

RESSALVA

**Atendendo solicitação do(a) autor(a), o
texto completo deste documento será
disponibilizado somente a partir de
25/12/2026.**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e
Ciências Exatas, São José do Rio Preto - Campus de São José do Rio Preto

Brendown Eiji Dias Kato

Como a dragagem mecânica afeta a comunidade zooplanctônica e os
parâmetros limnológicos? Uma revisão cienciométrica e um estudo in situ

São José do Rio preto

2026



Brendown Eiji Dias Kato

**Como a dragagem mecânica afeta a comunidade zooplanctônica e os
parâmetros limnológicos? Uma revisão cienciométrica e um estudo in situ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade.

Área de Concentração: Biodiversidade

Orientador(a): Prof. Dr. Maria Stela Maioli
Castilho Noll

Coorientador(a): Prof. Dr. Natan Guilherme
Dos Santos

São José do Rio preto

2026

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente todos aos que colaboraram com meu processo de formação como meus mentores, a minha orientadora Dra. Maria Stela, que deu uma chance de entrar em sua equipe, e me forneceu apoio nessa jornada desde minha IC, alertando sobre meus erros, mas principalmente, e sempre me fornecendo oportunidades de mostrar meu potencial. Da mesma forma agradeço meu co-orientador de mestrado, e também amigo, Dr. Natan, que depositou sua confiança e dispôs de seu tempo para me direcionar, auxiliar e ensinar durante todo o processo. Aos dois, desejo as minhas melhores intenções e que a vida lhes reserve muitas conquistas e momentos felizes.

Agradeço também aos meus amigos e queridos colegas/ex colegas de laboratório, sendo Guilherme Calixto, Julia Brito, Gabriel Liboni, Pedro Henrique, por todo o tempo, compartilhando risadas, surtos, ajudas e discussões, sejam elas sobre tópicos produtivos ou os mais improdutivos imagináveis, meus mais sinceros muito obrigado.

Agradeço também ao Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SEMAE), pelo apoio institucional e pela viabilização deste estudo. Em especial, agradeço à direção, que prontamente acolheu a proposta de pesquisa, e à equipe do Laboratório Bacteriológico, responsável pela realização das coletas de campo que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também pela disponibilização de parte dos dados de monitoramento, cuja contribuição foi fundamental para a execução e o enriquecimento das análises aqui apresentadas.

Agradeço aos membros da Rede de Zooplâncton Neotropical, pela oportunidade em participar de eventos e projetos maravilhosos, e por me permitir ter contado com os mais renomados e diversos especialistas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pesquisa (processo 132493/2024-1). - (Agosto/2024 - Julho/2025)

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de pesquisa (processo 88887.196831/2025-00). - (Julho/2025 - Agosto/2025)

À FAPESP, pelo apoio financeiro, concedido por meio do Processo nº 2025/00835-2, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). - (Agosto/2025 - Julho/2026).

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo levantar a bibliografia sobre o processo de desassoreamento e o monitoramento dos efeitos do processo de desassoreamento por dragagem na comunidade zooplancônica e nos parâmetros limnológicos, em áreas afetadas e não afetadas ao longo das fases antes, durante e após o processo de dragagem em lagos da Represa Municipal de São José do Rio Preto (SP). A revisão bibliográfica evidenciou que os estudos sobre desassoreamento por dragagem em ambientes continentais concentram-se principalmente nos efeitos sobre a qualidade da água e comunidades bentônicas, sendo escassas as avaliações voltadas à comunidade zooplancônica, especialmente em reservatórios tropicais urbanos. Os trabalhos revisados indicam respostas variadas das comunidades aquáticas à dragagem, dependentes da intensidade do distúrbio, das características do sistema e do período de monitoramento. As análises indicaram que o período durante a dragagem foi caracterizado por um aumento nas concentrações de turbidez, cor verdadeira e nutrientes, refletindo o efeito imediato do revolvimento do sedimento. Em contraste, o período após a dragagem apresentou mudanças significativas nas condições da água, incluindo redução do oxigênio dissolvido, da demanda química de oxigênio e do nitrato, além de aumento nas concentrações de ferro solúvel ($p < 0,05$), evidenciando efeitos residuais do distúrbio. A diversidade alfa não apresentou diferenças significativas entre os períodos ($p > 0,05$), sugerindo resiliência estrutural da comunidade zooplancônica frente à perturbação. Por outro lado, foram registradas variações na composição da comunidade zooplancônica ao longo dos períodos amostrais, com mudanças significativas entre as fases durante e após a dragagem ($p < 0,05$). A análise de similaridade percentual (SIMPER) indicou que essa variação temporal foi impulsionada principalmente por rotíferos oportunistas, como *Conochilus natans* e *Hexarthra intermedia*, que apresentaram aumento de abundância no período após a dragagem. A análise de redundância (RDA) identificou a temperatura como principal variável associada às mudanças na composição ao longo do tempo. Em conjunto, os resultados demonstram que a dragagem atuou como uma perturbação física de curto prazo, promovendo alterações nas condições ambientais e na composição da comunidade ao longo do tempo, mas sem impactar significativamente a diversidade alfa, indicando uma rápida capacidade de reorganização da comunidade zooplancônica após o distúrbio.

Palavras-chave: Reservatório urbano; Ressuspensão de sedimentos; Diversidade efetiva; Composição da comunidade; Distúrbio ambiental

ABSTRACT

This dissertation aimed to review the literature on dredging and to evaluate the effects of dredging on the zooplankton community and limnological parameters in impacted and non-impacted areas throughout the phases before, during, and after dredging in the lakes of the Municipal Reservoir of São José do Rio Preto, São Paulo State, Brazil. The literature review revealed that studies on dredging in inland aquatic ecosystems have primarily focused on water quality and benthic communities, whereas assessments of zooplankton responses remain scarce, particularly in tropical urban reservoirs. The reviewed studies reported variable responses of aquatic communities to dredging, depending on disturbance intensity, ecosystem characteristics, and monitoring duration. The analyses indicated that the dredging phase was characterized by increased turbidity, true color, and nutrient concentrations, reflecting the immediate effects of sediment disturbance. In contrast, the post-dredging phase exhibited significant changes in water conditions, including reductions in dissolved oxygen, chemical oxygen demand, and nitrate concentrations, as well as an increase in dissolved iron concentrations ($p < 0.05$), indicating residual effects of the disturbance. Alpha diversity did not differ significantly among sampling periods ($p > 0.05$), suggesting structural resilience of the zooplankton community to disturbance. However, significant temporal changes in community composition were detected, particularly between the dredging and post-dredging phases ($p < 0.05$). Similarity Percentage Analysis (SIMPER) indicated that these temporal variations were primarily driven by opportunistic rotifer species, such as *Conochilus natans* and *Hexarthra intermedia*, which increased in abundance following dredging. Redundancy Analysis (RDA) identified temperature as the main environmental variable associated with temporal changes in community composition. Overall, the results demonstrate that dredging acted as a short-term physical disturbance, promoting changes in environmental conditions and community composition over time without significantly affecting alpha diversity. These findings indicate a rapid capacity for reorganization of the zooplankton community following disturbance and highlight the importance of assessing community composition in addition to diversity metrics when evaluating the ecological effects of dredging in tropical urban reservoirs.

Keywords: urban reservoir; sediment resuspension; effective diversity; community composition; environmental disturbance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa da localização do reservatório urbano de São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.	28
Figura 2 – Gráfico de densidade de zooplâncton em áreas dragadas e não dragadas ao longo do período de monitoramento	36
Figura 3 – Gráficos de densidades dos grandes grupos de zooplâncton em áreas dragadas e não dragadas ao longo do período de monitoramento	37
Figura 4 – Gráficos de abundâncias relativas das espécies que mais contribuíram para densidade em áreas dragadas e não dragadas por período	38
Figura 5 – Gráficos Boxplot de variação da diversidade zooplanctônica entre os pontos agrupados de amostragem Não dragado e Dragado	44
Figura 6 – Gráficos Boxplot de variação da diversidade zooplanctônica entre os períodos	46
Figura 7 – NMDS representando a variação na composição da comunidade zooplanctônica entre pontos dragados e não dragados	48
Figura 8 – NMDS representando a variação na composição da comunidade zooplanctônica entre períodos antes, durante e após dragagem	49
Figura 9 – Análise de redundância (RDA) da comunidade zooplanctônica nos ambientes dragados e não dragados	51
Figura 10 – Diagramas de ordenação da análise de redundância (RDA) da comunidade zooplanctônica nos períodos antes, durante e após a dragagem	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ocorrência das espécies zooplancônicas nos pontos amostrados ao longo do período de estudo.	33
Tabela 2 – Variação dos parâmetros físico-químicos da água entre períodos e grupos (média $\pm$ desvio padrão)	39
Tabela 3 – Comparação dos parâmetros físico-químicos da água ao longo de todo o período entre áreas dragadas e não dragadas com base em modelos lineares generalizados (GLM)	41
Tabela 4 – Comparação dos parâmetros físico-químicos da água entre períodos com base em modelos lineares generalizados (GLM)	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cond. – Condutividade elétrica

Cor.V – Cor verdadeira

DQO – Demanda Química de Oxigênio

Fe.S – Ferro Solúvel

GLM – Modelos Lineares Generalizados

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Mn. – Manganês

NH₃ – Amônia

NMDS – Ordenação Não Métrica Multidimensional

NO₃⁻ – Nitrato

O.D – Oxigênio Dissolvido

P.T – Fósforo Total

PERMANOVA – Análise de Variância Multivariada baseada em Permutação

PERMDISP – Análise de Dispersão Multivariada

RDA – Análise de Redundância (Redundancy Analysis)

SEMAE – Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto

SIMPER – Análise de contribuição percentual de similaridade (Similarity Percentage Analysis)

TDS – Sólidos Dissolvidos Totais

Turb. – Turbidez

UNESP – Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL	12
2.	OBJETIVO GERAL	16
3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4.	HIPÓTESES	17
5.	REFERÊNCIAS	17
6.	CAPÍTULO 1 – A REVIEW OF CURRENT SCIENTIFIC PERSPECTIVES ON THE EFFECTS OF DREDGING IN FRESHWATER ENVIRONMENTAL RESTORATION	22
7.	CAPÍTULO 2 – DRAGAGEM ALTERA A QUALIDADE DA ÁGUA E A COMPOSIÇÃO DO ZOOPLÂNTON SEM AFETAR A DIVERSIDADE EM UM RESERVATÓRIO URBANO TROPICAL.	23
7.1	Introdução	23
7.2	Materiais e métodos	26
7.2.1	Área de estudo	26
7.2.2	Amostragens	28
7.2.3	Zooplâncton	28
7.2.4	Parâmetros físico-químicos da água	29
7.2.5	Análises	29
7.3	Resultados	32
7.3.1	Estrutura da comunidade	32
7.3.2	Parâmetros ambientais	38
7.3.3	Diversidade da comunidade	42
7.3.4	Variação na composição da comunidade	46
7.3.5	Influência das variáveis ambientais na estrutura da comunidade zooplanctônica	49
7.4	Discussão	52
7.5	Conclusão	56
7.6	Referências	57

1. INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento da urbanização e da expansão agrícola são duas das principais ameaças à biodiversidade (LUCK; DAILY; EHRLICH, 2004; CEBALLOS et al., 2015). Esses processos causam desmatamento e fragmentação dos habitats naturais, comprometendo a integridade dos ecossistemas (HOWARTH et al., 1996; MAXWELL et al., 2016). Dentre os ecossistemas mais impactados por essas alterações, destacam-se os aquáticos, que têm suas características físicas e a composição da biodiversidade afetadas (SEMENCHUK et al., 2022; SERRÃO et al., 2022; DOS SANTOS et al., 2024; GEMEDA et al., 2024). Além disso, a perda de áreas florestais e a expansão das áreas rurais e urbanas têm contribuído para a fragmentação dos ambientes aquáticos, resultando em alterações no ciclo hidrológico (HALE; LEVEND, 2023). Para suprir a crescente demanda por água, ambientes lóticos, como os rios, têm sido amplamente represados, convertendo-se em sistemas lênticos com maior tempo de retenção e acúmulo de sedimentos (TUNDISI, 1999; POMPEO, 2000). Essa transformação altera a dinâmica hidrológica e biogeoquímica dos sistemas, favorecendo, ao longo do tempo, processos de eutrofização e assoreamento que comprometem sua funcionalidade, exigindo medidas contínuas de manejo e restauração (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; ABE, 2008).

A transformação dos ecossistemas aquáticos contribui para a fragmentação de habitats, um dos principais temas da ecologia contemporânea, representando um desafio significativo para a conservação da biodiversidade e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos (BRAUER; BEHEREGARAY, 2020). O isolamento de habitats por causas antropogênicas é um dos principais responsáveis pela atual crise global de extinção, afetando especialmente os ambientes aquáticos, que são particularmente suscetíveis a impactos, como ocorre nos ecossistemas de água doce (BRAUER; BEHEREGARAY, 2020). A fragmentação provoca consequências diretas, a interrupção do fluxo gênico, interferências nas interações presa-predador e modificações na diversidade de espécies, gerando um efeito cascata que pode impactar todo o ecossistema (SGARLATA et al., 2022). Nesse contexto, barragens e outras barreiras fluviais são formas muito comuns de fragmentação de habitats que contribuem significativamente para agravar os impactos antropogênicos, podendo resultar em extinções em massa no Antropoceno (BRAUER; BEHEREGARAY, 2020).

O represamento e a construção de barragens possuem um caráter socioeconômico complexo (JEULAND, 2022; RAMIRES; CASATTI, 2021). A construção de represas possibilita diversos usos, como a geração de energia hidrelétrica, o controle de inundações e o abastecimento de água (JEULAND, 2022; TUNDISI, 1999). Além de seus impactos primários, existem benefícios secundários, como a redução do custo da água e da energia para a população. Em alguns casos, as represas também cumprem um papel social urbano, disponibilizando áreas de lazer em seu entorno (JEULAND, 2022).

Todavia, o represamento gera grandes impactos ecológicos e sociais durante sua implantação. A necessidade de áreas extensas para a formação de reservatórios resulta em perda de habitat e provoca o (TUNDISI, 1999; VALENCIO et al., 1999). A alteração do fluxo dos rios, a fragmentação dos ambientes, a modificação da fauna local e as mudanças nas características físico-químicas da água fazem parte dos impactos causados pelo represamento (TUNDISI, 1999; BRAUER; BEHEREGARAY, 2020). Ademais, a construção de represas pode desencadear alterações significativas nos padrões de migração de espécies aquáticas, afetando a pesca e a subsistência de comunidades dependentes dos recursos hídricos locais (ZHOU; RUAN, 2023). Além disso, a instalação de represas pode acarretar impactos sociais e ecológicos secundários, como o aumento da população urbana e a consequente diminuição da população agrícola local (VALENCIO et al., 1999).

Reservatórios são ambientes permanentemente manipulados por ações antropogênicas, sendo de extrema importância sua manutenção, estudo e compreensão enquanto sistemas ecológicos dinâmicos (TUNDISI, 1999). Embora reservatórios urbanos imponham impactos significativos à biota aquática, como fragmentação e perda de habitats, eles podem manter remanescentes da fauna e flora locais, funcionando como elos residuais com o ambiente natural e como espaços com potencial educativo, especialmente junto ao público infantil (RAMIRES; CASATTI, 2021). No entanto, tais aspectos não devem ser interpretados como compensações aos efeitos ecológicos negativos, como a descontinuidade do curso do rio e as alterações nos fluxos de energia e nutrientes.

Um dos problemas associados a estes reservatórios urbanos é o assoreamento que tem se intensificado ao longo do tempo, resultando em diversas consequências negativas. Esse fenômeno pode ocorrer por diferentes motivos, sendo os mais frequentes a erosão das margens e leitos, a remobilização de

sedimentos e o carreamento de partículas provenientes de solos expostos devido às chuvas (FERREIRA et al., 2023). O assoreamento promove impactos significativos, contribuindo para a degradação dos cursos d'água e habitats a jusante e podendo resultar no

acúmulo de poluentes nos sedimentos, além de alterar a biodiversidade em decorrência da diminuição da coluna d'água (PISATURO; RIGHETTI, 2018).

Na tentativa de reverter e mitigar os impactos causados pelo assoreamento, existem medidas de remoção de sedimentos em reservatórios, denominadas de desassoreamento, que ocorrem por meio da dragagem e descarga de sedimentos. O desassoreamento é uma prática relativamente frequente e necessária para a manutenção da capacidade dos reservatórios. Existem diferentes tipos de dragagem, sendo as mais comuns a dragagem mecânica e a dragagem hidráulica. As dragas hidráulicas diluem o sedimento com água e aspiram essa mistura através de um tubo ligado a uma bomba, enquanto a dragagem mecânica utiliza dragas ou retroescavadeiras para escavar e remover o substrato (BRAY, 2008; CEDA, 2011; WODA, 2013; TODD et al., 2015).

A dragagem hidráulica tem sido mais utilizada em ambientes mais profundos e em grandes escalas, como ambientes marinhos e estuários (WENGER et al., 2017). Por outro lado, os sistemas mecânicos permitem uma operação mais eficiente em ambientes de difícil acesso, como lagos rasos, canais urbanos e pequenos rios e córregos (ZUO et al., 2022). Além disso, a dragagem mecânica pode minimizar os sedimentos residuais na superfície dragada, reduzindo a liberação de nutrientes para a coluna de água (ZHU et al., 2022). Esses sistemas também apresentam menores custos de manutenção e maior precisão de dragagem em comparação aos sistemas hidráulicos (ZUO et al., 2022).

O desassoreamento altera variáveis limnológicas, como pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e matéria orgânica suspensa, podendo causar impactos significativos sobre as comunidades aquáticas (DAR; RASHID; BHAT, 2023). Com o avanço da urbanização e as mudanças no uso do solo, os ambientes aquáticos têm sofrido crescente degradação, tornando urgentes ações de restauração e manutenção desses ecossistemas (DYNESIUS & NILSSON, 1994; DENG, 2019; ZHANG et al., 2025). Nesse contexto, torna-se essencial adotar uma abordagem abrangente para compreender os impactos da dragagem tanto nas comunidades aquáticas quanto nos parâmetros físico-químicos da água.

Além disso, questões-chave relacionadas à literatura existente sobre os efeitos da dragagem ainda precisam ser melhor compreendidas. Entre essas questões estão: quantos estudos avaliaram os efeitos da dragagem? Quantos desses estudos foram baseados em campo ou em experimentos? Quais tipos de ambientes aquáticos foram mais estudados? Quais comunidades aquáticas e parâmetros físico-químicos foram mais frequentemente analisados? E quais métricas ecológicas têm sido mais avaliadas? Responder a essas questões é

fundamental para identificar lacunas no conhecimento sobre os efeitos da dragagem nos ambientes aquáticos.

A literatura disponível sobre o impacto do desassoreamento por dragagem em comunidades aquáticas continentais ainda é limitada, com a maioria dos estudos focando nas consequências para macroinvertebrados e peixes. O desassoreamento remove o substrato e os organismos presentes, reduzindo a diversidade e abundância de macroinvertebrados, o que afeta a rede trófica aquática (WU et al., 2007; BUCZYŃSKA E BUCZYŃSKI, 2019). Além disso, a suspensão de sedimentos pode alterar a fisiologia dos peixes, prejudicando o desenvolvimento de ovos e larvas (KJELLAND et al., 2015; YANG et al., 2019). Por outro lado, comunidades de macroinvertebrados podem se recuperar em até um ano após a dragagem (Vdovina et al., 2022). Para os peixes, a dragagem pode aumentar a diversidade e o crescimento após sua realização (MANJAPPA; VASUDEVappa, 2008; SHALLOF et al., 2023). Entretanto, durante a dragagem pode ocorrer aumento da bioacumulação de metais (LEVINTON et al., 2006; JONGE et al., 2012).

Dentre as diversas comunidades aquáticas possivelmente impactadas pelo processo, e ainda pouco investigadas, destaca-se a comunidade zooplânctônica. O zooplâncton exerce influência fundamental nos ecossistemas de água doce, atuando como elo funcional entre produtores primários (como o fitoplâncton) e consumidores de níveis tróficos superiores, além de contribuir para a ciclagem de nutrientes e o controle da qualidade da água por meio do pastoreio de algas (JEPPESEN et al., 2011; IGLESIAS et al., 2017). Ademais, os organismos zooplânctônicos são sensíveis e responsivos às mudanças no ambiente aquático e na paisagem ao seu entorno, tornando-se indicadores valiosos para a avaliação da saúde ecológica da água (GAGNETEN & PAGGI, 2009; YIN et al., 2022). Apesar dessa importância ecológica, estudos que abordam a resposta do zooplâncton aos processos de desassoreamento ainda são escassos.

Estudos ecológicos buscam principalmente descrever as interações entre o ambiente e os organismos biológicos. Nesse contexto, o monitoramento ambiental constitui uma ferramenta eficiente para compreender essas interações e identificar impactos sobre as comunidades ao longo do tempo e do espaço (RIBEIRO et al., 2016; ALAHUHTA; AROVIITA, 2016). Procedimentos complexos e de grande escala, como o desassoreamento de reservatórios urbanos, são relativamente raros e ainda possuem poucas descrições sobre seus impactos na fauna zooplânctônica, principalmente devido à necessidade de especialistas capazes de identificar diferentes grupos taxonômicos. Para o monitoramento da fauna zooplânctônica é fundamental considerar principalmente os três principais táxons —

cladóceros, copépodes e rotíferos — bem como realizar a identificação taxonômica e a quantificação de densidade e riqueza dessas comunidades (MISSIAS et al., 2017).

Este trabalho busca contribuir para o preenchimento de lacunas no conhecimento sobre os impactos do desassoreamento em reservatórios urbanos sobre a comunidade zooplanctônica e os parâmetros limnológicos. Para isso, a dissertação está estruturada em duas abordagens complementares, organizada em dois capítulos.

O primeiro capítulo consiste em uma revisão cienciométrica, com o objetivo de identificar tendências e lacunas na literatura científica sobre os efeitos da dragagem mecânica na restauração de ambientes de água doce. Essa revisão fornece uma base teórica para interpretar os resultados empíricos e compreender o estado atual do conhecimento sobre o tema. O segundo capítulo apresenta uma abordagem empírica baseada no monitoramento dos parâmetros limnológicos e da comunidade zooplanctônica em um reservatório urbano submetido ao processo de desassoreamento. Dessa forma, este estudo busca ampliar o conhecimento científico sobre os efeitos da dragagem em comunidades aquáticas, contribuindo para o entendimento dos processos ecológicos envolvidos e para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficazes em reservatórios urbanos.

7.5 Conclusão

Os resultados permitiram confirmar parcialmente as hipóteses propostas. A H1 foi corroborada pelas alterações observadas em variáveis limnológicas associadas à ressuspensão de sedimentos, evidenciando que a dragagem promoveu mudanças temporárias nas condições físico-químicas da água. A H2 foi parcialmente confirmada, uma vez que os índices de diversidade se mantiveram estáveis, diferindo quanto à composição da comunidade zooplanctônica entre os períodos avaliados. Já a H3 também foi corroborada, devido à maior contribuição de táxons oportunistas e tolerantes às condições ambientais resultantes da intervenção, especialmente representantes de Rotifera.

De forma integrada, os resultados demonstram que a dragagem atuou como um distúrbio capaz de modificar as condições limnológicas e promover a reorganização da comunidade zooplanctônica sem provocar redução significativa da diversidade em ambientes já impactados como reservatórios urbanos. A principal resposta ecológica observada foi a substituição de espécies e a alteração de suas abundâncias relativas, evidenciando que mudanças importantes podem ocorrer na estrutura da comunidade mesmo quando métricas tradicionais de diversidade permanecem inalteradas.

Embora tenham sido observadas alterações ambientais e biológicas associadas à dragagem, os resultados indicam que seus efeitos sobre o zooplâncton ocorreram principalmente em nível composicional. Assim, o processo pode ser considerado uma perturbação ecológica relevante, porém sem evidências de impactos severos sobre a diversidade da comunidade durante o período avaliado.

Considerando a escassez de estudos sobre os efeitos da dragagem em comunidades zooplanctônicas de reservatórios tropicais, este trabalho contribui para ampliar o conhecimento sobre as respostas ecológicas associadas ao desassoreamento e reforça a importância da utilização conjunta de métricas de diversidade e composição para a avaliação dos impactos de intervenções de manejo em ecossistemas aquáticos.

7.6 Referências

- ALMEIDA, R.; FORMIGO, N. E.; SOUSA-PINTO, I.; ANTUNES, S. C. Contribution of zooplankton as a biological element in the assessment of reservoir water quality. *Limnetica*, v. 39, n. 1, p. 245–261, 2020.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, v. 26, p. 32–46, 2001. DOI: 10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x.
- BRAUER, C. J.; BEHEREGARAY, L. B. The evolutionary potential of fishes in rapidly changing environments. *Evolutionary Applications*, v. 13, p. 2857–2869, 2020.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, v. 27, p. 325–349, 1957. DOI: 10.2307/1942268.
- BRYŚIEWICZ, A.; CZERNIEJEWSKI, P.; SIECZKO, L. An assessment of maintenance works and their impact on macroinvertebrate communities and long-term recolonization to small lowland watercourses. *Journal of Environmental Management*, v. 367, p. 121849, 2024. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.121849.
- BOMFIM, V. H. S.; MORENO, J. G.; CASTILHO-NOLL, M. S. Caracterização limnológica do Lago 3 da Represa Municipal de São José do Rio Preto, SP. In: CASATTI, L. (Org.). *O ecossistema da Represa Municipal de São José do Rio Preto, SP*. Curitiba: CRV, 2021. p. 41-56.
- BOMFIM, V. H. S.; MORENO, J. G.; ROCCHI, A. M. S.; CASTILHO-NOLL, M. S. A comunidade do zooplâncton da Represa Municipal de São José do Rio Preto, SP. In: CASATTI, L. (Org.). *O ecossistema da Represa Municipal de São José do Rio Preto, SP*. Curitiba: CRV, 2021. p. 57-81.
- BUCZYŃSKA, E.; BUCZYŃSKI, P. Impact of dredging on macroinvertebrates in a lowland river. *Journal of Aquatic Sciences*, v. 23, p. 201–213, 2019.
- BUCZYŃSKI, P.; ZAWAL, A.; BUCZYŃSKA, E.; STĘPIEŃ, E.; DĄBKOWSKI, P.; MICHONSKI, G.; SZLAUER-LUKASZEWSKA, A.; PAKULNICKA, J.; STRYJECKI, R.; CZACHOROWSKI, S. Early recolonization of a dredged lowland river by dragonflies (Insecta: Odonata). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, v. 417, p. 43, 2016. DOI: 10.1051/kmae/2016030.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, v. 18, p. 117–143, 1993.

- CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, v. 199, n. 4335, p. 1302–1310, 1978. DOI: 10.1126/science.199.4335.1302.
- DE NADAI, R.; HENRY, R. Temporary fragmentation of a marginal lake and its effects on zooplankton community structure and organization. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 4, p. 819–835, 2009. DOI: 10.1590/S1519-69842009000400009.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Brasília: Universa, 1997.
- HILL, M. O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, v. 54, n. 2, p. 427–432, 1973.
- IGLESIAS, C.; MAZZEO, N.; MEERHOFF, M. et al. High predation is of key importance for dominance of small-bodied zooplankton in warm shallow lakes. *Hydrobiologia*, v. 667, p. 133–147, 2011.
- JEULAND, M. The economics of dams. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 36, n. 1, p. 45–68, 2020. DOI: 10.1093/oxrep/grz028.
- JO, H. et al. Responses of fish assemblage structure to large-scale weir construction in riverine ecosystems. *Science of the Total Environment*, v. 657, p. 1334–1342, 2019.
- KATO, B. E. D. et al. A review of current scientific perspectives on the effects of dredging in freshwater environmental restoration. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 236, p. 692, 2025. DOI: 10.1007/s11270-025-08337-9.
- KO, E.-J. et al. Comparison of zooplankton community patterns in relation to sediment disturbances by dredging in the Guemho River, Korea. *Water*, v. 12, p. 3434, 2020.
- KRUSKAL, J. B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, v. 29, p. 1–27, 1964. DOI: 10.1007/BF02289565.
- KUNDANGAR, M. R. D.; ABUBAKR, A. Post dredging changes and comparative limnology of Dal Lake, Kashmir. [dados do periódico não informados], v. 20, p. 539–547, 2001.
- LANSAC-TÔHA, F. A. et al. Biodiversity of zooplankton communities in the Upper Paraná River floodplain: interannual variation from long-term studies. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 2, supl., p. 539–549, 2009.
- LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, v. 129, p. 271–280, 2001. DOI: 10.1007/s004420100716.

LENTH, R. V. emmeans: estimated marginal means, aka least-squares means. Versão 1.8. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=emmeans>. Acesso em: 19 mar. 2026.

LIPPS, W. C.; BRAUN-HOWLAND, E. B.; BAXTER, T. E. (ed.). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23. ed. Washington, D.C.: APHA Press, 2017.

MANAP, N.; VOULVOULIS, N. Environmental management for dredging sediments – the requirement of developing nations. *Journal of Environmental Management*, v. 147, p. 338–348, 2015. DOI: 10.1016/j.jenvman.2014.09.024.

MITSUO, Y.; TSUNODA, H.; KOZAWA, G.; YUMA, M. Response of the fish assemblage structure in a small farm pond to management dredging operations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 188, p. 93–96, 2014. DOI: 10.1016/j.agee.2014.02.015.

NICHOLS, S. A. Macrophyte community dynamics in a dredged Wisconsin lake. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 20, p. 573–576, 1984. DOI: 10.1111/j.1752-1688.1984.tb02840.x.

NOGRADY, T.; POURRIOT, R.; SEGERS, H. Rotifera 3: Notommatidae and Scaridiidae. The Hague: SPB Academic Publishing, 1995.

NOGRADY, T.; SEGERS, H. Rotifera. Vol. 6: Asplanchnidae, Gastropodidae, Liniidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae. Dordrecht: Backhuys Publishers, 2002.

OKSANEN, J. et al. vegan: community ecology package. Versão 2.6-8. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=vegan>. Acesso em: 19 mar. 2026.

PERBICHE-NEVES, G. et al. Identification guide to some Diaptomid species (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) of the “de la Plata” River Basin (South America). *ZooKeys*, v. 497, p. 1–111, 2015. DOI: 10.3897/zookeys.497.8091.

PINTO-COELHO, R. M. et al. The nutritional status of zooplankton in a tropical reservoir: effects of food quality and community structure. *Brazilian Journal of Biology*, v. 65, n. 2, p. 313–324, 2005.

PLESKA, W.; KURZAŃKOWSKA, A.; STEPIEŃ, E.; BUCZYŃSKA, E.; PAKULNICKA, J.; SZLAUER-ŁUKASZEWSKA, A.; ZAWAL, A. The effect of dredging of a small lowland river on aquatic Heteroptera. *Annales Zoologici Fennici*, v. 53, n. 3–4, p. 139–153, 2016.

R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024.

RAMIRES, B. M. S.; CASATTI, L. O parque da Represa Municipal de São José do Rio Preto, SP. In: CASATTI, L. (Org.). O ecossistema da Represa Municipal de São José do Rio Preto, SP. Curitiba: CRV, 2021. p. 31-40.

REID, J. W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da ordem Cyclopoida. Boletim de Zoologia, v. 9, n. 9, p. 17–143, 1985.

SEGRS, H. Rotifera: the Lecanidae (Monogononta). The Hague: SPB Academic Publishing, 1995.

SHALLOOF, K. M.; AHMED, E.; HASSAN, H. E. Dredging effects on Nile River fish assemblages. Journal of Environmental Science and Health, v. 38, p. 65–72, 2023.

SLÁDEČEK, V. Rotifers as indicators of water quality. Hydrobiologia, v. 100, n. 1, p. 169–201, 1983.

SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Identification key for the Brazilian genera and species of Aloninae. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 59, 2019.

SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Identification key for the Brazilian species of Ilyocryptidae. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 59, 2019.

SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Identification key of Ctenopoda taxa from Brazil. Zootaxa, v. 5047, n. 1, p. 53–67, 2021.

TUNCHAROEN, S.; PANPROMMIN, D.; TIPDACHO, P.; CHAISAN, W. Change of fish composition in the Nong Leng Sai Wetland, Thailand, after newly completed dredging. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, v. 26, n. 6, 2025. DOI: 10.13057/biodiv/d260606.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (ed.). Ecologia de Reservatórios: Estruturas, Funções e Aspectos Sociais. Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO, 1999. p. 21–38.

VDOVINA, O. N.; BEZMATERNYKH, D. M.; KRYLOVA, E. N. Restoration of macrozoobenthos after dredging on Lake Manzherokskoe (Republic of Altai, Russia). Ecosystem Transformation, v. 5, n. 2, p. 26–34, 2022. DOI: 10.23859/estr-220323.

WEIHER, E.; KEDDY, P. A. Assembly rules, null models, and trait dispersion: new questions from old patterns. Oikos, v. 74, n. 1, p. 159–164, 1995.

WETZEL, R. G. Limnology: lake and river ecosystems. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2001.

WICKHAM, H. et al. dplyr: a grammar of data manipulation. Versão 1.2.0, 2026. Disponível em: <https://dplyr.tidyverse.org>. Acesso em: 19 mar. 2026.

WICKHAM, H. *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. New York: Springer, 2016.

WICKHAM, H.; SEIDEL, D. *scales: scale functions for visualization*. Versão 1.2.0, 2026. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=scales>. Acesso em: 19 mar. 2026.

WU, G.; DE LEEUW, J.; SKIDMORE, A. K.; PRINS, H. H. T.; LIU, Y. Concurrent monitoring of vessels and water turbidity enhances the strength of evidence in remotely sensed mining impact assessment. *Water Research*, v. 41, n. 15, p. 3271–3280, 2007. DOI: 10.1016/j.watres.2007.05.018.

YANG, Z. F.; CHEN, D.; XIAO, B. P. Impact assessment of dredging on fish eggs and larvae: a case study in Caotan, South China. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 351, p. 012035, 2019. DOI: 10.1088/1755-1315/351/1/012035.

YIN, J. et al. Temporal variation and spatial distribution in the water environment helps explain zooplankton dynamics. *Sustainability*, v. 14, 2022.

ZAWAL, A.; STĘPIEŃ, E.; SZLAUER-ŁUKASZEWSKA, A.; MICHONSKI, G.; KŁOSOWSKA, M.; BAŃKOWSKA, A.; MYŚLIWY, M.; STRYJECKI, R.; BUCZYŃSKA, E.; BUCZYŃSKI, P. The effect of sediment dredging on the aquatic fauna of a small lowland river. *Fundamental and Applied Limnology*, v. 186, n. 3, p. 217–232, 2015. DOI: 10.1127/fal/2015/0735.

ZHU, L.; ZHANG, H.; LI, Y.; SUN, W.; SONG, C.; WANG, L.; DU, G.; QIAO, S.; SUN, J.; NUAMAH, L. A. Dredging effects on nutrient release of the sediment in the long-term operational free water surface constructed wetland. *Journal of Environmental Management*, v. 322, p. 116160, 2022. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116160.

ZUO, J.; HUANG, Z.; SHI, L.; WANG, Z.; WU, S.; WANG, X.; WEI, W.; LI, G. Experimental study on multiphase flow characteristics in pneumatic lifting systems. *SSRN Electronic Journal*, 2022. DOI: 10.2139/ssrn.4641891.