



PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PAR) APLICADO AO TRECHO URBANO DO RIO PARNAÍBA NA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

RAPID RIVER ASSESSMENT PROTOCOL (RRAP) APPLIED TO THE URBAN SECTION OF THE PARNAÍBA RIVER IN THE CITY OF TERESINA, PIAUÍ, BRAZIL

PROTOCOLO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE RÍOS (PER) APLICADO AL TRAMO URBANO DEL RÍO PARNAÍBA EN LA CIUDAD DE TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

Histórico do Artigo

Submetido em: 07/08/2025

Aceito em: 20/06/2026

Publicado em: 20/06/2026

João Vitor Gomes da Silva Pedro Arthur Santos do Nascimento Lima Cláudia Maria Saboia de Aquino Roneide dos Santos Sousa

RESUMO

Os rios urbanos desempenham funções essenciais na manutenção dos ecossistemas e na qualidade de vida das populações. No entanto, esses ambientes têm sido fortemente impactados por processos de urbanização desordenada. Este estudo teve como objetivo analisar a qualidade ambiental de três trechos do Rio Parnaíba, localizados na zona urbana de Teresina, capital do estado do Piauí. A investigação foi desenvolvida com base em uma abordagem metodológica que combinou revisão bibliográfica, observações sistemáticas em campo e a aplicação do *Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)*, ferramenta amplamente utilizada para análises rápidas de ecossistemas fluviais. A partir dessa metodologia, buscou-se diagnosticar o estado de conservação do rio em diferentes áreas da cidade, bem como identificar os principais impactos decorrentes das atividades antrópicas, como urbanização desordenada, lançamento de efluentes e supressão da vegetação ripária. Além do diagnóstico ambiental, o trabalho também reforça a importância da integração entre planejamento urbano, educação ambiental e gestão participativa, destacando a necessidade de uma atuação conjunta entre poder público, sociedade civil e instituições de pesquisa. Os resultados obtidos permitiram identificar padrões distintos de degradação e conservação nos trechos analisados, os quais serão apresentados e discutidos ao longo do trabalho. A análise ressalta, ainda, a relevância de medidas integradas e multissetoriais para garantir a sustentabilidade do Rio Parnaíba e a melhoria da qualidade de vida da população que depende diretamente de seus serviços ecossistêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Parnaíba; qualidade ambiental; educação ambiental; impactos antrópicos.

ABSTRACT

Urban rivers play essential roles in maintaining ecosystems and ensuring the quality of life for local populations. However, these environments have been severely impacted by unplanned urbanization processes. This study aimed to assess the environmental quality of three sections of the Parnaíba River located within the urban area of Teresina, the capital of the state of Piauí. The research was conducted using a methodological approach that combined a literature review, systematic field observations, and the application of the Rapid River Assessment Protocol (RRAP), a widely used tool for rapid assessments of fluvial ecosystems. Through this methodology, the study sought to diagnose the conservation status of the river in different areas of the city, as well as to identify the main impacts resulting from anthropogenic activities, such as unplanned urbanization, effluent discharge, and riparian vegetation removal. In addition to providing an environmental diagnosis, this work also emphasizes the importance of integrating urban planning, environmental education, and participatory management, highlighting the need for joint action among public authorities, civil society, and research institutions. The results allowed the identification of distinct patterns of degradation and conservation across the analyzed sections, which will be presented and discussed throughout the study. The analysis also underscores the relevance of integrated and multisectoral measures to ensure the sustainability of the Parnaíba River and improve the quality of life of the population that directly depends on its ecosystem services.

KEYWORDS: Parnaíba river; environmental quality; environmental education; anthropogenic impacts.



RESUMEN

Los ríos urbanos desempeñan funciones esenciales en el mantenimiento de los ecosistemas y en la calidad de vida de las poblaciones. Sin embargo, estos ambientes han sido fuertemente impactados por procesos de urbanización desordenada. Este estudio tuvo como objetivo analizar la calidad ambiental de tres tramos del Río Parnaíba, ubicados en la zona urbana de Teresina, capital del estado de Piauí. La investigación se desarrolló con base en un enfoque metodológico que combinó revisión bibliográfica, observaciones sistemáticas en campo y la aplicación del Protocolo de Evaluación Rápida de Ríos (PER), herramienta ampliamente utilizada para análisis rápidos de ecosistemas fluviales. A partir de esta metodología, se buscó diagnosticar el estado de conservación del río en diferentes áreas de la ciudad, así como identificar los principales impactos derivados de las actividades antrópicas, como la urbanización desordenada, el vertido de efluentes y la supresión de la vegetación ribereña. Además del diagnóstico ambiental, el trabajo también refuerza la importancia de la integración entre planificación urbana, educación ambiental y gestión participativa, destacando la necesidad de una actuación conjunta entre el poder público, la sociedad civil y las instituciones de investigación. Los resultados obtenidos permitieron identificar patrones distintos de degradación y conservación en los tramos analizados, los cuales serán presentados y discutidos a lo largo del trabajo. El análisis también resalta la relevancia de medidas integradas y multisectoriales para garantizar la sostenibilidad del Río Parnaíba y la mejora de la calidad de vida de la población que depende directamente de sus servicios ecosistémicos.

PALABRAS CLAVE: río Parnaíba; calidad ambiental; educación ambiental; impactos antrópicos.

1 INTRODUÇÃO

Os rios urbanos desempenham funções essenciais na manutenção dos ecossistemas e na qualidade de vida das populações, atuando como importantes provedores de serviços ecossistêmicos, como abastecimento hídrico, regulação climática e suporte à biodiversidade. No entanto, o avanço da urbanização, especialmente quando ocorre de forma desordenada, tem intensificado as pressões antrópicas sobre esses sistemas, comprometendo sua dinâmica natural e sua qualidade ambiental. Nesse contexto, a análise integrada dos sistemas ambientais e *hidrográficos* é uma abordagem fundamental para a compreensão da dinâmica dos *ecossistemas fluviais*, sobretudo em contextos urbanos, em que as pressões *antrópicas* são mais intensas (Tucci, 2020).

Diante desse cenário, a avaliação ambiental emerge como uma ferramenta indispensável para o diagnóstico das condições dos corpos hídricos e para o planejamento de ações de gestão e conservação. Nesse contexto, entre as diferentes abordagens existentes, destacam-se os métodos rápidos de avaliação, que permitem a obtenção de diagnósticos eficientes com menor custo e tempo de aplicação, sendo especialmente úteis em estudos de campo e em áreas com limitações de recursos. Esses métodos possibilitam identificar alterações ambientais de forma integrada, contribuindo para a tomada de decisão em políticas públicas e ações de recuperação ambiental.

Nesse sentido, destaca-se o *Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)*, metodologia eficaz e de baixo custo voltada para a avaliação de condições ecológicas de *ambientes lóticos*. O *PAR* permite identificar alterações físico-ambientais provocadas por interferências *antrópicas*,



subsidiando ações de gestão, *restauração ecológica* e *planejamento urbano sustentável* (Almeida; Lima, 2019; Souza; Bulhões, 2015). Sua aplicação tem sido validada em *bacias hidrográficas* de distintas realidades *socioambientais*, tanto no Brasil quanto em estudos internacionais (Barbour *et al.*, 1999; Hughes *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2011; Ligeiro *et al.*, 2021; Rodrigues; Castro, 2008).

Embora o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) e outras metodologias tenham avançado na análise de ecossistemas fluviais, sua aplicação ainda ocorre, em muitos casos, de forma pontual e concentrada em grandes centros urbanos. Em bacias associadas ao Rio Parnaíba, estudos que integrem aspectos físicos, ecológicos e sociais de maneira articulada ainda são menos frequentes. Além disso, nem sempre os diagnósticos obtidos são incorporados ao planejamento urbano e à gestão ambiental. Assim, reforça-se a necessidade de ampliar abordagens integradas que contribuam para a conservação e o uso sustentável dos recursos hídricos.

No âmbito da bacia do Rio Parnaíba, essa análise possibilita identificar as interações entre fatores físicos, biológicos e sociais que afetam diretamente a disponibilidade e a qualidade da água, bem como os *serviços ecossistêmicos* associados. Em Teresina, capital do Piauí, o Rio Parnaíba assume centralidade ambiental, histórica, econômica e cultural, sendo também um indicador sensível das transformações urbanas ocorridas nas últimas décadas (Castro; Silva, 2017).

Em virtude disso, o crescimento desordenado de Teresina tem intensificado os impactos sobre o rio, principalmente nas áreas urbanas mais densamente ocupadas. De acordo com Mota (2008), a prevenção da *contaminação hídrica* exige ações intersetoriais que envolvam o controle do *uso do solo*, o manejo adequado de *resíduos sólidos*, a ampliação da cobertura de coleta e tratamento de esgoto, o uso racional de insumos agrícolas e o fortalecimento da fiscalização ambiental.

Por conseguinte, a *Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2012)* aponta como principais fatores de degradação da *qualidade da água* no trecho urbano do Parnaíba o despejo *in natura* de esgoto doméstico, a deposição inadequada de *resíduos sólidos*, a expansão desordenada da agropecuária, o *desmatamento* das margens e a ocupação irregular das *Áreas de Preservação Permanente (APPs)*. Esses fatores contribuem para a redução da *biodiversidade*, o *assoreamento* do leito, a elevação das temperaturas da água e a proliferação de vetores de doenças (Rocha; Almeida, 2021; Gomes *et al.*, 2023). Além disso, a urbanização crescente tem promovido a *impermeabilização do solo* e o aumento do *escoamento superficial*, elevando a carga de poluentes transportados até os corpos hídricos (Moura *et al.*, 2018). A degradação da *vegetação ciliar* compromete a filtragem natural de sedimentos e nutrientes, além de favorecer a erosão das



margens e a alteração da *dinâmica hidrológica* (Oliveira *et al.*, 2019; Santos; Lima, 2020). Estudos demonstram que a supressão das *matas ripárias* está associada à redução da *conectividade ecológica* e ao empobrecimento da fauna aquática (Jones *et al.*, 2017).

Adicionalmente, a eficácia das intervenções em *sistemas fluviais* urbanos está condicionada à articulação entre o poder público, a sociedade civil e as instituições de ensino e pesquisa (Costa; Rodrigues, 2021; Silva *et al.*, 2023). A *gestão integrada da bacia hidrográfica* requer, ainda, o engajamento comunitário e o fortalecimento de mecanismos participativos (Dolédec; Statzner, 2010).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar, de maneira *integrada*, a *qualidade ambiental* de três trechos do Rio Parnaíba situados na zona urbana de Teresina, capital do estado do Piauí. Especificamente, busca-se: (i) avaliar o estado de conservação dos trechos por meio da aplicação do *Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)*; e (ii) identificar os principais impactos ambientais de origem *antrópica*, como *desmatamento*, *ocupações irregulares*, lançamento de *efluentes* e modificações no leito e nas margens fluviais.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O presente estudo está vinculado ao Rio Parnaíba que constitui um dos principais cursos d'água da região Nordeste do Brasil, desempenhando papel crucial na delimitação territorial entre os estados do Piauí e Maranhão. Com extensão aproximada de 1.400 km, tem sua nascente na Serra da Tabatinga, localizada na confluência entre os estados do Piauí, Bahia, Maranhão e Tocantins, a partir de ressurgências situadas na Chapada das Mangabeiras, que originam os rios Lontras, Curriola e Água Quente (Lima; Augustin, 2017). Esses formadores do Parnaíba integram uma vasta *bacia hidrográfica* com área estimada de 331.000 km² e população de cerca de 4 milhões de habitantes, estendendo-se até sua foz no Oceano Atlântico, no município de Parnaíba (PI) (IBGE, 2021).

Ademais, considerado um dos maiores rios do Nordeste, o Rio Parnaíba exerce funções socioeconômicas relevantes, como suporte à pesca artesanal, irrigação agrícola, transporte hidroviário, abastecimento urbano, geração de energia elétrica e atividades recreativas (Lima; Augustin, 2017). No entanto, entre os múltiplos usos, destaca-se o lançamento e a diluição de *efluentes* urbanos, industriais e agrícolas, prática que impõe sérios desafios aos gestores públicos responsáveis pela proteção da saúde coletiva e pela gestão da qualidade hídrica.



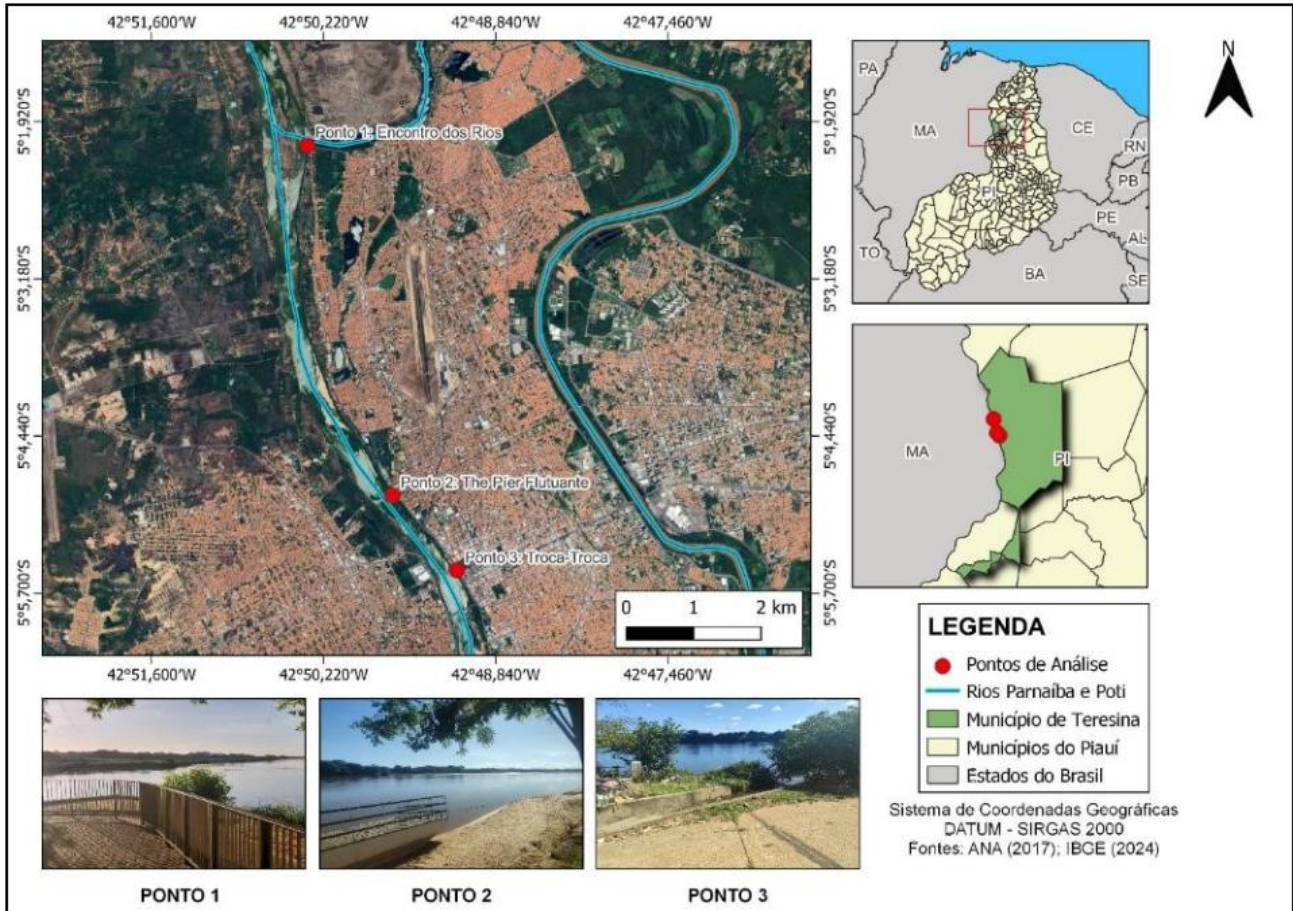
O município de Teresina localiza-se na porção centro-norte do estado do Piauí, às coordenadas de latitude 05°05'21" Sul e longitude 42°48'07" Oeste, a uma altitude de 72 metros em relação ao nível do mar (PIAUI, 2004). Possui uma área de 1.391,293 km² e uma população estimada em 866.300 habitantes (IBGE, 2022).

A cidade está situada na confluência dos rios Parnaíba e Poti, o que historicamente favoreceu sua ocupação e seu desenvolvimento socioeconômico. Limita-se ao norte e a oeste com o estado do Maranhão, separado por meio do Rio Parnaíba, e também com os municípios piauienses de União, José de Freitas, Altos, Demerval Lobão, Monsenhor Gil, Curralinhos, Nazária e Palmeirais.

A presença do Rio Parnaíba confere à cidade uma dinâmica singular, na qual a interação entre o ambiente fluvial e os espaços urbanizados se manifesta tanto nas potencialidades quanto nos desafios relacionados à gestão dos recursos hídricos, à conservação ambiental e ao ordenamento urbano. Assim, a análise dos trechos selecionados revela-se fundamental para compreender como as pressões antrópicas e a expansão urbana têm impactado a qualidade ambiental do rio, que constitui o principal eixo natural e paisagístico de Teresina.

Dentre os locais avaliados (Figura 1), destacam-se os seguintes trechos: o *Encontro dos Rios*, localizado no bairro Olarias, na zona norte, próximo ao bairro Poty Velho (coordenadas: 5°02'06.6"S, 42°50'21.0"W); *The Píer Flutuante*, também situado na zona norte, no bairro Matinha (coordenadas: 5°04'55"S, 42°49'40"W); e o *Troca-Troca*, localizado no centro da cidade (coordenadas: 5°05'31"S, 42°49'09"W).

Figura 1 – Mapa de localização de Teresina e os trechos de análise no Rio Parnaíba.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

2.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracteriza-se, quanto ao objetivo, pela avaliação da qualidade ambiental dos trechos urbanos do Rio Parnaíba, em Teresina (PI), por meio da aplicação do *Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)*, correlacionando os resultados com variáveis de uso e ocupação do solo, degradação das margens e indicadores de poluição urbana.

Para alcançar tal finalidade, adotou-se uma abordagem metodológica estruturada em três etapas inter-relacionadas: levantamento bibliográfico, observação direta em campo e aplicação do *Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)*. Essa abordagem permite a análise integrada das condições ecológicas do Rio Parnaíba, considerando a influência de fatores físicos, bióticos e antrópicos em um contexto urbano.

A pesquisa bibliográfica teve como função embasar teoricamente os procedimentos e a interpretação dos dados, com foco nos impactos da urbanização sobre os ecossistemas fluviais. Foram consultadas publicações científicas, dissertações, relatórios institucionais e artigos indexados em periódicos nacionais e internacionais revisados por pares, publicados entre 2017 e 2025, com

enfoque nos impactos da urbanização sobre ecossistemas fluviais e na aplicação de métodos de avaliação da qualidade ambiental de rios.

A etapa de observação direta em campo ocorreu no dia 28 de maio de 2025, contemplando três trechos do Rio Parnaíba situados em diferentes áreas da zona urbana de Teresina. Essa etapa teve como finalidade identificar indícios de degradação ambiental, como presença de resíduos sólidos, lançamento de efluentes, supressão da vegetação ripária, processos erosivos e ocupações irregulares nas margens. Para isso, foram realizadas caminhadas sistemáticas, com registro fotográfico, anotações em diário de campo (Quadro 1) e coleta de coordenadas geográficas por meio das plataformas *Google Earth* e *Avenza Maps*.

A definição dos pontos de amostragem considerou critérios como o grau de urbanização no entorno, a presença ou ausência de cobertura vegetal ripária, o uso e ocupação do solo nas proximidades e a existência de fontes de poluição visíveis. As coordenadas geográficas foram registradas com o auxílio de ferramentas geoespaciais, e os dados altimétricos foram obtidos por meio do aplicativo *Avenza Maps*, proporcionando maior detalhamento na caracterização da paisagem e subsidiando a aplicação do *PAR* com maior eficácia.

A pontuação atribuída a cada parâmetro variou entre 0 (condição ruim), 5 (condição boa) e 10 (condição ótima), conforme as diretrizes propostas por Machado (2019). Para minimizar a subjetividade da avaliação, cada classe foi definida a partir de critérios previamente estabelecidos no protocolo: a condição “ruim” corresponde à presença de alterações significativas no ambiente, como degradação acentuada das margens, ausência de vegetação ripária, ocorrência de processos erosivos intensos, lançamento de efluentes e acúmulo de resíduos sólidos; a condição “boa” refere-se a ambientes com alterações moderadas, nos quais ainda se observam elementos naturais preservados, porém com indícios de intervenção antrópica; e a condição “ótima” caracteriza trechos com pouca ou nenhuma interferência humana, com margens estáveis, presença de vegetação ripária bem desenvolvida e ausência de fontes evidentes de poluição.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) foi realizada com base na observação direta em campo e no preenchimento de uma planilha de avaliação composta por parâmetros físicos, químicos e biológicos (Tabela 1), possibilitando a classificação das condições ambientais dos trechos analisados.

Tabela 1 – Síntese de Avaliação Ambiental Rápida de Rios.

| PARÂMETROS AVALIADOS | TRECHO 1 | TRECHO 2 | TRECHO 3 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| Características do fundo do rio (substrato) | 5 | 5 | 10 |
| Sedimentos no fundo do rio (assoreamento) | 5 | 5 | 5 |
| Erosão | 0 | 5 | 10 |
| Resíduo Sólido | 5 | 0 | 0 |
| Alterações na sinuosidade do canal | 5 | 5 | 0 |
| Efluentes doméstico ou industrial | 10 | 10 | 5 |
| Oleosidade da água | 0 | 0 | 0 |
| Plantas aquáticas | 10 | 0 | 0 |
| Animais | 10 | 5 | 5 |
| Odor da água | 10 | 0 | 0 |
| Sinuosidade do canal | 10 | 10 | 0 |
| Proteção das margens DIREITA pela vegetação | 5 | 5 | 5 |
| Proteção das margens ESQUERDA pela vegetação | 10 | 10 | 5 |
| Ocupação da margem DIREITA | 0 | 0 | 0 |
| Ocupação da margem ESQUERDA | 10 | 10 | 10 |
| Pontuação Total | 95 | 70 | 55 |

Fonte: elaborada pelos autores (2025).

A Tabela 1 apresenta a síntese dos dados obtidos durante o trabalho de campo, com a avaliação de três trechos distintos do rio, situados em áreas urbanas com diferentes níveis de influência antrópica. Os 15 *parâmetros* analisados foram previamente definidos e organizados conforme o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), contemplando aspectos físicos, biológicos e de uso e ocupação do entorno. De modo geral, esses parâmetros consideram as condições do leito do rio (como substrato, sedimentos e erosão), a qualidade aparente da água (incluindo odor, oleosidade e presença de efluentes), a integridade ecológica (presença de fauna e flora aquática), além das características morfológicas do canal e das margens (como sinuosidade, proteção vegetal e ocupação antrópica). A análise conjunta desses elementos permite avaliar o grau de conservação ou alteração ambiental de cada trecho, a partir de uma abordagem integrada das condições do sistema fluvial.

Os resultados evidenciam variações significativas na qualidade ambiental entre os trechos analisados, refletindo diretamente os diferentes níveis de uso e ocupação do território ao longo da área urbana. De maneira geral, observa-se que áreas submetidas a maior pressão antrópica tendem a apresentar condições ambientais mais degradadas, enquanto trechos com menor interferência humana e maior presença de cobertura vegetal demonstram um melhor estado de conservação.

Os trechos analisados distribuem-se ao longo das margens do Rio Parnaíba, em áreas com diferentes níveis de *antropização*, abrangendo desde zonas densamente urbanizadas, como o centro da cidade, caracterizadas por elevada pressão antrópica, até setores com cobertura vegetal remanescente em melhor estado de conservação, como o Parque Ambiental *Encontro dos Rios*. Nessas localidades, foram observadas condições ambientais bastante distintas.

Alguns trechos apresentavam um intenso processo de *degradação*, evidenciado por margens desmatadas, acúmulo de resíduos sólidos e ausência de vegetação *ciliar*. Outros, embora em menor proporção, ainda preservavam significativa cobertura vegetal e revelavam menor influência direta das atividades humanas.

Nesse contexto, o Trecho 1 obteve 95 pontos, evidenciando uma condição ambiental natural (conservada); o Trecho 2 alcançou 70 pontos, indicando um nível alterado; e o Trecho 3 registrou 55 pontos, refletindo também uma condição ambiental alterada. Esses resultados indicam um gradiente de qualidade ambiental associado à intensidade da ocupação urbana, no qual a redução da cobertura vegetal, a presença de fontes de poluição e as intervenções no canal contribuem diretamente para a degradação dos ambientes fluviais.

A análise comparativa entre os trechos permite identificar que os parâmetros relacionados à integridade das margens, presença de vegetação ripária, resíduos sólidos e alterações no canal foram determinantes para a diferenciação das pontuações obtidas. Esses elementos evidenciam que a dinâmica de ocupação urbana exerce forte influência sobre a qualidade ambiental do rio, condicionando processos como erosão, assoreamento e comprometimento da biodiversidade aquática.

Os resultados obtidos corroboram estudos recentes que apontam a estreita relação entre uso do solo e qualidade dos recursos hídricos. Nesse sentido, Muniz *et al.* (2024) identificaram forte correlação entre padrões de ocupação e degradação hídrica em áreas urbanas, o que se aproxima das condições observadas nos trechos mais impactados deste estudo. De forma semelhante, Miranda *et al.* (2024) evidenciaram que alterações antrópicas influenciam diretamente parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, reforçando a importância do controle das fontes de poluição.

Do ponto de vista internacional, foram incorporadas pesquisas como a de Li *et al.* (2023), que analisaram os efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, utilizando isótopos estáveis na bacia do rio Shiyang (China), demonstrando como a impermeabilização e a modificação da paisagem urbana alteram significativamente o escoamento superficial. Complementarmente, Heidari *et*

al. (2021) exploraram como os padrões de expansão urbana impactam a qualidade da água e a dinâmica hidrológica em bacias norte-americanas, reforçando a importância de métodos integrativos para avaliação ambiental.

Além disso, a revisão sistemática de Shi *et al.* (2024) apresentou uma síntese global dos efeitos das mudanças no uso da terra sobre a qualidade da água, evidenciando que alterações na cobertura vegetal e no uso urbano têm efeitos consistentes e negativos sobre os serviços ecossistêmicos fluviais. Souza *et al.* (2025) também contribuíram com uma revisão sobre os serviços ecossistêmicos prestados por rios urbanos, destacando como sua perda compromete a sustentabilidade das cidades.

Dessa forma, os resultados obtidos evidenciam que a qualidade ambiental dos trechos urbanos do Rio Parnaíba está diretamente condicionada pelas formas de uso e ocupação do território, destacando a importância de políticas públicas voltadas ao ordenamento urbano, à preservação da vegetação ripária e ao controle de fontes de poluição, visando à manutenção dos serviços ecossistêmicos e à sustentabilidade ambiental do sistema fluvial.

3.1 Análise do PAR – Trecho 1: Encontro dos Rios

O Trecho 1, correspondente ao *Encontro dos Rios*, apresentou as melhores condições ambientais entre os segmentos analisados, alcançando uma pontuação total de 95 pontos no *Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)* e sendo classificado como “*Natural*”. Essa classificação reflete um elevado grau de preservação ecológica, com mínima interferência *antrópica* e manutenção das características naturais do *ecossistema fluvial*.

Destaca-se que esse trecho, localizado na zona norte de Teresina, constitui uma *unidade de conservação* municipal que protege a confluência dos rios Parnaíba e Poti, configurando-se como um importante espaço de preservação ambiental, turismo e lazer na cidade.

Dentre os *parâmetros* avaliados, destacaram-se positivamente a presença de fauna (Figura 2C), a *sinuosidade natural* do canal (Figura 2B), a proteção das margens (Figura 2E) e o uso do solo nas áreas adjacentes ao corpo hídrico, especialmente na margem maranhense do rio (Figura 2D). A vegetação *ciliar*, por sua vez, mostrou-se amplamente preservada, formando um *corredor ecológico* contínuo que desempenha um papel fundamental na estabilidade das margens, no sombreamento do curso d’água e na manutenção da biodiversidade local.

Figura 02 – Rio Parnaíba no trecho do Encontro dos Rios em Teresina: (2A) Presença de plantas aquáticas no leito do rio; (2B) Sinuosidade natural do canal; (2C) Presença de fauna; (2D) Uso do solo preservado no lado maranhense do rio; (2E) Proteção natural das margens; (2F) Baixa ocupação antrópica nas margens.



Fonte: acervo dos autores (2025).

Além da vegetação *ripária*, também foi observada a presença de plantas aquáticas no leito do rio (Figura 2A), o que indica boas condições ecológicas e transparência da água suficiente para permitir a penetração da luz solar. Essas plantas desempenham um papel relevante nos processos ecológicos do *ecossistema fluvial*, contribuindo para a oxigenação da água, oferecendo abrigo e alimento para organismos aquáticos e auxiliando na estabilidade do *substrato* (Esteves, 2011).

No que se refere à ocupação das margens, constatou-se uma menor pressão *antrópica* em comparação com os demais trechos avaliados (Figura 2F). Não foram registrados indícios de desmatamento recente, construções irregulares ou lançamento direto de resíduos, o que contribuiu significativamente para a manutenção da qualidade ambiental. A baixa incidência de impactos

diretos também favoreceu a permanência de espécies nativas, perceptíveis tanto na vegetação quanto na fauna, evidenciando um *equilíbrio ecológico* relevante.

A *sinuosidade* do canal, preservada em seu estado natural, é outro fator que corrobora a boa qualidade ambiental do trecho (Figura 3). Esse aspecto *geomorfológico* está relacionado à dinâmica natural dos rios, favorecendo a distribuição mais eficiente da energia da água, a formação de *microhabitats* e a preservação de processos *hidrológicos* e *sedimentares* (Guerra; Silva, 2007; Rossetti *et al.*, 2012).

Figura 3 – Margens do Rio Parnaíba, no trecho do Encontro dos Rios em Teresina, Piauí.



Fonte: acervo dos autores (2025).

A *sinuosidade* natural do canal contribui para a estabilidade das margens e favorece a diversidade de *habitats* aquáticos. O traçado *curvilíneo* indica baixa interferência *antrópica* e reforça o bom estado de conservação ambiental do trecho.

3.2 Análise do PAR – Trecho 2: The Píer Flutuante

O Trecho 2, correspondente ao *The Píer Flutuante*, foi classificado como “Alterado”, com pontuação total de 70 pontos. Esse resultado reflete um cenário fortemente impactado por atividades humanas. Entre os indícios observados, destacam-se a remoção parcial da mata *ciliar*, o odor fétido e a oleosidade da água (Figura 5), que evidenciam a *degradação ambiental* significativa do local (Figura 4). Esses elementos apontam para processos de *deterioração* resultantes,

principalmente, do lançamento de *efluentes* domésticos e industriais, bem como do uso desordenado do solo urbano (Tucci, 2006).

Figura 4 – Rio Parnaíba, à altura do The Píer Flutuante em Teresina, Piauí.



Fonte: acervo dos autores (2025).

A Figura 4 ilustra uma área próxima ao Rio Parnaíba, onde é possível observar a remoção parcial da vegetação *ciliar*. A vegetação nativa, que normalmente protege as margens dos rios contra processos *erosivos* e contribui para a manutenção da qualidade da água, foi substituída por edificações humanas, como o próprio *The Píer Flutuante*. A ausência parcial dessa vegetação compromete severamente a estabilidade das margens do curso d'água. Segundo Rodrigues e Leitão Filho (2000), essa vegetação é essencial para a proteção contra a *erosão*, a manutenção da biodiversidade e o funcionamento dos *ecossistemas ripários*. Atua como um *filtro biológico*, impedindo que poluentes e sedimentos atinjam o leito do rio. Sua remoção favorece o *assoreamento*, eleva a temperatura da água e desequilibra os *ecossistemas aquáticos* (Santos; Oliveira, 2010).

Além disso, constatou-se o acúmulo de resíduos industriais e domésticos nas margens e no interior do curso d'água, o que representa não apenas uma ameaça visual, mas também *sanitária e ecológica*. De acordo com Von Sperling (2005), o lixo urbano como plásticos, entulhos e restos orgânicos – compromete a qualidade da água, dificulta o fluxo *hídrico* e oferece riscos à *fauna aquática*, que pode ingerir ou se enredar nesses materiais. Ademais, a presença de resíduos sólidos favorece a proliferação de *vetores* de doenças, como mosquitos e roedores (BRASIL, 2006).

Figura 5 – A ocorrência de oleosidade na água no Trecho 2, The Píer Flutuante em Teresina, Piauí.



Fonte: acervo dos autores (2025).

A Figura 5 retrata a superfície da água do Rio Parnaíba com aspecto brilhante e *iridescente*, indicando a presença de oleosidade. As manchas de óleo formam uma película fina que reflete a luz, produzindo tons coloridos sobre a água. Esse indicativo de poluição pode ter origem em descartes irregulares de resíduos domésticos e industriais, nas atividades de lavagem de veículos realizadas próximas às margens do rio, bem como no *escoamento urbano*, representando um risco para a *fauna aquática* e para a qualidade ambiental do rio.

O odor fétido identificado no local aponta para processos de decomposição em meio *anaeróbico*, comuns em ambientes com excesso de matéria orgânica e baixa concentração de oxigênio dissolvido. Conforme Cunha e Guerra (2003), esse fenômeno é um indicativo claro de poluição por esgoto, comprometendo a saúde do *ecossistema* e inviabilizando o uso *recreativo* ou *potável da água*.

Por fim, a ocupação intensa das margens, muitas vezes desprovida de planejamento e de infraestrutura adequada, agrava todos esses impactos. A *impermeabilização do solo*, a supressão da vegetação e o lançamento direto de resíduos no corpo *hídrico* tornam o trecho altamente vulnerável à degradação (Tucci, 2006; Guerra; Cunha, 2003). Esse panorama reforça a necessidade urgente de políticas públicas eficazes voltadas ao *saneamento básico*, à *recuperação ambiental* e ao *ordenamento territorial*, com foco na conservação dos recursos *hídricos* e na *sustentabilidade urbana* (Tundisi; Tundisi, 2008).

3.3 Análise do PAR – Trecho 3: Troca-Troca

O Trecho 3, localizado na região conhecida como *Troca-Troca*, apresentou os piores indicadores ambientais entre os segmentos analisados, sendo classificado como “Alterado” (Figura 6), com pontuação total de apenas 55 pontos. Nesse trecho, foram identificados o acúmulo de lixo (Figura 7), alterações artificiais no leito do rio, elevada oleosidade e odor desagradável da água, instabilidade das margens e ocupação desordenada, sobretudo na margem direita, onde se concentram atividades industriais e circulação intensa de pessoas. Esses fatores comprometem diretamente a integridade *ecológica* do ambiente *fluvial*, afetando a biodiversidade *aquática* e reduzindo a capacidade de *autodepuração* do rio.

Na altura do *Troca-Troca*, o Rio Parnaíba apresenta condições ambientais severamente impactadas pela intensa atividade urbana em seu entorno. Essa área, situada na zona central da capital piauiense, caracteriza-se por um elevado fluxo de pessoas, comércio informal, proximidade com vias movimentadas e ocupação de uso misto (*comercial e industrial*).

Figura 6 – Rio Parnaíba no trecho do Troca-Troca em Teresina, Piauí.



Fonte: acervo dos autores (2025).

Figura 7 – Acúmulo de lixo nas margens do Rio Parnaíba em Teresina, Piauí.



Fonte: acervo dos autores (2025).

A Figura 7 mostra a presença de resíduos sólidos descartados de forma irregular, como restos de alimentos, embalagens, plásticos e até eletrodomésticos. Esses materiais são frequentemente arrastados para o leito do rio durante as chuvas ou pelo *escoamento superficial*, contribuindo para a *poluição hídrica* e o *assoreamento*. Essa situação agrava os riscos à saúde pública, favorecendo a proliferação de vetores de doenças, como ratos e mosquitos, e impactando diretamente a *fauna* e a *flora aquáticas* do Rio Parnaíba.

Segundo Machado (2019), o estado de conservação dos *corpos hídricos* pode ser rapidamente diagnosticado por meio de *protocolos de avaliação rápida*, que consideram aspectos físicos, químicos e biológicos, incluindo cobertura vegetal, estabilidade das margens, presença de resíduos sólidos e modificações no leito natural. A pontuação reduzida do Trecho 3 reflete a predominância de pressões *antrópicas*, como o uso desordenado do solo e o lançamento de *efluentes*, fatores comumente observados em áreas urbanizadas com infraestrutura *sanitária* precária.

No trecho analisado, observa-se também a presença de uma galeria de águas *pluviais* ou bueiro, pertencente ao sistema de *drenagem urbana*. Essa estrutura tem a função de escoar as águas das chuvas (Figura 8), prevenindo alagamentos nas vias públicas e canalizando a água para córregos, rios ou canais artificiais.

Figura 8 – Galeria de água pluviais à margem do Rio Parnaíba, Teresina, Piauí.



Fonte: acervo dos autores (2025).

Contudo, também é evidente o acúmulo de lixo, entulho e materiais descartados irregularmente ao redor da galeria, o que compromete o funcionamento adequado do sistema e representa um risco *ambiental* significativo. Esse risco é ainda mais acentuado pelo fato de a parte final da galeria ser aberta, permitindo que, durante os períodos chuvosos, os resíduos sejam carregados diretamente para o rio, comprometendo a qualidade da água. Quando obstruídas, essas galerias podem causar *alagamentos* e favorecer a proliferação de doenças.

3.4 Análise Comparativa dos Trechos Observados do Rio Parnaíba em Teresina

As avaliações realizadas em três diferentes trechos do Rio Parnaíba: Trecho 1, Trecho 2 e Trecho 3, localizados em distintas áreas da cidade de Teresina, revelaram variações significativas nas condições *ambientais*, refletindo o gradiente de influência *antrópica* sobre o *ecossistema fluvial*. A metodologia aplicada baseou-se no *Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)*, conforme proposto por Machado (2019), que utiliza *parâmetros* físicos, biológicos e de uso do solo para atribuir uma pontuação e classificar o grau de conservação dos trechos analisados.

O Trecho 1 apresentou as melhores condições *ambientais* entre os segmentos avaliados, alcançando 95 pontos e sendo classificado como “*Natural*”. Nesse local, observou-se a presença de mata *ciliar* preservada, especialmente na margem situada no estado do Maranhão, além

da *sinuosidade* natural do canal, da presença de *fauna silvestre* e da proteção das margens. A baixa incidência de alterações *antrópicas* indica elevada integridade *ecológica*, reforçando a importância da conservação da vegetação *ripária* como um fator determinante para a saúde do *ecossistema aquático*.

Por outro lado, o Trecho 2 evidenciou sinais claros de degradação, sendo classificado como “Alterado”, com 70 pontos. Os principais impactos identificados incluem a remoção total da mata *ciliar*, o acúmulo de resíduos sólidos, odor fétido, oleosidade da água, proliferação de plantas *aquáticas* e ocupação intensa das margens, especialmente no lado piauiense. A presença de tubulações lançando *efluentes* domésticos e industriais diretamente no rio contribui para a *deterioração* da qualidade da água e compromete os *serviços ecossistêmicos* prestados pelo corpo *hídrico*.

De forma ainda mais crítica, o Trecho 3 obteve a menor pontuação entre os três segmentos, totalizando 55 pontos, também sendo classificado como “Alterado”, porém com um grau mais severo de *degradação*. Os indicadores mais comprometidos foram: acúmulo de lixo, alterações artificiais no leito do rio, elevada oleosidade e odor da água, instabilidade das margens e ocupação desorganizada, sobretudo na margem direita, correspondente ao município de Teresina. A presença de atividades *industriais* e a intensa circulação de pessoas nesse trecho agravam ainda mais os impactos negativos sobre o ambiente *fluvial*.

Essa análise comparativa evidencia, de forma clara, a influência direta das atividades humanas na qualidade *ambiental* do Rio Parnaíba. Enquanto o Trecho 1 representa um exemplo positivo de conservação, os Trechos 2 e 3 revelam os efeitos cumulativos da *urbanização* desordenada, da ausência de infraestrutura *sanitária* adequada e da carência de políticas públicas efetivas voltadas à proteção dos *recursos hídricos*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação *ambiental* dos três trechos do Rio Parnaíba, situados em diferentes áreas da cidade de Teresina (PI), evidenciou, de forma contundente, os efeitos diretos da ação *antrópica* sobre os *ecossistemas fluviais* urbanos. A aplicação do *Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR)* possibilitou a identificação de um gradiente de *degradação ambiental*, variando de um cenário de conservação, observado no Trecho 1, até situações de comprometimento severo nos Trechos 2 e 3, em que a pressão *urbana* e *industrial* é mais intensa.



Esses resultados reforçam a importância do *monitoramento sistemático* dos *corpos hídricos* urbanos, bem como da preservação da vegetação *ciliar* como elemento-chave para a manutenção da qualidade *ambiental* e dos *serviços ecossistêmicos*. Além disso, evidenciam a necessidade de ações concretas por parte do poder público, como o fortalecimento da *gestão ambiental*, a ampliação do *saneamento básico*, o controle da ocupação irregular das margens e o engajamento da população em práticas de *educação ambiental*.

Diante desse cenário, torna-se urgente a implementação de ações integradas, que envolvam a *recuperação* da vegetação *ciliar*, o controle da poluição *difusa e pontual*, bem como o *ordenamento territorial urbano*, com vistas à *restauração* da integridade *ecológica* do Rio Parnaíba e à promoção de um modelo de desenvolvimento *urbano ambientalmente sustentável*.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. Brasília: ANA, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/ana>. Acesso em: 02 ago. 2025.
- ALMEIDA, R. R.; LIMA, C. M. **Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR): Aplicação em ecossistemas aquáticos**. Brasília: IEMA, 2019. Disponível em: <https://iema.org.br>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2. ed. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 1999. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/2009_01_14_rbp_2009_rbp2009_complete.pdf. Acesso em: 05 ago. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde**. Manual de saneamento. 3. ed. Brasília: FUNASA, 2006. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_ms3_2.pdf. Acesso em: 05 ago. 2025.
- CASTRO, M. A.; SILVA, F. J. Influência dos recursos hídricos no desenvolvimento urbano de Teresina. **Revista de Geografia e Meio Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 102–117, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/13080>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- COSTA, E. L.; RODRIGUES, F. S. Participação social e gestão hídrica: Estudo de caso em bacias urbanas. **Cadernos Metrópole**, v. 23, n. 51, p. 629–652, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2021-5107>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geografia física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- DOLÉDEC, S.; STATZNER, B. Responses of freshwater biota to human disturbances: Contributions of J-NABS to developments in ecological integrity assessments. **Journal of the North**



American Benthological Society, v. 29, n. 1, p. 286–311, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1899/08-090.1>. Acesso em: 05 ago. 2025.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. Disponível em: [https://professor.ufop.br/sites/default/files/roberthfagundes/files/fundamentos de limnologia - francisco de assis esteves.pdf](https://professor.ufop.br/sites/default/files/roberthfagundes/files/fundamentos_de_limnologia_-_francisco_de_assis_esteves.pdf). Acesso em: 05 ago. 2025.

FERREIRA, W. R. *et al.* Avaliação rápida de integridade ambiental em ecossistemas aquáticos. **Revista Ambiente & Água**, 2011.

GOMES, T. P. *et al.* Avaliação da qualidade da água em trechos urbanos do Rio Parnaíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 28, n. 3, e14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.282320220033>. Acesso em: 05 ago. 2025.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. M. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/HzVFMgSwLWYVZYRztyNk9Jg/?lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2025.

HEIDARI, H. *et al.* Effects of urban development patterns on municipal water quality and watershed hydrology. **Frontiers in Water**, v. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.694817>. Acesso em: 05 ago. 2025.

HUGHES, R. M. *et al.* A review of rapid bioassessment protocols for streams and rivers. **Fisheries**, v. 41, n. 12, p. 590–607, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/03632415.2016.1245990>. Acesso em: 05 ago. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas econômicas ambientais da água: Brasil 2015–2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Teresina**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 de maio de 2025.

JONES, J. I. *et al.* The impact of riparian land use on stream ecosystem functioning. **Freshwater Biology**, v. 62, p. 272–283, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/fwb.12872>. Acesso em: 05 ago. 2025.

LIGEIRO, R. *et al.* **Uso de protocolos rápidos na avaliação de ecossistemas aquáticos tropicais**. *Ecological Indicators*, 2021.

LI, R. *et al.* Effects of urbanization on the water cycle in the Shiyang River Basin: Based on a stable isotope method. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 27, p. 4437–4452, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-27-4437-2023>. Acesso em: 05 ago. 2025.



LIMA, I. M. M. F.; LIMA, A. B.; AUGUSTIN, C. H. R. R. **Nascentes do Rio Parnaíba: usos e conservação da terra e da água.** Boletim da SBGfA, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1829>.

MACHADO, A. P. F. **Adaptação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental no ensino médio.** 2019. 68 f. Dissertação (Mestrado em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) – Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Urutaí-GO. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/385>. Acesso em: 22 ago. 2025.

MIRANDA, R. C. M. *et al.* Study of the influence of physicochemical parameters on the Water Quality Index (WQI) in the Maranhão Amazon, Brazil. **Water**, v. 16, n. 24, p. 3673, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/w16243673>. Acesso em: 05 ago. 2025.

MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

MOURA, R. P. *et al.* Urbanização e degradação ambiental em bacias hidrográficas urbanas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 5, p. 1785–1801, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/248864/38998>. Acesso em: 05 ago. 2025.

MUNIZ, D. H. F. *et al.* **Surface water quality assessment in the Federal District, Brazil:** Application of multivariate statistical analysis and water quality indices for human consumption and irrigation. Research Square, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4329941/v1>. Acesso em: 05 ago. 2025.

OLIVEIRA, L. R. *et al.* Efeitos da urbanização sobre a vegetação ripária: Estudo no Rio Parnaíba. **Revista Árvore**, v. 43, n. 2, p. e430206, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-90882019000200006>. Acesso em: 05 ago. 2025.

PIAUI. **Anuário Estatístico do Piauí. Teresina:** Fundação CEPRO, 2004. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/anuario.php>. Acesso em: 05 jun. de 2024.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. **Protocolos de avaliação rápida como instrumentos de gestão ambiental.** 2008.

ROCHA, E. A.; ALMEIDA, T. F. **Impactos da retirada da mata ciliar sobre processos erosivos no Rio Parnaíba em Teresina-PI.** Geografia em Questão, v. 15, n. 28, p. 195–214, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.edu.br/index.php/geografiaemquestao/article/view/3889>. Acesso em: 05 ago. 2025.

ROCHA, H. A.; ALMEIDA, M. T. A. Sedimentação e qualidade da água em áreas urbanas. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 15, n. 2, p. 105–120, 2021. Disponível em: <https://revistas.unc.br/index.php/rgacademica/article/view/4274>. Acesso em: 05 ago. 2025.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Edusp; FAPESP, 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001103867>. Acesso em: 05 ago. 2025.



ROSSETTI, D. F.; LORENA, R. B.; VALERIANO, M. M. Dinâmica fluvial e padrões de canais: implicações para a conservação ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 1, p. 5–16, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbgf/a/HzVFmgSwLWYVZYRztyNk9Jg/?lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2025.

SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, J. C. Alterações ambientais decorrentes da supressão de vegetação ciliar: uma abordagem ecológica. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 217–230, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floresta/a/HzVFmgSwLWYVZYRztyNk9Jg/?lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2025.

SANTOS, F. S.; LIMA, A. F. Degradação das APPs e implicações ambientais no Rio Parnaíba. **Revista Ambiente & Água**, v. 15, n. 6, e2527, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambiente.2527>. Acesso em: 05 ago. 2025.

SHI, X. *et al.* **Effects of landscape changes on water quality**: A global synthesis. *Science of the Total Environment*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172200>. Acesso em: 05 ago. 2025.

SILVA, R. B. *et al.* **Governança hídrica participativa: Desafios e perspectivas na bacia do Parnaíba**. *Sociedade & Natureza*, v. 35, n. 2, p. 1–18, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v35n2-2023-69127>. Acesso em: 05 ago. 2025.

SOUZA, J. R.; BULHÕES, M. L. Aplicação do PAR em bacias hidrográficas do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 1, p. 89–100, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21168/rbrh.v20n1.p89-100>. Acesso em: 05 ago. 2025.

SOUZA, M. C. *et al.* **Ecosystem services of urban rivers: A systematic review**. *Aquatic Sciences*, v. 87, art. 56, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00027-024-01138-y>. Acesso em: 05 ago. 2025.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Porto Alegre: ABRHidro, 2020.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2006. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/estante/catalog/book/451>. Acesso em: 05 ago. 2025.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/biologia/pd-limnologia.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2025.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005. Disponível em: <https://www.etg.ufmg.br/wp-content/uploads/2016/06/esgotamento-sanitario.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2025.

AUTORES E CONTRIBUIÇÕES

João Vitor Gomes da Silva: Licenciando em Geografia. Afiliação: Universidade Federal do Piauí (UFPI). Contato: joao.gomes.ig@ufpi.edu.br. Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT):



Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Administração do projeto; Validação; Visualização; Escrita – esboço original; Escrita – revisão e edição.

Pedro Arthur Santos do Nascimento Lima: Licenciando em Geografia. Afiliação: Universidade Federal do Piauí (UFPI). Contato: pedro.do@ufpi.edu.br. Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Administração do projeto; Validação; Visualização; Escrita – esboço original; Escrita – revisão e edição.

Cláudia Maria Sabóia de Aquino: Doutorado em Geografia. Afiliação: Universidade Federal do Piauí (UFPI). Contato: cmsaboia@gmail.com. Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): Conceitualização; Investigação; Metodologia; Administração do projeto; Recursos; Supervisão; Validação; Visualização; Escrita – revisão e edição.

Roneide dos Santos Sousa: Doutorado em Geografia. Afiliação: Universidade Federal do Piauí (UFPI). Contato: roneide.sousa@ufpi.edu.br. Contribuição no artigo (Taxonomia CRediT): Conceitualização; Investigação; Metodologia; Administração do projeto; Recursos; Supervisão; Validação; Visualização; Escrita – revisão e edição.

EDITORES RESPONSÁVEIS

Editor-Chefe. Editor-Chefe. Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Contato: geovany.dantas@ifrn.edu.br.