

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO
PARAUAPEBAS, PARÁ, BRASIL

Luana Freire da Silva¹

Leonardo Santos Andrade²

Resumo: O rio Parauapebas, localizado no centro-sul do estado do Pará, é importante para diversos serviços ecossistêmicos, tendo grande relevância para a região de Carajás. Entretanto, nos últimos anos, as atividades humanas (mineração e indústria) podem ter afetado a qualidade de água. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação da qualidade de água do Rio Parauapebas a partir de um levantamento bibliográfico de artigos desenvolvidos durante o período de 2010 a 2025. Foram selecionadas palavras-chave para pesquisar artigos disponíveis em bancos de dados conhecidos pelo setor acadêmico (*Google Scholar*, *Scielo* e Periódicos CAPES). Por se tratar de um tema mais restrito e específico, foram encontrados apenas três artigos que investigaram parâmetros físico-químicos e concentração de metais pesados em amostras de água, devido às atividades de mineração nas proximidades. Apesar da escassez de estudos, os trabalhos selecionados revelaram que a qualidade da água do rio está sendo afetada e que há urgência em desenvolver medidas de recuperação e de educação ambientais.

Palavras-chave: Rio Parauapebas; qualidade de água; parâmetros; metais pesados; mineração.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento indispensável para a sobrevivência dos seres vivos e manutenção do clima da Terra. A depender da origem e das condições locais, a qualidade desse recurso pode variar consideravelmente. O suprimento de água doce é essencial para o desenvolvimento econômico, qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade do ciclo dos nutrientes no planeta (TUNDISI, 2003). No Brasil, a água é considerada um recurso econômico e, para melhorar a gestão dos recursos hídricos, foi criada em 8 de janeiro de 1997 a Política Nacional de Recursos Hídricos (ANA, 2025). Porém, mesmo com essa iniciativa, os recursos hídricos são negligenciados, sendo isso influenciado pelas mudanças no uso e na cobertura do solo e aumento das taxas de mortalidade de espécies de fauna e flora, além da destruição de recursos ecológicos (CUMPLIDO, 2023).

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará- Campus Parauapebas:

luana.freire@ifpa.edu.br

²Instituto de Química- Universidade Federal de Catalão: ls_andrade@ufcat.edu.br

Mais de 60% da água superficial total do país está acessível na região norte do Brasil, incluindo a região da Bacia Amazônica (JESUS; RIBEIRO, 2024). A região amazônica apresenta uma alta disponibilidade hídrica, que varia entre 100000 m³/hab/ano e 1000000 m³/hab/ano, a depender da unidade de federação, sendo a média brasileira de 50000 m³/hab/ano (GOULDING; BARTHEM; FERREIRA, 2003). Além disso, ela possui qualidades naturais e humanas que a caracterizam como patrimônio da sociobiodiversidade. A exuberante biodiversidade, associada às culturas e tradições das comunidades que vivem na região a tornam uma das áreas mais ricas e importantes do mundo, em termos de recursos naturais e diversidade cultural (ABREU, 2022).

Além dos recursos hídricos, a região possui uma das maiores reservas minerais mundiais, o que, conseqüentemente, atraiu diversas atividades exploratórias que causaram alterações em pequenas cidades, devido à presença de grandes empreendimentos (ROCHA; PINHEIRO; COSTA, 2020). Isso causou modificações no meio natural, pois a população aumentou exponencialmente, tendo de ampliar a área das cidades, mudando abruptamente a infraestrutura urbana e impactando os recursos disponíveis.

Os impactos aos recursos naturais são, principalmente, nos recursos hídricos, pois a industrialização e urbanização geraram ocupação desordenada nas margens dos corpos aquáticos (SARDINHA & GODOY, 2016). Isso gera mudanças, por exemplo, nas características das bacias hidrográficas, alteração da qualidade das águas, redução da mata ciliar, assoreamento dos corpos hídricos e implicações na vazão dos rios (ROCHA; PINHEIRO; COSTA, 2020). De acordo com Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), a diversificação do uso de água na região amazônica agravou o despejo de efluentes e resíduos sólidos e a destruição das matas ciliares. Conseqüentemente, isso gera condições ambientais propícias para um surto de doenças de veiculação hídrica e degradação de mananciais.

Um exemplo de caso de recurso hídrico impactado com as mudanças antrópicas é o Rio Parauapebas, localizado no centro-sul do estado do Pará, e que corta o município de mesmo nome. Esse corpo aquático é essencial para o abastecimento público da cidade quase em sua totalidade, além de servir de suporte para ecossistemas locais, para navegação para pequenas embarcações e como fonte de recreação e de pesca (SOARES & SILVA, 2022). Entretanto, mesmo com essas

utilidades, não há preocupação local em preservá-lo, visto que ocorre ocupação nas margens, causando impactos socioambientais, como lançamento irregular de resíduos sólidos e efluentes, suscetibilidade a enchentes e doenças, modificação da mata ciliar, extração irregular de pedra e areia para construção civil e entre outros (SIQUEIRA; APRILE; MIGUÉIS, 2012).

Com relação ao município de Parauapebas-PA, grandes transformações causadas pelos investimentos aplicados à mineração foram vivenciadas por ele, obtendo um crescimento acelerado em relação a outros municípios, com participação mais antiga no cenário da exploração mineral na região amazônica. Também, se destaca muito em atividades como agropecuária e metalurgia (ROCHA; PINHEIRO; COSTA, 2020). Por causa dessas atividades, seus corpos hídricos, incluindo o rio com o seu próprio nome, sofreram com impactos negativos, provavelmente relacionados às atividades mineradoras, que com o descarte inadequado dos seus resíduos, pode contaminar o solo, lençóis freáticos e águas superficiais, representando risco significativo à saúde humana e aos ecossistemas (ABESSA, 2012). Havendo a percepção dessa problemática, este trabalho objetiva realizar um levantamento bibliográfico a respeito dos parâmetros de qualidade de água do Rio Parauapebas.

MATERIAIS E MÉTODOS

- ÁREA DE ESTUDO

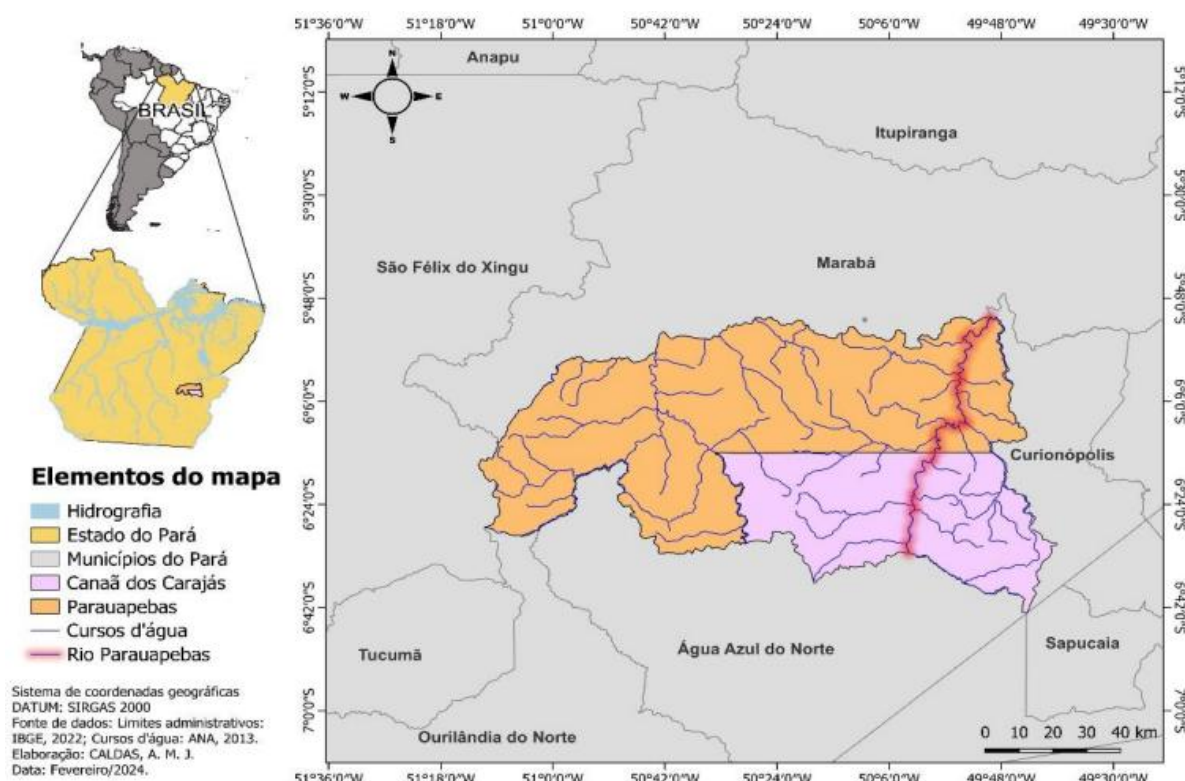
O município de Parauapebas foi criado em 1988, e possui uma área de aproximadamente 6885 km², com uma população estimada de aproximadamente 267.836 pessoas (IBGE, 2025). Ele está situado na mesorregião de Carajás, localizado no sudeste do estado do Pará. Seus limites são: ao norte o município de Marabá, a Leste os municípios de Curionópolis, Sapucaia e Xinguara, ao Sul os municípios de Água Azul do Norte, Canaã dos Carajás e Ourilândia do Norte, a Oeste os municípios de Tucumã e São Félix do Xingu. O município engloba as principais elevações que compõem a Serra dos Carajás, um complexo montanhoso que possui grandes ocorrências minerais (SIQUEIRA; APRILE; MIGUÉIS, 2012).

De acordo com Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), o município é localizado na chamada “Zona Tropical”, apresentando dois subtipos de clima: o de planícies e o de

montanhas, ambos de acordo com a classificação do Köppen. A estação seca ocorre entre maio e novembro. No período de chuvas, regionalmente conhecido como “inverno”, a precipitação pode alcançar 2800 mm e a umidade relativa do ar chega a ultrapassar 90%. A temperatura média ao longo do ano é de 29 °C (IBGE, 2025).

O município de Parauapebas é banhado pelos rios Parauapebas e Itacaiúnas, ambos com nascentes na Serra do Arqueado e correndo na direção S-N. O Rio Parauapebas (Figura 1) tem em torno de 286 km de extensão, cortando vários municípios e banhando muitos bairros do município (JESUS & RIBEIRO, 2024). Ele é navegável por pequenas embarcações em trechos freqüentemente interrompidos por corredeiras e pequenas cachoeiras (SIQUEIRA; APRILE; MIGUÉIS, 2012).

Figura 1. Mapa com a localização do Rio Parauapebas.



Fonte: JESUS & RIBEIRO (2024).

● METODOLOGIA

Esse trabalho foi elaborado a partir da revisão de literatura nas bases de dados *Google Scholar*, *Scielo* e Periódicos CAPES no período de 2010 a 2025. As palavras-chave utilizadas foram “Rio Parauapebas”, “Pará”, “qualidade de água”, “qualidade da água”, “análise de água” e “monitoramento”, havendo inserção dos conectivos AND, para haver união dos resultados, e OR, para haver intersecção de dados obtidos. Após a obtenção dos dados, aplicou-se a filtração dos artigos com base no país de origem, ano de publicação, assunto, tipo de pesquisa (experimental ou revisão bibliográfica) e tipo de publicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio, no *Google Scholar*, foram obtidos 88 resultados utilizando as palavras-chave “qualidade de água” e “rio parauapebas” e 34 para “análise de água” e “Rio Parauapebas”. Entretanto, mais uma filtragem teve de ocorrer devido aos resultados englobarem, por exemplo, localidades diferentes, estudos referentes às águas subterrâneas ou nascentes e artigos com acesso restrito. Após essa etapa, restou somente um artigo para cada tentativa de pesquisa, resultando em dois artigos.

Para a base de dados do periódico CAPES, foram detectados poucos resultados em ambas as plataformas de pesquisa. No Periódico CAPES, foram obtidos três resultados utilizando as mesmas palavras-chave empregadas no *Google Scholar*. Na base de dados *Scielo*, somente um resultado foi obtido, sendo igual ao das outras bases de dados.

No total, somente três artigos se enquadram nos parâmetros de pesquisa adotados nesta pesquisa. Todos foram desenvolvidos por pesquisadores brasileiros, originalmente em língua portuguesa, com variação de ano de publicação de 2012 a 2024. É importante enfatizar que os três trabalhos foram desenvolvidos somente por pesquisadores do estado do Pará, o que revela um interesse e relevância local da importância da preservação desse corpo aquático.

Na Tabela 1 encontra-se sumarizada a metodologia adotada por cada artigo, descrevendo o período de análise, a quantidade de pontos de coleta e os parâmetros analisados. As palavras em **negrito** correspondem à intersecção dos parâmetros que foram analisados por todos os trabalhos.

Tabela 1. Metodologia desenvolvida pelos artigos.

Ordem do artigo	1	2	3
Autores	Siqueira; Aprile; Miguéis, 2012	Soares et al., 2022	Jesus; Ribeiro, 2024
Período de coleta	Set/2004; Set/2007; Set/2009.	Jan/2021- Jul/2021 (frequência trimestral)	Maio/2024
Quantidade de pontos	20	2	4
Profundidade (m)	0,10	Não informado	0,3
Parâmetros analisados	Transparência da água, temperatura , pH , oxigênio dissolvido , saturação de oxigênio, turbidez , alcalinidade, dureza total, acidez total, cloreto, demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), resíduo total, fósforo total, nitrogênio total, ferro total, coliformes totais.	pH , oxigênio dissolvido , turbidez , cor verdadeira.	Temperatura , pH , oxigênio dissolvido , turbidez , condutividade elétrica, ferro, cobre, níquel, alumínio, cromo e zinco.
Protocolo utilizado	Normalização Técnica da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – Cetesb (1988)	Não informado	Standard methods for the examination of water and wastewater (Apha, 2017)

Fonte: Da autora (2025).

De acordo com Jesus & Ribeiro (2024) e Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), o Rio Parauapebas pode ser enquadrado na classe II das águas doces estabelecida pela resolução CONAMA nº 357/2005, por serem preponderantemente realizadas atividades de recreação de contato primário. Isso é importante, pois a depender da classificação do corpo aquático, há uma variação nos limites ambientais permitidos. Os mesmos autores detectaram um comprometimento pontual da qualidade da água devido ao lançamento de efluentes domésticos e resíduos sólidos. Jesus & Ribeiro (2024) focaram em não somente analisar os parâmetros da qualidade de água, mas

também de investigar a toxicidade das amostras, focando na presença de metais, totalmente relacionados às atividades de mineração.

Com relação aos resultados obtidos, Siqueira, Aprile e Miguéis (2012) detectaram um aumento da transparência, porém, pode ser devido às datas de coleta adotadas na pesquisa. Elas correspondem a um período mais seco, ao qual há menos precipitação, consequentemente tendo menos contribuição fluvial, pequena lixiviação nas áreas adjacentes e baixa taxa de material em suspensão.

Jesus & Ribeiro (2024) foram os únicos que analisaram a condutividade elétrica do Rio Parauapebas. Eles perceberam um gradativo aumento dos valores desse parâmetro quanto mais se aproximavam da área urbana, indicando um aumento dos íons dissolvidos na água. De acordo com Esteves (2011), os rios que possuem influências antrópicas, como atividades de mineração, de agricultura e de despejo de esgoto, tendem a ter maiores valores de condutividade elétrica devido ao aumento de sais e metais dissolvidos na água. Isso corresponde com a realidade das atividades econômicas do Rio Parauapebas.

Um parâmetro que obteve valores baixos no trabalho de Siqueira, Aprile e Miguéis (2012) foi o de oxigênio dissolvido (OD), com valores entre 2,6 mg/L e 4,4 mg/L, estando abaixo do limite estabelecido que é de 5,0 mg/L. Eles consideram a coincidência entre os valores baixos de OD com os altos níveis de turbidez e baixa transparência. Isso pode ser decorrente dos lançamentos de efluentes que contém elevada carga de material em suspensão e matéria orgânica. Além disso, pode ter relação com as bactérias decompositoras que utilizam OD para a sua respiração, resultando na redução dos níveis do parâmetro e no aumento da concentração de nutrientes (LOPES, 2009). Porém, Jesus & Ribeiro (2024) obtiveram dados acima de 5,0 mg/L, com exceção de um ponto. Já Soares et al. (2022) detectaram valores dentro do limite da resolução. Isso pode indicar que o corpo aquático pode ter sofrido um processo de autodepuração, devido ao intervalo de tempo entre os dois trabalhos.

A turbidez é a medida da quantidade de partículas sólidas em suspensão na água, que podem incluir sedimentos, argila, matéria orgânica e microorganismos (JESUS & RIBEIRO, 2024). Os níveis encontrados por Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), Soares et al. (2022) e Jesus & Ribeiro (2024) se enquadram nos padrões estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005 (que é de no máximo 100 unidades nefelométricas de turbidez). Esses resultados revelam algo positivo, pois quando a

água é destinada para o abastecimento humano (como é o caso do Rio Parauapebas) ou para atividades industriais, ela deve estar isenta ou com baixa turbidez, pois além de ser agradável ao consumidor, facilita o processo de desinfecção/esterilização por tratamento com radiação UV (APRILE & SIQUEIRA, 2011).

No trabalho de Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), os valores de pH oscilaram entre 6,93 a 7,60, o que não supera os limites estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005, da mesma forma como observado por Soares et al. (2022), que alternam entre valores neutros e ácidos. Os mais baixos correspondem ao comportamento normal das águas amazônicas de apresentarem um pH mais baixo, especialmente para as águas claras, como é o caso do Rio Parauapebas. É importante ressaltar que os valores mais baixos podem indicar a influência das precipitações pluviométricas da região. Além disso, as medidas revelaram uma ótima capacidade de tamponamento pelo ecossistema, sendo as medidas ácidas ($< 7,0$) devido à contribuição da bacia hidrográfica e decomposição da matéria orgânica, e os alcalinos em função da contribuição geológica da região.

Por outro lado, Jesus & Ribeiro (2024) obtiveram valores dentro da normalidade, com exceção de um ponto que foi ultrapassando o limite (8,46 a 9,48). O pH influencia diretamente a vida aquática pois um valor alto pode prejudicar os processos respiratórios e reprodutivos dos organismos aquáticos, além de aumentar a solubilidade de alguns metais tóxicos, aumentando o risco de contaminação (TUNDISI & TUNDISI, 2012; DAVIS & KOOP, 2006). Rodrigues & Rezende (2009) comprovaram que rios em regiões mineradoras frequentemente apresentam alterações no pH, devido ao despejo de efluentes industriais e esgoto, que podem conter substâncias alcalinas ou ácidas. Isso estaria de acordo com a intensa influência da atividade de mineração que o corpo aquático em questão sofre.

No trabalho de Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), os valores de alcalinidade total foram baixos e os de dureza estiveram dentro da média, mesmo com o despejo de esgoto doméstico. Os autores classificaram o corpo aquático como água moderadamente mole, considerando a classificação abordada por Rocha, Rosa e Cardoso (2004). Os valores de acidez total mostraram um padrão conservativo para o sistema, exceto em um ponto de coleta, que teve um aumento na medição e coincidiu com o ponto onde ocorreu o menor valor de OD. Isso provavelmente ocorre devido ao alto aporte de matéria orgânica e sedimentos, que também podem resultar

na decomposição dos compostos orgânicos por bactérias aeróbias, reduzindo o OD e degradando a qualidade de água.

Os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e de Demanda Química de Oxigênio (DQO) encontrados por Siqueira, Aprile e Miguéis (2012) foram acima do permitido pela resolução, assim como os de fósforo total. Outro parâmetro que apresentou valores altos foi o nitrogênio total. Apesar do parâmetro nitrogênio total não ter um limite definido pela resolução, se for um fator limite para eutrofização, ele não deve ultrapassar de 2,18 mg/L para ambientes lóticos (como é o caso do corpo aquático analisado). O nitrogênio depende de vários fatores como formas nitrogenadas, estratificação térmica e/ou química, densidade de organismos fotossintetizantes, em especial os fitoplanctônicos, volume de chuvas e naturalmente volume de material de origem alóctone, especialmente de origem antrópica.

Soares et al. (2022) mediu a cor verdadeira das amostras e detectou variação de dados, pois alguns se mantiveram no limite e outros não. Os valores de acordo foram obtidos no período seco. Isso pode ser devido pela menor influência da precipitação pluviométrica. Esse parâmetro pode ser alterado pela presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão (RICHTER & AZEVEDO NETTO, 2002). As águas superficiais apresentam coloração, por isso é necessário o tratamento antes de servir para o abastecimento público.

Os coliformes termotolerantes são bactérias gram-negativas e em forma de bacilos, presentes principalmente em fezes humanas e de outros animais homeotérmicos (CONAMA, 2005). No trabalho de Siqueira, Aprile e Miguéis (2012), 80% das amostras do Rio Parauapebas apresentaram valores acima dos 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL, o que revela comprometimento da qualidade da água. Isso alerta a questão do saneamento básico do município, algo negligenciado por muitos administradores municipais.

Jesus & Ribeiro (2024) investigaram não somente os parâmetros físico-químicos, como também os níveis de metais pesados nas amostras coletadas. Por exemplo, eles encontraram níveis de chumbo dentro do limite máximo permitido pela resolução CONAMA nº 357/2005 para a Classe 2, que é de 0,01 mg/L, assim como os de zinco, que estavam dentro da concentração máxima, que é de 0,18 mg/L. Entretanto, o cobre foi outro metal analisado pelos autores e os resultados são alarmantes. A resolução estabelece que os níveis devam ser de 0,009 mg/L mas as

amostras coletadas variaram entre 34 mg/L a 53 mg/L, sendo 4000 superior ao limite estabelecido. Isso significa que a mineração e outras atividades industriais desenvolvidas na área podem estar servindo de fonte de contaminação, pois esse metal é frequentemente utilizado nesses processos, sendo liberado pelos efluentes industriais não tratados. Outro componente que apresentou níveis acima do limite foi o cromo, tendo valores sete vezes superior ao limite legal estabelecido pela resolução, que é de 0,05 mg/L. O cromo, quando está em altas concentrações, pode resultar na mortalidade de organismos e alterações no equilíbrio ecológico (JESUS & RIBEIRO, 2024). O ferro também apresentou valores acima do limite, que é de 0,3 mg/L.

O trabalho de Siqueira, Apriles e Miguéis (2012) também detectou valores acima dos limites de concentração para o ferro. Entretanto, este caso pode ter ocorrido devido a fontes naturais como erosão de solos ferruginosos, ou antrópicas, como a mineração e descarga de efluentes industriais. Além disso, alguns valores de manganês obtidos pelos autores excederam os limites recomendados pelo documento oficial, indicando uma possível contaminação pontual ou variação sazonal. Por fim, o níquel foi também calculado e apresentou o mesmo comportamento dos outros metais, excedendo os limites sendo, entre eles, um dos mais frequentes no processo de bioacumulação.

Siqueira, Aprile e Miguéis (2012) utilizaram os resultados para poder calcular o Índice de Qualidade da Água (IQA), desenvolvido inicialmente pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos em 1970 e adaptado para a realidade brasileira pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a qual aplicou esse método para o monitoramento das bacias hidrográficas, especialmente de águas interiores (CETESB, 2022).

O IQA é, a princípio, um instrumento matemático usado para transformar dados limnológicos em uma representação numérica do nível de qualidade de água em um determinado trecho de rio. Os autores determinaram o IQA do Rio Parauapebas com valor de 40,01, classificando-o como “Regular”. Esse resultado pode ser um forte indicativo dos sinais da poluição antrópica e degradação ambiental, resultantes da pressão urbana do entorno. Isso torna necessário um programa de recuperação para as áreas degradadas, especialmente as matas ciliares que são as mais retiradas dos seus locais de origem e os igarapés urbanos do município.

O trabalho de Siqueira, Apriles e Miguéis (2012) concluiu que a carga orgânica

aportada para o Rio Parauapebas causa redução dos níveis de OD. Além disso, o Rio Parauapebas sofre influência do Igarapé Rio do Coco, presente em grande parte da cidade e que, infelizmente, sofre descarte de efluentes domésticos sem tratamento e resíduos sólidos. Nos pontos de coleta desta pesquisa que tem essa contribuição do igarapé, os valores de matéria orgânica biodegradável são maiores. Além disso, foi identificado que os parâmetros de DBO, coliformes termotolerantes, fósforo total e a própria concentração de oxigênio molecular dissolvido na água são os fatores determinantes na identificação de focos de contaminação e poluição, especialmente por esgotamento sanitário. De acordo com os autores, o desmatamento das matas ciliares, atividades mineradoras, retirada de sedimento (seixo) para construção civil e a expansão urbana não planejada têm causado impactos pontuais no Rio Parauapebas. Os igarapés da região, como o Rio do Coco, apresentam sinais de degradação e poluição e impactam o rio, pois desaguam nele. Mesmo com essas implicações, o rio apresenta condições hidrodinâmicas, como a velocidade do fluxo e corrente de maré, que são cruciais para a autodepuração, desde que o processo degradativo seja controlado.

CONCLUSÃO

O levantamento bibliográfico a respeito da análise de parâmetros físico-químicos do Rio Parauapebas foi crucial para detectar a escassez de estudos realizados nesse local. Mesmo que esse corpo aquático apresente grande relevância local, por ter funções ecossistêmicas e, também, servir para atividades humanas do setor de mineração, abastecimento público e indústrias, não há muito estudos que explorem o monitoramento da qualidade ambiental desse rio.

Foi perceptível a presença de níveis altos de metais pesados como ferro e cobre, que podem se bioacumular nas teias alimentares e afetar a saúde humana. Isso pode ter uma relação direta às atividades de mineração que ocorrem na área, que podem resultar em um problema de saúde pública, além da geologia local, descargas industriais e escoamento superficial favorecerem os altos valores. Além disso, as variações nos valores de oxigênio dissolvido e pH são preocupantes, pois estão diretamente relacionados às trocas gasosas dentro e fora do ambiente aquático, aumentando a mortalidade dos seres vivos.

Há a necessidade de serem desenvolvidos mais estudos a respeito do Rio Parauapebas, pois mesmo que ele ainda esteja sendo considerado de boa qualidade pelos resultados desenvolvidos dos três artigos analisados neste levantamento, há uma diferença temporal grande entre eles, o que pode ter afetado as análises. Ademais, é necessário que os administradores públicos se atentem com relação à preservação do rio e também, que proponham mais ações de educação ambiental que propiciem a restauração da mata ciliar do Rio Parauapebas.

REFERÊNCIAS

- ABESSA et al. Toxicidade de águas e sedimentos em um rio afetado por atividades mineradoras pretéritas. **O mundo da saúde**, v. 36, n.4, p. 610-618, 2012.
- ABREU, W.L.; BASSO, L.A.; COSTA, D.C.L. Ambientalização dos recursos hídricos na Amazônia brasileira orientada pela inteligência artificial. **Research, Society and Development**, v.11, n.8, p.e34311830707-e34311830707, 2022.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Política Nacional de Recursos Hídricos**, 2025. Disponível em:
<<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-de-recursos-hidricos/plano-nacional-de-recursos-hidricos-pnrh>>. Acesso em: 31 dez. 2025.
- APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 2017. Washington DC, 2017.
- APRILE, F.M.; SIQUEIRA, G.W. Alternative treatment methods of drinking- water for river communities in Central Amazoniam. In: BILIBIO, C.; HENSEL, O.; SELBACH, J. (Eds.) **Sustainable Water Management in the Tropics and Subtropics- and Case Studies in Brazil**. Rio Grande do Sul: Fundação Universidade Federal do Pampa, Unikassel, PGCult/UFMA, 2011. p. 1143-1166.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de Qualidade de Águas**, 2022. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em 29 dez. 2025.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1988.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**, 2005. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf. Acesso em 28 dez. 2025.

CUMPLIDO, M.A. et al. **Secas e crises hídricas no Sudeste do Brasil: um histórico comparativo entre os eventos de 2001, 2014 e 2021 com enfoque na bacia do rio Paraná**. Revista Brasileira de Climatologia, v.32, p. 129-153, 2023.

DAVIS, J.A.; KOOP, K. **Eutrophication in Australian rivers, reservoirs and estuaries- a southern hemisphere perspective on the science and its implications**. Hydrobiologia, v. 559, n.1, p.23-76, 2006.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. **The Smithsonian atlas of the Amazon**. Hong Kong: Princeton Editorial Associate, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama das cidades**, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/parauapebas/panorama>. Acesso em 28 dez. 2025.

JESUS, R.S.D.E.; RIBEIRO, H.M.C. **Análise da toxicidade de água superficial do rio Parauapebas, em Parauapebas, Pará, Amazônia**. Revista de Gestão Social e Ambiental, v.18., n.10, p. 1-16, 2024.

LOPES, A.A.S. **Desenvolvimento de uma metodologia, com base na teoria de fuzzy, aplicada a modelos de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD), para calcular o risco de degradação ambiental em rios naturais**. 2009. 140 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Fortaleza, 2009.

- RICHTER, C.A.; NETTO, J.M.A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.
- ROCHA, G.S.; PINHEIRO, A.V.R.; COSTA, C.E.A.S. **Gestão de recursos hídricos no município de Parauapebas (PA): avaliação dos usos, alterações dos cenários e possíveis impactos**. Research, Society and Development, v.9, n.4, p.e194943042 -e194943042, 2020.
- ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2004.
- RODRIGUES, D.J.; REZENDE, M.O.O. **Water quality assessment in rivers with mining activities in the state of Minas Gerais, Brazil**. Environmental Monitoring and Assessment, v. 157 (1-4), p. 39-49, 2009.
- SARDINHA, D.S.; GODOY, L.H. **O crescimento urbano e o impacto nos recursos hídricos superficiais de Uberaba (MG)**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v.4, p.1-20, 2016.
- SIQUEIRA, G.W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A.M. **Diagnósticos da qualidade da água rio Parauapebas (Pará-Brasil)**. Acta Amazonica, v.42, p.413-422, 2012.
- SOARES, D.C. et al. **Análise da água superficial do rio Parauapebas: montante (P08) e jusante (P06) do armazém**. Revista Científica FAMAP, v.2, n.2, p.1-10, 2022.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Paulo: Editora Rima, 2003.