



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO GESTÃO AMBIENTAL

HERNANDES SOUSA RIBEIRO

ANÁLISE DE TOXICIDADE DO RIO PARNAÍBA NO PERÍMETRO DO DISTRITO
INDUSTRIAL EM TERESINA - PI

TERESINA

2025

HERNANDES SOUSA RIBEIRO

ANÁLISE DE TOXICIDADE DO RIO PARNAÍBA NO PERÍMETRO DO DISTRITO
INDUSTRIAL EM TERESINA - PI

Trabalho de Conclusão de Curso
(artigo científico) apresentado como
exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Gestão
Ambiental do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Jovan Marques
Lara Júnior.

Teresina

2025

ANÁLISE DE TOXICIDADE DO RIO PARNAÍBA NO PERÍMETRO DO DISTRITO INDUSTRIAL EM TERESINA – PI

Hernandes Sousa Ribeiro¹
Jovan Marques Lara Júnior²

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar o nível de toxicidade da água do Rio Parnaíba no perímetro do Distrito Industrial de Teresina, por meio de bioensaio com *Artemia salina*, comparando dois pontos de coleta localizados a montante (Ponto 1) e a jusante (Ponto 2) da área industrial. Tratou-se de um estudo experimental, de abordagem quantitativa com amostras coletadas no Rio Parnaíba e analisadas em laboratório do Instituto Federal do Piauí. Para o bioensaio ecotoxicológico, foram utilizados ovos de *Artemia salina* eclodidos em solução salina a 2%, sendo os organismos expostos às amostras de água em diferentes diluições (100, 50, 25, 12,5, 6,25 e 3,12%), em triplicata, com avaliação da mortalidade após 24 horas. A interpretação dos resultados baseou-se na mortalidade observada, na estimativa da concentração letal mediana e na comparação estatística entre as amostras. Os resultados evidenciaram elevada toxicidade da água nos dois pontos avaliados, com maior letalidade no ponto localizado após o Distrito Industrial (Ponto 2), indicando agravamento da toxicidade ao longo do trecho analisado. As médias de letalidade foram de $95,26 \pm 4,61\%$ no Ponto 1 e $99,23 \pm 1,33\%$ no Ponto 2, com diferença significativa. Os valores de concentração letal mediana também indicaram alta toxicidade em ambas as amostras. Conclui-se que a água do Rio Parnaíba, no trecho estudado, apresenta risco ecotoxicológico elevado para *Artemia salina*, com indícios de contaminação após o perímetro industrial, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo com inclusão de análises físico-químicas e microbiológicas para o controle de efluentes no contexto de Teresina.

Palavras-chave: *artemia salina*; ecotoxicologia; toxicidade aguda; monitoramento ambiental.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the toxicity level of the Parnaíba River water within the perimeter of the Teresina Industrial District, using a bioassay with *Artemia salina*, comparing two collection points located upstream (Point 1) and downstream (Point 2) of the industrial area. This was an experimental study with a quantitative approach, using samples collected from the Parnaíba River and analyzed in a laboratory at the Federal Institute of Piauí. For the ecotoxicological bioassay, *Artemia salina* eggs hatched in a 2% saline solution were used. The organisms were exposed to water samples at different dilutions (100, 50, 25, 12.5, 6.25, and 3.12%), in triplicate, with mortality assessed after 24 hours. The interpretation of the results was based on

¹Graduando em Gestão Ambiental. Instituto Federal do Piauí. Hernandesribeiro2015@gmail.com.

²Graduado em engenharia de alimentos, especialista, mestre e doutor em ciências e tecnologia de alimentos. IFPI. jovan.marques@ifpi.edu.br.

observed mortality, the estimation of the median lethal concentration, and statistical comparison between the samples. The results showed high water toxicity at both evaluated points, with higher lethality at the point located after the Industrial District (Point 2), indicating a worsening of toxicity along the analyzed stretch. The average lethality rates were $95.26 \pm 4.61\%$ at Point 1 and $99.23 \pm 1.33\%$ at Point 2, with a significant difference. The median lethal concentration values also indicated high toxicity in both samples. It is concluded that the water of the Parnaíba River, in the studied stretch, presents a high ecotoxicological risk for *Artemia salina*, with evidence of contamination after the industrial perimeter, reinforcing the need for continuous monitoring including physicochemical and microbiological analyses for effluent control in the context of Teresina.

Keywords: *artemia salina*; ecotoxicology; acute toxicity; environmental monitoring.

Data de aprovação: 11/12/2025

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à manutenção da vida, ao equilíbrio ecológico e ao desenvolvimento socioeconômico, sendo utilizada em atividades como abastecimento público, produção agropecuária, pesca, navegação, lazer e processos industriais (BRASIL, 1997; ANA, 2012). Em sistemas urbanos, a qualidade da água torna-se ainda mais estratégica, pois os corpos hídricos passam a receber pressões antrópicas contínuas, incluindo lançamentos de esgoto doméstico, efluentes industriais e resíduos sólidos.

No Brasil, embora haja expressiva disponibilidade hídrica, a degradação da qualidade das águas superficiais permanece como problema ambiental relevante, especialmente em áreas com crescimento urbano desordenado e deficiência de saneamento (ANA, 2021). Além disso, alterações no uso e ocupação do solo, atividades agrícolas e industriais intensivas e mudanças no regime hidrológico contribuem para o comprometimento dos mananciais e da biodiversidade aquática (Kochan, 2022).

Nesse cenário, o Rio Parnaíba destaca-se como um dos principais sistemas hídricos da região Nordeste, exercendo papel fundamental para abastecimento, atividades econômicas e manutenção de ecossistemas associados. Em Teresina (PI), esse rio apresenta elevada relevância ambiental e social, porém está sujeito a pressões decorrentes da urbanização, do lançamento de efluentes e da ocupação de suas margens (Rocha; Silva, 2018

).

No perímetro do Distrito Industrial de Teresina, a vulnerabilidade do trecho fluvial é ampliada pela proximidade entre empreendimentos industriais, áreas residenciais e o leito do rio. A presença de atividades comerciais e industriais, associada ao risco de descarte inadequado de resíduos e efluentes, pode favorecer a introdução de substâncias potencialmente tóxicas na água, com impactos para organismos aquáticos e para populações humanas que dependem direta ou indiretamente do rio.

A avaliação dessa problemática demanda abordagens que ultrapassem a caracterização exclusivamente físico-química, incorporando bioensaios ecotoxicológicos capazes de detectar efeitos biológicos da exposição a contaminantes. Entre os organismos utilizados em testes de toxicidade, *Artemia salina* destaca-se pela sensibilidade, baixo custo, facilidade de manejo e ampla aplicação em triagens ecotoxicológicas (Meyer *et al.*, 1982; Nunes; Carvalho; Guilhermino, 2006; Browne; Sorgeloos; Trotman, 1991).

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o nível de toxicidade da água do Rio Parnaíba no perímetro do Distrito Industrial de Teresina–PI, por meio de bioensaio com *Artemia salina* e comparação entre dois pontos de coleta (antes e após a área industrial).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 POLUIÇÃO HÍDRICA EM AMBIENTES URBANOS E INDUSTRIAIS

A poluição hídrica corresponde à alteração das características físicas, químicas e biológicas da água, comprometendo seus usos e a integridade dos ecossistemas aquáticos. Em áreas urbanas, as principais fontes de contaminação incluem esgoto doméstico, efluentes industriais, resíduos sólidos e escoamento superficial contaminado (Vianna, 2015).

A intensificação das atividades humanas tem ampliado a carga de poluentes lançados nos corpos d'água, afetando a qualidade ambiental e elevando os riscos à saúde pública e à biota aquática (Newman; Unger, 2020). Em regiões com monitoramento insuficiente, a identificação da magnitude dos impactos torna-se limitada, dificultando a adoção de medidas de controle e mitigação.

No contexto industrial, efluentes líquidos podem conter compostos orgânicos, óleos, graxas, surfactantes, metais e outras substâncias tóxicas, com potencial de

causar efeitos agudos e crônicos sobre organismos aquáticos (Rand, 1995; Newman; Unger, 2020). Assim, o monitoramento sistemático da qualidade da água é fundamental para a gestão ambiental de áreas sob influência industrial.

2.2 QUALIDADE DA ÁGUA E MARCO REGULATÓRIO BRASILEIRO

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) estabelece que a água é um bem público dotado de valor econômico e que sua gestão deve assegurar usos múltiplos e sustentabilidade. No âmbito da qualidade da água, a Resolução CONAMA nº 357/2005 define classes de enquadramento dos corpos de água e respectivos padrões de qualidade, considerando parâmetros físicos, químicos e biológicos (Brasil, 2005).

Esses parâmetros são essenciais para avaliar a adequação da água para abastecimento, recreação, irrigação e preservação da vida aquática. Entretanto, a análise de parâmetros convencionais nem sempre é suficiente para detectar efeitos tóxicos de misturas complexas de contaminantes, especialmente em concentrações subletais (Rand, 1995; Newman; Unger, 2020).

Nesse sentido, a integração entre análises laboratoriais e bioensaios ecotoxicológicos fortalece o diagnóstico ambiental, pois permite inferir o potencial tóxico real da amostra sobre organismos vivos (Connell, 2005; Newman; Unger, 2020).

2.3 RIO PARNAÍBA: RELEVÂNCIA REGIONAL E PRESSÕES ANTRÓPICAS

O Rio Parnaíba é um dos principais cursos d'água do Nordeste brasileiro, com importância estratégica para abastecimento, irrigação, pesca, transporte e manutenção de ecossistemas. Sua bacia hidrográfica sustenta atividades econômicas e comunidades em diferentes trechos, inclusive na região de Teresina (Lima; Lima; Augustin, 2017).

No trecho urbano de Teresina, o rio sofre influência de expansão urbana, lançamento de efluentes domésticos, deposição de resíduos sólidos e alterações hidrológicas, fatores que podem comprometer a qualidade da água e a biodiversidade local (Rocha; Silva, 2018; "CPRM monitora...", 2025). A proximidade entre áreas

industriais e residenciais amplia a relevância de estudos de monitoramento e avaliação toxicológica.

Estudos locais já apontaram degradação da qualidade da água do Rio Parnaíba em trechos urbanos, com indícios de influência antrópica e necessidade de controle ambiental mais rigoroso (Rocha; Silva, 2018). Esses achados reforçam a pertinência de investigações direcionadas ao perímetro do Distrito Industrial de Teresina.

2.4 ECOTOXICOLOGIA AQUÁTICA E TESTES DE TOXICIDADE

A ecotoxicologia investiga os efeitos de contaminantes sobre organismos, populações e ecossistemas, considerando dose, tempo de exposição, vias de contato e sensibilidade biológica (Connell, 2005; Rand, 1995; Newman; Unger, 2020). Em ambientes aquáticos, contaminantes podem provocar desde alterações fisiológicas e comportamentais até mortalidade, com repercussões sobre a estrutura trófica e o funcionamento ecossistêmico.

Os testes de toxicidade são ferramentas amplamente empregadas para avaliar o potencial deletério de amostras ambientais. Em bioensaios agudos, o desfecho frequentemente analisado é a mortalidade, a partir da qual se estimam indicadores como a concentração letal mediana (CL₅₀), útil para comparar níveis de toxicidade entre amostras (Rand, 1995; Zucker, 1985).

A interpretação da toxicidade deve considerar limitações metodológicas e o contexto ambiental, uma vez que diferentes contaminantes podem atuar de forma isolada ou sinérgica, produzindo respostas distintas conforme o organismo-teste empregado (Newman; Unger, 2020).

2.5 *Artemia salina* COMO ORGANISMO BIOINDICADOR

O microcrustáceo *Artemia salina* é amplamente utilizado em bioensaios de triagem toxicológica devido à facilidade de obtenção dos cistos, rápida eclosão, baixo custo operacional e boa sensibilidade a diferentes classes de contaminantes (Meyer *et al.*, 1982; Browne; Sorgeloos; Trotman, 1991). Sua aplicação é recorrente em estudos ambientais, farmacológicos e de prospecção biológica.

A sensibilidade de *Artemia salina* a compostos como surfactantes, metais e substâncias orgânicas torna esse organismo adequado para avaliação preliminar de

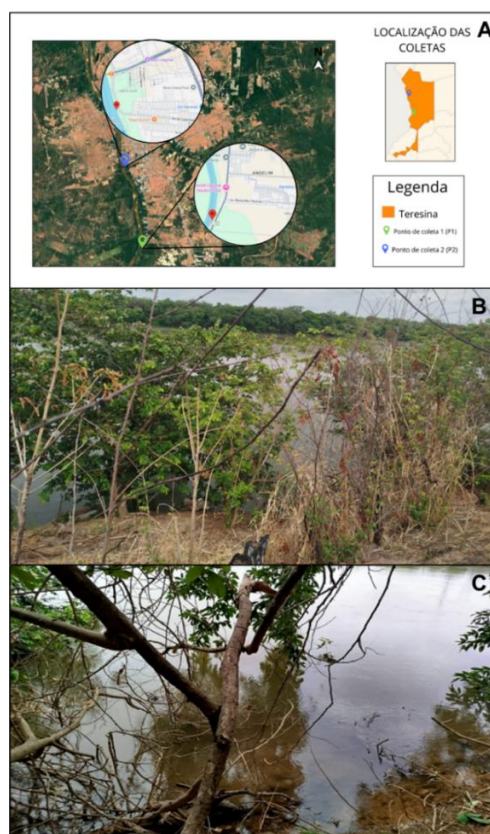
toxicidade de águas e efluentes (Nunes; Carvalho; Guilhermino, 2006). Em ensaios agudos, a mortalidade após tempo definido de exposição constitui parâmetro objetivo e de fácil mensuração.

Embora seja um organismo de triagem, *Artemia salina* apresenta utilidade relevante em estudos comparativos entre pontos de coleta, pois permite identificar variações relativas de toxicidade e direcionar investigações posteriores mais específicas, incluindo análises químicas e testes com outros organismos aquáticos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Tratou-se de um estudo experimental, de abordagem quantitativa, realizado no Instituto Federal do Piauí (IFPI), em novembro de 2025, com o objetivo de avaliar a toxicidade da água do Rio Parnaíba no perímetro do Distrito Industrial de Teresina–PI. A coleta das amostras foi realizada em dois pontos distintos do rio, definidos de forma comparativa em relação à área industrial (Figura 1C): um ponto a montante da passagem pelo distrito industrial (P1) e outro a jusante (P2).

Figura 1 – Localização das coletas nos pontos 1 e 2.



Fonte: Autor (2025).

O ponto P1 (Figura 1A) foi localizado nas coordenadas (-5.199434, -42.799235), enquanto o ponto P2 (Figura 1B) foi localizado nas coordenadas (-5.136790, -42.811079). Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa térmica sob refrigeração, transportadas ao laboratório de microbiologia de alimentos do IFPI e armazenadas em refrigerador até a realização dos ensaios.

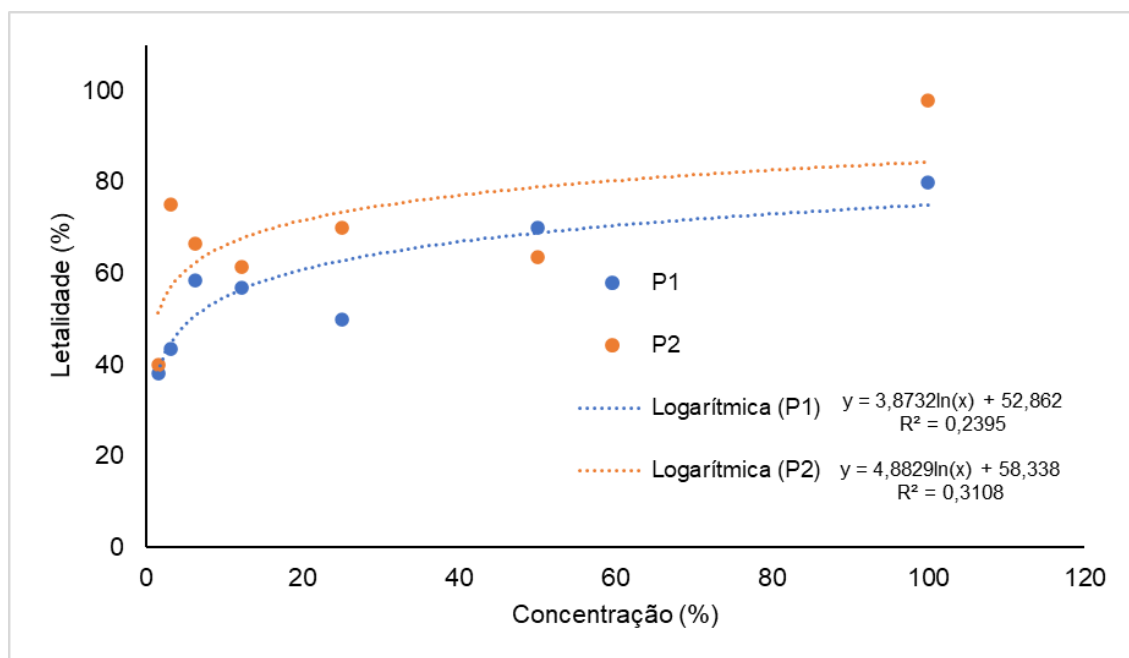
Para o bioensaio ecotoxicológico, foram utilizados ovos de *Artemia salina*, previamente eclodidos em solução salina a 2%, mantidos em aquário com oxigenação constante por 24 horas. Após a eclosão, aproximadamente 10 a 15 microcrustáceos foram transferidos para tubos de ensaio contendo 2 mL das amostras de água correspondentes aos pontos P1 e P2, em diferentes diluições. Também foi preparado tratamento controle com água mineral. As diluições das amostras foram realizadas de forma seriada com solução salina a 2%, nas concentrações de 100, 50, 25, 12,5, 6,25 e 3,12%, em triplicata. Após 24 horas de exposição, procedeu-se à quantificação da mortalidade dos organismos-teste.

A interpretação dos resultados foi realizada com base na mortalidade observada nas diferentes concentrações, na estimativa da CL_{50} apresentada no estudo e na comparação estatística entre as amostras, incluindo teste de *Tukey* com 95% de confiança, conforme descrito no texto original. Foi utilizado o software Microsoft Excel® para cálculos matemáticos e Statistica 10.0 para análise estatísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do bioensaio com *Artemia salina* evidenciaram elevada toxicidade da água do Rio Parnaíba nos dois pontos avaliados, com maior taxa de mortalidade no ponto localizado após a passagem pelo Distrito Industrial (P2) em comparação ao ponto anterior (P1). O comportamento observado nas curvas (Figura 2) indica aumento da letalidade com a elevação da concentração da amostra, padrão esperado em ensaios de toxicidade aguda e coerente com a resposta dose-dependente descrita na literatura ecotoxicológica (Rand, 1995; Newman; Unger, 2020).

Figura 2 – Toxicidade aguda em microcrustáceos *Artemia* sp. em diferentes concentrações das amostras de água coletadas, nos pontos de coletas P1 e P2, do rio Parnaíba.



Fonte: Autor (2025).

A estimativa de CL_{50} apresentada no trabalho (0,0000885% para P1 e 0,000155% para P2) foi interpretada à luz do critério de Zucker (1985), sendo ambas as amostras classificadas como altamente tóxicas. Ainda que a classificação utilizada no texto sustente a conclusão de elevada toxicidade, recomenda-se atenção à unidade empregada na comparação com o critério de referência, uma vez que a consistência entre unidade da CL_{50} , método de cálculo e critério classificatório é essencial para a robustez interpretativa (Zucker, 1985).

A Tabela 1 reforça a interpretação de toxicidade elevada ao apresentar médias de letalidade de $95,26 \pm 4,61\%$ (P1) e $99,23 \pm 1,33\%$ (P2), com diferença estatisticamente significativa pelo teste de *Tukey* (95% de confiança). Esses valores indicam que os organismos-teste foram fortemente afetados em ambos os pontos, com agravamento após o perímetro industrial. Tal resultado sugere que o trecho estudado já apresenta comprometimento ambiental prévio ao distrito industrial, mas que há incremento do efeito tóxico no ponto a jusante, compatível com influência adicional de fontes antrópicas locais.

Tabela 1: Valores médios dos índices de letalidades do microcrustáceos *Artemia sp.* em diferentes concentrações das amostras de água nos pontos de coletas 1 e 2, do Rio Parnaíba.

Amostras	Letalidade
P1	95,26 ± 4,61 ^a
P2	99,23 ± 1,33 ^b

Fonte: Autor (2025). Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 95% de confiança.

Do ponto de vista ecotoxicológico, a elevada mortalidade de *Artemia salina* pode estar associada à presença de substâncias tóxicas dissolvidas ou em suspensão, como compostos orgânicos, surfactantes, metais e outros contaminantes oriundos de efluentes urbanos e industriais (Nunes; Carvalho; Guilhermino, 2006; Newman; Unger, 2020). A literatura destaca que *Artemia salina* é sensível a diferentes classes de poluentes e constitui bioindicador útil em triagens ambientais, especialmente quando se pretende comparar o potencial tóxico relativo entre amostras (Meyer *et al.*, 1982; Browne; Sorgeloos; Trotman, 1991).

Os achados também dialogam com estudos sobre o trecho urbano do Rio Parnaíba em Teresina, que apontam influência de pressões antrópicas, como lançamento de esgoto, resíduos sólidos e ocupação irregular das margens, contribuindo para a degradação da qualidade da água (Rocha; Silva, 2018). Nesse sentido, a maior toxicidade observada em P2 converge com a hipótese de agravamento da contaminação após a área do Distrito Industrial, embora o desenho experimental adotado não permita identificar quais contaminantes específicos estão envolvidos.

Como limitação analítica, o estudo não apresenta, no trecho disponibilizado, resultados de parâmetros físico-químicos e microbiológicos que permitam correlação direta com a toxicidade observada, apesar de esses parâmetros terem sido mencionados no objetivo e na discussão. Essa lacuna restringe a interpretação causal e a identificação das possíveis fontes de contaminação. Ainda assim, os dados de letalidade obtidos no bioensaio são suficientes para indicar risco ecotoxicológico elevado e justificar a ampliação do monitoramento ambiental no trecho estudado.

Diante dos resultados, recomenda-se a realização de campanhas complementares com análises físico-químicas detalhadas (pH, condutividade, oxigênio dissolvido, turbidez, nutrientes, metais e compostos orgânicos), bem como ensaios ecotoxicológicos com outros organismos e diferentes níveis tróficos, a fim de

fortalecer o diagnóstico ambiental e subsidiar ações de controle de efluentes e gestão integrada da qualidade da água (Brasil, 2005; Newman; Unger, 2020).

5 CONCLUSÃO

A análise da toxicidade da água do Rio Parnaíba no trecho correspondente ao perímetro do Distrito Industrial de Teresina-PI evidenciou comprometimento ambiental, com elevada toxicidade aguda para *Artemia salina* nos dois pontos amostrados. Os valores de CL₅₀ e os índices médios de letalidade indicaram que tanto o ponto a montante (P1) quanto o ponto a jusante (P2) apresentaram elevada toxicidade, com agravamento no ponto localizado após a área industrial.

Os resultados sugerem que o rio já apresenta contaminação anterior ao trecho industrial e que, ao longo do percurso analisado, há incremento do efeito tóxico, possivelmente relacionado a aportes de efluentes urbanos e industriais. Como contribuição, o estudo oferece evidência ecotoxicológica relevante para o monitoramento ambiental do Rio Parnaíba em contexto urbano-industrial, reforçando a necessidade de vigilância sistemática da qualidade da água no município de Teresina.

Como limitação, destaca-se a ausência, no material disponibilizado, de detalhamento dos resultados físico-químicos e microbiológicos mencionados no objetivo, bem como da descrição do procedimento de cálculo da CL₅₀, o que restringe a interpretação integrada dos achados. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a ampliação do monitoramento com análises físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas complementares, além da identificação de fontes poluidoras e avaliação sazonal, com vistas a subsidiar políticas públicas e medidas de controle de efluentes no contexto do Piauí.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 53, p. 58–63, 18 mar. 2005. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/portalnqa/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20357.pdf>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 26 de junho de 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 396, de 7 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 abr. 2008. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/portal-pnqa/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

BROWNE, Robert A.; SORGELOOS, Patrick; TROTMAN, Clive N. A. (ed.). **Artemia Biology**. Boca Raton: CRC Press, 1991. Disponível em: CRC Press – Artemia Biology. Acesso em: 26 de junho de 2026.

CONNELL, Des W. **Basic Concepts of Environmental Chemistry**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. Disponível em: <https://www.routledge.com/Basic-Concepts-of-Environmental-Chemistry-Second-Edition/Connell/p/book/9781566706766>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

CPRM monitora aumento do nível dos rios Parnaíba e Poti. **EL PIAUÍ**, 20 jan. 2025. Disponível em: <https://elpiaui.com.br/noticia/126916/cprm-monitora-aumento-do-nivel-dos-rios-parnaiba-e-poti/>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé; LIMA, Almir Bezerra; AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha. Nascentes do Rio Parnaíba: usos e conservação da terra e da água. In: **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. Campinas: UNICAMP, 2017. p. 594–605. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1829/1499>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

MEYER, B. N. *et al.* Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Medica**, v. 45, p. 31–34, 1982. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2007-971236>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

NEWMAN, Michael C.; UNGER, Michael A. **Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution**. 5. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781351133999/fundamentals-ecotoxicology-michael-newman>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

NUNES, Bruno S.; CARVALHO, Félix D.; GUILHERMINO, Lúcia M.; VAN STAPPEN, Gilbert. Use of the genus *Artemia* in ecotoxicity testing. **Environmental Pollution**, v. 144, n. 2, p. 453–462, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749106000637>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

RAND, Gary M. **Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate and Risk Assessment**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1995. Disponível em:

<https://www.routledge.com/Fundamentals-Of-Aquatic-Toxicology-Effects-Environmental-Fate-And-Risk-Assessment/Rand/p/book/9781560320913>. Acesso em: 26 de junho de 2026.

ROCHA, Juliana Rodrigues; SILVA, Carlos Ernando da. Análise da qualidade das águas do Rio Parnaíba no meio urbano da cidade de Teresina-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais [...]**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2018. Disponível em: https://www.abes-dn.org.br/anaiseletronicos/20_Download/TrabalhosCompleto-PDF/IV-104.pdf. Acesso em: 26 de junho de 2026.

ZUCKER, E. **Hazard Evaluation Division, Standard Evaluation Procedure: Acute Toxicity Test for Freshwater Fish**. EPA-540/9-85-006. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, 1985. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/91013PZ0.PDF?Dockkey=91013PZ0.PDF>. Acesso em: 26 de junho de 2026.