

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

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

L'action humaine sur la qualité de l'eau en Amazonie brésilienne : une revue

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

Edgar Luiz Neves dos Santos¹

Israel Nunes Henrique²

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**”, focando em um recorte temporal de 2000 a 2022. 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 Amazonia tiene una disponibilidad de agua de importancia y reconocimiento internacional, pero como resultado de la actividad humana en favor del desarrollo, el suministro de agua se ha vuelto más escaso.

¹ Mestre em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ) pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). edgarlinsantos@gmail.com.

² Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor do Magistério Superior da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA); israrelunes@yahoo.com.br.

Objetivo: Identificar la producción científica 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 una revisión bibliográfica de artículos publicados en las bases de datos Web Of Science y Scopus, utilizando los descriptores “water quality” AND “amazon*”, centrándose en un marco temporal de 2000 a 2022. Todos los artículos fueron analizados por relación temática en los resúmenes, repetición e incompatibilidad de contenido, alcanzando 85 artículos. **Resultados y debates:** Los resultados apuntan a un aumento de la preocupación por las cuestiones relacionadas con el agua. La acción humana en diversos sectores (alcantarillado, deforestación, energía, minería y extracción de oro) ha repercutido en el aumento de la contaminación de los cuerpos de agua, causando efectos nocivos a los seres humanos y al medio ambiente en diversos aspectos. **Conclusiones:** Se puede concluir que es necesaria la concienciación social y el uso consciente del agua, así como la realización de estudios de seguimiento constantes y el desarrollo de tecnologías sostenibles para el uso del agua.

Palabras claves: Amazonia; Revisión; Interdisciplinariedad; Ecología del agua; Acción antropogénica.

Résumé

Introduction: L'Amazonie dispose d'une disponibilité en eau d'une importance et d'une reconnaissance internationales, mais en raison de l'activité humaine en faveur du développement, l'approvisionnement en eau s'est raréfié. **Objectif:** Identifier la production scientifique et la portée des études interdisciplinaires réalisées sur l'analyse de la qualité de l'eau dans l'Amazonie brésilienne. **Méthodologie :** la méthodologie utilisée a consisté en une analyse bibliographique des articles publiés dans les bases de données Web Of Science et Scopus, en utilisant les descripteurs “water quality” AND “amazon*”, en se concentrant sur une période allant de 2000 à 2022. Tous les articles ont été analysés pour la relation thématique dans les résumés, la répétition et l'incompatibilité du contenu, ce qui a permis d'atteindre 85 articles. **Résultats et discussions:** les résultats indiquent une augmentation des préoccupations concernant les problèmes liés à l'eau. L'action humaine dans divers secteurs (eaux usées, déforestation, énergie, exploitation minière et orpaillage) a eu des répercussions sur la contamination accrue des masses d'eau, entraînant des effets néfastes pour les êtres humains et l'environnement à divers égards. **Conclusions:** on peut conclure qu'il est nécessaire de sensibiliser la société et d'utiliser l'eau de manière consciente, ainsi que d'effectuer des études de contrôle constantes et de développer des technologies durables pour l'utilisation de l'eau.

Palabras claves: Amazonie; Revue; Interdisciplinarité; Écologie de l'eau; Action anthropique.

Abstract

Introduction: The Amazon has water availability of international importance and recognition, but as a result of human activity in favor of development, water supply has become scarcer. **Objective:** To identify the scientific output and scope of interdisciplinary studies produced on water quality analysis in the Brazilian Amazon. **Methodology:** The methodology used was a bibliographic review of articles published on the Web Of Science and Scopus databases, using the descriptors “water quality” AND “amazon*”, focusing on a time frame from 2000 to 2022. All the articles were analyzed for thematic relationship in the abstracts, repetition and incompatibility of content, reaching 85 articles. **Results and discussions:** The results point to an increase in concern about water issues. Human action in various sectors (sewage, deforestation, energy, mining and gold digging) has had an impact on the contamination of water bodies, causing harmful effects on human beings and the environment in various ways. **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

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 915 artigos, sendo 436 e 479 em cada base de dados, respectivamente.

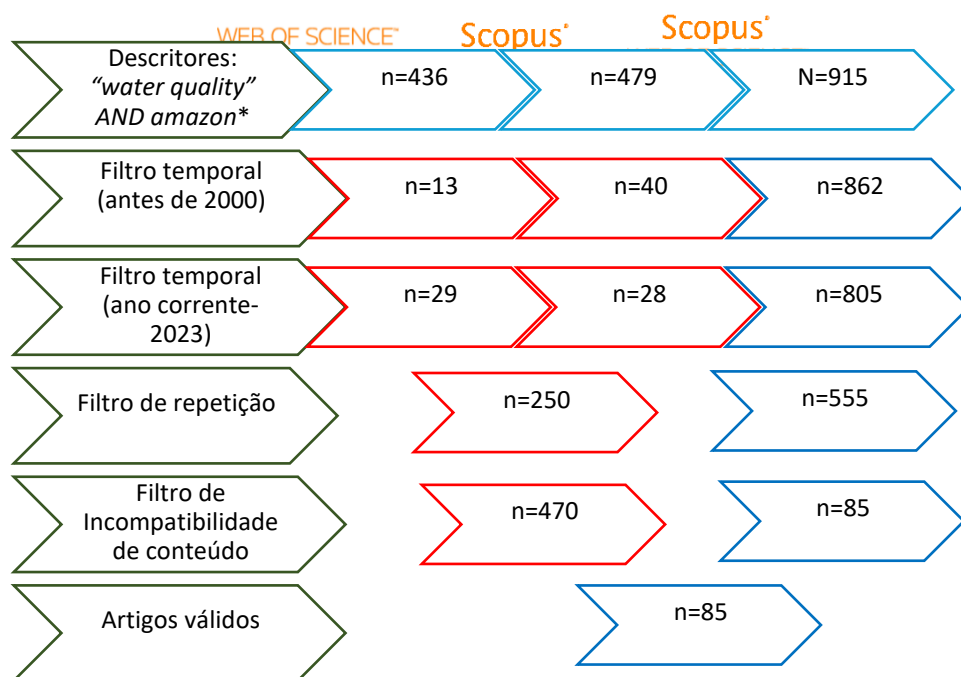
Utilizou-se os descritores em inglês a fim de promover o maior alcance de artigos sem a restrição de idioma, de modo que fosse possível captar os artigos através das *keywords* em seus *abstracts*.

Optou-se pelo recorte temporal de 2000 a 2022 em decorrência de dois marcos da história política e social através de estratégias em prol da pauta ambiental desenvolvidas pela Organização das Nações Unidas: em 2000 a assinatura da Declaração do Milênio, onde elencavam-se 8 objetivos conhecidos como Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM) onde esperava-se apresentar resultados concretos sobre a redução da extrema pobreza mundial, da preservação ambiental e do uso e conservação dos recursos naturais renováveis até 2015 (ROMA, 2019) e em 2015, datado a vigência dos ODM, em conferência mundial da ONU, notou-se a necessidade da continuidade destas iniciativas, abordando principalmente as

temáticas sociais e econômicas; Desse modo, em setembro do referido, foi aprovado a Agenda 2030, a qual apresentou 17 objetivos universais a serem alcançados, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), estes integrados por 169 metas associadas e integradas entre si, devendo serem alcançadas até o ano de 2030 (ONU, 2020).

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 do ambiente. 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, potencial hidrogeniônico (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 cidade de Belém, 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 microrganismos 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, Graslane; FREIRE Rosane; AMARAL, Adriana Garcia; ALMEIDA, Frederico Terra; BONGIOVANI, Milene Carvalho; SCHINEIDER, Roselene Maria. Water quality index and eutrophication indices of Caiabi river, MT. *Ambiente & Água*. 2016. Disponível em: <https://doi:10.4136/ambi-agua.1769>. Acesso em 29 set 2023.

BORDALO, Carlos Alexandre Leão. 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, Luiza Teixeira de Lima; SILVA, Aderaldo de Souza; PORTO, Everaldo Rocha. *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, Sheyla Regina Marques; HAMADA, Neusa; LUZ, Sérgio. Luiz Bessa; FORSBERG, Bruce. R.; PIMENTEL, Tânia Pena. 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, Matheus Ribeiro; CORDOVA, Josiani Esteves; OLIVEIRA, Silvia Corrêa. 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, Daniele; FORSBERG, Bruce. R.; AMARAL, João H. F.; LEITÃO, Rafael P.; PY-DANIEL, Sarah S.; BASTOS, Wanderley R.; MALM, Olaf. 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, Cecilia L.; POMPEU, Paulo. S.; GARDNER, Toby A.; LEITÃO, Rafael P.; HUGHES, Robert M.; KAUFMANN, Philip R.; ZUANON, Jansen; DE PAULA, Felipe R.; FERRAZ, Silvio F. B.; THOMSON, James R.; MAC NALLY, Ralph.; FERREIRA, Joice Nunes; BARLOW, Jos. 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, Adolpho Jose; 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, Christiane do Nascimento; RODRIGUES, Ana Paula de Castro; MACEDO, Sara; REGIS, Carolina Ramos; SALDANHA, Edinelson Correa; RIBEIRO, Anne Caroline; MACHADO, Wilson. 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, Marcela Cunha; PEREIRA, Luci Cajueiro Carneiro; JIMÉNEZ, Jos. 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, Wylerson Guimarães; GOIS, Bruna Verônica Azevedo; PINHEIRO, Kenny da Costa; ARAGÃO, Andressa de Oliveira; QUEIROZ, Ana Lúcia Cavalcante; SILVA, Artur Luiz; FOLADOR, Adriana Carneiro; RAMOS, Rommel Thiago Jucá. 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, Cassio Augusto da Silva; KASPER, Daniele; SARGENTINI JUNIOR, Ézio; BOLSON, Marcos Alexandre; TORREZANI, Larissa; ZARA, Luiz Fabrício. 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.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. 2020. Disponível em: brasil.un.org/2fsites/default/files/2020-09/2Fagenda2030-pt-br.pdf. Acesso em 01 fevereiro 2024.

PACÍFICO, Amanda Cristina Nunes; NASCIMENTO, Ana Claudeise Silva; CORRÊA, Dávila Suellen Souza; PENTEADO, Iaci Menezes; PEDRO, João Paulo Borges; GOMES, Maria Cecília Rosinski Lima; GOMES, Uende Aparecida Figueiredo. 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, Lorena Mota; ROCHA, Siomara Dias; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. S. P.; DONALD, A. R.; SILVA, L. M.; OLIVEIRA, Teresa Cristina Souza. 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, Luci Cajueiro Carneiro; SOUZA, Natália do Socorro da Silva; RODRIGUES, Laiane Maria dos Santos; MONTEIRO, Marcela Cunha; SILVA, Suellen Raiane Santos; OLIVEIRA, Antônio Rafael Gomes; DIAS, Ana Beatriz Brito; COSTA, Rauquীরio Marinho. 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.

ROMA, Júlio Cesar. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. *Ciência e Cultura*. vol.71 no.1. Jan./Mar. São Paulo. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100011>. Acesso em 01 fev 2024.

ROULET, M.; LUCOTTE, Marco; CANUEL, René; FARELLA, Nicolina; GOCH, Ynglea Georgina; PELEJA, José Reinaldo Pacheco; GUIMARÃES, D.; MERGLER, Dona; AMORIM, Maria João. 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, Ana Karoline; CUTRIM, Marco; FERREIRA, F. S.; SANTOS, Ricardo Luvizotto; CUTRIM, A. C. G. Azevedo; 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, Natília S. S.; MONTEIRO, Marcela Cunha; GORAYEB, Adriane; COSTA, Rauquীরio Marinho; PEREIRA, Luci Cajueiro Carneiro. 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, Olivier; RUBE, Maxence; LACHAUD, Jean-Luc; RAIMBAULT, Vincent.; REBIÈRE, Dominique; DEJOURS, Corinne. Mobile acoustic wave platform deployment in the amazon river: impact of the water 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, Sanderson Silva; DALL'AGNOL, Roberto; SAHOO, Prafulla Kumar; SALOMÃO, Gabriel Negreiros; GUIMARÃES, José Tasso Felix; COSTA, Marlene. 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, Carmen Baur; CORRÊA, Adriana de Abreu; JESUS, Michele Silva; LUZ, Sergio Luiz Bessa; WYN-JONES, Peter; KAY, David.; VARGHA, Marta; MIAGOSTOVICH, Marize Pereira. 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, Carmen Baur; CORRÊA, Adriana de Abreu; JESUS, Michele Silva; LUZ, Sérgio Luiz Bessa; WYN-JONES, Peter; KAY, David.; ROCHA, Mônica Simões; MIAGOSTOVICH, Marize Pereira. 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, Eduardo Antonio Rios; PIEDADE, Maria T. F.; JUNK, Wolfgang. J.; WAICHMAN Andréa Viviana. 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.