe uma importância no diagnóstico e identificação de poluentes dentro de um ecossistema, por exemplo, o **oxigênio dissolvido** está associado à capacidade da água de sustentar a vida, pois em níveis baixos indica poluição orgânica e/ou eutrofização, aumentando assim o consumo do oxigênio pela decomposição da matéria orgânica e reduzindo o oxigênio disponível para a fauna (adaptado de Silva et al., 2020). O nível de oxigênio dissolvido em 5 significa que apenas os peixes mais resistentes permanecem vivos. O **pH** mede a acidez ou alcalinidade da água, alterações significativas do mesmo na água, indica presença de poluentes, efluentes domésticos e industriais e qualquer alteração compromete a biodiversidade e qualidade da água (adaptado de Oliveira & Santos, 2021). **Coliformes totais** são indicadores importantes da qualidade da água, uma vez que sua presença pode indicar contaminação fecal e a potencial presença de patógenos. A análise de coliformes é uma parte essencial do Índice de Qualidade da Água (IQA), pois fornece informações sobre a segurança e a potabilidade da água consumida. A presença de *Escherichia coli* é indicador crítico de contaminação fecal, uma vez que essa bactéria é encontrada no trato intestinal de humanos e animais, e a presença dela nos corpos hídricos, indicam um efluente sem tratamento lançado e a mesma é capaz de causar doenças como gastroenterite, diarreia e infecção mais grave (Lopes & Silva, 2019).

Nitratos e fosfatos Os nutrientes fósforo e nitrogênio, em qualquer composição, são nutrientes cruciais para o desenvolvimento das plantas e algas, com isso, quando há uma elevada concentração dos mesmos no ambiente aquático (correlacionado, muitas vezes, à agricultura intensiva e esgotos nos corpos hídricos ou arredores) podem acelerar o processo de eutrofização, levando a uma diminuição do oxigênio na água e perdendo sua biodiversidade (adaptado de Ferreira et al., 2020).

As tabelas de 1 a 4 são os dados das saídas de campo devidamente nomeadas.

Tabela 1. Dados da primeira saída

Pontos	OD	Amônia Real	Nitrito Real	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	<i>E.Coli</i>
L.G	6	3,64	0,16	0,10	1	8	Presente	Presente
L.I	9	0,00	0,00	0,00	0	8	Presente	Ausente
F.	6	0,12	0,00	0,30	0	7	Presente	Presente em grande quantidade
L.B	9	0,12	0,00	0,00	0	8	Presente	Presente
Data						03/01/2023		

Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 7. Resultado microbiológico da primeira coleta



Fonte: Aatoria própria, (2023).

Sendo Lagoa Grussaí, Lagoa Iquipari, Foz e Lago do Balneário, respectivamente, para cada marca rosada é uma colônia de coliformes e para cada marca roxa são *E.coli*. Podemos observar que os pontos da Foz e da Lagoa de Grussaí são as mais poluídas enquanto a Lagoa de Iquipari não apresenta *E.coli*.

Na tabela 2 estão os dados da segunda saída de campo realizada no dia 15/02/2023.

Tabela 2. Dados da segunda saída

Pontos	OD	Parâmetros					PH	Coli.Totais	<i>E.Coli</i>
		Amônia Real	Nitrito Real	Nitrato	Ortofosfato				
L.G	9	1,21	0	0,0	0	8	Presente	Presente em grande quantidade	
L.I	9	0,61	0	0,0	0	8	Presente	Ausente	
F.	8	0,30	0	0,7	0	6	Presente	Presente	
L.B	9	1,21	0	0,0	0	7	Presente	Presente em pouca quantidade	
Data						15/02/2023			

Fonte: Aatoria própria, 2023.

Tabela 3. Dados da segunda saída

Pontos	OD	Parâmetros					PH	Coli.Totais	<i>E.Coli</i>
		Amônia Real	Nitrito	Nitrato	Ortofosfato				
L.G	8	0,12	0	0,0	0	8	Presente	Presente em grande quantidade	
L.I	7	0,12	0	0,0	0	8	Presente	Presente	
F.	7	0,30	0	1,0	0	6	Presente	Presente	
L.B	7	0,30	0	0,0	0	7	Presente	Presente em pouca quantidade	
Data						21/04/2023			

Fonte: Aatoria própria, 2023.

Tabela 4. Dados da segunda saída

Pontos	OD	Parâmetros					PH	Coli.Totais	<i>E.Coli</i>
		Amônia Real	Nitrito	Nitrato	Ortofosfato				
L.G	9	0,30	0	0,3	0	8	Presente	Presente	
L.I	9	0,00	0	0,0	0	8	Presente em poucas quantidades	Ausente	
F.	9	0,61	0	0,7	0	7	Presente	Presente em grande quantidade	
L.B	9	0,12	0	0,0	0	8	Presente	Presente	
Data						27/05/2023			

Fonte: Aatoria própria, 2023.

Os níveis de oxigênio dissolvido medidos na primeira coleta mostraram que tanto a Lagoa de Grussaí quanto a Foz estão com valores baixos, atingindo um nível de alerta. A Lagoa de Grussaí também apresentou altos níveis de amônia (NH_3), mas, com o pH identificado em 8, o valor não atingiu um nível tóxico, que seria de 7,76 mg/L.

Foram detectadas pequenas concentrações de nitrito e nitrato, o que indica o início do processo de desnitrificação da amônia. Esse processo, conhecido como nitrificação, começa com a oxidação da amônia (NH_3) para nitrito (NO_2^-), realizada por bactérias nitrificantes, como as do gênero *Nitrosomonas* (Rodrigues et al., 2020). Em seguida, o nitrito é oxidado a nitrato (NO_3^-) por bactérias do gênero *Nitrobacter*, completando a nitrificação. Esse processo leva tempo, sugerindo que há um lançamento recorrente de efluentes na região, comprovado pela presença de Coliformes Totais e *Escherichia coli*.

Em coletas subsequentes, os níveis de oxigênio dissolvido, que estavam em alerta na Foz e na Lagoa de Grussaí, voltaram a se regularizar. No entanto, a amônia continuou presente em todos os pontos analisados. O nitrito e o fosfato não foram detectados, mas pequenas quantidades de nitrato foram encontradas na Foz do rio Paraíba do Sul. Coliformes estavam presentes em todos os pontos, e a *E. coli* foi amplamente detectada na Lagoa de Grussaí, enquanto estava ausente na Lagoa de Iquipari.

Na última coleta, os níveis de oxigênio dissolvido atingiram valores excelentes, com o máximo de 9 na cartela de medição. Amônia foi identificada em baixos níveis, e o nitrato apareceu apenas nos pontos da Lagoa de Grussaí e na Foz. O nitrito e o ortofosfato não foram detectados, e o pH manteve-se neutro ou próximo a esse valor. Coliformes foram encontrados nos quatro corpos hídricos, embora em baixas quantidades na Lagoa de Iquipari, onde a *E. coli* também esteve ausente.

A cartela de análise microbiológica é pequena, com isso não foi possível fazer a contagem dos coliformes e *E.coli*, fazendo com que o objetivo de determinar o IQA, não fosse possível. Tendo assim, somente a possibilidade de detectar a presença e ausência, prevista pela portaria de potabilidade CONAMA 357/2005, que define água potável (permitida para consumo humano, higiene e preparos de alimentos) uma água livre de coliformes totais e da bactéria *E.coli*.

4 Considerações finais

As análises dos resultados preliminares apontam que a Foz e a Lagoa de Grussaí são os corpos mais poluídos contaminados uma vez que ambos apresentaram grandes presenças de *E.coli* em 2 saídas, reforça-se que o parâmetro de análise microbiológica a forma de contagem e de calcular os coliformes totais e *E.Coli* se tornou ineficaz, por apresentar um quadro de contagens muito pequeno, onde as colônias extrapolam o limite do mesmo, impossibilitando assim uma contagem quantitativa, levando o projeto a adotar somente de forma interpretativa de acordo com a cor e tamanho das colônias e a comprovação é por via ocular, não tendo assim

uma faixa conforme os outros parâmetros através das cartilhas. A Lagoa de Iquipari por outro lado é o corpo hídrico mais bem avaliado e com os melhores indicadores, tendo ausência da *E. coli* na maioria das análises, e os outros parâmetros em excelentes níveis. Os parâmetros de turbidez e sólidos sedimentáveis, que acompanham o kit, afirmaram ser ineficientes de forma de vista prático, portanto foram descartados no decorrer do projeto. Diante disso não foi possível determinar o IQA de acordo com as normas da resolução CONAMA 357/2005. Nos demais parâmetros, o kit se mostrou eficaz e um excelente facilitador na hora de categorizar e classificar os parâmetros analisados, levando em consideração o kit ser colorimétrico, ele é de interpretação única, variando de pessoa a pessoa, limitando assim, os portadores de daltonismo. Destaca-se ser uma excelente metodologia para educação ambiental, sendo utilizado para este fim em diversas ocasiões; além de apresentados os resultados em eventos como SRHIDRO, do Instituto Federal Fluminense, IV Simpósio Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, organizado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul, e Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica (CONFICT).

Referências

- ALMEIDA, P.; OLIVEIRA, L. **Impactos antrópicos nos ecossistemas lacustres das bacias costeiras do Rio de Janeiro**. 2020.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 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**. Diário Oficial da União, 18 mar. 2005, Seção 1, p. 58.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade de águas superficiais do estado de São Paulo**.
- COSTA, L.; ALMEIDA, F. **Monitoramento de coliformes fecais em sistemas hídricos: uma abordagem de saúde pública**. 2019.
- FERREIRA, J.; MOREIRA, A.; CAMPOS, L. **Impacto de nitratos e fosfatos na eutrofização de lagos e reservatórios**. 2020.

IBAMA. **Lagoa de Grussaí: um patrimônio Ambiental que precisa ser protegido. Folder do IBAMA.** Pesquisa em 2024.

LOPES, F.; SILVA, R. **Indicadores de contaminação fecal em recursos hídricos: E. coli e riscos associados.** 2019.

OLIVEIRA, G.; SANTOS, J. **Importância do pH na qualidade da água em rios urbanos.** 2021.

RODRIGUES, F.; SANTOS, J.; ALMEIDA, P. **Microbiologia da nitrificação.** 2020.

SILVA, A. et al. **Impactos da salinização no Rio Paraíba do Sul e medidas de gestão integrada dos recursos hídricos.** 2019.

SILVA, F.; SOUZA, M.; LIMA, P. **Oxigênio dissolvido e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos.** 2020.

SILVA, R.; SANTOS, C.; MELO, J. **Dinâmica sedimentar e processos de formação das lagoas costeiras de Grussaí e Iquipari.** 2018.

VIANA, Laci Gonçalves et al. Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 7, n. 2, p. 199-219, 2013.

Agradecimentos:

Agradecimentos às instituições CNPq, Instituto Federal Fluminense e ao LABFOZ.