

Análise da qualidade da água da Lagoa do Japiim, Manaus - Amazonas

Water quality analysis of Lagoa do Japiim, Manaus - Amazonas

Análisis de la calidad del agua de la Lagoa do Japiim, Manaus – Amazonas

Recebido: 12/03/2024 | Revisado: 19/03/2024 | Aceitado: 20/03/2024 | Publicado: 22/03/2024

Giovana Picanço Alvarenga

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4020-0791>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: giovana25alvarenga@gmail.com

Bruno Otávio de Brito Cuesta

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5825-4777>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: brunocuesta2@gmail.com

Cristiane Daliassi Ramos de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3857-9719>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: cdaliassi@ufam.edu.br

Resumo

Diversos ambientes aquáticos, dentre eles lagoas urbanas estão sendo eutrofizadas devido à ocupação humana e lançamento de esgotos. A Lagoa do Japiim, localizada na cidade de Manaus-Amazonas, vem sendo degradada há décadas por ação antrópica. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água da Lagoa do Japiim por meio da resolução N°357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 17 de março de 2005. Foram mensurados parâmetros como temperatura, pH, condutividade, cor, turbidez, oxigênio dissolvido, cloreto, nitrato e sulfato, nos pontos inicial e final da lagoa. Os valores encontrados para as análises de cor, oxigênio dissolvido e sulfato não se enquadraram ao padrão exigido pela legislação para corpos de água classe 2, sendo o ânion sulfato o que apresentou maior grau de antropização. Além disso, os resultados obtidos nos pontos, inicial e final da lagoa, demonstraram que ambos estão fortemente poluídos. Portanto, este estudo destaca a importância do monitoramento da qualidade das águas das lagoas urbanas, pois essas alterações podem comprometer tanto a biodiversidade aquática quanto atividades de irrigação, aquicultura, pesca e recreação de contato primário.

Palavras-chave: Lagoa do Japiim; Antropização; Qualidade da água; CONAMA.

Abstract

Several aquatic environments, including urban lagoons, are being eutrophicated due to human occupation and sewage disposal. Lagoa do Japiim, located in the city of Manaus-Amazonas, has been degraded for decades by human action. The objective of this study was to evaluate the water quality of Lagoa do Japiim through resolution N°357 of the National Environmental Council (CONAMA) of March 17, 2005. Parameters such as temperature, pH, conductivity, color, turbidity, dissolved oxygen, chloride, nitrate and sulfate were measured at the initial and final points of the lagoon. The values found for color, dissolved oxygen and sulfate analyzes did not comply the standard required by legislation for class 2 water bodies, with the sulfate anion being the one that showed the highest degree of anthropization. Furthermore, the results obtained at the initial and final points of the lagoon revealed that both are heavily polluted. Therefore, this study highlights the importance of monitoring the water quality of urban lagoons, as these changes can compromise both aquatic biodiversity and supervision, aquaculture, fishing and primary contact activities.

Keywords: Japiim Lagoon; Anthropization; Water quality; CONAMA.

Resumen

Varios ambientes acuáticos, incluidas las lagunas urbanas, están siendo eutrofizados debido a la ocupación humana y la eliminación de aguas residuales. La Lagoa do Japiim, ubicada en la ciudad de Manaus-Amazonas, está degradada desde hace décadas por la acción humana. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del agua de la Lagoa do Japiim mediante resolución N°357 del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) del 17 de marzo de 2005. Se midieron parámetros como temperatura, pH, conductividad, color, turbidez, oxígeno disuelto, cloruro, nitrato y sulfato, en los puntos inicial y final de la laguna. Los valores encontrados para los análisis de color, oxígeno disuelto y sulfatos no cumplieron con el estándar exigido por la legislación para cuerpos de agua clase 2, siendo el anión sulfato el que mostró mayor grado de antropización. Además, los resultados obtenidos en los puntos inicial y final de la laguna demostraron que ambos se encuentran muy contaminados. Por lo tanto, este estudio resalta la importancia de monitorear la calidad del agua de las lagunas urbanas, ya que estos cambios pueden comprometer tanto la biodiversidad acuática como las actividades de riego, acuicultura, pesca y recreación de contacto primario.

Palabras clave: Laguna Japiim; Antropización; Calidad del agua; CONAMA.

1. Introdução

A água constitui um elemento indispensável à sobrevivência de todos os organismos vivos e pode apresentar qualidade variável, dependendo do local e das condições de sua origem. A disponibilidade de água de boa qualidade é essencial para a preservação da vida aquática e para a realização das atividades humanas no que diz respeito ao abastecimento, irrigação, fins industriais, aquicultura, turismo, lazer e entre outras atividades (Ana, 2021).

Atualmente está em vigor, para as águas em território nacional, a resolução N°357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 17 de março de 2005, a qual dispõe acerca da classificação dos corpos de água. Dentre os fatores que podem ocasionar perda da sua qualidade, estão a contaminação por meio de resíduos domésticos, públicos e industriais que são jogados diretamente nas águas (Soares et al., 2002). São encontrados contaminantes de diferentes níveis, como agentes químicos orgânicos e inorgânicos, agentes físicos e agentes biológicos.

Irigada por uma ampla rede hídrica e com um clima marcado pela inexistência de estação totalmente seca, a cidade de Manaus - Amazonas possui diversos ambientes adequados para a formação de pequenas lagoas, sejam naturais ou artificiais. A “Lagoa do Japiim”, localizada na zona sul da capital, é um desses exemplos (Pascoaloto et al. 2021).

O Ecossistema Aquático da Lagoa do Japiim é caracterizado pela tonalidade esverdeada de suas águas, consequência da grande quantidade de cianobactérias, conforme observaram Ribeiro (2011) e Pascoaloto et al. (2015). A lagoa do Japiim é considerada o ambiente mais eutrofizado da cidade, sendo, há mais de uma década, referido pela população como “lagoa verde” (Pascoaloto et al., 2015). O maior fator para a deterioração deste recurso hídrico está associado à entrada de esgotos domésticos das residências em seu entorno (Ribeiro, 2011; Arco et al., 2018).

A lagoa do Japiim é um curso de água doce e suas características o fazem ser melhor comparado com a finalidade da classe dois, segundo a resolução CONAMA N°357/2005, que delimita padrões para corpos de água onde haja abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação (hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa ter contato direto), aquicultura e atividades de pesca.

A importância de se conhecer a dinâmica da Lagoa do Japiim é integrar com outros estudos similares e ter uma visão geral do comportamento atualmente, do nível de poluição, e identificar os pontos críticos apresentando aos órgãos responsáveis. Além disso, corpos de água poluídos e considerados eutrofizados geram maus odores, distúrbios com insetos e afetam visualmente a paisagem (Von Sperling, 2005).

Diante deste cenário, o objetivo deste artigo foi avaliar a qualidade da água da Lagoa do Japiim, localizada no município de Manaus, capital do Amazonas, por meio dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA N°357/2005.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A lagoa do Japiim, representada nas Figuras 1 e 2, fica localizada no Bairro Japiim, zona Sul da cidade de Manaus, tem aproximadamente 170 metros de extensão, 50 metros de largura e 4 metros de profundidade, cercado por arbustos, árvores de médio porte e gramíneas. Foi construída pelo barramento de um pequeno igarapé próximo a sua nascente. Esta lagoa está inclusa no Parque Lagoa do Japiim, inaugurado no dia 27 de dezembro de 2008 (Arcos et al., 2018).

Segundo Ribeiro (2011) antes de se tornar um parque, a lagoa foi utilizada para criação de peixes em uma área particular e com o decorrer do tempo ela foi recebendo o aporte dos escoamentos domésticos das residências em seus arredores e suas águas passaram a apresentar tonalidade esverdeada (com grande quantidade de algas e cianobactérias). No entanto, mesmo com essa poluição visível, animais como tartarugas, peixes, caracóis e pássaros ainda vivem na lagoa (Arcos et al., 2018).

Figura 1 - Lagoa do Japiim.



Fonte: Autores (2024).

Figura 2 - Vista da Lagoa do Japiim pelo Google Maps.



Fonte: Pascoaloto et al. (2021).

2.2 Coleta das amostras

Para a análise da qualidade da água da Lagoa do Japiim os pontos de monitoramento foram estabelecidos de acordo com as características físicas do ambiente e a facilidade de acesso para a coleta da água. Com base nas observações em campo e nas imagens de satélites foram definidos 2 pontos, devido a água não estar disponível em toda a extensão da lagoa.

O procedimento de coleta das amostras ocorreu durante o período chuvoso, no mês de fevereiro de 2024, pelo turno da manhã. Foram selecionados dois pontos de coleta, localizados no início e final da Lagoa do Japiim. As amostras foram coletadas a 50 cm da superfície da água, em frascos de polietileno, com capacidade de 2 litros, previamente limpos e esterilizados com solução de hipoclorito de sódio.

As amostras foram mantidas sob refrigeração e acondicionadas em caixas térmicas, sendo posteriormente transportadas para o Laboratório de Controle de Qualidade, localizado no Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas.

2.3 Caracterização físico-química

2.3.1 Determinação da Temperatura

A temperatura das amostras foi mensurada em campo utilizando um termômetro digital da marca Incoterm em escala grau Celsius (°C).

2.3.2 Determinação do pH

Foi mensurado o pH pelo equipamento multiparâmetro (modelo 86021) da marca AZ instrument, a partir do método potenciométrico. Antes da análise, calibrou-se o equipamento com soluções padrões nos níveis 4,01, 7,00 e 10,0.

2.3.3 Determinação da Condutividade

A condutividade foi determinada pelo equipamento multiparâmetro (modelo 86021) da marca AZ instrument através do método de condutimetria.

2.3.4 Determinação da Turbidez

O turbidímetro utilizado foi o modelo Q 279 da marca QUIMIS. Calibrou-se pela leitura das soluções preparadas pelo fabricante de 5, 10 e 500 UNT.

2.3.5 Determinação da Cor

Foi determinado através do método colorimétrico. Utilizou-se o equipamento modelo HI 93727 da marca Hanna instruments, o qual foi previamente zerado com o padrão zero de referência.

2.3.6 Determinação de Oxigênio Dissolvido

Para a determinação do oxigênio dissolvido (segundo o método de WINKLER modificado – GOLTERMAN et al., 1978) as amostras foram acondicionadas em frasco de vidro tipo WINKLER, aferido, tomando-se o cuidado de não formar bolhas, e imediatamente fixada com azida sódica e sulfato manganoso para ser titulada com tiosulfato de sódio 0,01N.

2.3.7 Determinação de Nitrato

A determinação de nitrato obedeceu a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha, 2005).

2.3.8 Determinação de Cloretos

A determinação de cloreto foi desenvolvida utilizando-se o método argentométrico (método de Mohr), o qual baseia-se na titulação com nitrato de prata, usando solução de cromato de potássio como indicador (Silva e Oliveira, 2001).

2.3.9 Determinação de Sulfato

A determinação de sulfato obedeceu a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha, 2005).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos dos parâmetros analisados para os pontos inicial e final da lagoa, bem como os valores padrões exigidos pela resolução CONAMA N° 357/2005 para corpos de água classe 2.

Tabela 1 - Resultados das análises e limites estabelecidos pela legislação.

Parâmetros	Início da lagoa	Final da lagoa	CONAMA Nº 357/2005 (*VMP)
Temperatura	29 °C	28 °C	-
pH	7,82	7,72	6,0 a 9,0
Condutividade	141,0 µS/cm	124,2 µS/cm	-
Cor	140 mg Pt/L	100 mg Pt/L	75 mg Pt/L
Turbidez	20,4 NTU	16,2 NTU	100 UNT
Oxigênio Dissolvido	2,42 mg/L O ₂	2,32 mg/L O ₂	Não inferior a 5 mg/L O ₂
Cloreto	37,93 mg/L Cl	24,81 mg/L Cl	250 mg/L Cl
Nitrato	0,8 mg/L NO ₃	0,6 mg/L NO ₃	10 mg/L NO ₃
Sulfato	291,15 mg/L SO ₄	275,26 mg/L SO ₄	250 mg/L SO ₄

*V.M.P (Valor Máximo Permitido). Fonte: Autores (2024).

A temperatura desempenha um papel significativo na velocidade das reações químicas, nas funções metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C (Brasil, 2014). Os valores encontrados neste trabalho foram similares à literatura. Em estudos para avaliar a qualidade da água da lagoa do Japiim, Arcos et al. (2018) obteve durante o inverno amazônico temperaturas entre 26,6 à 27,5 °C, enquanto no período de estiagem Barros et al. (2018) encontrou valores de 26,6 à 30 °C.

O pH, é o termo usado para expressar a intensidade da condição ácida (H+) ou alcalina (OH-) de uma solução. A resolução CONAMA Nº 357/2005 estabelece valores para pH, em corpos de água classe 2, no intervalo de 6,0 a 9,0. Os valores deste parâmetro nos pontos de entrada e final da Lagoa do Japiim estão em conformidade com a legislação. Arcos et al. (2018) obteve pH máximo na lagoa durante o período chuvoso igual à 7,5, enquanto Barros et al. (2018) encontrou no período de estiagem o valor máximo de 7,2.

A condutividade elétrica expressa a capacidade que um corpo de água tem de conduzir corrente elétrica (Metcalf e Eddy, 2017). Elevadas concentrações podem decorrer naturalmente, através da dissolução de minerais e orgânicos ou por efeitos antrópicos, como despejo de esgotos domésticos e industriais (Sodré, 2007; Santos, 2011). Para esse parâmetro não é definido um valor padrão na resolução CONAMA, mas os resultados encontrados foram próximos aos obtidos por Barros et al. (2018) e Arcos et al. (2018) na lagoa do Japiim que estão na faixa de 142,8 µS/cm à 287,7 µS/cm.

A cor na água é uma característica visual relacionada à absorção e dispersão da luz pela substância presente no líquido. Normalmente, este parâmetro correlaciona à presença de ácidos húmicos e tanino, originado de decomposição de vegetais, bem como também de origem antropogênica, provenientes de resíduos industriais (Alves et al., 2008). Os resultados para este parâmetro ficaram acima do limite estabelecido pela resolução CONAMA Nº 357/2005, e próximos aos resultados encontrados para Souza et al. (2017), que em estudo comparativo da qualidade da água de Igarapés na região do Alto Juruá - Pará, encontrou valores de 100 mg PT/L à 300 mg PT/L.

A turbidez é definida como o grau de absorção de feixe de luz ao atravessar a água. Este parâmetro indica a concentração de partículas suspensas. A turbidez pode indicar influência antrópica, como despejo de esgotos sanitários e industriais ou atividades de mineração (Calvo, 2018). No presente estudo foi obtido valores inferiores ao encontrado por Pascoaloto et al. (2021) no período chuvoso e por Barros et al. (2018) no período de estiagem na lagoa do Japiim, sendo 25 NTU à 50 NTU e 203 à 230 UNT, respectivamente. Como se observa na Tabela 1, os valores obtidos atualmente estão em conformidade com a legislação.

O oxigênio dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos aeróbios. Segundo Von Sperling, (2005), o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Em

avaliação das concentrações de oxigênio dissolvido na Lagoa do Japiim, Arcos et al. (2018) obteve resultados na faixa de 6,0 a 6,9 mg/L, durante o período chuvoso. Comparando com os valores obtidos neste artigo, observa-se uma redução neste parâmetro, em consequência do aumento da poluição na lagoa.

Os cloretos representam sais solúveis que se originam naturalmente a partir da lixiviação mineral e da intrusão salina. Em ambientes urbanos, é comum observar elevadas concentrações de cloretos, resultantes da descarga de esgotos domésticos, práticas agrícolas e atividades industriais (Farias, 2006; Pivelli & Kato, 2006; Rocha, 2008). Em estudo para avaliar a influência antrópica nos igarapés do Quarenta, Mestre Chico e Cachoerinha, localizados na cidade de Manaus – AM, Calvo (2018) obteve concentrações médias igual à 19,94 mg/L. Analisando a Tabela 1, observa que a Lagoa do Japiim atualmente recebe mais emissão de cloretos, principalmente sob a forma de esgotos domésticos (Ribeiro, 2011).

Nitratos são a forma mais oxidada do nitrogênio. A presença de nitrato em águas pode ter duas origens: natural ou antrópica. Naturalmente, rochas ricas em nitrogênio liberam íons amônio que se transformam em nitrato na presença de oxigênio e ação microbiológica. Já a contaminação antrópica ocorre devido às atividades humanas, como agricultura, criação de animais e sistemas de saneamento inadequados, que aumentam a disponibilidade de nitrato nos corpos de água (Cerch, 2019). Normando (2014) encontrou no igarapé do Mestre Chico, também localizado em Manaus-AM, concentrações entre 1,2 a 2,47 mg/L NO₃. Enquanto, Faria Gonçalves et al. (2023) obteve resultado similar ao encontrado neste estudo, 0,10 mg/L NO₃, para o rio Grajaú, localizado no estado do Maranhão. A resolução CONAMA delimita 10 mg/L de NO₃, acima de todas as concentrações determinadas no início e final da Lagoa do Japiim.

Os sulfatos representam as configurações mais elevadas de oxidação do enxofre, encontrando-se abundantemente em águas superficiais e subterrâneas devido à lixiviação de solos e rochas, das atividades agrícolas e das emissões industriais em setores como: papel e celulose, química e farmacêutica (Farias, 2006; Pivelli, 2006). Riley et al. (2022) obteve valores na faixa de 29,0 à 87,4 mg/L SO₄ para a Lagoa Grande, localizada no município de Feira de Santana– Bahia. Em comparação com os resultados de Sulfato obtidos para a Lagoa do Japiim na Tabela 1, observa-se que este corpo de água apresenta maior nível de contaminação. Além disso, o sulfato é o ânion que mais representa o teor de antropização na lagoa.

4. Conclusão

A partir deste estudo foi possível concluir que, os valores dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água Cor, Oxigênio Dissolvido e Sulfato, medidos no período de fevereiro de 2024 na Lagoa do Japiim (Manaus- AM), não estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela resolução N°357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 17 de março de 2005, refletindo condições inapropriadas de qualidade ambiental da Lagoa do Japiim, não sendo propícia nem mesmo à recreação e pescada. Os resultados obtidos da análise da qualidade da água nos pontos selecionados da lagoa demonstraram que ambos estão fortemente poluídos. No entanto, o início da lagoa apresentou valores superiores ao final da lagoa em todos os parâmetros analisados. Portanto, este estudo mostrou que os dados de monitoramento da qualidade da água da Lagoa do Japiim podem contribuir para a adoção de instrumentos da gestão das águas e conhecimento por parte da população e órgãos públicos acerca da atual situação ambiental.

Como sugestão, propõe-se a realização de novos estudos, com parâmetros não mensurados neste artigo, a fim de conhecer melhor o metabolismo da Lagoa do Japiim. Assim também, recomenda-se que as autoridades locais efetuem o tratamento adequado da estação de esgoto que chega até a lagoa, a fim de garantir a preservação da fauna e flora e assegurar a qualidade paisagística e o bem-estar dos visitantes.

Referências

- Alves, E. C., da Silva, C. F., Cossich, E. S., Tavares, C. R. G., de Souza Filho, E. E., & Carniel, A. (2008). Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó–Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Acta Scientiarum. Technology*, 30(1), 39-48.
- ANA (2021). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Usos da água*.
- Apha (2005). *Standard Methods of Water and Wastewater*. (21st ed.), American Public Health Association, Washington, DC.
- Arcos, A. N., Amaral, A. C. L., Santos, M. A. D., Silva, C. D. M. A. E., Kochhann, D., & Tadei, W. P. (2018). Water quality of urban lakes in the Central-Southern Region of Manaus, Amazon, 7(2), CAm1-CAm11.
- Barros, A. M. S. & Andrade, J. B. L (2018). Estudo do Ecossistema Aquático da Lagoa do Japiim na cidade de Manaus: análise da água. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 9, 123-137.
- Brasil (2014). Fundação nacional da saúde (FUNASA). *Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS*.
- Calvo, B. D. R. (2018). *Avaliação da Influência Antrópica na drenagem do igarapé do Quarenta e orla de Manaus*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 107.
- CERH (2019). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Câmara Técnica de Águas Subterrâneas. *Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual*. São Paulo.128p.
- CONAMA (2005) Resolução. 357, de 17 de Março de 2005 (2005). *Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA*, 357.
- Faria Gonçalves, M. A. B., dos Santos Araujo, D., Soares, G. A., da Costa, J. H. B., de Souza, L. M., Silva, M. A. G., & Passos, I. N. G. (2023). Análise superficial da qualidade da água do Rio Grajaú. *Research, Society and Development*, 12(7), e12512742560-e12512742560.
- Farias M. S. S (2006). *Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo*. Tese (doutorado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Campina Grande, Ufbcg. Campina Grande. 152.
- Goltzman, H. L., Clymo, R. S & Ohnstad, M.A.M (1978). *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2ed. Oxford, Blackweel Scientific Publications. (IBP, 8), 213.
- Metcalf, L., & Eddy, H. P. (2015). *Tratamento de efluentes e recuperação de recursos*. McGraw Hill Brasil.
- Normando, M. N (2014). *Qualidade da água no Igarapé do Mestre Chico*. Dissertação (mestrado profissional em processos construtivos e Saneamento urbano). Universidade Federal do Pará. Belém.
- Pascoaloto, D., Soares, C. C., & Gomes, N. A. (2015). Atividades antropogênicas e eutrofização em duas lagoas de Manaus, Estado do Amazonas. *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Brasília.
- Pascoaloto, D., Gomes, N. A., & Cunha, H. B. (2021) Variação diurna de algumas variáveis ambientais em uma lagoa eutrofizada e com floração de cianobactérias no município de Manaus/AM. *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Brasília.
- Pivelli, R. P & Kato, M. T (2006). *Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físicos- Químicos*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES. 285.
- Ribeiro, L. B (2011). *Cianobactérias de três lagos urbanos de Manaus (Amazonas – Brasil)*. Manaus: INPA/FUA. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Curso Biologia de água Doce e Pesa Interior, Manaus. 44.
- Riley, M. C., da Silva Souza, A., de Jesus, T. B., & de Oliveira Santos, L. T. S. (2022). *Análise da qualidade da água superficial das lagoas Grande e Salgada em Feira de Santana-BA*. *Caderno Prudentino de Geografia*, 1(44), 162-193.
- Rocha, T. S. (2008). *Avaliação da qualidade das águas dos poços tubulares da bacia do Rio do Peixe equipados com dessalinizadores, com vistas ao aproveitamento econômico dos sais de rejeito*. Dissertação (Mestrado profissional em gerenciamento e tecnologias ambientais no processo produtivo), Departamento de Engenharia ambiental (DEA), Universidade Federal da Bahia, Salvador. 95.
- Santos, R. A (2011). *Hidrogeoquímica das águas subterrâneas do município de Iraquara, Bahia*. Dissertação (mestrado em Geologia). Universidade Federal da Bahia, UFBA. Salvador. 114.
- Silva, A. S. & Oliveira, R (2011). *Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias*. Campina Grande – Paraíba.
- Soares, S. R., Bernardes, R. S. & Netto, O. M (2002). Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. *Cadernos de Saúde Pública*, 18, 1713-1724.
- Sodré S. S. V (2007). *Hidroquímica dos lagos Bolonha e Água Preta*. Dissertação (mestrado Ciências Ambientais). Universidade Federal do Pará, UFPA. Belém, 114.
- Souza, H. Y. S. & Nunes, M. R. S. (2017). Estudo comparativo da qualidade da água de igarapés na região do Alto Juruá. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 4(1), 150-156.
- Von Sperling, M. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.