

Os impactos ambientais na Lagoa Jacuném relacionado ao processo de urbanização no município de Serra (Espírito Santo)

Claunita Novais Alves¹, Selma Clara de Lima², Jonio Ferreira de Souza³, Silvia Fernandes Rocha⁴

¹Mestranda em Biosistemas UFSB; Engenheira Ambiental IFBA, Brasil (claunitaalves@gmail.com)

²Esp. em Engenharia de Infraestrutura Urbana IFES, Engenharia Civil, Brasil.

³Doutor em Engenharia Civil, Professor do Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil.

⁴Doutora em Engenharia Civil, Professora do Instituto Federal do Espírito Santo, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 06/11/2022 – Revisado em: 27/12/2022 – Aceito em: 22/01/2023

RESUMO

O processo de industrialização do município de Serra iniciou nas décadas de 1970 e 1980, estando atrelado com a implantação dos pólos industriais e o advento da urbanização para atender aos trabalhadores da indústria do aço, surge um crescimento populacional neste município e, como consequência, impactos negativos em áreas ambientais relevantes, como por exemplo no entorno da Lagoa Jacuném. A metodologia, considerou-se para a avaliação do impacto ambiental ocorrido na Lagoa Jacuném, o Índice de Qualidade de Água (IQA) e a avaliação dos parâmetros ambientais. Os resultados mostraram que a expansão urbana durante esse período aproximou as áreas próximas da reserva da Lagoa Jacuném comprometendo em parte a qualidade da água. Por meio dos resultados foi possível avaliar a qualidade da água de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) e a classificação dos recursos hídricos de acordo com a Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005. Os resultados do IQA nos pontos de amostragem enquadram-se nas faixas de qualidade boa e razoável, já para os parâmetros ambientais alguns dos pontos de amostragem encontram-se acima do limite que é permitido pela resolução. Conclui-se que houve uma alteração na qualidade da água durante esse período, devido às ações antrópicas que ocorreram no processo de urbanização.

Palavras-Chaves: Impacto ambiental; recurso hídrico; IQA.

The environmental impacts on Jacuném Lagoon related to the urbanization process in the municipality of Serra (Brazil)

ABSTRACT

The industrialization process of the municipality of Serra began in the 1970s and 1980s, being linked to the implementation of industrial centers and the advent of urbanization to serve the workers of the steel industry, there is a population growth in this municipality and, as a consequence, impacts negative impacts in relevant environmental areas, such as the surroundings of Lagoa Jacuném. The methodology, for the evaluation of the environmental impact occurred in Lagoa Jacuném, was considered, the Water Quality Index (IQA) and the evaluation of the environmental parameters. The results showed that urban expansion during this period brought the areas close to the Lagoa Jacuném reserve closer, compromising in part the water quality. Through the results, it was possible to evaluate the water quality according to the National Water Agency (ANA) and the classification of water resources according to the National Environment Council Resolution (CONAMA) 357/2005. The results of the WQI at the sampling points fall within the ranges of good and reasonable quality, while for the environmental parameters some of the sampling points are above the limit allowed by the resolution. It is concluded that there was a change in water quality during this period, due to human actions that occurred in the urbanization process.

Keywords: Environmental impact; water resource; IQA.

Alves, Claunita Novais., Lima, Selma Clara de., Souza, Jonio Ferreira de., Rocha, Silvia Fernandes (2023). Os impactos ambientais na Lagoa Jacuném relacionado ao processo de urbanização no município de Serra (Espírito Santo). **Meio Ambiente (Brasil)**, v.5, n.1, p.44-54.



1. Introdução

As mudanças provocadas pela revolução verde da década de 1960, foram responsáveis pelo deslocamento, também chamado de êxodo rural, que provocou a mudança de um modelo agrário-exportador para um modelo urbano-industrial no país. No estado do Espírito Santo, a crise cafeeira ocorrida em meados da década de 1960 acentuou o êxodo rural sobre os núcleos urbanos, intensificados, também, pelo avanço da produção industrial que surgia (Daré, 2010). A industrialização do Espírito Santo é marcada com o advento dos complexos industriais com a criação da Companhia Ferro e Aço de Vitória (COFAVI), atual Grupo Simec Cariacica e com o início das atividades da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), atual Vale, com a construção do Porto de Tubarão, iniciados na década de 1960. O município de Serra sofreu alterações expressivas e será ele o município estudado.

A chegada de um contingente populacional na região metropolitana do Espírito Santo se deu de forma desigual, desprovida de infraestrutura urbana (Silva, 2018). O crescimento demográfico no município da Serra, no mesmo estado, trouxe consigo vários problemas inerentes à ocupação urbana e assim ocasionando impactos ambientais. De acordo com Albuquerque (2010) os impactos ambientais estão atrelados à fatores, como o crescimento acelerado, desordenado e ocupações de áreas irregulares. De acordo com Sodré (2012), a poluição dos recursos hídricos em zonas urbanas, estão ligadas e divididas em duas categorias. A primeira categoria envolve as fontes de poluição pontuais, podendo ser identificadas e sendo possível realizar um diagnóstico e estabelecer ações corretivas. Como exemplos de cargas pontuais, temos os lançamentos de esgotos domésticos e industriais, tratados ou não.

A segunda categoria são as fontes difusas de poluição. São fontes de poluição cuja sua origem não pode ser identificada. Essas cargas podem ser transportadas de várias maneiras até atingir o corpo hídrico. Como exemplo de carga difusa, temos, lixiviação do composto do solo, drenagem de águas pluviais e entre outros. Para a preservação do meio ambiente, foi desenvolvido métodos para a avaliação dos danos causados nos recursos hídricos devido à poluição ambiental. Diante desse cenário surgiu o Índice de Qualidade de água (IQA) desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) desde 1975, a fim de monitorar a qualidade da água bruta, tendo como objetivo o uso para o abastecimento público após o tratamento da água (Garcia et al., 2018). Para o cálculo de IQA são utilizados nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, temperatura, fósforo total, nitrogênio total, demanda bioquímica de oxigênio, resíduos totais e turbidez), os indicadores apresentam a contaminação de efluentes doméstico (CETESB, 2019). Através desses nove parâmetros, obtém-se uma média ponderada dos resultados das análises de água, representado em um único valor (Lopes et al., 2007).

Devido ao crescimento populacional no município de Serra, busca-se identificar as ações antrópicas e os impactos ambientais que ocorrem na Lagoa Jacuném decorrente da expansão urbana no decorrer do tempo. Para o estudo da expansão urbana foram utilizados os levantamentos de dados, e dos resultados das análises de água, disponibilizados pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) foi possível analisar a qualidade da água e classificar de acordo com as normas vigentes, Com o recorte da área foi possível diagnosticar a qualidade da água da Lagoa Jacuném, através do índice de qualidade da água (IQA) no período de 2007 a 2021.

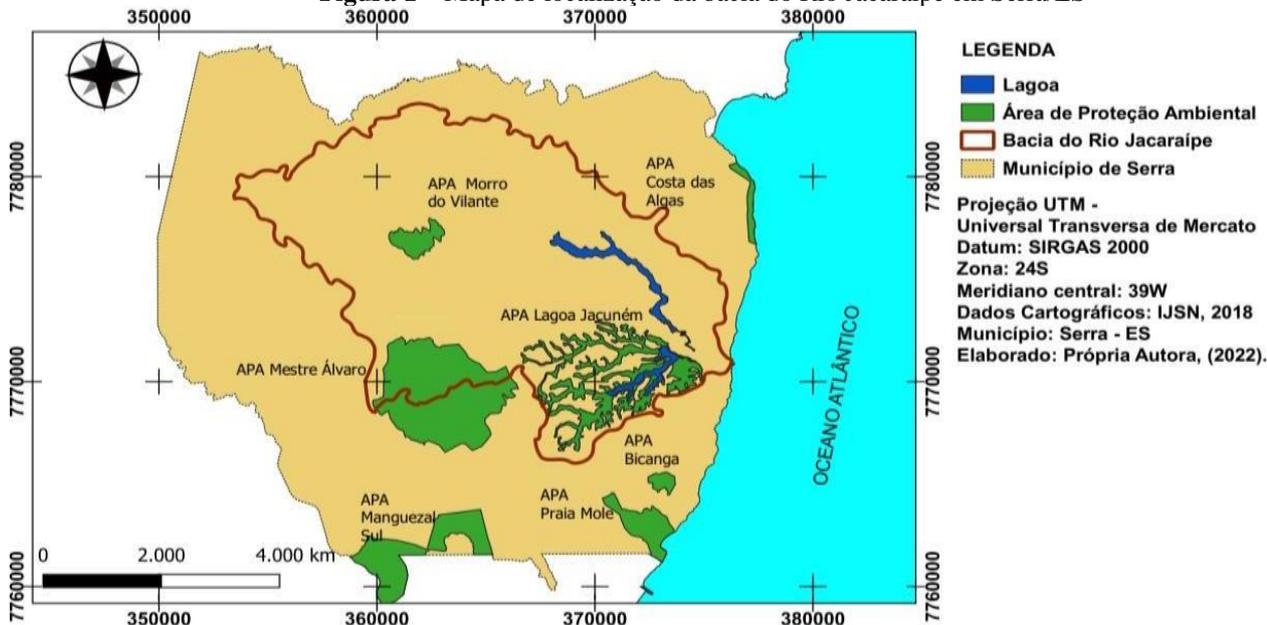
Justifica-se a presença dessa pesquisa e análises da qualidade dos recursos hídricos, uma vez que são muito importantes para os dias atuais, pois o conhecimento do índice de qualidade de água serve como um indicativo para o uso e abastecimento da população, após o tratamento de desinfecção. O estudo possibilita uma ferramenta de planejamento para os gestores públicos do município de Serra, abordando os impactos ambientais na Lagoa Jacuném. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os impactos ambientais ocorridos na Lagoa Jacuném no processo de urbanização.

2. Material e Métodos

2.1 Caracterização da área

O município de Serra se encontra nas coordenadas geográficas à latitude sul 20° 07' 43" e a longitude oeste 40° 18' 28", situada na Região Metropolitana da Grande Vitória, com distância de 27 km da Capital. A sua área territorial é de 547.631 km². O Bioma predominante é da Mata Atlântica, composto por manguezais e restingas. O relevo possui características suave, ondulado e plano, apresentando várias feições geomorfológicas (Figura 01).

Figura 1 – Mapa de localização da bacia do Rio Jacaraípe em Serra/ES

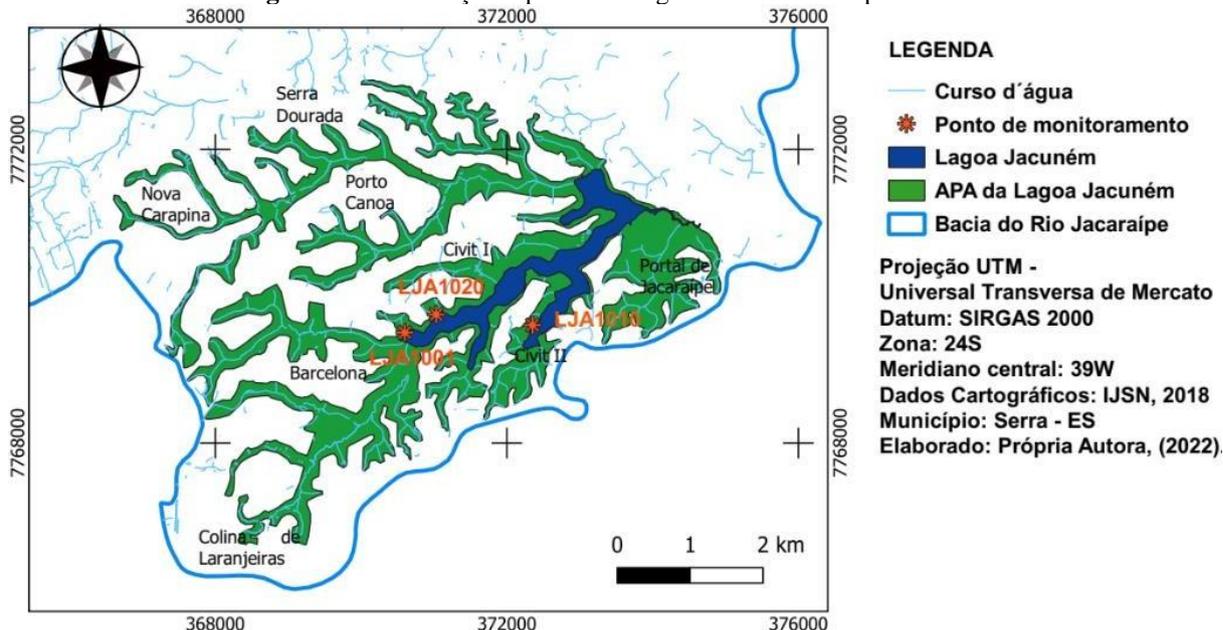


A bacia do Rio Jacaraípe é uma das principais bacias do município de Serra, a sua área de drenagem é de 221 km² representando 40% do município, a sua foz se encontra no balneário de Jacaraípe. As lagoas Jacuném e Juara fazem parte desta bacia hidrográfica. Serra lidera, ao longo das décadas no ES, como o município com maior aumento populacional, segundo dados do (IBGE, 2021). De acordo com os dados do IBGE, (2021) a população em 2010 era de 409.267, e a população estimada para 2021 é de 536.765 habitantes. O recorte espacial escolhido para análise foi o município de Serra e a bacia do Rio Jacaraípe e Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa Jacuném.

2.2 Monitoramento da Qualidade de água da Lagoa Jacuném

O monitoramento da qualidade da água é realizado pelo Programa de Monitoramento das Águas Interiores do Estado do Espírito Santo, operado pela AGERH. A avaliação tem por objetivo apresentar o índice da qualidade da água, indicando os melhores pontos de captação para consumo humano, as áreas críticas em termos de poluição, a efetividade das iniciativas de recuperação hídrica, o atendimento às metas de enquadramento, entre outros instrumentos de gestão dos recursos hídricos (Figura 2).

Figura 2 – Localização espacial da Lagoa Jacuném e dos pontos de coleta.



Fonte: Autora (2022).

A lagoa passou a ser monitorada em 2007 pela Agência Nacional das Águas (ANA) e Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) e permanece até os dias atuais. O monitoramento realizado pela AGERH-ANA segue o padrão de monitoramento trimestral, as duas instituições possuem os mesmos pontos. A Lagoa Jacuném possui 3 pontos de monitoramento identificados por LJA1001, LJA1020 e LJA1010.

2.3 Índice de Qualidade de Água (IQA)

Para a verificação dos impactos ambientais nos recursos hídricos, principalmente na Lagoa Jacuném, foram utilizados os relatórios elaborados pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), para a avaliação do índice de Qualidade da água (IQA) da Lagoa Jacuném. Todas as coletas e análises de água foram realizadas pela AGERH durante o dia na camada superficial d'água no período de 2007 a 2021. A partir dos resultados das análises de água feita pela AGERH, foi possível classificar o corpo hídrico em diferentes níveis de qualidade, níveis que são determinados pela ANA (2021) para o estado do Espírito Santo, conforme o Quadro 01.

Quadro 1 – Parâmetros de classificação IQA

Faixa de IQA utilizado no ES	Avaliação da Qualidade de Água
80- 100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Razoável
26-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte : ANA (2021)

Para a classificação das classes de água de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005, foram utilizados os parâmetros ambientais: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido, Fósforo

total (PT) e coliformes termotolerantes. Os valores representados na Tabela 1 nos mostram o limite que é permitido pela resolução e a classificação dos corpos hídricos.

Tabela 1 – Avaliação dos parâmetros ambientais

Parâmetros ambientais	Classes de Enquadramento			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO (mg/L)	3	5	10	-
OD (mg/L)	6	5	4	-
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	200	1.000	2.500	-
Fósforo total ambiente lóxico (mg/L)	0,1	0,1	0,15	-

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005

A escolha destes parâmetros está relacionada por serem indicativos de qualidade da água. Estas variáveis são indicadores da contaminação da água por matéria orgânica, oriunda das atividades antrópicas. Os dados secundários foram tratados, separados pelos pontos de amostragem e ordenados pelo ano de coleta

3. Resultados e Discussão

Com base no Quadro 2, nota-se a qualidade da água nos três pontos de amostragem durante o período de 2007 a 2021 na lagoa Jacuném. Os resultados de qualidade da água apresentam-se variados e com ocorrência de valores característicos de todas as classes de qualidade.

Quadro 2 – Resultados do IQA para cada ponto de coleta

Data da coleta	IQA Ponto LJA1L010	IQA Ponto LJA1L020	IQA Ponto LJA1L001
26/06/2007	76.41	68.6	51.14
07/04/2008	57.32	77.2	45.68
07/05/2009	70.51	69.5	34
08/04/2010	55.42	62.7	49.07
12/09/2011	59.05	76.6	72.59
11/06/2012	33.6	90.8	33.6
02/05/2013	69.96	72.4	65.25
17/04/2014	83.42	78.1	73.65
02/12/2016	44.57	34.6	**
03/05/2017	28.51	47	27.88
29/01/2018	38.62	44.4	35.9
04/02/2019	41.32	43.2	41.33
23/07/2021	41.78	51.2	48.55

Dados: Agência Estadual de Recursos Hídricos (2021)

Elaborado: Própria Autora (2022)



O resultado do IQA no ponto LJA1L010 durante os anos avaliados de 2007 a 2011 e 2013 manteve-se o índice de qualidade classificado como “Bom”. A exceção fica por conta do ano de 2013, que apresentou valor na faixa como “Ótima”. Os anos de 2012 e 2017 a classificação da qualidade da água se encontra em uma faixa “Ruim” e os demais anos se classificam como “Razoável”. O ponto LJA1L020 durante a avaliação da qualidade da água nos anos de 2007 a 2011, 2013 e 2014 se enquadram na classificação da faixa como “Boa”. O ano de 2012 a qualidade da água se enquadrou como “Ótima”. No ano de 2016 está classificação se enquadrou como “Ruim” e de 2017 a 2021 a qualidade da água se enquadrou na faixa de “Razoável”.

O ponto LJA1L001 em 2007, o IQA esteve classificado como “Boa”, mas durante os anos de 2008 a 2010, ocorreu uma variação do IQA na qualidade da água, sendo classificada como “Razoável” e “Ruim”. Observa-se que este ponto tem uma grande variação do IQA. Atualmente os pontos apresentam o índice de qualidade da água como “Razoável”.

É importante ressaltar que a Lagoa Jacuném está localizada bem próxima ao perímetro urbano, essa urbanização pode influenciar na qualidade da água. Silva et al.,(2008) afirma que o uso e a ocupação do solo em área urbana interferem na qualidade da água. Lopes et al., avaliando o índice de qualidade da água no rio Acaráu, utilizando o IQA identificaram que as classes da água se enquadram na faixa de “Boa” e “Regular”. Araújo et al.,(2007) verificaram que o índice de qualidade da água do Rio Mossoró/RN, em área urbana teve um decaimento principalmente pela contaminação de esgoto doméstico.

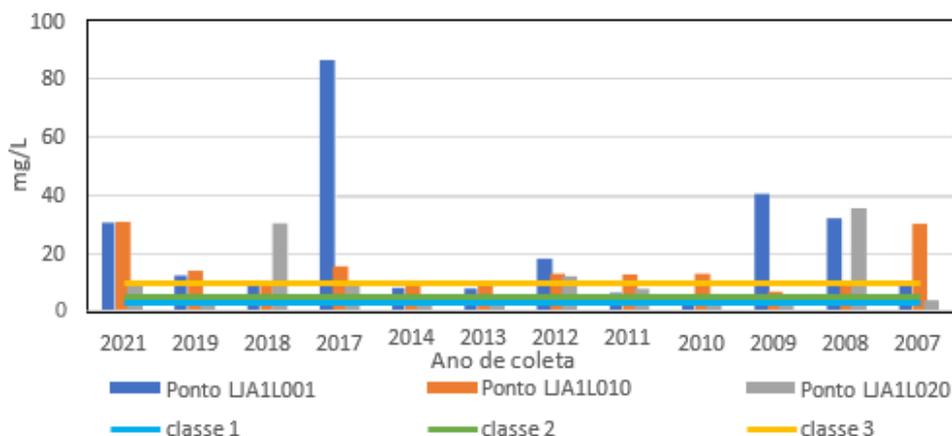
De acordo com Candido (2015), para analisar essa variação do IQA faz-se necessário a avaliação dos parâmetros separadamente, realizando uma análise mais detalhada para observar qual dos parâmetros pode estar diminuindo o índice de qualidade de água.

3.1 Avaliação dos Parâmetros Ambientais

Os gráficos abaixo representam a avaliação dos parâmetros ambientais de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. As estações amostrais da Lagoa Jacuném serão avaliadas de acordo com os resultados da tabela acima. Então escolhemos os parâmetros como DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), OD (Oxigênio Dissolvido), Coliformes termotolerantes e Fósforo Total (PT) para o enquadramento deste corpo hídrico. São parâmetros de extrema importância para a qualidade deste ecossistema.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é muito utilizada para avaliar poluição por matéria orgânica. Os resultados de DBO encontrados nos pontos analisados LJA1L001, LJA1L010 e LJA1L020 podem ser observados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Demanda Bioquímica de Oxigênio

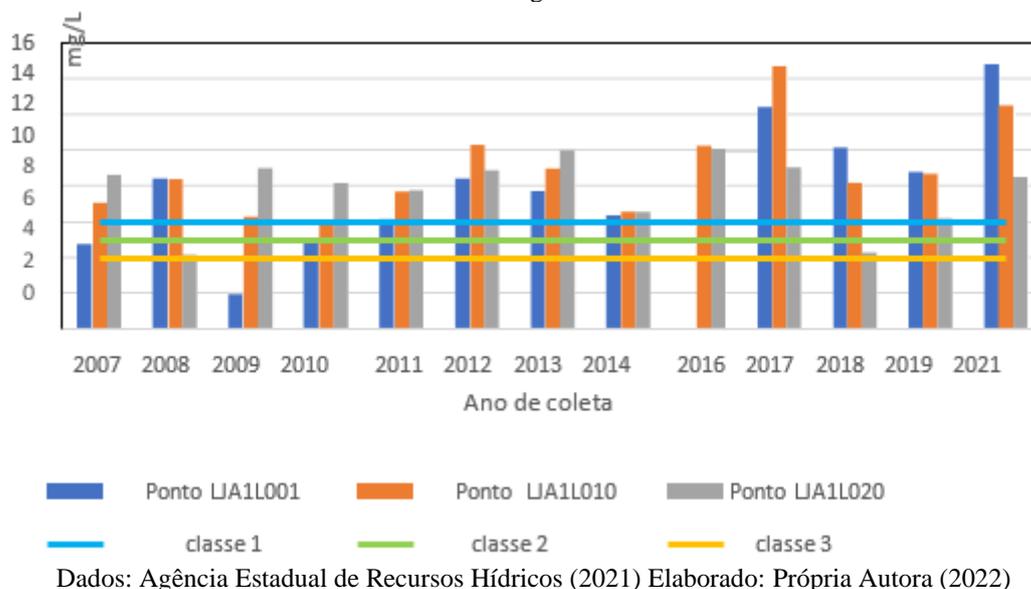


Dados: Agência Estadual de Recursos Hídricos (2021) Elaborado: Própria Autora (2022)

Os pontos LJA1L001, LJA1L010 e LJA1L020 apresentam valores variados de DBO e acima dos valores apresentados pela resolução CONAMA/357. O maior valor encontrado foi de 86 mg/L no ponto LJA1L001 no ano de 2017 e o menor valor foi de 3.9 mg/L no ano 2010. No ponto LJA1L010 o maior valor de DBO foi de 30mg/L no ano de 2021 e o menor valor foi de 6.27mg/L no ano de 2009. No ponto LJA1L020 o maior valor foi de 35 mg/L no ano de 2008 e o menor valor foi de 3 mg/L no ano de 2019. Segundo Brasil (2005), as águas classificadas como classe 1 devem ter valores inferiores a 3mg/L.

A elevação deste parâmetro nos recursos hídricos aponta o consumo de oxigênio pelas bactérias aeróbicas. Geralmente a DBO alta, apresenta poluição nas águas através da matéria orgânica proveniente de fontes pontuais ou difusas (ANA,2021). Kemerich et al., (2012), analisando uma microbacina no perímetro urbano, os resultados encontrados mostram que a principal fonte de poluição e alteração da qualidade da água foi o esgoto doméstico. O uso e a ocupação do solo de forma desordenada na área da lagoa jacuném contribuiu para a degradação da qualidade da água, principalmente pelo lançamento de cargas como esgoto doméstico, industrial e resíduos sólidos. Os resultados do oxigênio dissolvido (OD) nos pontos LJA1L001, LJA1L010 e LJA1L020 podem ser observados no Gráfico 02.

Gráfico 2 – Oxigênio Dissolvido



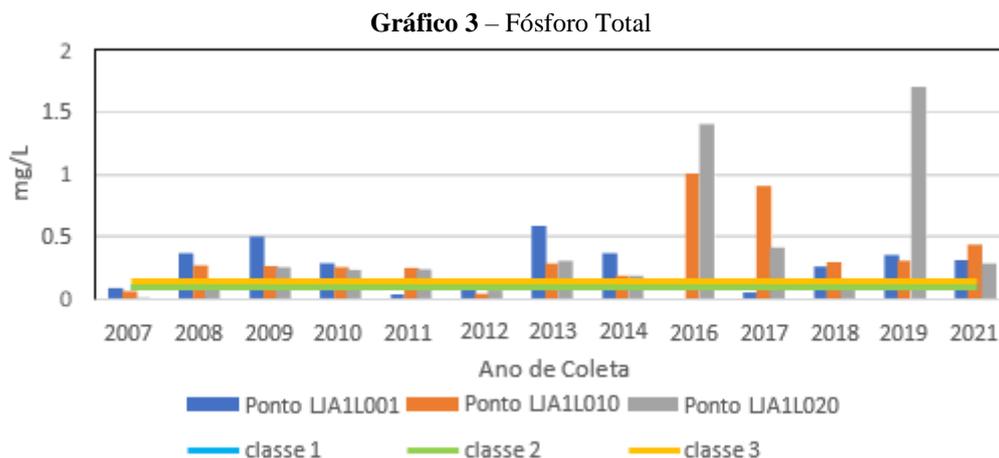
O parâmetro oxigênio dissolvido é de grande importância para a manutenção da vida aquática. De acordo com Agência Nacional de Água (ANA 2021), geralmente rios contaminados por esgoto doméstico apresentam concentrações baixas de oxigênio dissolvido, devido ao processo de decomposição da matéria orgânica.

De acordo com a resolução CONAMA/357 para a classificação do oxigênio dissolvido, os rios de águas limpas devem apresentar valores de 6 mg/L, sendo classificados em classe 1, valores abaixo são classificados como classe 2, 3 e 4.

Os menores valores encontrados na série histórica foram nos pontos LJA1L001 e LJA1L020. O menor valor do oxigênio dissolvido pode ser observado no ponto LJA1L001, onde foi encontrado um valor de 1.88mg/L e no ponto LJA1L020 o menor valor foi 4.1 e 4.2 mg/L. Esses valores estão abaixo do limite da resolução CONAMA/357. O ponto LJA1L010 se enquadra na classe 3. Os demais valores de OD se encontram em uma faixa superior a 6 mg/L.

Os resultados do parâmetro fósforo total nos pontos LJA1L001, LJA1L010 e LJA1L020 podem ser

observados no Gráfico 3

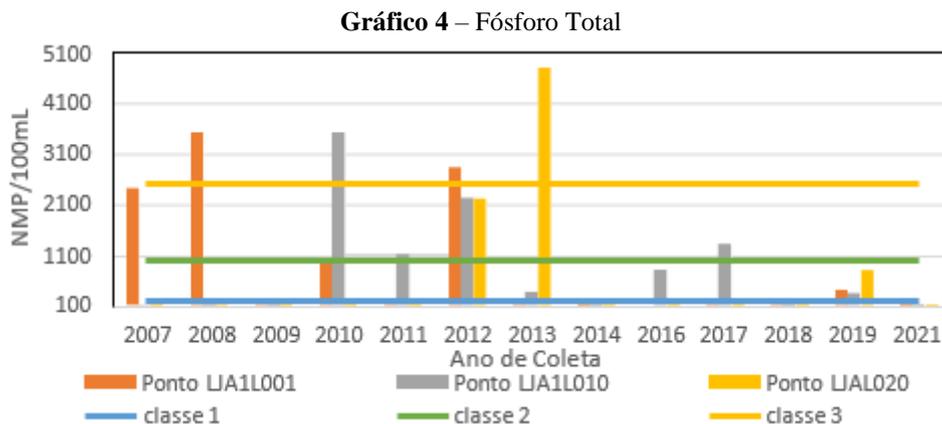


Dados: Agência Estadual de Recursos Hídricos (2021) Fonte: Própria Autora (2022).

No gráfico 3 pode ser observado os resultados das análises de água em relação ao parâmetro do fósforo. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 os valores do fósforo para ambiente lótico para a classe 1 e 2 são permitidos valores 0,10 mg/L e para a classe 3 de 0,15mg/L.

O parâmetro fósforo em águas naturais é de grande importância para os processos biológicos, mas com o seu excesso nos rios pode ocasionar a eutrofização das águas (ANA, 2021). Observa-se que os valores encontrados nas análises de água nos pontos LJA1L001, LJA1L010 E LJA1L020 excederam o limite permitido pela resolução. A presença do fósforo nos rios pode estar relacionada com os lançamentos de esgoto sanitário, efluentes industriais e das águas drenadas nas áreas urbanas (CETESB, 2019). Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouro.

No gráfico 4 são apresentados os resultados encontrados de coliformes termotolerantes nas amostras de água em cada ponto de coleta durante o período de 2007 a 2021.



Dados: Agência Estadual de Recursos Hídricos (2021) Fonte: Própria Autora (2022).

Os coliformes termotolerantes são definidos como micro-organismos dos grupos dos coliformes, estando presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros (CETESB, 2019). O limite estabelecido para o parâmetro de coliformes termotolerantes de acordo com a Resolução CONAMA

357/2005, para a classe 1 é de 200 NMP/100 ml, classe 2 1000 NMP/100ml e para a classe 3 2.500 NMP/100ml.

Observa-se que alguns resultados das análises de água para o parâmetro coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite que é permitido pela resolução do CONAMA 357/2005. Os pontos que apresentaram resultados acima do limite, foram o ponto LJA1L001 em 2008, o ponto LJA1L010 em 2010 e o ponto LJA1L020 em 2013. Esses pontos ultrapassam o limite estabelecido pela resolução e se enquadram na classe 4. Em relação aos outros resultados, os pontos se enquadram na classe do tipo 2 e 3.

4. Conclusão

Através dos dados, pode-se apontar que o crescimento populacional do município da Serra (Espírito Santo) que surgiu devido ao processo de industrialização, expandiu ao redor desses polos industriais. E através desse crescimento surgem também os impactos ambientais, e diante desses impactos ambientais surgem as ações e mecanismos de controle que permitiu o monitoramento pelos órgãos de legislação ambiental em conjunto com a infraestrutura promovida pela gestão pública e privada no município ao longo das décadas

Os resultados do IQA na Lagoa Jacuném apresentam valores que variam entre as classes boa e razoável, de acordo com a classificação da Agência Nacional de Águas (ANA), para a classificação do estado do Espírito Santo. O Ponto LJA1L001 dentre os três pontos de amostragem é o ponto com maior variação das classes para a qualidade da água. Em relação a resolução CONAMA 357/2005, os pontos analisados através dos parâmetros ambientais escolhidos (demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termotolerantes) nos mostram que alguns desses parâmetros estiveram acima do permitido em alguns anos. E esses valores podem influenciar na variação da qualidade da água.

Porém, tanto para a proteção quanto para o melhor entendimento dos processos que interferem na qualidade da água, é necessário a realização de mais pontos de amostragem, biomonitoramento, caracterização quanto ao uso e a ocupação do solo de forma mais aprofundada, monitoramento das indústrias e o acompanhamento do crescimento da infraestrutura urbana sanitária no entorno da lagoa Jacuném. Por se tratar de um município de maior concentração industrial, e a bacia do Rio Jacaraípe localizado em área urbana com forte influência antrópica no entorno da lagoa. É sugerido como estudo complementar, o estudo de carga difusa estabelecida na região.

5. Referências

Araújo, V. S.; Santos, J. P.; Araújo, A. L. C. (2007). Monitoramento das águas do Rio Mossoró/RN, no perímetro de abril/2005 a julho/2006. **Revista Holos**, Ano 23.

Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). **Informações sobre a Qualidade das Águas do Estado do Espírito Santo**. Disponível em <https://servicos.agerh.es.gov.br/iqa/home.php>. Acesso em 22 março de 2022.

Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). **Diagnóstico e prognóstico das condições de uso da água na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte**. Relatório Etapa B. Vitória, 2020.

Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). **Plano Estadual de Recursos hídricos do Espírito Santo**. Disponível em: https://perh.es.gov.br/Media/perh/Arquivos20Biblioteca/PERHES_DocumentoConsolidado.pdf. Acessado em: 15 de março de 2022.

Albuquerque, L. D. **Ocupação de áreas de interesse ambiental: Um desafio da gestão das cidades no século XXI cidades**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Portal da Qualidade das águas. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 16 de julho de 2022.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Portal da Qualidade das águas. Indicadores de Qualidade – índice do Estado Trófico (EIT)**. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>. Acessado em: 15 de maio de 2022.

BRASIL, **Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acessado em 14 de abril de 2022.

Candido, Laís de Oliveira. (2015). **Avaliação do índice de qualidade das águas na área urbana da bacia hidrográfica do Rio Mourão, Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado De São Paulo. **IQA - Índice de Qualidade das Águas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>. Acesso em 14 de abril de 2021.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Apêndice E- Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. 2019.

Daré, Raquel. **A crise do café e a ideologia desenvolvimentista no Espírito Santo**. Disponível em: https://ape.es.gov.br/Media/ape/PDF/Disserta/Geografia/UFES_PPGG_RAQUEL_DAR% pdf. Acessado em: 11 de julho de 2022.

Garcia, Joice Machado et al. (2018) Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 1, p. 228-254.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2021. **Brasil/EspíritoSanto/Serra**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/serra>. Acessado em: 28 de maio de 2022.

IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias hidrográficas de gerenciamento**, 2017. Acessado em: 11 de setembro de 2021.

Kemerich, P.D.C.; Silva, R.F.; Reque, P.T. (2012). Determinação do índice de qualidade da água do arroio esperança. **Revista do Centro de Ciência Naturais e Exatas**, v.34, n.2, p.83-98.

Lopes, F. B. et al. (2008). Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 3, p. 392-402.

Lopes, Frederico Wagner de Azevedo; Pereira, José Aldo Alves; JR, Antônio Pereira Magalhães (2007). Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) na Bacia do Ribeirão de Carrancas / MG. **Anais.... XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, São Paulo.

Silva, Élen Rúbia de Andrade. 2018. **Um olhar para a segregação socioespacial no município de Serra (ES) a partir da análise migratória**. Disponível em: https://geo.ufes.br/sites/geografia.ufes.br/files/field/anexo/elen_tcc.pdf. Acessado em: 23 de abril de 2022.

Silva, A.E.P. et al. (2008). Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, v.38, n.04, p. 733-742.

Sodré, Fernando Fabríz. (2012). Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. **Agricultura**, v. 1, n. 2o, p. 3.