

A ação humana sobre a qualidade das águas na Amazônia: uma revisão ¹

*La acción humana sobre la calidad del agua en la Brazilian Amazonía:
una revisión*

Human action on water quality in the Amazon brasileña: a review

Edgar Luiz Neves dos Santos²

Resumo

Introdução: A Amazônia possui uma disponibilidade hídrica com importância e reconhecimento internacional, entretanto em decorrência da atividade humana em prol do desenvolvimento, a oferta de água tem sido mais escassa. Objetivo: Identificar as produções científicas e abrangência de estudos interdisciplinares produzidos sobre análise da qualidade das águas na Amazônia brasileira. Metodologia: A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica dos artigos publicados nas bases Web Of Science e Scopus, utilizando os descritores “water quality” AND “amazon*” em todo a disponibilidade temporal. Todos os artigos foram analisados por relação temática nos resumos, repetição e incompatibilidade de conteúdo, alcançando 85 artigos. Resultados e discussões: Os resultados apontam para um aumento na preocupação com a temática da água. Nota-se a ação humana em diversos segmentos (esgoto, desmatamento, energia, mineração e garimpo) e tais ações repercutem com aumento na contaminação dos corpos hídricos, causando efeitos danosos ao ser humano e ao meio ambiente em diversos aspectos. Conclusões: Pode-se concluir que deve há necessidade da conscientização social e uso consciente da água, bem como a realização constante de estudos de monitoramento e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para o uso da água.

Palavras-Chave: Amazônia; Revisão; Interdisciplinaridade; Ecologia das águas; Ação antropogênica.

Resumen

Introducción: La Amazonía tiene disponibilidad de agua de importancia y reconocimiento internacional, sin embargo, como resultado de la actividad humana a favor del desarrollo, el suministro de agua ha sido más escaso. Objetivo: Identificar las producciones científicas y el alcance de los estudios interdisciplinarios producidos sobre el análisis de la calidad del agua en la Amazonia brasileña. Metodología: La metodología utilizada fue la revisión bibliográfica de artículos publicados en las bases de datos Web Of Science y Scopus, utilizando los descriptores “calidad del agua” Y “amazon*” a lo largo de la disponibilidad temporal. Todos los artículos fueron analizados por relación temática en los resúmenes, repetición e incompatibilidad de contenido, llegando a 85 artículos. Resultados y discusiones: Los resultados apuntan a un aumento de la preocupación por las cuestiones del agua. La acción humana se puede observar en varios segmentos (alcantarillado, deforestación, energía, minería y minería) y dichas acciones resultan en un aumento de la contaminación de los cuerpos de agua, provocando efectos nocivos para los humanos y el medio ambiente en varios aspectos. Conclusiones: Se puede concluir que debe existir la necesidad de una concientización social y un uso consciente del agua, así como un seguimiento constante de estudios y desarrollo de tecnologías sustentables para el uso del agua.

Palabras-clave: Amazon; Review; Interdisciplinarity; Water ecology; Anthropogenic action.

Abstract

¹ Artigo apresentado no X Encontro Humanístico Multidisciplinar - EHM e IX Congresso Latino-Americano de Estudos Humanísticos Multidisciplinares, na modalidade online, 2024.

² Mestre em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida – PPGSAQ; Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA; Santarém, Pará, Brasil; edgarlinsantos@gmail.com”.

Introduction: The Amazon has an important and internationally recognized water supply, however, due to human activity in favor of development, the water supply has become scarcer. **Objective:** To identify the scientific productions and scope of interdisciplinary studies produced on the analysis of water quality in the Brazilian Amazon. **Methodology:** The methodology used was the bibliographic review of articles published in the Web of Science and Scopus databases, using the descriptors “water quality” AND “amazon*” throughout the temporal availability. All articles were analyzed by thematic relationship in the abstracts, repetition and incompatibility of content, reaching 85 articles. **Results and discussions:** The results point to an increase in concern with the issue of water. Human action is noted in several segments (sewage, deforestation, energy, mining and prospecting) and such actions have repercussions with an increase in the contamination of water bodies, causing harmful effects to humans and the environment in several aspects. **Conclusions:** It can be concluded that there is a need for social awareness and conscious use of water, as well as constant monitoring studies and the development of sustainable technologies for water use.

Keywords: Amazon; Review; Interdisciplinarity; Water ecology; Anthropogenic action.

1. Introdução

Este estudo trata de uma análise sobre a produção científica e a abrangência interdisciplinar que vem sendo desenvolvida sobre a qualidade da água.

Em 2010, através da Resolução nº. 64.292, a Organização das Nações Unidas apresentou e aprovou a água como um direito universal e essencial, trazendo a temática para a discussão mundial de forma primordial como um dos recursos naturais elementares para o desenvolvimento sustentável em todos os países (BORDALO, 2022).

Neste interstício, segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância (2022), no período de 2000 a 2020, 2 bilhões de pessoas tiveram acesso a água potável e segura, quando em 2000 eram 62%, em 2022 alcançou 74% da população. Apesar do alcance significativo, a discrepância com a realidade que se altera a cada dia torna a meta ainda mais inalcançável, a exemplo da África subsaariana, onde mesmo com tais iniciativas, em 2030 será apenas 37% da sua população com acesso potável à água (UNICEF, 2022).

Enquanto 99,22% da água total do planeta está nos mares e geleiras e apenas 0,78% é destinado ao consumo humano, o Brasil detém aproximadamente 12% da água doce superficial disponível no planeta, possuindo também sob seu território um dos maiores reservatórios de água doce do planeta, o sistema Aquífero Guarani, com 1.200 mil km² e que abrange ainda outros três países: Argentina, Paraguai e Uruguai (BRITO; SILVA; PORTO, 2024).

Apesar da condição privilegiada do Brasil em relação aos recursos hídricos, esta sofre interferências e tem uma relação de interdependência com diversos aspectos naturais e antrópicos, como o ciclo hidrológico natural, com as mudanças climáticas, o consumo de água e o saneamento (ANDRIETTI et al., 2016).

A Amazônia possui uma disponibilidade hídrica com importância e reconhecimento internacional, entretanto em decorrência da atividade humana em prol do desenvolvimento, tem ocorrido grande lançamento de rejeitos de esgoto nos fluxos de água, destruição das matas, assoreamento dos rios, e como resultado destas ações, a oferta de água tem sido mais escassa (ANA, 2005).

As diversas possibilidades do uso das terras na Amazônia, como para o uso o plantio em larga escala, geralmente como soja ou milho, apesar de importantes para o desenvolvimento econômico, se não utilizarem de técnicas sustentáveis para o uso das águas, pode causar agravos que se tornam irreversíveis (ANDRIETTI et al., 2016).

O poder público municipal constitui-se como responsável pelo abastecimento da população, pela gestão da exploração de águas subterrâneas e pelo tratamento das águas dos rios e pela respectiva destinação para consumo humano. Contudo, na Amazônia, comumente as comunidades ribeirinhas que estão mais isoladas não possuem orientações necessárias sobre o uso da água do rio para usos domésticos (PANTOJA et al., 2016).

Diante de todas as circunstâncias que afetam as águas, a Resolução 357/05 (CONAMA, 2005) estabelece parâmetros para o monitoramento da qualidade da água, e tais parâmetros seguem normativas internacionais de qualidade visando o melhor aproveitamento deste recurso.

Assim, este estudo bibliográfico sobre a qualidade das águas poderá apresentar relevantes apontamentos sobre este tema na literatura científica, partindo das seguintes questões norteadoras: Quais as principais conclusões ecológicas, de uma perspectiva interdisciplinar, a ação humana intervém sobre qualidade da água na Amazônia? Diante das principais conclusões, quais as lacunas ainda são possíveis de se encontrar dentro desta temática?

2. Metodologia

Este artigo consiste em uma revisão bibliográfica de abrangência interdisciplinar sobre as análises da qualidade das águas amazônicas. Tal análise é relevante pois, o Brasil apresenta proporções territoriais continentais e diversos biomas integram sua extensão. O bioma amazônico contempla um terço das florestas tropicais do mundo e desempenha um importante papel na manutenção dos serviços ecológicos, como proteção da biodiversidade, preservação do solo, garantia dos estoques de água doce e da refrigeração climática mundial, sendo a sua preservação importante para a tomadas de decisões com foco na sustentabilidade.

Foram utilizados os descritores "water quality AND amazon*" ("qualidade da água AND Amazônia*") nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* com busca realizada em 16 de setembro de 2023, obtendo o resultado de 1.015 artigos, sendo 436 e 479 em cada base de dados, respectivamente.

Adotaram-se filtros para fins metodológicos para aprimorar os resultados obtidos. Os filtros adotados foram: de recorte temporal: contemplando somente artigos publicados no período dos anos 2000 até 2022; de repetições: considerando a utilização de duas bases, excluiu-se artigos repetidos; Incompatibilidade de conteúdo: outros tipos de materiais (capítulo de livro, editorial, resumos de Anais, etc), artigos indisponíveis na web e artigos com fuga da temática, seja esta metodológica ou objetiva.

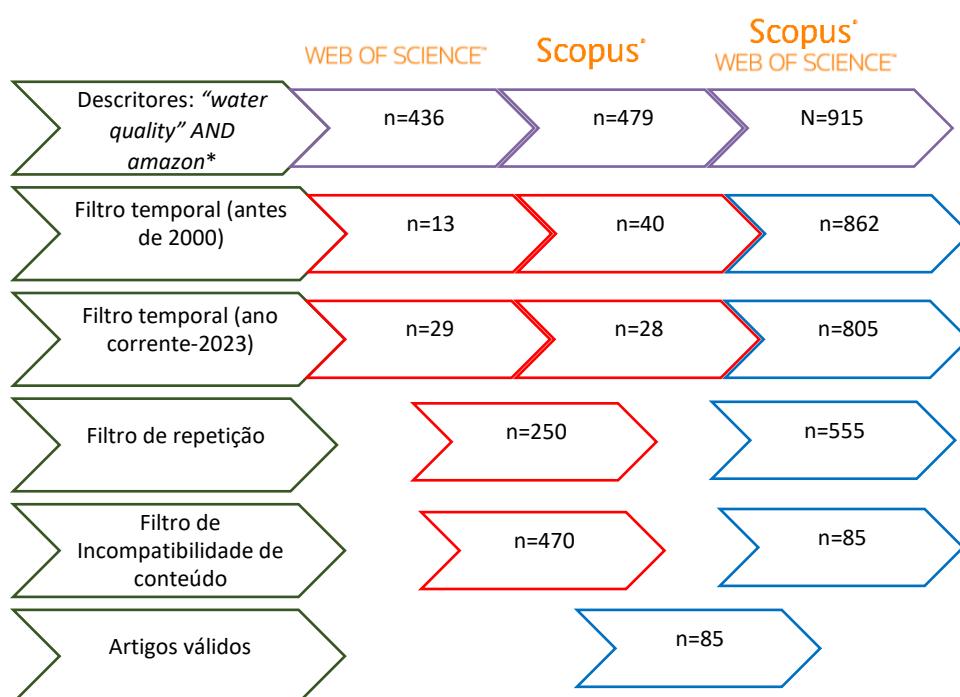


Figura 1 - Representação do fluxo de captação dos artigos utilizados

Fonte: Autoria própria, 2023.

Após a aplicação dos filtros nos artigos obtidos nas bases de dados, alcançou-se o resultado final total de 85 artigos, em diversas áreas temáticas, que abordaram a análise da qualidade da água de rios e lagos amazônicos em seus estudos através de uma perspectiva interdisciplinar.

3. Resultados e Discussões

A degradação dos recursos hídricos ocorre, principalmente, em decorrência das ações antrópicas, afetando diretamente o equilíbrio da biodiversidade e da relação homem-natureza.

Dessa forma, os constituintes da qualidade da água são os elementos que vão constatar a sua qualidade. Diversos estudos apresentaram as ações humanas e seus efeitos sobre as águas. O Desmatamento (COUCEIRO et al., 2007; LEAL et al., 2016; VILLAMIZAR et al., 2017), o saneamento inadequado (SOUSA et al., 2016; MONTEIRO et al., 2016; SANTOS et al., 2017; PEREIRA et al., 2021 e MONTE et al., 2021), a mineração e o garimpo (ROULET et al., 2021; KASPER et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2020; e OLIVEIRA et al., 2021) as hidrelétricas (KASPER et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2021; COURA et al., 2021) são alguns fatores das atividades humanas que interferem diretamente na qualidade das águas amazônicas.

O desmatamento está associado a diversas ações humanas, comumente relacionadas à prática mercadológica da agricultura e da pecuária (ANDRIETTI et al., 2016), bem como do garimpo (MELFI, et al., 2000) e da expansão urbana. A ocorrência do desmatamento nas extremidades de córregos e riachos faz aumentar os níveis de temperatura e potencial hidrogeniônico (pH) da água, afetando a alteração da vida lá existente com a ocorrência da eutrofização (COUCEIRO et al., 2007). Para Villamizar et al (2017), ao analisar o Rio Purus, notou-se que a ocorrência de queimadas causou a diminuição da bacia hidrográfica em 5,17%.

Leal et al. (2016) destaca a relação direta na degradação ambiental e o uso da terra, constatando também que o desmatamento aumentado em 20% causou, em sua análise, a elevação da temperatura da bacia hidrográfica. Ao promover o uso correto da terra de forma sustentável, é possível minimizar os danos ambientais, e possibilitar o aumento de uma economia sustentável local.

O saneamento, através do manejo dos efluentes e seu descarte nos corpos d'água sem o devido tratamento causam efeitos ambientais, principalmente à saúde humana e animal, observando também o aspecto econômico, tornando mais onerosos os custos para o tratamento e para os aspectos sociais, como a balneabilidade. O principal destaque ao analisar o aspecto do esgoto nos corpos hídricos, é a presença significativa de coliformes fecais (SOUZA, et al., 2016). Pereira et al. (2021) analisou por uma década o Rio Caeté e detectou que, quanto mais urbanizado e afetado pelas ações humanas o perímetro se torna, mais se aumenta as concentrações de coliformes.

Monte et al. (2021) corrobora afirmando que as maiores cidades do Pará não possuem estrutura para uma rede de esgoto eficiente, fazendo com que o despejo ocorra de forma integral nos rios da região, afetando o convívio nas praias, a qualidade dos peixes comercializados na região e, principalmente, tornando maior os gastos com saúde pública.

Também decorrente da ação antrópica, está a exploração dos minérios existentes na Amazônia, sendo este processo de exploração com sua maior ocorrência nos estados do Pará e Amazonas e, juntamente à exploração, há também o uso exacerbado de químicos danosos ao meio ambiente (TEIXEIRA et al., 2020).

Teixeira et al. (2020) apresentam que, mesmo em condições adequadas de qualidade da água de acordo com a CONAMA 357/05 e a SABESP, ainda é possível detectar alterações significativas da presença de metais na água, como Alumínio (Al), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Cobre (Cu), sendo o que com o aumento do nível dos rios durante o período chuvoso, há possibilidade de aumento da concentração de metais pesados resultante das ações mineradoras presentes na região do Carajás.

O represamento oriundo das construções de hidrelétricas (como o caso do Reservatório da Balbina-AM) e também colaboram para a bioacumulação de metais, principalmente o metilmercúrio, nos lagos resultantes deste tipo de construção (KASPER et al., 2014). Os processos de inundação sazonal das zonas úmidas com presença de Mercúrio (Hg) natural juntamente a baixos níveis de oxigênio dos reservatórios propiciam a metilação e podem contribuir para o aumento no metilmercúrio, sendo também promotor da acumulação de Fe, Mn e Al neste tipo de corpo hídrico (OLIVEIRA et al., 2021).

Considerando também a questão do mercúrio, do mesmo modo como nas represas, as ações ilegais como a mineração de ouro podem causar danos ambientais, não somente à qualidade da água, mas também a contaminação de peixes e do próprio ser humano pelo mercúrio (ROULET et al., 2001). Um rio com grande importância em uma região típica para este tipo de empreendimento é o Rio Tapajós, no oeste do Pará. Devido a sua vazão e velocidade, os rejeitos de mercúrio utilizados na garimpagem do ouro percorrem longas extensões nos períodos de enchentes do rio, deixando um rastro de contaminação (ROULET et al., 2001). Na mesma pesquisa, em análise comparativa ao rio Amazonas e Arapiuns, também na região de Santarém, na confluência com o Rio Tapajós. Detectou-se variações de concentração de Hg, sendo o Hg particulado fino representando 40%-90% do total da concentração nos rios Tapajós e Amazonas, enquanto no Rio Arapiuns varia de 30%-55%. Influenciado pelo assoreamento dos rios e do desmatamento para garimpo e agricultura, o aumento da carga da Hg torna-se mais evidente à medida que a mineração necessita de maior demanda de água para operar. Para o aspecto ecológico, para animais, vegetais e seres humanos,

evidencia-se a modificação da limnofauna na região assim como o aumento do quantitativo de pessoas com problemas neurológicos nas regiões onde há essa prática (ROULET et al., 2001).

Também sobre a construção de represas para a gestão do controle da água em hidrelétricas para fins energéticos é outro tipo de ação antrópica no meio ambiente (COURA, CORDOVA, OLIVEIRA, 2021). Ao analisarem 4 hidrelétricas dispostas na região amazônica, concluem que ao monitorar os reservatórios de hidrelétricas, mudanças ocorrem na qualidade das águas comparadas entre o reservatório e a jusante e, comparando todas as usinas hidrelétricas estudadas, usinas de menor porte estão menos sujeitas a alterações na qualidade da água superficial do que em usinas de grande porte considerando os parâmetros analisados de temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, sólidos totais dissolvidos, clorofila, coliformes termotolerantes, alcalinidade, concentrações de fósforo total, cálcio, sulfato e íons sulfeto. (COURA, CORDOVA, OLIVEIRA, 2021)

Referente às lacunas do desenvolvimento das pesquisas na Amazônia, identifica-se a necessidade do aprofundamento de investigações acadêmicas neste território sobre algumas temáticas. Diante do referencial, detecta-se a ausência de trabalhos que versem sobre a variabilidade viral e microbiana nos diversos corpos d'água existentes, pois além das exigências previstas nas resoluções da CONAMA acerca dos percentuais de bactérias termotolerantes, *Escherichia coli* e enterococos presentes (oriundos principalmente de coliformes fecais), a diversidade viral é um fator determinante para considerar a qualidade da água, ajudando a prevenir a propagação de elementos com resistência à antimicrobianos, evitando o surgimento de possíveis epidemias virais futuras de patógenos multirresistentes.

Em seus estudos, ao analisar um lago pertencente ao perímetro urbano de uma grande cidade paraense, Nogueira et al. (2022) identificou vasto quantitativo de vírus distintos (mais de 3.500 tipos) entre vírus benéficos ao meio ambiente e colaboradores para a manutenção de cianobactérias e preservação da qualidade da água, como a presença de vírus com ação patogênica a seres humanos, como os fagos de *Synechococcus* que podem estar associados com a esclerose múltipla; vírus do gênero *Pandoravirus* e *Mimivírus* que podem se relacionar com o agravamento de pacientes com pneumonia pulmonar, bem como ao aumento do tempo de duração de pacientes em ventilação mecânica com suporte respiratório; bem como a presença consideravelmente abundante de fagos de *Shigella* SfIV, pois sua presença determina a também a presença da bactéria hospedeira *Shigella*, que possui sua ação causando grave infecção intestinal, podendo ser seguida de cólicas, febre e diarreia com muco e sangue.

O estudo realizado por Vieira et al. (2016, 2017), na capital amazônica com maior densidade populacional durante o ano de 2012, relacionou a presença desses microrganismos patogênicos para humanos na água do principal rio que banha a cidade com o aumento dos índices de adoecimento e morte causadas por doenças infecciosas de transmissão fecal-oral durante os períodos de cheia dos rios onde, ocasionalmente, pode ocorrer de forma concomitante à inundações e enchentes ao perímetro urbano. Vieira et al. (2017) apresenta, graficamente, a associação constante entre o nível do rio ao índice de casos reportados de gastroenterites. Os vírus com maior detecção foram os HAdV – Adenovírus humano (100% das amostras), estando relacionado com patologias respiratórias e RVA – Rotavírus do grupo A (77,5% das amostras) e Norovírus do genogrupo II (27,5% das amostras) estando relacionados a gastroenterites virais em adultos e crianças. A presença destes microorganismos na bacia do Rio Negro demonstram a falta de saneamento básico na cidade e que a sazonalidade das águas, agregado às mudanças climáticas, podem aumentar a incidência de gastroenterites em Manaus e em outras cidades sob o efeito destas ações (VIEIRA et al., 2016).

Outra demanda em falta nos estudos analisados a ser considerada também como uma lacuna de estudos é o desenvolvimento e o aperfeiçoamento tecnológico para análise das águas de forma remota, bem como a busca de alternativas sustentáveis do uso consciente da água. Tamarin et al (2020) apresenta um modelo experimental de sensor eletrônico que monitora a qualidade da água sem a necessidade de transporte amostral para laboratório. O desenvolvimento dessa tecnologia visa oportunizar o monitoramento das águas de difícil acesso, como no caso de sua implementação-teste realizada na Várzea do Curuai, Óbidos-PA e que, em testes realizados, apresentaram nas suas análises resultados condizentes com os parâmetros laboratoriais convencionais.

Pacífico et al. (2021) apresenta como sugestão de uso consciente o uso do Sistema de Água do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), onde é possível a captação de água de rios e lagos, mesmo com a ocorrência sazonal das enchentes e vazantes das águas, bem como da autonomia elétrica da bomba de captação através do uso da energia elétrica. Como resultado, Pacífico et al (2021) alcançou melhores resultados na qualidade da água de uso para beber e cozinhar, diminuição do risco de acidentes relativos à busca da água na beira do rio, da ocorrência de parasitoses intestinais e oportunizou novas opções de ocupação nas comunidades analisadas.

4. Conclusões

Este estudo revelou um panorama abrangente sobre a produção científica relacionada a ação humana na qualidade das águas na Amazônia brasileira.

Os resultados evidenciam que as ações humanas, como esgoto, desmatamento, atividades de mineração e garimpo, são os principais fatores responsáveis pela degradação da qualidade da água. O impacto dessas atividades sobre os corpos hídricos é profundo, afetando tanto o meio ambiente quanto à saúde humana, o que reforça a urgência de medidas preventivas e de mitigação.

Dessa forma, conclui-se que, além do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para o uso da água, é fundamental a conscientização da sociedade sobre o uso responsável dos recursos hídricos. O monitoramento contínuo da qualidade da água e o fortalecimento de políticas públicas são essenciais para assegurar a preservação desses recursos, minimizar os impactos negativos das ações humanas sobre o meio ambiente amazônico e alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Referências

- ANA. Agência Nacional das Águas. *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. Cadernos de Recursos Hídricos, 1, ANA/MMA. p 176. Brasília. 2005.
- ANDRIETTI, G.; FREIRE R.; AMARAL, A. G.; ALMEIDA, F. T.; BONGIOVANI, M. C.; LU, D; LI, G; SCHINEIDER, S. Water quality index and eutrophication indices of Caiabi river, MT. *Ambiente & Água*. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1769>. Acesso em 29 set 2023.
- BORDALO, C. A. L. Pelo direito humano ao acesso à água potável na região das águas: uma análise da exclusão e do déficit dos serviços de abastecimento de água potável à população da Amazônia brasileira. *Novos Cadernos NAEA*. v. 25 n. 1. p. 261-284. jan-abr. Belém. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/ncn.v25i1.9405>. Acesso em 01 fev. 2024.
- BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; PORTO, E. R. *Disponibilidade de água e a gestão de recursos hídricos*. 2024. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159648/1/OPB1514.pdf>. Acesso em: 1 out. 2024.
- CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2005.
- COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N; LUZ, S. L. B.; FORSBURG, B. R.; PIMENTEL, T. P. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. *Hydrobiologia*. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0373-z>. Acesso em 28 set 2023.

COURA, M. R.; CORDOVA, J. E.; OLIVEIRA, S. C. Analysis of changes in the quality of surface water after filling of hydroelectric reservoirs in the amazon, Brazil. *Environmental Processes*. Vol. 8, n. 1, p 1-20. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40710-021-00508-0>. Acesso em 29 set 2023.

KASPER, D.; FORSBERG, B. R.; AMARAL, J. H. F.; LEITÃO, R. P.; PY-DANIEL, S. S.; BASTOS, W. R.; MALM, O. Reservoir stratification affects methylmercury levels in river water, plankton, and fish downstream from Balbina hydroelectric dam, Amazonas, Brazil. *Environmental Science & Technology*. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es4042644>. Acesso em 30 set 2023.

LEAL, C. L.; POMPEU, O. S.; GARDNER, T. A.; LEITÃO, R. P.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R.; ZUANON, J.; DE PAULA, F. R.; FERRAZ, S. F. B.; THOMSON, J. R.; MAC NALLY, R.; FERREIRA, J.; BARLOW, J. Multi-scale assessment of human-induced changes to amazonian instream habitats. *Landscape Ecology*. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0358-x>. Acesso em 29 set 2023.

MELFI, A. J.; FORTI, M. C.; & AMORIM, P. R. N. Hidroquímica das águas de drenagem de uma pequena bacia hidrográfica no nordeste da amazônia (estado do Amapá): efeitos da sazonalidade. 11 (3) 325-340. *Geochimica Brasiliensis*. 2000. Disponível em: <https://geobrasiliensis.emnuvens.com.br/geobrasiliensis/article/view/136>. Acesso em 30 set 2023.

MONTE, C. N.; RODRIGUES, A. P. C.; MACEDO, S.; REGIS, C.; SALDANHA, E. C.; RIBEIRO, A. C.; MACHADO, W. The anthropic influence on the water quality of the Tapajós river, in the city of Santarém-PA. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.6.p3695-3710>. Acesso em 30 set 2023.

MONTEIRO, M. C.; PEREIRA, L. C. C.; JIMÉNEZ, J. A. The trophic status of an amazonian estuary under anthropogenic pressure (Brazil). *Journal of Coastal Research*. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2112/SI75-020.1>. Acesso em 29 set 2023.

NOGUEIRA, W. G.; GOIS, B. V. A.; PINHEIRO, K. C.; ARAGÃO, A. O.; QUEIROZ, A. L. C.; SILVA, A. L.; FOLADOR, A. C.; RAMOS, R. T. J. Viral metagenomics reveals widely diverse viral community of freshwater amazonian lake. *Frontiers in Public Health*. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.869886>. Acesso em 28 set 2023.

OLIVEIRA, C. A. S.; KASPER, D.; SARGENTINI JUNIOR, E.; BOLSON, M. A.; TORREZANI, L.; ZARA, L. F. Influence of environmental conditions on the mercury levels of the sediment along the Balbina reservoir, brazilian amazon. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08837-7>. Acesso em 30 set 2023.

PACÍFICO, A. C. N.; NASCIMENTO, A. C. S.; CORRÊA, D. S. S.; PENTEADO, I. M.; PEDRO, J. P. B.; GOMES, M. C. R. L.; GOMES, U. A. F. Technology for access to water in the amazonian floodplain: positive impacts on the lives of riverine communities in the middle Solimões, Amazonas state, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*. Vol. 37, n. 3, e00084520. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00084520>. Acesso em 29 set 2023.

PANTOJA, N. G. P.; CASTRO, L. M.; ROCHA, S. D.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. S. P.; DONALD, A. R.; SILVA, L. M.; OLIVEIRA, T. C. S. Quality of the Solimões river water for domestic use by the riverine community situated in Manacapuru-Amazonas-Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5025-2>. Acesso em 30 set 2023.

PEREIRA, L. C. C.; SOUZA, N. S. S.; RODRIGUES, L. M. S.; MONTEIRO, M. C.; SILVA, S. R. S.; OLIVEIRA, A. R. G.; DIAS, A. B. B.; COSTA, R. M. Effects of the lack of basic public sanitation on the water quality of the Caeté river estuary in northern Brazil. *Ecohydrology & Hydrobiology*. Vol. 21, n 3. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2020.12.003>. Acesso em 29 set 2023.

ROULET, M.; LUCOTTE, M.; CANUEL, R.; FARELLA, N.; GOCH, Y. G. F.; PACHECO, J. R.; GUIMARÃES, D.; MERGLER, D.; AMORIM, M. Spatio-temporal geochemistry of mercury in waters of the Tapajós and amazon rivers, Brazil. *Limnology and Oceanography*. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.4319/lo.2001.46.5.1141>. Acesso em 28 set 2023.

SANTOS, A. K. D.; CUTRIM, M. V. J.; FERREIRA, F. S.; SANTOS, R. L.; CUTRIM, A. C. G. A.; ARAUJO, B. O.; OLIVEIRA, A. L. L.; FURTADO, J. A.; DINIZ, S. C. D. Aquatic life protection index of an urban river bacanga basin in northern Brazil, São Luís-MA. *Brazilian Journal of Biology*. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.01016>. Acesso em 30 set 2023.

SOUSA, N. S. S.; MONTEIRO, M. C.; GORAYEB, A.; COSTA, R. M.; PEREIRA, L. C. C. Effects of sewage on natural environments of the amazon region (Pará-Brazil). *Journal of Coastal Research*. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2112/SI75-032.1>. Acesso em 29 set 2023.

TAMARIN, O.; RUBE, M.; LACHAUD, J. L.; RAIMBAULT, V.; REBIÈRE, D.; DEJOURS, C. Mobile acousticwave platform deployment in the amazon river: impact of thewater sample on the love wave sensor response. Vol. 20, n. 1. *Sensors*. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s20010072>. Acesso em 30 set 2023.

TEIXEIRA, S. S.; DALL'AGNOL, R.; SAHOO, P. K.; SALOMÃO, G. N.; GUIMARÃES, J. T. F.; COSTA, M. Water chemistry and estimation of background levels of elements in surface water bodies from a protected area in the vicinity of fe deposits, southeastern amazon. *Environmental Forensics*. P. 176-194. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15275922.2020.1728436>. Acesso em 29 set 2023.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para a Infância. *State of the World's Drinking Water*. 2022. Disponível em: <https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2022/10/State-of-drinking-water-report.pdf>. Acesso em 01 fevereiro 2024.

VIEIRA C. B.; CORRÊA A. A.; JESUS M. S.; LUZ S. L. B.; WYN JONES P.; KAY D.; VARGHA M.; MIAGOSTOVICH M. P. Viruses surveillance under different season scenarios of the Negro River basin, Amazonia, Brazil. *Food and Environmental Virology*. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12560-016-9226-8> Acesso em 30 set 2023.

VIEIRA C. B.; CORRÊA A. A.; JESUS M. S.; LUZ S. L. B., WYN-JONES P.; KAY D.; ROCHA M. S.; MIAGOSTOVICH M. P. The impact of the extreme amazonian flood season on the incidence of viral gastroenteritis cases. *Food and Environmental Virology*. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12560-017-9280-x>. Acesso em 28 set 2023.

VILLAMIZAR E. A. R.; PIEDADE M. T. F.; JUNK W. J.; WAICHMAN A. V. Surface water quality and deforestation of the Purus river basin, brazilian amazon. *International Aquatic Research*. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40071-016-0150-1>. Acesso em 28 set 2023.