

Avaliação da qualidade ambiental dos recursos hídricos ao longo do rio Preto da Eva no Amazonas, Brasil

Assessment of the environmental quality of water resources along the Preto da Eva River in Amazonas, Brazil

Evaluación de la calidad ambiental de los recursos hídricos a lo largo del río Preto da Eva en Amazonas, Brasil

Recebido: 30/10/2021 | Revisado: 07/11/2021 | Aceito: 12/11/2021 | Publicado: 21/11/2021

Marileide Mota da Silva Falcão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0479-0463>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: marileide470@gmail.com

Adriano Nobre Arcos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9509-3283>
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil
E-mail: adriano.bionobre@gmail.com

Francimara Souza da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4352-0826>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: francimaracosta@yahoo.com.br

Resumo

Os impactos no ambiente aquático estão sendo observados constantemente no Brasil, e a avaliação e monitoramento dos recursos hídricos se torna necessário para um melhor direcionamento nas estratégias de planejamento e gestão ambiental. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi caracterizar a qualidade das águas do rio Preto da Eva em seus aspectos físicos, químicos e microbiológicos, e os impactos ambientais decorrente da presença antrópica às margens do rio. O estudo foi desenvolvido em três pontos ao longo do rio Preto da Eva no Estado do Amazonas, durante a enchente e vazante do rio em 2021. A área urbana apresentou maior impacto ambiental quando comparamos com a área rural e periurbana, com diferença significativa na quantidade de resíduos sólidos e poluição sonora ($p < 0,05$), além das variáveis limnológicas que apresentaram valores mais elevados na área urbana. Embora a área urbana apresente alterações nos parâmetros ambientais, o poder de autodepuração do rio auxilia na ciclagem desses nutrientes, mantendo o rio em condições naturais.

Palavras-chave: Balneabilidade; Qualidade da água; Antropização; Resíduos sólidos; Coliformes fecais.

Abstract

The impacts on the aquatic environment are constantly being observed in Brazil, and the assessment and monitoring of water resources becomes necessary for a better targeting of planning and environmental management strategies. In this context, the objective of the study is to characterize the quality of the waters of the Preto da Eva river in its physical, chemical and microbiological aspects, and the environmental impacts resulting from the human presence on the river banks. The study was carried out at three points along the Preto da Eva River in the State of Amazonas, during the flood and ebb of the river in 2021. The urban area had greater environmental impact when compared to the rural and peri-urban areas, with a significant difference in quantity of solid waste and noise pollution ($p < 0.05$), in addition to the limnological variables that presented higher values in the urban area. Although the urban area presents changes in environmental parameters, the self-cleaning power of the river helps in the cycling of these nutrients, keeping the river in natural conditions.

Keywords: Bathing; Water quality; Anthropization; Solid wastes; Fecal coliforms.

Resumen

Los impactos sobre el medio acuático se observan constantemente en Brasil, y la evaluación y seguimiento de los recursos hídricos se vuelve necesaria para una mejor focalización de las estrategias de planificación y gestión ambiental. En este contexto, el objetivo del estudio es caracterizar la calidad de las aguas del río Preto da Eva en sus aspectos físicos, químicos y microbiológicos, y los impactos ambientales derivados de la presencia humana en las riberas del río. El estudio se llevó a cabo en tres puntos a lo largo del río Preto da Eva en el estado de Amazonas, durante la crecida y reflujó del río en 2021. El área urbana tuvo un mayor impacto ambiental en comparación con las

áreas rurales y periurbanas, con diferencia significativa en cantidad de residuos sólidos y contaminación acústica ($p < 0.05$), además de las variables limnológicas que presentaron valores más altos en el área urbana. Si bien el área urbana presenta cambios en los parámetros ambientales, el poder autolimpiante del río ayuda en el ciclo de estos nutrientes, manteniendo el río en condiciones naturales.

Palabras clave: Baños; Calidad del agua; Antropización; Residuos sólidos; Coliformes fecales.

1. Introdução

Os recursos hídricos vêm sendo utilizados em todo o mundo, com finalidades distintas que englobam o abastecimento de água, irrigação, navegação, aquicultura, dentre outros (Sperling, 1993). Entretanto, as ameaças antropogênicas ao ambiente aquático são frequentemente associadas a doenças humanas, especialmente doenças causadas por organismos patogênicos de veiculação hídrica (Moraes & Jordão, 2002). Os problemas relacionados à qualidade e quantidade da água exercem influências na saúde ambiental e pública, diminuindo a qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social (Tundisi, 2008).

O monitoramento ambiental é uma ferramenta importante utilizada em diversos ambientes, e quando tratamos do meio aquático, toda e qualquer informação sobre as condições ecológicas e sanitárias são tratadas como essenciais para ações de gestão e planejamento, considerado um investimento vital para as futuras gerações (Marotta et al., 2008). Segundo Rodrigues et al. (2010), o uso indiscriminado dos recursos naturais pelo ser humano vem alterando significativamente a disponibilidade de habitat no ambiente aquático, e ações precoces possibilitam diminuir o avanço das perturbações antrópicas, contribuindo com a aplicação de medidas mitigadoras.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA estipula resoluções ambientais amparadas em padrões pré-estabelecidos a serem seguidos e confrontados. Dentre eles, as resoluções ambientais nº 274/2000, nº 357/2005 e nº 430/2011 enquadram os corpos de água em classes de acordo com seus usos preponderantes, condições de balneabilidade e padrões de lançamento de efluentes. Além disso, as variáveis utilizadas para mensurar os ambientes aquáticos são definidas em limites aceitáveis referentes ao uso da água no Brasil (Brasil, 2000, 2005, 2011).

Na região Amazônica, o fenômeno denominado “pulso de inundação” possui um papel importante no meio aquático, com alterações do meio físico e nos processos ecológicos (Junk et al., 1989; Ramalho et al., 2010), influenciando também na qualidade dos recursos hídricos em áreas naturais e urbanizadas (Arcos & Cunha, 2021). Outra característica importante da região é a peculiaridade dos rios, com extensões, cores e padrões únicos. Por isso, estas variáveis locais devem ser respeitadas e levadas em consideração quando for aplicado a resolução ambiental com valores padronizados e definidos em regiões com características distintas, sendo necessária a criação de legislação ambiental que enquadre a classificação dos rios da Amazônia (Silva et al., 2013; Arcos et al., 2020).

Segundo Arcos e Cunha (2021), o uso de variáveis ambientais para diagnóstico da balneabilidade e potabilidade são importantes para o entendimento da influência do meio urbano sobre os recursos hídricos. Portanto, o objetivo desse estudo foi caracterizar a qualidade das águas do rio Preto da Eva, localizado no município de mesmo nome, no Estado do Amazonas. A caracterização foi realizada a partir dos aspectos físicos, químicos e microbiológicos, e os impactos ambientais decorrentes da presença antrópica às margens do rio. Além disso, buscou-se comparar a situação atual dos recursos hídricos com a legislação ambiental brasileira vigente.

2. Metodologia

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa de campo de abordagem quantitativa, analisando fenômenos por meio de quantificações e uso de técnicas estatísticas (Moresi, 2003).

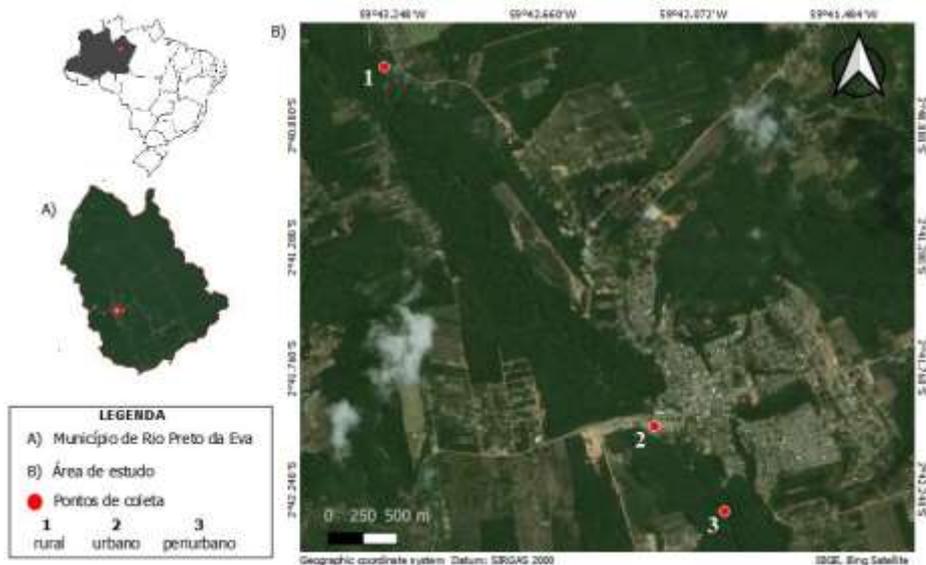
O estudo foi realizado no corpo de água que abrange o balneário municipal que fica às margens do Rio Preto da Eva (Figura 1). O município é vizinho a Manaus, capital do estado Amazonas, com sua região urbana localizando-se

aproximadamente a 80 km da área urbana da capital via estrada pavimentada (rodovia AM-010). Com área de 5.813,2 km² e com população estimada em 25.758 habitantes (Brasil, 2012), Rio Preto da Eva tem sua economia voltada para a agricultura, principalmente no cultivo e produção de cítricos (Oliveira et al., 2010).

Segundo dados da Secretaria Municipal de Turismo, Indústria, Comércio e Empreendedorismo do município, semanalmente cerca de quinze a vinte mil pessoas visitam o local devido aos balneários públicos e privados que se encontram na cidade e seus arredores. O balneário público municipal (ponto 2) é o mais procurado e gera emprego e renda para um significativo número de habitantes daquela região. Dentre aqueles que usufruem economicamente dos balneários, estão os permissionários, que possuem licença para o exercício de atividade econômica.

A região apresenta recursos naturais de elevado potencial de atratividade que necessitam de cuidados apropriados para não serem degradados, permitindo que os recursos hídricos sejam conservados para presentes e futuras gerações. Esses recursos se configuram como uma alternativa na geração de emprego e renda, assim como para a educação ambiental e conservação dos recursos naturais disponíveis (Oliveira et al., 2010).

Figura 1. Mapa do Município de Rio Preto da Eva com seus pontos de coleta ao longo do rio.



Fonte: Autores.

A coleta da água foi realizada em dois momentos, em julho e setembro de 2021, nos pontos 1, 2 e 3 (Figura 1). A primeira coleta foi realizada durante a enchente e a segunda, na vazante do rio.

A análise física, química e microbiológica da água foi realizada em laboratório de alto padrão na cidade de Manaus, com experiência nas análises de água dos rios (LUPA). Os parâmetros analisados são estabelecidos pela Resolução do n. 357/2005 do CONAMA, sendo eles: Oxigênio Dissolvido – OD (método eletrodo de membrana), Coliformes Fecais ou Termotolerantes – CF (método da membrana filtrante), Potencial Hidrogeniônico – pH (método eletrométrico), Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (método de diluição e incubação), Nitrogênio total – N total (método de nesslerização), Fosfato – PO₄³⁻ (método fotométrico), Turbidez (método nefelométrico) e Sólidos Totais em Suspensão – STS (método gravimétrico) (Apha, 1985; Arcos, Silva & Cunha, 2020).

Além dessas análises, foi elaborada uma planilha de observação com vistas a coletar dados relativos ao indicador ambiental de resíduos sólidos. Por meio desse indicador foi contabilizada a quantidade, pontos de erosão, esgoto e materiais despejados incorretamente (plástico, papel, metal, isopor, vidro, alumínio e madeira). A observação para cada ponto foi de

vinte minutos, com o mesmo observador em todos os períodos e pontos de coleta, seguindo a metodologia proposta por Arcos e Cunha (2021).

Outro indicador de qualidade ambiental observado foi o volume de ruídos do local. Para a medida do ruído foi utilizado o decibelímetro da marca Instrutherm DEC-460. O aparelho atende as normas estabelecidas na NBR 10151/2000, utilizado para medir o ruído e nível de som ou medição do nível de pressão sonora (SPL) de ponderação em decibéis dB(A), calibrado e ajustado conforme a sensibilidade do ouvido humano. A mensuração do ruído foi em três pontos em cada área estudada.

Em relação aos resíduos sólidos, foi feita uma comparação dos dados entre os três pontos de coletas realizados em período de enchente e vazante. Foi usado a análise Kruskal-Wallis e Mann-Whitney par a par. Para o indicador ambiental ruído (decibéis), utilizou-se a Análise de Variância – ANOVA – para comparar o nível de ruído (decibéis) entre os três pontos de coleta. Para a comparação das variáveis limnológicas entre os pontos de coleta foi utilizada a análise de componentes principais (PCA), por meio do software estatístico PAST versão 4.0.

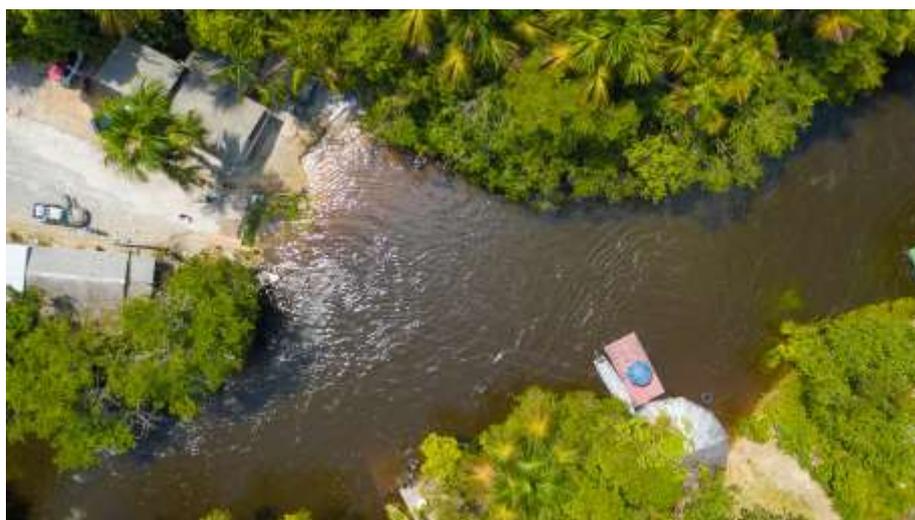
3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização ambiental da área de estudo

Durante a pesquisa foram identificados três pontos importantes situados no Rio Preto da Eva, utilizados comumente por turistas e moradores para a prática de esporte, lazer e atividades comerciais. As áreas foram divididas em rural (P1), urbana (P2) e periurbana (P3), apresentando características distintas.

A área rural é mais distante do centro urbano, com presença de mata ciliar e apresentando água corrente de tonalidade escura (cor de chá), mais transparente em relação aos demais pontos, favorecendo assim a penetração da luz solar. A região possui poucas casas e algumas estruturas flutuantes (decks) utilizadas para o lazer das famílias locais e de turistas, com a circulação de lanchas no trecho de rio comumente utilizados pelos ribeirinhos locais. Nessa área foram observados 2 pontos de esgoto de águas residuais, oriundas de duas casas na beira do rio, sem a presença de coletores de resíduos sólidos (Figura 2).

Figura 2. Área rural localizada no ponto 1 do Rio Preto da Eva, Amazonas.



Fonte: Autores.

O ponto 2 fica na região urbana, com a presença da maior extensão do rio utilizado pela população. Apresenta água corrente, com tonalidade escura e turva, devido à movimentação do leito do rio pelos banhistas. Em seu entorno, a mata ciliar é

reduzida, com a presença de áreas destinadas para os turistas, como barracas, anfiteatro, banheiros e estacionamento. Nesse ponto, o rio é cortado por uma ponte com grande circulação de carros e pedestres, e toda a água superficial oriunda da chuva do entorno desagua nessa área do rio. Apresenta uma quantidade expressiva de pessoas utilizando este ponto como recreação, comércio, contemplação, e conseqüentemente, apresenta problemas relacionados com o descarte de resíduos sólidos e esgotamento sanitário (Figura 3).

Figura 3. Área urbana localizada no ponto 2 do Rio Preto da Eva, Amazonas.



Fonte: Autores.

A área periurbana fica após o balneário municipal e sofre influência direta dele, apresentando área com mata ciliar e pouca circulação de pessoas. O rio nesse ponto possui água corrente, com coloração escura e turva, sem presença de casas e estruturas físicas próximas. Além disso, por apresentar pouca circulação de pessoas, não foi observada grande quantidade de resíduos sólidos quando comparamos com os pontos 1 e 2 (Figura 4).

Figura 4. Área periurbana localizado no ponto 3 do Rio Preto da Eva, Amazonas.



Fonte: Autores.

A caracterização ambiental em estudos de campo se torna imprescindível para dimensionar a estrutura do local de

estudo, auxiliando na descrição de suas principais características e a forma como a área pode estar sendo impactada ou afetada. Além disso, é usada constantemente em estudos de levantamento de fauna e flora, estudos de impacto ambiental, levantamentos e para fins de licenciamento ambiental (Machado et al., 2008). Portanto, é uma etapa importante para estudos que utilizam variáveis ambientais para verificar a qualidade ambiental de um determinado lugar.

3.1.2 Análise da qualidade da água

Para assegurar a qualidade dos recursos hídricos em condições de balneabilidade, de modo a garantir os níveis necessários à recreação de contato primário no balneário municipal do Rio Preto da Eva, foi utilizado as oito variáveis (Tabela 1) comumente usadas em avaliações de qualidade de água: coliformes fecais ou termotolerantes, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. E, para constatação de sua qualidade foram adotados os parâmetros determinados na Resolução 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis limnológicas estudadas nos três pontos durante o período de enchente e vazante ao longo do Rio Preto da Eva, Amazonas.

Período	Variáveis	CONAMA	Rural	Urbana	Periurbana
		357/2005	P1	P2	P3
Enchente	Coliformes fecais UFC/100 mL	até 1000	<10	<10	<10
Vazante	Coliformes fecais UFC/100 mL		<10	7,2 x 10	<10
Enchente	pH	6 a 9	5,1	4,8	4,6
Vazante	pH		4,8	4,8	4,6
Enchente	Oxigênio Dissolvido mg/L	> 5,0	5,3	5,2	5,4
Vazante	Oxigênio Dissolvido mg/L		4,2	4,1	3,9
Enchente	Turbidez UNT	até 100	1,7	1,5	1,7
Vazante	Turbidez UNT		1,0	16,1	2,2
Enchente	Sólidos Totais em Suspensão mg/L	até 400	125	160	131
Vazante	Sólidos Totais em Suspensão mg/L		200	260	240
Enchente	Fosfato PO ₄ ³⁻ mg/L	-	0,17	0,17	0,22
Vazante	Fosfato PO ₄ ³⁻ mg/L		0,2	0,25	0,33
Enchente	Nitrogênio total mg/L	-	0,91	0,93	13,85
Vazante	Nitrogênio total mg/L		5,22	5,86	5,29
Enchente	Demanda Bioquímica de Oxigênio mg/L	até 5,0	4,7	6,7	5,0
Vazante	Demanda Bioquímica de Oxigênio mg/L		4,7	8,4	9,3

Fonte: Autores.

Durante o período de coleta, os coliformes fecais estiveram presentes em maior densidade na área urbana (P2) no período de vazante do rio (Tabela 1). Entretanto, os demais pontos apresentaram valores abaixo de 10 UFC/100 ml, onde todas as áreas estudadas estavam dentro dos padrões estipulados pela resolução ambiental vigente (Brasil, 2005). Esta variável é amplamente utilizada em estudos de impactos no ambiente aquático, em especial, trabalhos que abordam a balneabilidade e contato primário, e a potabilidade e consumo humano (Barros et al., 2015; Queiroz & Rubim, 2016; Arcos et al., 2018).

Na região Norte, os recursos hídricos são foco de estudos em diversas vertentes que envolvem o indicador microbiológico como principal ferramenta de avaliação (Santos et al., 2016; Arcos et., 2016; Arcos & Cunha, 2021). Por exemplo, no rio Negro, a densidade de coliformes fecais é controlada pelo nível do rio, onde é observado uma densidade maior de coliformes no período seco e a diluição no período chuvoso (Arcos et al., 2020).

Esse padrão também foi observado no presente estudo no rio Preto da Eva, onde a densidade de coliformes fecais aumentou no período de vazante do rio. Além da contribuição das chuvas e do nível do rio para a alteração dos valores de coliformes, a pressão urbana e a falta de saneamento básico contribuem para o aumento de coliformes na água (Nogueira et al., 2000; Silva et al., 2009). Esses apontamentos foram observados na área urbana (P2) durante o estudo, indicando um dos possíveis responsáveis pela alteração da qualidade microbiológica neste ponto. O desequilíbrio ambiental no meio aquático pode ocasionar problemas relacionados a saúde humana e ambiental. Dentre eles, a contaminação por coliformes são responsáveis pela maioria dos casos de doenças de veiculação hídrica, impactando diretamente na saúde pública local (Garcia et al., 2011; Barros et al., 2015). Portanto, medidas mitigatórias e de monitoramento ambiental são essenciais para o controle e bem-estar da população que faz uso do balneário municipal da cidade de Rio Preto da Eva.

O pH da água durante as coletas permaneceu em condições naturais (pH ácido), variando de 4,6 a 5,1 na enchente, e 4,5 a 4,8 na vazante, não diferindo entre os dois períodos de coleta (Tabela 1). Ao comparar com a resolução ambiental vigente, o pH não se enquadra nos valores estipulados pelo CONAMA, estando fora da faixa de 6 a 9 (BRASIL, 2005). Ressalta-se que as características da região Amazônica são únicas, e que o pH das águas pretas são naturalmente ácidas, variando entre 3,8 a 5,5 em rios, lagos e igarapés (Leenheer & Santos, 1980; Darwich et al., 2005; Pinto et al., 2009; Oliveira et al., 2011).

As variáveis locais devem ser respeitadas e levadas em consideração quando for aplicado resolução ambiental com valores padronizados e definidos em regiões com características diferentes da região (Arcos et al., 2020), enfatizando a criação de legislação ambiental que enquadre a classificação dos rios da Amazônia, respeitando sua regionalidade (Silva et al., 2013). Quando o pH da água começa a sofrer alterações das suas características naturais, os ciclos biogeoquímicos são afetados e a comunidade aquática também (Botelho, 2013). Segundo Tucci (2002), o crescimento urbano aliado ao lançamento de esgoto não tratado são os principais responsáveis pela contaminação dos recursos hídricos no Brasil. Esta realidade tende a gerar impactos nas condições sanitárias e conseqüentemente no surgimento de endemias.

A concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) variou de 5,2 a 5,4 mg/L na enchente, e durante a vazante, teve uma variação entre 3,9 e 4,2 mg/L, apresentando maiores valores durante a enchente do rio nos três pontos de coleta (Tabela 1). Esta variável é considerada uma das mais importantes para o monitoramento ambiental dos recursos hídricos, sendo essencial para o metabolismo de todos os organismos aquáticos (Darwich et al., 2005).

Naturalmente, na região Amazônica os teores de Oxigênio Dissolvido (OD) na água acompanham o nível do rio e os períodos sazonais locais. Nesse sentido, durante a cheia dos rios e períodos de forte precipitação, a quantidade de oxigênio na água aumenta quando comparado ao período de estiagem (Almeida & Melo, 2009; Alencar et al., 2019; Arcos et al., 2021). Foi identificado padrão semelhante no rio Preto da Eva, onde valores altos de oxigênio estavam presentes na primeira coleta, correspondendo ao período de enchente do rio. Com a vazante e diminuição do volume da água e das chuvas na região, a concentração de oxigênio dissolvido decaiu, ficando abaixo do estipulado pela resolução ambiental n. 357/2005 do CONAMA.

Valores de oxigênio abaixo de 5 mg/L na região amazônica são naturalmente encontrados em diversos ambientes aquáticos naturais, dentre eles, rios, lagos e igarapés (Melo et al., 2005; Casagrande et al., 2006; Almeida & Melo, 2009; Arcos et al., 2021). Considerando que as características locais devem ser observadas para fins de comparação com a legislação ambiental, a caracterização propicia o levantamento dos principais pontos de origens dos impactos. Segundo Melo et al. (2005) valores reduzidos de Oxigênio Dissolvido no ambiente urbano estão relacionados à decomposição da matéria orgânica

proveniente de despejo industrial e esgotos domésticos. Esta realidade pode ser atribuída também à área urbana e periurbana de Rio Preto da Eva (P2 e P3), onde foi mensurado os valores mais baixos de Oxigênio Dissolvido presentes na água.

Os valores de Turbidez foram baixos no período de enchente, variando entre 1,50 e 1,75 UNT. Porém, na vazante, a turbidez foi alta na área urbana (P2) apresentando 16,1 UNT. Os resultados demonstram que os ambientes P1, P2 e P3 não sofreram influência direta e significativa do excesso de sedimentos e nutrientes na água, estando abaixo de 100 UNT estipulado pelo CONAMA. A variação da turbidez de um rio pode sofrer influência da precipitação local e do uso da terra, como por exemplo: agricultura, erosão, pastagens, altitudes da bacia e área urbana (Luíz et al., 2012), estando associado aos sólidos totais em suspensão na água. Essas características dão suporte aos dados da pesquisa, onde foram identificados maiores valores de turbidez na área urbana.

Os Sólidos Totais em Suspensão (STS) apresentaram valores elevados principalmente no período da vazante do rio, com variação entre 200 e 260 mg/L. Durante a enchente, os valores foram entre 125 e 160 mg/L, onde ambos os períodos e pontos de coleta permaneceram abaixo de 400 mg/L estipulado pela resolução ambiental (Brasil, 2005). A quantidade e a qualidade dos sólidos totais no ambiente aquático são determinadas por ações naturais do meio, dentre elas os processos erosivos de formação de rios de água branca (Ex: Solimões, Madeira) (Souto et al., 2015), e por ações antrópicas que acabam incorporando no ambiente aquático níveis elevados de matéria orgânica, nutrientes e sedimentos por meio de esgoto não tratado (Arcos & Cunha, 2021).

Em rios de água preta como o rio Negro e o próprio rio Preto da Eva, os sólidos totais em suspensão sofrem variação principalmente nos períodos sazonais locais. Durante a cheia, o material em suspensão fica diluído e os valores de STS diminuem. Esta característica é inversamente observada durante a seca. Devido ao baixo volume da água e altas quantidades de sedimentos, o STS aumenta significativamente nesse período (Pinheiro & Borges, 2013; Freitas et al., 2014; Marinho et al., 2020). Este perfil sazonal foi evidenciado também no presente estudo, onde valores elevados de STS foram identificados durante a vazante do rio.

Os nutrientes fosfato e nitrogênio total tiveram como valores médios 0,22 e 5,34 mg/L respectivamente, apresentando valores elevados durante a vazante do rio na área urbana (P2) e periurbana (P3) da cidade de Rio Preto da Eva. A urbanização atua fortemente no processo de eutrofização de ambientes aquáticos urbanos, especialmente pelo despejo de efluentes não tratados no corpo d'água diariamente. Essas atividades acabam transformando as características de um rio e ocasionando um desequilíbrio ambiental, fazendo com que ele seja impróprio para diversos fins, dentre eles: balneabilidade, irrigação e consumo humano (Barreto et al., 2013).

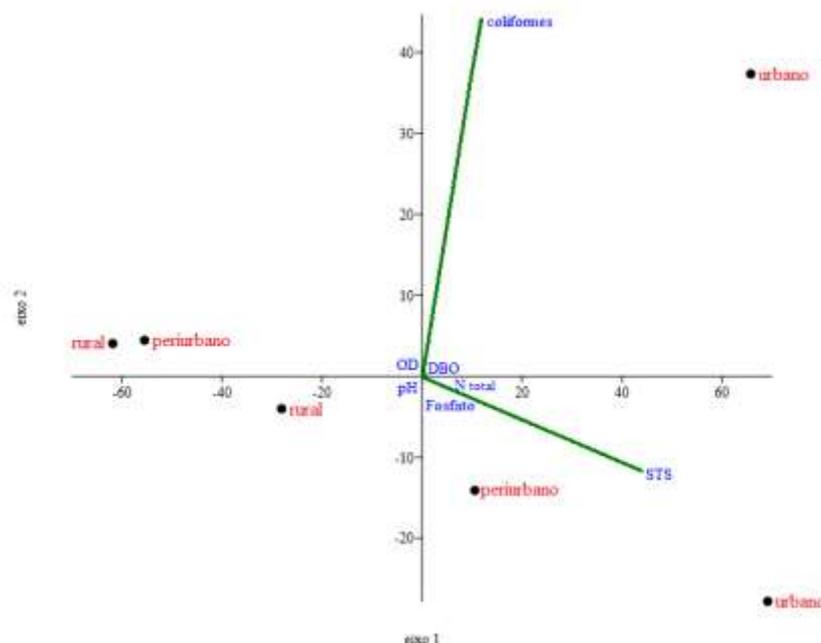
Neste contexto, é observado um aumento dessas concentrações de nutrientes, principalmente na área urbana e periurbana de Rio Preto da Eva. Entretanto, os valores não indicam eutrofização local e estão relacionados diretamente com a vazante do rio. Os resultados da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) demonstraram valores mais elevados na área urbana e periurbana no período de vazante, variando entre 4,7 a 9,3 mg/L. Durante a enchente, o DBO variou entre 4,7 a 6,7 mg/L. A quantificação do DBO sofre efeito direto da quantidade de matéria orgânica e microrganismos presentes nos recursos hídricos, em áreas mais naturais, os valores serão menores em relação a áreas urbanas e impactadas (Lopes et al., 2008; Pinto et al., 2009).

Destaca-se que os valores altos de DBO que ultrapassaram o estipulado pelo CONAMA (Brasil, 2005), foram identificados nas áreas urbanas e periurbanas ao longo do rio Preto da Eva, confirmando a importância do impacto da urbanização na qualidade ambiental local. Portanto, os resultados da qualidade da água (limnológicos) indicam uma forte relação entre o período sazonal e a qualidade dos recursos hídricos de rio Preto da Eva. Além disso, a pressão urbana exerce papel importante na qualidade das variáveis ambientais, impactando de forma significativa no ambiente natural. Segundo Palma-Silva et al., (2007), de modo geral, o fenômeno de autodepuração do rio auxilia na ciclagem e diluição dos nutrientes,

restabelecendo o equilíbrio do ambiente aquático após perturbações antrópicas, contribuindo para a balneabilidade da região.

A análise de componentes principais (PCA) mostrou que o eixo 1 explicou 86,9% da variância total e o eixo 2 explicou 12,4%, onde juntos explicaram 99,3% da variação total, indicando uma análise altamente representativa das variáveis utilizadas para avaliar a qualidade da água com os ambientes estudados (Figura 5).

Figura 5. Diagrama de ordenação da análise de componentes principais (PCA) entre as variáveis da qualidade da água e os pontos de coleta.



Fonte: Autores.

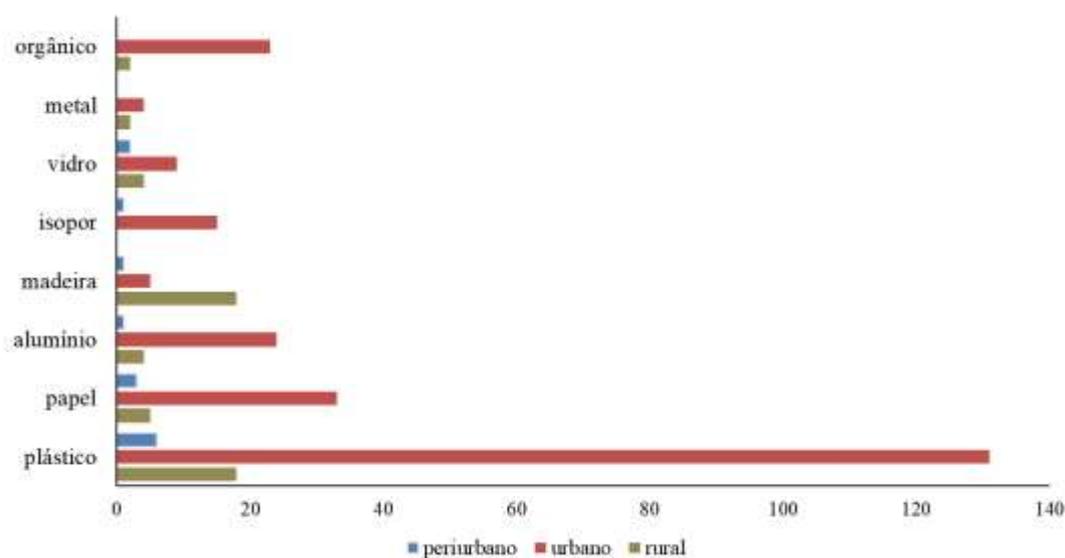
O sólido total em suspensão (STS) foi associado ao eixo 1 em áreas urbanas e periurbanas ($r=0,965$). Este resultado está associado com alguns fatores que afetam diretamente na quantidade de sedimentos na água, como por exemplo: a) a movimentação da água pelos banhistas acaba levantando os sedimentos do leito e suspendendo novamente na coluna de água; b) a entrada de efluentes não tratados no rio favorece o aumento dos nutrientes na água; c) a percolação da água da chuva da região do entorno é um forte incremento na quantidade de sedimentos do rio; d) a erosão do solo devido a retirada de mata ciliar. Segundo Toledo e Nicolella (2002), os diferentes usos da terra provocam alterações significativas nos sólidos totais em suspensão e na turbidez da água, principalmente em áreas agrícolas e urbanas, indicando processos erosivos como o principal responsável pelo aumento do STS.

No eixo 2, a variável mais significativa foi o coliforme fecal na área urbana ($r=0,965$). Neste sentido, o estudo da balneabilidade vem sendo aplicado em ambientes marinhos e dulcícolas em todo o território brasileiro, pois a contaminação por coliformes fecais impede o uso das praias e balneários pelos banhistas (Ferreira et al., 2013; Queiroz & Rubim, 2016). Além disso, a relação da presença de grandes densidades de coliformes em ambientes urbanos é clara, principalmente pela disposição final do esgoto nos grandes rios das capitais amazônicas (Campos & Cunha, 2015; Santos et al., 2016; Arcos et al., 2016). Entretanto, as variáveis OD (oxigênio dissolvido), pH (potencial hidrogênico), DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e N total (nitrogênio total) não foram associados significativamente com nenhuma área estudada.

3.1.3 Análise dos resíduos sólidos

Ao longo do trecho do rio foi identificada maior concentração de resíduos sólidos no ponto 2 (urbano) com 244 unidades, seguido do ponto 1 (rural) com 53 unidades e por último o ponto 3 (periurbano) com 14 unidades de resíduos sólidos “lixo”. Dentre os tipos de resíduos mais encontrados, o plástico foi considerado o primeiro no ranking em todos os pontos de coleta, seguido do papel, alumínio e orgânico. Além disso, a maior concentração desses resíduos foi observada no ambiente urbano, apontando uma preocupação quanto à preservação dos recursos hídricos na cidade (Figura 6). A área urbana apresentou diferença significativa entre a área rural e periurbana ($p= 0,026$ e $0,001$), indicando maior grau de poluição por esses resíduos.

Figura 6. Distribuição (unidades) dos resíduos sólidos encontrados ao longo do Rio Preto da Eva, Amazonas.



Fonte: Autores.

A problemática dos resíduos sólidos está presente em todo o globo, em especial nas grandes cidades. Além de poluir o ambiente terrestre, o lixo afeta diretamente os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, interferindo na qualidade da água (Gouveia, 2012). Um estudo realizado no balneário Cantagalo, em Parintins, no estado do Amazonas, evidenciou que este balneário, destinado ao lazer e recreação não atende aos princípios ambientais. Devido a forma como os resíduos sólidos eram descartados na água e à margem do lago; devido à falta de placas e cartazes de sensibilização ambiental. As poucas lixeiras eram improvisadas e estavam em lugares inadequados (Garcia, 2019). Os problemas relacionados aos resíduos sólidos afetam diretamente a água, os alimentos, contamina o solo, favorece a proliferação e o aparecimento de pragas, afeta a saúde dos animais, dos seres humanos e representa um risco à saúde pública e por isso precisa ser tratado (Moura, 2011).

A presença de resíduos sólidos na área urbana do interior do Amazonas vem sendo evidenciada (Silva & Pinheiro, 2010; Castro et al., 2015; Oliveira et al., 2016), indicando a presença do plástico como o principal causador da poluição na orla da cidade (Arcos & Cunha, 2021). No presente estudo, foi identificado o mesmo padrão de poluentes com a presença em maior quantidade de resíduos na área urbana. Este resultado é esperado pelo grande fluxo de banhistas e turistas que frequentam esta localidade. Além disso, quando se compara as três áreas de estudo, a região urbana apresenta maior impacto ambiental, com base nos indicadores ambientais aplicados.

Ações de coleta seletiva, com a implantação de coletores específicos para cada categoria de resíduo e a aplicação de ações que envolvam a educação e a sensibilização ambiental, são ferramentas importantes, utilizadas para mudar determinadas

situações de degradação e impacto ambiental em uma determinada área (Prochnow & Rossetti, 2010). A colaboração da comunidade é fundamental para que as políticas ambientais locais atinjam seus objetivos com êxito. Além do mais, as campanhas educativas são eficazes no processo de mobilização da comunidade na implantação das coletas seletivas de resíduos sólidos (Santiago et al., 2018).

Dessa forma, se faz necessário ter um programa de educação ambiental constante para que os permissionários e os usuários (turistas) possam fazer o descarte correto do lixo. Por sua vez, as lixeiras precisam estar em pontos estratégicos, indicando a cor e o nome do material que deve ser colocado em cada uma delas. Durante a pesquisa de campo, foi encontrado apenas uma lixeira na região urbana (Figura 7), mas sem as devidas e corretas especificações. Um programa de educação ambiental ajudaria a fortalecer a permanência e o funcionamento do local, contribuindo para melhorar e manter a qualidade dos recursos hídricos na região.

Figura 7. Impactos dos resíduos sólidos na área urbana, periurbana e rural.



Fonte: Autores.

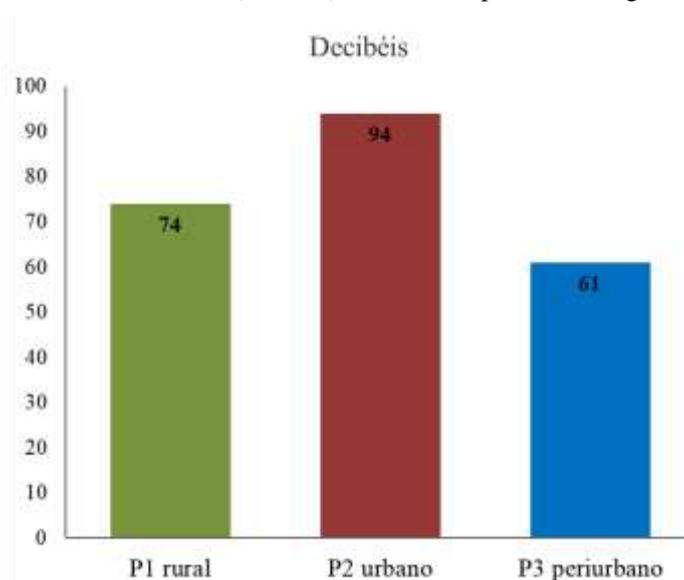
Por se tratar de uma área de visitação e turismo, o balneário Municipal de Rio Preto da Eva oferta emprego e renda no local. As atividades econômicas desenvolvidas às margens do rio (balneário) são consideradas impactos ambientais positivos reconhecidos pela comunidade local, pois estas atividades favorecem a melhoria nos serviços públicos de infraestrutura da região, com ruas asfaltadas e serviços de coleta lixo, conforme estudo realizado por Silva Alencar (2020). Entretanto, há necessidade de programas governamentais que equilibrem as dimensões social e ambiental, para que se alcance os princípios da sustentabilidade.

Com base nos estudos realizados por Brandão et al. (2013), é possível verificar os impactos positivos advindos dos princípios da sustentabilidade em comunidades que tem o turismo como principal fonte de emprego e renda, quando há monitoramento dos recursos naturais, participação da comunidade na conservação desses recursos e quando o turista recolhe e leva consigo os resíduos sólidos produzidos por ele mesmo. De fato, conforme a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010, em seu artigo 3º, inciso XVII, a gestão destes resíduos precisa ser ambientalmente compartilhada para minimizar o volume de resíduos sólidos gerados, reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. Trata-se da responsabilidade compartilhada entre poder público e a comunidade.

3.1.4 Análise dos ruídos

Na área rural (P1), foi registrado nível de ruído variando entre 66 e 81 dB(A), com média de 74 dB(A). No ambiente urbano (P2) que fica localizado o balneário Municipal, foi registrado altos níveis de ruído, em média 94 dB(A), variando entre 90 e 98 dB(A). No ponto localizado na área periurbana (P3), o ruído variou entre 60 e 62 dB(A), com média de 61 dB(A) e apresentando diferença estatística significativa entre os pontos amostrados ($p < 0.000$) (Figura 8).

Figura 8. Comparação média do nível de ruído (decibéis) entre os três pontos ao longo do Rio Preto da Eva, Amazonas.



Fonte: Autores.

No Brasil existem normas que regulamentam os níveis e o tempo de exposição aos ruídos nas regiões habitadas por pessoas. Trata-se da Resolução Conama nº 1 de 08 de março de 1990, que dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas. Quando se trata da avaliação do ruído em áreas habitadas, esta resolução remete para a NBR 10151 e para fixar os níveis desse ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos, a resolução indica a NBR 10152 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (Brasil, 1990).

A Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) estabelece que os níveis de ruído devem ser medidos em decibéis dB(A) e a NBR 10151 atualizada, indica que o equipamento possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (LAeq), conforme a IEC 60804. A medição pode envolver uma única amostra ou uma sequência delas. Em ambientes externos, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados, aproximadamente 1,2 metros do solo e pelo menos 2 metros de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros e paredes (Abnt, 2019).

A poluição sonora em grandes centros urbanos se tornou um dos principais problemas quando falamos em qualidade de vida (Denardi et al., 2011; Panosso & Paua, 2016). Os níveis aceitáveis variam de 45 a 55 dB(A) (Who, 1999), entretanto, estudos apontam que a maioria das cidades estão sob altas variações de ruídos, ultrapassando assim o limite adequado (Suriano et al., 2015).

Não importa a fonte, os ruídos são significativamente agressivos para a audição humana e têm sido uma das principais causas na baixa qualidade de vida nas comunidades. Mesmo em níveis considerados baixos, a partir de 55 dB(A), a poluição sonora pode incomodar se uma pessoa permanecer exposta ao ruído por um longo período de tempo. Na verdade, emissões sonoras entre 60 e 75 dB(A) já são suficientes para provocar um alto grau de estresse físico e refletir na saúde humana,

provocando doenças circulatórias, como o enfarto do miocárdio e possíveis causas de úlceras estomacais (Pinheiro et al., 2014).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (1999), níveis de exposição sonora acima de 65 dB(A) podem gerar efeitos negativos na população, como por exemplo: dificuldades de dormir, interferência na compreensão da fala, incômodo e queda na qualidade de realização de atividades de trabalho e lazer. Um quadro mais alarmante, em níveis de pressão sonora acima de 85 dB(A), podem acarretar perdas de audição.

Segundo Segura-Rodríguez et al. (2021), a poluição sonora de balneários está associada com o abuso dos frequentadores, em especial as barracas que contêm caixas amplificadoras de som. Os resultados encontrados no balneário Municipal de Rio Preto da Eva (P2) demonstram que os níveis de ruído podem estar prejudicando a saúde dos permissionários, que trabalham no local e passam cerca de 6h a 8h diárias expostos. Além das caixas de som espalhadas ao longo da orla, outra fonte de poluição sonora significativa foi do anfiteatro a céu aberto que existe no local.

O tempo de exposição humana a determinado som ou ruído tem seu limite máximo de tolerância fixados pela NBR 10151 de 2000 (Tabela 2), para ambientes externos. Para a área de lazer ou recreação os limites máximos durante o dia é de 65 dB(A) e durante a noite 55 dB(A). Os valores encontrados nesse estudo no balneário municipal de Rio Preto da Eva foram em média de 94 dB(A). Valor muito superior ao permitido pela legislação atual para essa área de recreação. Quanto maior o tempo de exposição, maior o grau de comprometimento auditivo. De acordo com o Anexo I da NR 15, 8h por dia é o limite máximo para uma exposição a 85 dB(A).

Tabela 2. Níveis de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151 de 2000.

De acordo com Mangarefe e Pereira (2018), a poluição sonora é uma poluição “invisível” pois se dá de forma silenciosa e gradativa, sendo os jovens que frequentam os bares, danceterias e casas de shows os mais propensos a esse tipo de poluição, pois passam em torno de 2h em um ambiente sonoro que chegam a mais de 100 dB(A). Outro grupo são aqueles que usam fone de ouvido em excesso, chegando a 95 dB(A), quando a partir de 50 dB(A) o organismo já começa a sofrer os impactos da poluição sonora. Pimentel-Souza (1992) aponta que independente da hora, o ruído muito alto é perturbador. Embora os estudos realizados em Rio Preto da Eva não sejam no contexto dos estudos citados acima, a área urbana é um espaço aberto e os valores encontrados nesta área foram semelhantes. Portanto, é possível que os permissionários que passam períodos superiores a 6h e os usuários que passam períodos superiores a 4h num ambiente sonoro com média de 94 dB(A), possam estar gradativamente perdendo a audição.

4. Considerações Finais

A qualidade dos recursos hídricos em Rio Preto da Eva é moldada principalmente pelos períodos sazonais e pela urbanização local, onde foi identificada deterioração da qualidade da água nas áreas urbanas, principalmente no período de

vazante do rio. Entretanto, o poder de autodepuração do rio vem auxiliando na ciclagem e diluição desses nutrientes que influenciam diretamente em sua balneabilidade e potabilidade, influenciando positivamente na qualidade da água local. Além disso, os valores das variáveis ambientais locais devem ser considerados quando comparadas com a resolução do Conama, e suas características regionais levadas em consideração na avaliação ambiental.

O monitoramento dos recursos hídricos locais é necessário para um melhor direcionamento nas estratégias de gestão ambiental, cuja qualidade do ambiente aquático reflete diretamente na saúde ambiental e pública. Além disso, a implantação de ações que envolvam a conscientização ambiental é extremamente válida e precisa, visto que muito dos problemas relacionados com a poluição do meio estão associados ao dia a dia do ser humano. Ressaltamos também que trabalhos futuros abordem principalmente o papel da urbanização na qualidade do ambiente, com medidas direcionadas para a gestão dos recursos hídricos locais e suas aplicações no Rio Preto da Eva.

Referências

- Alencar, V. E. S. A., Rocha, E. J. P., Souza Júnior, J. A. & Carneiro, B. S. (2019). Análise de Parâmetros de Qualidade da Água em Decorência de Efeitos da Precipitação na Baía de Guajará-Belém-PA (Analysis of water quality parameters as a result of the effects of the rainfall on the Guajará bay-Belém-PA). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2, 661-680.
- Almeida, F. F. & Melo, S. (2009). Considerações limnológicas sobre um lago da planície de inundação amazônica (lago Catalão-Estado do Amazonas, Brasil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31 (4),387-395.
- Apha. American Public Health Association. *Standart Methods of the Experimination of Water and Wasterwater*. 14 ed. New York, 1985.
- Arcos, N. A., Cunha, H. B. & Silva, M. S. R. (2016). Avaliação do grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade de três praias do rio Negro, Manaus – AM. In: Ferreira, S. J. F., Silva, M. L., Pascoaloto, D. (Org.). *Amazônia das águas: Qualidade, Ecologia e Educação Ambiental*. Manaus: Editora Valer, p. 69-89.
- Arcos, A. N., Amaral, A. C. L., Santos, M. A., Silva, C. M. A., Kochhann, D. & Tadei, W. P. (2018). Water Quality of Urban Lakes in the Central-Southern Region of Manaus, Amazon. *Scientia Amazonia*, 7 (2), CAm1-CAm11.
- Arcos, A. N., Silva, J. S. & Cunha, H. B. (2020). Grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade em praia de água doce no rio Negro, Amazonas. *Research, Society and Development*, 9 (7), 1-17, e238974015.
- Arcos, A. N. & Cunha, H. B. (2021). Avaliação dos impactos da poluição nas águas superficiais de um afluente do rio Solimões na Amazônia Central Brasileira. *Caminhos da Geografia*, 22 (80), 01-14.
- Arcos, A. N., Valente-Neto, F., Ferreira, F. A. S., Bolzan, F. P., Cunha, H. B., Tadei, W. P., Hughes, R. M. & Roque, F. O. (2021). Seasonality modulates the direct and indirect influences of forest cover on larval anopheline assemblages in western Amazônia. *Scientific Reports*, 11, 12721. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92217-9>
- Barreto, L., Barros, F., Bonomo, P., Rocha, F. & Amorim, J. (2013). Eutrofização em rios brasileiros. *Enciclopédia biosfera*, 9 (16), 2165-2179.
- Barros, I. P., Lucas, A. A. T. & Silva, M. S. F. (2015). Potabilidade da água na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Ganhamoroba, Maruim – Sergipe. *Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar*, 4 (2), 49–60. <https://doi.org/10.24302/sma.v4i2.878>
- Botelho, R. F. (2013). *Avaliação da qualidade da água do rio Piracicaba (SP) e efeito da vinhaça para os organismos aquáticos antes e após a correção do pH*. (Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.) 107 pp.
- Brandão, C. N., Barbieri, J. C. & Reyes Junior, E. (2013). Análise dos impactos sociais, culturais, econômicos e ambientais do turismo indígena: estudo multicaseos em comunidades indígenas de Roraima. In: *XXXII encontro da ANPAD - 7 a 11 de setembro*. Rio de Janeiro – RJ.
- Brasil. (1990). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1 de 08 de março de 1990. *Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes e quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política*. https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/RESOLUCOES_CONAMA.pdf
- Brasil. (2000). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 274 de 29 de novembro de 2000. *Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras*. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>
- Brasil. (2005). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005. *Estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes*: CONAMA, 2005. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial.
- Brasil. (2011). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 430 de 13 de maio de 2011. *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005*. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>
- Brasil. (2012). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico*. Rio Preto da Eva. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/rio-preto-da-eva/panorama>

- Campos, J. S. & Cunha, H. F. A. (2015). Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. *Biota Amazônia*, 5 (4),110-118.
- Casagrande, C. A., Moura, J. M. S., Toledo, A. M. A., Antunes, P. M., Lucas, A. A. T., Pinazza, É., Cogo, M. & Martinelli, L. A. (2006). Efeitos Naturais e Antrópicos nas Alterações dos Teores de Oxigênio Dissolvido: Uma Comparação Entre as Bacias do Rio Amazonas e Piracicaba. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos-RBRH*, 11 (4), 221-231.
- Castro, M. A. D. O., Silva, N. M. D. & Marchand, G. A. E. L. (2015). Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 20, 415-426.
- Darwich, A. J., Aprile, F. M., Robertson, B. A. & Alves, L. F. (2005). Limnologia do Lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido. In Santos-Silva, E. N., Aprile, F. M., Scudeller, W. V. & Melo, S. (Ed.), *BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. Manaus: Editora INPA, pp. 35-67.
- Denardi, A., Peruchi, D.F., Araldi, E. & Petzhold, G.S. (2011). Desenvolvimento dos sistemas de mobilidade urbana em grandes centros populacionais. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/8/sextoestec/art1693.pdf>
- Ferreira, K. C. D., Andrade, M. V. & Costa, A. G. (2013). A influência do lançamento de efluentes de galerias pluvias na balneabilidade da praia do futuro em Fortaleza-Ce. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, 7 (3), 9 – 17.
- Freitas, F. W. S., Silva, M. R. F. & Guedes, J. A. (2017). *Percepção e gestão ambiental dos recursos hídricos: diálogos no estudo de reservatório superficiais*. Campinas, SP: Instituto de Geociências – Unicamp.
- Freitas, R. S., Bojink, C. D. L., Muniz, A. W., Dairiki, J. & Inoue, L. A. K. A. (2014). Qualidade da água e perspectivas para gerenciamento ambiental dos cultivos de tambaqui no município de Rio Preto da Eva, AM. *Scientia Amazonia*, 3 (1), 116-126.
- Garcia, G. O., Souza, G. B., Portella, M. B. S., Rigo, M. M., Paula, H. & Cardoso, M. S. N. (2011). Caracterização do processo de contaminação das águas do Rio Cristal no município de Jerônimo Monteiro. *Engenharia Ambiental – Espirito Santo do Pinhal*, 8 (2), 243-251.
- Garcia, M. M. (2019). *Balneário Cantagalo: entre o lazer e o impacto ambiental*. (Monografia – Graduação em Ciências Biológicas). Universidade do Estado do Amazonas, Parintins – AM.
- Gouveia, N. (2012). Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & saúde coletiva*, 17, 1503-1510.
- Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E. (1989). The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: Dodge, D.P. (Org.). *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Public. Fish. Aquat. Sci.*, volume 106, 110-127 pp.
- Leenher, J. A. & Santos, U. M. (1980). Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central). *Acta Amazônica*, 10 (2), 343-355.
- Lopes, M. J. N., Silva, M. D. S. R., Moreira Sampaio, R. T., Belmont, E. L. L. & Santos-Neto, C. R. (2008). Avaliação preliminar da qualidade da água de bacias hidrográficas de Manaus utilizando macroinvertebrados como bioindicadores. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, 3 (2), 1-9.
- Luiz, Â. M. E., Pinto, M. L. C. & Scheffer, E. W. O. (2012). Parâmetros de cor e turbidez como indicadores de impactos resultantes do uso do solo, na bacia hidrográfica do rio Taquaral, São Mateus do Sul-PR. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 24, 290-310.
- Machado, R. B., Aguiar, L. M. S., Castro, A. A. J. F., Nogueira, C. & Ramos Neto, M. B. (2008). Caracterização da Fauna e Flora do Cerrado. In: Faleiro, F. & Farias Neto, A.L. (Org.). *Savanas - desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, pp. 285-300.
- Mangarefe, A. R. & Pereira, I.F. (2018). *Poluição sonora: impacto no mercado imobiliário do município de Matinhos-PR*, (TCC – Tecnólogo em Gestão Imobiliária). Universidade Federal do Paraná, Matinhos – PR.
- Marinho, R. R., Filizola Junior, N. P. & Cremon, E. H. (2020). Analysis of suspended sediment in the Anavilhanas archipelago, Rio Negro, Amazon Basin. *Water*, 12 (4), 1073.
- Marotta, H., Santos, R. O. D., & Enrich-Prast, A. (2008). Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. *Ambiente & sociedade*, 11, 67-79.
- Melo, E. G. F., Silva, M. D. S. R. & Miranda, S. (2005). Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus-Amazonas. *Caminhos de geografia*, 5 (16), 40 – 47.
- Moraes, D. S. D. L., & Jordão, B. Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista de saúde pública*, 36, 370-374.
- Moresi, E. (2003). *Metodologia da Pesquisa*. Universidade Católica de Brasília. Brasília – DF. <http://www.inf.ufes.br/~pdcosta/ensino/2010-2-metodologia-de-pesquisa/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>
- Moura, D. V. (2011). *Resíduos sólidos domésticos-representações sociais de moradores e administradores do balneário Cassino. Um estudo de caso na Educação Ambiental*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande – RS.
- Nogueira, G., Santana, R. G., Nakamura, C. V., Tognim, M. C. B., Abreu Filho, B. A. & Dias Filho, B. P. (2000). Análise bacteriológica da água de Maringá e região entre 1996 e 1999. *Acta Scientiarum, Technology*, 22, 1207-1211.
- Oliveira, F. T., Silva, I.C., Tello, J.C.R. & Souza, R.P. (2010). O turismo rural no município de Rio Preto da Eva (AM). *Caderno Virtual de Turismo*, v.10, n. 2, 14-21.

- Oliveira, L. C.D., Botero, W. G., Santos, A. D., Cordovil, M. C. D. O., Rocha, J. C. & Silva, H. C. D. (2011). Influência das características físico-químicas dos solos no ciclo hidrobiogeoquímico do mercúrio na região do Rio Aracá-AM. *Química Nova*, 34 (8), 1303-1308. <http://doi:10.1590/S0100-40422011000800002>
- Oliveira, B. O. S. D., Tucci, C. A. F., Neves, A. F. & Santos, A. D. A. (2016). Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21, 593-601.
- Palma Silva, G. M., Tauk-Tornisielo, S. M. & Pião, A. C. S. (2007). Capacidade de autodepuração de um trecho do rio Corumbataí, SP, Brasil. *Holos Environment*, 7 (2), 139-153.
- Panosso, A. S. & Paula, R. A. (2016). Poluição sonora e a qualidade de vida nas cidades. *Anais de Arquitetura e Urbanismo*, 1 (1), 22 – 30.
- Pimentel-Souza, F. (1992). Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral-ênfase urbana. *Revista Brasileira de Acústica e Vibrações*, 10,12-22.
- Pinheiro, A. L. F. B., Pinheiro, A. C. F. B. & Crivelaro, C. (2014). *Tecnologias Sustentáveis: Impactos Ambientais Urbanos, Medidas de Prevenção e Controle*. 1ª ed., São Paulo: Érica.
- Pinheiro, L. A. & Borges, J. T. (2013). Avaliação hidroquímica qualitativa das águas do baixo rio Negro. *RUnPetro*, 1 (2), 23-32.
- Pinto, A. G. N., Horbe, A. M. C., Silva, M. D. S. R., Miranda, S. A. F., Pascoaloto, D. & Santos, H. M. D. C. (2009). Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeológica do rio Negro na orla de Manaus/AM. *Acta Amazônica*, 39 (3), 627-638.
- Prochnow, T.R. & Rossetti, J. (2010). Resíduos sólidos: coleta seletiva e Educação Ambiental na cidade de Esteio-RS, Brasil. *Ambiente & Educação*, 15 (2), 197 – 208.
- Queiroz, C.P.S. & Rubim, M.A.L. (2016). Avaliação da condição de balneabilidade na orla urbana de Manaus/AM/Brasil. *Scientia Amazonia*, 5 (2), 24-33.
- Ramalho, E. E., Macedo, J., Vieira, T. M., Valsecchi, J., Marmontel, M. & Queiroz, H. L. (2010). Ciclo hidrológico nos ambientes de várzea da reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá-Médio rio Solimões, período de 1990 a 2008. *Scientific Magazine UAKARI*, 5 (1), 61-87.
- Rodrigues, A. S. L., Malafaia, G., & Castro, P. D. T. A. (2010). A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, 5 (1), 26-42.
- Segura-Rodríguez, A. C., Sánchez-Segura, G. A. & Sánchez-Segura, A. A. (2021). *Polo del Conocimiento*, 6 (8), 609-629.
- Santiago, J. L., Oliveira, F. A., Silva, S. C. P. & Fraxe, T. J. P. (2018). Levantamento dos aspectos ambientais no campus universitário da universidade federal do Amazonas (UFAM): um enfoque sobre o uso e ocupação do solo com vistas à gestão ambiental. *Terceira Margem Amazônia*, 3 (10), 100-120.
- Santos, B. B., Cunha, H. B. & Silva, M. S. R. (2016). Avaliação dos coliformes nas águas do rio Negro, balneários ao longo da orla de Manaus/AM. *V Congresso de Iniciação Científica do INPA*. <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/37265/1/SANTOS%20Bianca%20Brito%20dos.pdf>
- Silva, A. C., Pinheiro, L. S., Maia, L. P., Morais, J. O. & Pinheiro, L. (2009). Estudo hidrodinâmico, climático e bacteriológico associado às fontes pontuais de poluição ao longo do litoral de Fortaleza. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 14 (2), 83-90. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v14n2.p83-90>
- Silva, A.D. & Pinheiro, E.S. (2010). A problemática dos resíduos sólidos urbanos em Tefé, Amazonas. *Sociedade & Natureza*, 22 (2), 297-312.
- Silva, M. S. R., Miranda, S. A. F., Domingo, R. N., Silva, S. L. R. & Santana, G. P. (2013). Classificação dos Rios da Amazônia: Uma Estratégica para Preservação desses Recursos. *HOLOS Environment*, 13 (2), 163-174. <http://doi:10.14295/holos.v13i2.7344>
- Silva Alencar, G. S. (2020). Balneário de Caldas: um olhar da comunidade local. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, 14 (1), 72-77.
- Souto, L. F. L., Oliveira, T. C. D. S. & Silva, M. D. S. R. D. (2015). Variação espacial de cátions, ânions e variáveis físico-químicas no rio Solimões-Amazonas entre Manaus e Jutáí, bacia amazônica. *Acta Amazonica*, 45 (4), 415-424.
- Sperling, E. V. (1993). Considerações sobre a saúde de ambientes aquáticos. *Bio*, 2 (3), 53-6.
- Suriano, M. T., Souza, L.C.L. & Silva, A.N.R. (2015). Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. *Ciência & Saúde Coletiva*, 20, 2201-2210.
- Toledo, L. G. D. & Nicoletta, G. (2002). Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agrícola*, 59,181-186.
- Tucci, C. E. M. (2002). Gerenciamento da Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 7 (1), 5 – 27.
- Tundisi, J. G. (2008). Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, 22, 7-16.
- Who. (1999). World Health Organization. *Guidelines for community noise*. Edited by Birgitta Berghund, Thomas Lindvall, Dietrich H. Schela. <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>