



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Colegiado do CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências
Biológicas**
UEL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PAOLA PIRES COLI

IMPACTOS DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS DE PEIXES NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Londrina – Paraná
2024

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

PAOLA PIRES COLI

**IMPACTOS DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS
DE PEIXES NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ: UMA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Fernanda Simões de Almeida
Coorientador: Mário Luis Orsi

Londrina – Paraná
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

P211i Coli, Paola .
IMPACTOS DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS DE PEIXES NA BACIA DO ALTO RIO PARANÁ: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE INVASÕES BIOLÓGICAS / Paola Coli. - Londrina, 2024.
49 f. : il.

Orientador: Fernanda Simões de Almeida.
Coorientador: Mário Luis Orsi.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2024.
Inclui bibliografia.

1. Espécies exóticas invasoras - TCC. 2. Bacia do alto rio Paraná - TCC. 3. Impactos ecológicos - TCC. I. Simões de Almeida, Fernanda . II. Luis Orsi, Mário . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 574

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Fernanda Simões de Almeida

Prof. Dr. Mário Luis Orsi

Prof. Dr. Fernando Camargo Jerep

Ma. Lucas Henrique dos Santos

Londrina, 16 de agosto de 2024

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho só foi possível graças ao apoio e incentivo de várias pessoas importantes, às quais gostaria de expressar minha profunda gratidão.

Primeiramente, minha mais sincera e especial gratidão vai para minha mãe, Rita. Seu amor incondicional, apoio constante e força inspiradora foram os pilares que me sustentaram em cada etapa desta jornada. Sem sua presença e crença em mim, este trabalho não teria sido possível. Você é minha maior motivação e minha fonte inesgotável de coragem e determinação.

Estendo minha gratidão aos meus familiares. Ao meu pai, Renato, que, mesmo não estando mais presente, continua sendo uma fonte de inspiração e força. Ao meu padrasto, Altair, e às minhas irmãs, Giulia e Mazi, agradeço pelo carinho e por acreditarem em mim em todos os momentos. Aos meus avós Rubens, Sylvia, Henrique e Maria, que sempre acreditaram em mim e me inspiraram a seguir em frente. À minha madrinha Nádia e ao meu tio Roney, por todo o carinho e apoio ao longo da minha jornada.

Ao meu querido namorado, Alberto, dedico este trabalho com todo o meu amor e gratidão. Sua presença constante, crença inabalável em mim e apoio nos momentos mais difíceis foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente. Obrigada por estar sempre ao meu lado, oferecendo conforto, incentivo e amor incondicional. E à família dele, Zortea, Graziela, Nicole, Giovanni e Vitória, por me acolherem como parte da família em Londrina e por serem meu suporte longe de casa.

Agradeço aos meus orientadores, Fernanda e Mário, e ao meu colega de laboratório, Lucas, pela orientação, paciência e dedicação ao longo de todo o processo. Suas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos, Gabriele, Rafaela, Augusto, Beatriz, Carlos, Eduardo, Luccas, Julia e Marina, sou grata pelas palavras de incentivo e pela companhia nos momentos mais difíceis. Aos amigos do LEPIB e LEACEN, agradeço pelo companheirismo e pela troca de conhecimento. Aos amigos de São Paulo, Amanda,

Gabriela, Bruna, Flora, Vitória, João, Leonardo, Lucas e Gustavo que, mesmo à distância, me ofereceram apoio e motivação, meu muito obrigada.

Por fim, agradeço à Universidade Estadual de Londrina (UEL), minha universidade, por proporcionar o ambiente acadêmico e os recursos necessários para a realização deste trabalho e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto, meu sincero agradecimento.

RESUMO

COLI, Paola Pires. **Impactos de espécies exóticas invasoras de peixes na bacia do alto rio Paraná: uma revisão bibliográfica sobre invasões biológicas**. 2024. 49. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2024.

As espécies exóticas invasoras (EEl) são organismos que, ao serem introduzidos fora de suas áreas de distribuição natural, podem causar sérios impactos nos ecossistemas locais, sendo o alto rio Paraná a bacia na região neotropical com o maior número de EEl. Este estudo teve como objetivo analisar os diferentes tipos de impactos dessas espécies na bacia do alto rio Paraná. A metodologia consistiu em uma revisão bibliográfica de 57 estudos, seguida de uma análise dos dados encontrados, incluindo os tipos de impactos relatados, o ano de realização dos estudos, as instituições de ensino mais influentes, a área de estudo e as revistas responsáveis pelas publicações. Os resultados indicam que os impactos mais frequentes incluem a modificação de habitats, a homogeneização biótica e a extinção de espécies nativas. Houve uma maior concentração de estudos no período de 2016 a 2022, com destaque para as instituições de ensino mais influentes: Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Universidade Estadual Paulista (UNESP). A sub-bacia do Paranapanema concentrou o maior número de pesquisas, enquanto as revistas "Biota Neotropica" e "Neotropical Ichthyology" foram identificadas como as principais fontes de publicação. As conclusões do estudo ressaltam a necessidade de estratégias de manejo que considerem a complexidade dos impactos ecológicos das EEl, visando à preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na região.

Palavras-chave: Bacia do alto rio Paraná. Espécies exóticas invasoras. Impactos ecológicos.

ABSTRACT

COLI, Paola Pires. **Impacts of invasive exotic fish species in the upper Paraná River basin: a literature review on biological invasions**. 2024. 49. Final Course Work (Graduation in Biological Sciences) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2024.

Invasive alien species (IAS) are organisms that, when introduced outside their natural distribution areas, can cause serious impacts on local ecosystems, with the upper Paraná River being the basin in the Neotropical region with the highest number of IAS. The aim of this study was to analyze the different types of impacts of these species in the upper Paraná River basin. The methodology consisted of a bibliographic review of 57 studies, followed by an analysis of the data found, including the types of impacts reported, the year the studies were carried out, the most influential educational institutions, the study area and the journals responsible for the publications. The results indicate that the most frequent impacts include habitat modification, biotic homogenization and the extinction of native species. There was a greater concentration of studies from 2016 to 2022, with the most influential educational institutions standing out: State University of Maringá (UEM), State University of Londrina (UEL) and Paulista State University (UNESP). The Paranapanema sub-basin concentrated the largest number of studies, while the journals "Biota Neotropica" and "Neotropical Ichthyology" were identified as the main sources of publication. The study's conclusions highlight the need for management strategies that take into account the complexity of the ecological impacts of IAS, with a view to preserving biodiversity and ecosystem services in the region.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Histórico da invasão aquática no Brasil.....	13
2.2 Impactos e consequências das invasões biológicas	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

As espécies exóticas invasoras (EEl) são organismos que, introduzidos fora da sua área de distribuição natural, podem ameaçar diversos fatores ambientais, como por exemplo alterações no habitat, serviços ecossistêmicos, e a diversidade biológica, acarretando impactos em ambientes naturais, de acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). A ausência de predadores naturais, além da presença de potenciais presas nativas, que não apresentam defesas eficazes contra as espécies introduzidas e as perturbações em habitats naturais frequentemente conferem vantagens às EEl sobre espécies nativas (IBAMA, 2022). Dessa forma, as espécies invasoras representam a segunda maior causa de extinção de espécies no mundo, superada apenas pela degradação de habitats, causando impactos diretos na biodiversidade, economia, e saúde humana (SIMBERLOFF, 2003), sendo também um dos principais problemas para conservação de peixes de água doce (GHERARDI, 2007; LEPRIEUR, et al., 2008).

O impacto ecológico de espécies de peixes exóticas invasoras no ambiente é definido como uma consequência negativa para o ecossistema, podendo alterar a estrutura das comunidades, a funcionalidade dos ecossistemas, mudança em padrões de diversidade, como a homogeneização ou diferenciação biótica e interferir nas relações ecológicas, como predação, competição, parasitismo e mutualismo (VITULE 2009; GALLARDO et al., 2016; BRITO et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2020). Além disso, podem hibridizar com espécies nativas, transmitir parasitos ou doenças, gerar impactos socioeconômicos (GOZLAN et al., 2010; SIMBERLOFF et al., 2013; BLACKBURN et al., 2014; PELICICE et al., 2017),

e até mesmo extinção de espécies nativas (BLACKBURN et al., 2014; LATINI et al., 2016).[LH1]

Os peixes estão entre o grupo de animais aquáticos mais introduzidos no mundo (GOZLAN, 2008), tendo como vias de introdução diversas formas, entre elas a aquicultura ('piscicultura') a pesca, estocagem de peixes por meio da pesca esportiva ou como iscas vivas, o comércio de aquários, controle biológico (principalmente de mosquitos), e causas de ocorrências desconhecida (BRITTON; ORSI 2012; VITULE et al., 2012; GARCIA et al., 2015; AZEVEDO-SANTOS et al., 2016). Assim, a chegada de uma espécie exótica em um curso de água decorre de solturas deliberadas, como programas de estocagem, ou de escapes de ambientes confinados (AGOSTINHO et al., 2006), devido às inundações durante os períodos de chuvas do El Niño, somada à ineficiência do confinamento (CASIMIRO et al., 2018).

Segundo Garcia et al. 2018, nove ecorregiões de água doce da América do Sul forneceram peixes não nativos presentes na bacia, sendo principalmente o Paraguai, as ecorregiões do Baixo Paraná, as bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Guianas e Uruguai. As origens nativas das espécies fora da América do Sul foram África, Ásia, América do Norte e América Central, sendo introduzidas principalmente por aquicultura, estocagem de peixes e comércio de aquários (GARCIA et al., 2018).

No Brasil, a piscicultura é a principal atividade responsável pela introdução e dispersão de peixes nos ecossistemas aquáticos (AGOSTINHO et al., 2007; VITULE et al., 2009). Grande parte desta atividade está centrada no Centro e Sul do Brasil, como nas seções represadas do alto rio Paraná (BRITTON; ORSI,

2012), onde a diversidade de peixes nativos foi afetada negativamente pela construção de reservatórios que alteraram substancialmente os habitat, bloquearam rotas migratórias e perturbaram o funcionamento do ecossistema (AGOSTINHO et al. 2008; JÚLIO et al., 2009). Além disso, facilita a introdução e estabelecimento de EEIs através das alterações do habitat, sendo agora mais favoráveis ao estabelecimento dos peixes introduzidos (HAVEEL et al., 2005; JOHNSON et al., 2008).

Segundo Gubiani et al. (2018), o alto rio Paraná é a bacia na região neotropical com o maior número de espécies não nativas, com mais de 120 espécies documentadas (incluindo três híbridos) (DAGOSTA et al., 2024), ao passo que 33 espécies de peixes invadiram a região com a construção da barragem de Itaipu (JÚLIO et al., 2009). É importante destacar que a invasão biológica representa uma das maiores ameaças à biota de águas continentais (JOHNSON et al., 2008) e que os impactos causados são especialmente maiores nos sistemas de água doce, como rios e lagos, pois um sistema hídrico tende a estar conectado com todas as suas partes e subsistemas (AGOSTINHO et al., 2006), existindo uma facilidade de dispersão fornecido pelas características físicas do ambiente aquático (LODGE et al., 1998), tornando este tipo de ambiente mais suscetível às invasões biológicas e as tentativas de controle e manejo dessas espécies mais difíceis e custosas (ROCHA et al., 2005; SOUZA et al., 2005).

O tema das EEIs já possui internacionalmente um elevado grau de conhecimentos científicos e de popularização (SIMBERLOFF, 2003), porém, no Brasil é ainda muito pouco explorado ou até mesmo desconhecido do meio acadêmico (MAGNUSSON, 2006), por mais que o Ministério do Meio Ambiente

reconheça que as EEIs constituem um sério problema nacional, inclusive com estruturação do grupo estratégico sobre espécies invasoras do MMA.

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo identificar pesquisas e trabalhos acadêmicos que tratam sobre os impactos causados por espécies exóticas invasoras de peixes da Bacia do alto rio Paraná, através de uma revisão bibliográfica. Este trabalho favorece com o enriquecimento da literatura da área de invasões biológicas, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos efeitos das EEIs de peixes sobre os diferentes sistemas de organização, desde indivíduos até ecossistema, fundamentando futuros estudos e enriquecendo pesquisas que abordam essa temática.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico da invasão aquática no Brasil

No Brasil, as primeiras introduções de espécies de peixes são bastante antigas, datando do final do século XIX, e são muitos os exemplos de peixes oriundos de outros continentes já incorporados em algumas bacias do país (VITULE, 2009). A prática de introdução de espécies na bacia do alto rio Paraná como uma estratégia de estoque foi comum desde 1990 (AGOSTINHO et al., 2007) sendo desenvolvida também por companhias hidrelétricas nesta região (ESPÍNOLA; MINTE-VERA; JÚLIO, 2010). Além disto, toda a base da piscicultura brasileira é fundamentada em um número reduzido de espécies originárias de outros países ou continentes (IBAMA, 2007; VITULE, 2009; MPA, 2012).

O início da coleta e sistematização de informações sobre espécies exóticas invasoras no Brasil ocorreu em 2003, por iniciativa do Instituto Hórus de

Desenvolvimento e Conservação Ambiental e da The Nature Conservancy (LEÃO et al., 2011). Em 2005, com o apoio do Ministério do Meio Ambiente/Probio, a exploração de dados alcançou abrangência nacional com a elaboração do Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, e um banco de dados foi estruturado com apoio da rede temática de EEIs da Rede Interamericana de Informação sobre Biodiversidade (LEÃO et al., 2011). Também em 2005, o Ministério do Meio Ambiente organizou uma pesquisa nacional sobre o tema, que resultou no “I Simpósio Brasileiro de Espécies Exóticas Invasoras”, sendo um dos primeiros esforços sobre espécies não nativas em escala nacional (FREHSE et al., 2016).

Frehse et al., (2016) informam que no Brasil o número de publicações começou a aumentar somente a partir de 2000. Após quase uma década de construção contínua desse banco de dados brasileiro de EEIs, se inicia um quadro sobre a situação das invasões biológicas em escala nacional, envolvendo principalmente peixes de águas continentais, em ecossistemas lênticos (PIVELLO et al., 2024). Por mais que em anos recentes tenha havido uma tendência de aumento dos eventos de invasão nos ecossistemas aquáticos, não é possível definir se isso se deve a um agravamento do problema ou se apenas reflete o resultado de um maior esforço de pesquisa e conscientização existente para produzir informações sobre o impacto das invasões nas águas brasileiras (SOUZA et al., 2019).

É importante ressaltar que o estudo de Frehse et al. (2016) tem grande relevância acadêmica, pois se trata de uma revisão bibliográfica sobre a ciência das invasões biológicas no Brasil. O estudo visa identificar quais ecossistemas e grupos taxonômicos têm sido mais abordados, quais tipos de interações ecológicas envolvem EEIs e quais são os principais vetores para a

introdução dessas espécies no país. Vale destacar que, também em 2016, o Ministério do Meio Ambiente disponibilizou um conjunto de dados que aborda as espécies exóticas de águas continentais, incluindo sua situação populacional, possíveis impactos e distribuição geográfica atual. O livro "Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil" oferece uma visão abrangente sobre o tema, contribuindo para o planejamento de ações e a tomada de decisões voltadas à prevenção da introdução, controle e monitoramento dessas espécies (MMA, 2016).

Outros estudos relevantes para a ciência da invasão biológica são os de Angulo-Valencia et al. (2022) e Dagosta et al. (2024). O primeiro investiga os padrões de diversidade funcional de espécies de peixes nativas e não nativas na bacia do alto rio Paraná, sugerindo que as espécies não nativas invasoras têm um impacto negativo sobre as nativas ao alterar padrões de diversidade funcional, como riqueza, divergência e redundância funcional. Por outro lado, Dagosta et al. (2024) fornece uma análise detalhada da diversidade nativa e da biogeografia histórica dos peixes da bacia do alto rio Paraná, estabelecendo uma base sólida para futuras políticas de conservação. O estudo também destaca que a bacia possui o maior número de táxons ameaçados nos trópicos e ao mesmo tempo a maior riqueza de elementos não nativos invasores.

A maior parte dos estudos sobre peixes não nativos em riachos no Brasil está concentrada na bacia do alto rio Paraná (PELICICE et al., 2017; OTA et al., 2018; MAGALHÃES et al., 2020a; GARCIA et al., 2021). Esse foco coincide com as regiões mais densamente povoadas do país (LATINI et al., 2016; PELICICE et al., 2017), que possuem um maior número de instituições de ensino, resultando em um esforço de pesquisa mais intenso e em uma área inventariada maior. Entre as

principais espécies registradas em riachos da bacia estão o guppy (*Poecilia reticulata*), as tilápias (*Coptodon redalli* e *Oreochromis niloticus*) e o mato-grosso (*Hyphessobrycon eques*). Essas espécies possuem uma grande plasticidade biológica, o que facilita sua invasão em novos ambientes. Em alguns casos, elas podem até ser encontradas em áreas urbanas altamente antropizadas (CARVALHO et al., 2019a).

Embora a introdução de espécies de peixes seja um fenômeno comum nas bacias brasileiras (GARCIA et al., 2018) e do esforço existente para produzir informações sobre o problema das bioinvasões em águas continentais, a maioria das publicações sobre invasões em ecossistemas aquáticos são focadas em ocorrências na América do Norte e na Europa (GARCIA et al., 2018) . A América Latina ainda é pouco documentada (SOUZA et al., 2019), com poucos estudos abordando peixes exóticos invasores em riachos brasileiros (BIZERRIL; LIMA, 2001; CASATTI et al., 2009; PELICICE et al., 2017; MAGALHÃES et al., 2020) ou estudos que investiguem como a biodiversidade nativa pode diminuir o sucesso do estabelecimento e disseminação das EEIs, mesmo o Brasil sendo um dos países mais biodiversos no mundo (PIVELLO et al., 2024)

2.2 Impactos e consequências das invasões biológicas

O termo "espécie não-nativa" refere-se a todas as espécies introduzidas fora de sua área de distribuição natural, sem considerar as etapas do processo de invasão biológica ou seus impactos ambientais (VITULE 2009; GALLARDO et al., 2016). Essas espécies podem se tornar invasoras após se estabelecerem completamente no novo ambiente, dispersando propágulos para novas áreas e sendo capazes de causar impactos na comunidade nativa (VITULE

2009; GALLARDO et al., 2016). Os impactos referem-se aos efeitos que a espécie invasora exerce sobre a biota e o ambiente invadidos, podendo variar desde a ausência de efeitos até modificações profundas no sistema receptor (GARCIA et al., 2021). Entre as possíveis consequências estão a alteração da estrutura das comunidades, da funcionalidade dos ecossistemas e das relações ecológicas (GALLARDO et al., 2016; BRITO et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2020).

Em sistemas de água doce, os problemas relacionados a espécies não-nativas são particularmente graves devido às suas dimensões reduzidas e à sensibilidade às intervenções humanas (MAGALHÃES et al., 2020a). Segundo Vitule et al. (2009), a introdução de peixes não-nativos pode ter múltiplos efeitos negativos sobre as faunas nativas, como predação, competição, transmissão de patógenos e parasitas, hibridização e extinção das espécies. A translocação de peixes para fora de suas áreas nativas pode levar à homogeneização biótica, redução da diversidade funcional e ameaça à diversidade nativa devido a alterações nos processos ecossistêmicos (VITULE; POZENATO, 2012; SANTOS et al., 2023).

Os impactos podem ocorrer em diferentes níveis biológicos, desde indivíduos até ecossistemas, e usualmente ocorrem antes da percepção humana ou constatação científica (LOCKWOOD et al., 2007). Os impactos dos peixes introduzidos podem variar de baixo a alto de acordo com as características biológicas do invasor, do ambiente invadido e da comunidade receptora (LOCKWOOD et al., 2007; BLACKBURN et al., 2014). Um efeito particularmente prejudicial é a substituição de elementos endêmicos por espécies comuns e generalistas, como evidenciado em muitas áreas do alto Paraná, um fenômeno bem

documentado na bacia e um dos principais desafios para a conservação de seus peixes (ORSI; AGOSTINHO, 1999; JÚLIO, 2009; CAVARETTO et al., 2020).

Vale destacar que, no Brasil, embora o país seja amplamente invadido por peixes não-nativos de diversas origens, há uma escassez de informações ecológicas e biológicas sobre essas espécies que permita classificar seus impactos de forma adequada. Isso representa um grande desafio para estudos futuros, como aqueles voltados para avaliações de risco de invasão. Mesmo que básicos, os estudos ecológicos e biológicos das espécies não-nativas são imprescindíveis para entender o comportamento dessas espécies e suas consequências no novo ambiente (GARCIA et al., 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, baseada na análise de referências teóricas já analisadas e publicadas em meios escritos e eletrônicos, incluindo livros, artigos científicos e páginas de *web sites* (MATOS; VIEIRA, 2001). A pesquisa bibliográfica proporciona ao pesquisador uma visão abrangente do conhecimento existente sobre o tema de interesse, permitindo a coleta de informações e conhecimentos existentes para explorar e responder questões relacionadas ao problema estudado (FONSECA, 2002).

Foi realizada uma busca de documentos, como artigos publicados em jornais e revistas (a níveis nacional e internacional), bem como dissertações de mestrado e teses de doutorado, contendo evidências de impactos ecológicos de espécies invasoras de peixes na biota e no ecossistema aquático da bacia do alto rio Paraná. A busca foi realizada por meio das plataformas Scielo e Scopus, além de uma pesquisa complementar pelo Google Scholar. Foram considerados estudos nos

últimos 15 anos, no período de 2009 a 2024. Cabe ressaltar que a busca foi realizada até maio de 2024, o que implica que esse ano não foi completamente explorado.

Foi utilizado as seguintes palavras-chaves selecionadas: ("Upper Paraná river basin") AND (fish OR "exotic fish") AND ("non-native species" OR invasion* OR "alien specie"). Para alcançar os objetivos do trabalho, alguns critérios para a seleção dos estudos foram seguidos: (1) o estudo deveria conter exemplos de impactos da introdução de EEIs, (2) as espécies impactantes deveriam ser exóticas no local do estudo, (3) a área do estudo deveria ser a região da bacia do alto rio Paraná. Foram selecionados 57 estudos no total, nos quais foram avaliados criticamente a fim de verificar a qualidade metodológica, a confiabilidade dos resultados apresentados e suas contribuições para o avanço do campo de estudo.

Após a seleção dos artigos, procedeu-se à análise dos tipos de impactos causados pela introdução de Espécies Exóticas Invasoras (EEIs) abordados nos estudos. Além disso, foram examinados outros dados com o objetivo de aprofundar e enriquecer os resultados da pesquisa bibliográfica, entre eles, o ano de realização dos estudos, as instituições de ensino responsáveis pela produção dos trabalhos, a área de estudo em relação à sub-bacia da bacia do Alto Rio Paraná e, por fim, as revistas que publicaram os referidos estudos.

A área dos estudos analisados neste trabalho foi a região da bacia do alto rio Paraná (22°40' - 22°50' S e 53°15' - 53°40' W). A bacia está situada na região central do Brasil, abrangendo partes dos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, e uma pequena porção no Paraguai. Possui uma área de 880.000 km², drenando mais de 10% do território brasileiro,

sendo considerada a segunda maior bacia de drenagem da América do Sul. A bacia é fortemente regulada por barragens, que são utilizadas principalmente para geração de energia elétrica e abastecimento, sendo considerada uma das mais represadas da América do Sul (AGOSTINHO et al., 2007).

De acordo com Gubiani et al. (2018), o alto Rio Paraná é a bacia na região neotropical com o maior número de espécies não nativas. É importante ressaltar que o complexo de saltos e cachoeiras conhecido como Sete Quedas, na fronteira entre Brasil e Paraguai, correspondia a um filtro geográfico efetivo à dispersão da maioria das espécies pertencentes à duas províncias zoogeográficas: a ictiofauna do baixo e a do alto rio Paraná (JÚLIO et al., 2009; VITULE et al., 2012). Contudo, após a completa formação do reservatório de Itaipu em 1982, o intercâmbio de espécies de peixes entre as duas ecorregiões foi possível, e a ocorrência de espécies endêmicas do baixo Paraná começou a ser registrada em estudos de longa duração no alto rio Paraná (JÚLIO et al., 2009).

Figura 1: O alto rio Paraná e seus principais tributários. A bacia é definida como toda a área drenada a montante das antigas Cataratas de Sete Quedas. Observe que a barragem de Itaipu está localizada a jusante de Sete Quedas. Os números indicam as capitais da bacia: 1. São Paulo; 2. Brasília; 3. Goiânia; 4. Campo Grande.



Fonte: DAGOSTA et al., 2024

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados, foi elaborado o Quadro 1, que reúne os 57 trabalhos selecionados por meio da pesquisa bibliográfica, sendo 43 artigos e 14 dissertações e/ou teses. Os trabalhos foram organizados cronologicamente por data de publicação e em ordem alfabética, ao final deste trabalho, no tópico "Apêndice", pode-se encontrar a relação completa dos estudos revisados, acompanhada de sua respectiva numeração. O objetivo do Quadro 1 é ilustrar os diferentes tipos de impacto identificados nos estudos revisados, bem como quantificar os estudos encontrados por tipo de impacto e relacionar esses impactos com o nível de organização ecológica que eles afetam. O quadro é composto por três colunas: a

primeira, da esquerda para a direita, apresenta o "tipo de impacto" identificado nos estudos da revisão bibliográfica; a segunda a "quantidade de estudos" que relatam o respectivo tipo de impacto; e a terceira o "nível de organização" atingido pelo impacto. Vale destacar também que os impactos foram originalmente descritos de maneiras distintas nos estudos analisados, sendo agrupados de acordo com suas características similares sob a denominação "tipo de impacto".

É importante ressaltar que inicialmente, foram selecionados 57 estudos relevantes para esta revisão bibliográfica, no entanto, durante a etapa de categorização dos resultados para a elaboração do Quadro 1, foi observado que muitos desses estudos abordavam mais de um tópico relevante. Para refletir a complexidade e a amplitude das discussões presentes nos artigos analisados, cada estudo foi classificado em todos os "tipo de impacto" pertinente, encontrado na primeira coluna do quadro. Dessa forma, embora o número total de estudos revisados seja de 57, o número total de entradas na tabela de resultados aumentou para 248, uma vez que cada estudo pode aparecer em múltiplas categorias, dependendo dos impactos ecológicos abordados em seu conteúdo.

Os dados apresentados evidenciam os diversos impactos gerados pela introdução de EEIs na bacia do alto rio Paraná, conforme relatado na literatura revisada. A análise demonstra que os impactos mais comumente observados ocorrem de maneira diversa, afetando múltiplos níveis organizacionais, desde genes até ecossistemas. Por meio do Quadro 1, é possível identificar os principais impactos das EEIs relatados na literatura.

Em nível ecossistêmico, os impactos mais frequentemente identificados foram a modificação do habitat, mencionada em 12 estudos, e as

perturbações no funcionamento do ecossistema, com 14 estudos. Em termos de comunidade, os impactos incluem a homogeneização biótica, discutida em 15 trabalhos, a extinção, presente em 18 estudos, e a redução ou perda de biodiversidade, abordada em 20 estudos. No nível populacional, destacam-se a diminuição e a ameaça às populações, com 9 e 6 estudos, respectivamente. No nível individual, os efeitos mais frequentemente relatados são a predação, citada em 26 trabalhos, e a competição, com 28 menções. Por fim, em nível genético, os impactos mais notáveis incluem a hibridização, abordada em 11 estudos na revisão da literatura, e a introgressão genética, mencionada em 6 estudos.

De uma perspectiva mais ampla, a literatura revisada indica que o nível de organização mais impactado são as comunidades, mencionadas em 98 estudos, representando aproximadamente 39,52% do total de 248 entradas. Esses estudos abordam uma variedade de impactos que afetam as comunidades de diferentes formas. Na sequência, os indivíduos foram citados em 73 estudos, correspondendo a cerca de 24,44% do total. Os ecossistemas foram discutidos em 40 trabalhos (16,13%), enquanto as populações e os genes foram mencionados em 20 (8,06%) e 17 (6,85%) estudos, respectivamente.

Quadro 1: Estudos presentes na literatura que abordam a temática dos impactos gerados por espécies exóticas invasoras na bacia do alto rio Paraná.

Tipo de impacto	Quantidade de estudos	Nível de organização
Hibridismo	11	Genes

Introgressão	6	Genes
Predação	26	Indivíduo
Competição	28	Indivíduo
Introdução de patógenos e parasitas	19	Indivíduo
Diminuição de populações	9	População
Ameaça às populações	6	População
Perda de variabilidade genética	4	População
Dinâmica de populações das espécies	1	População
Redução da riqueza e/ou abundância de espécies nativas	6	Comunidades
Reduz a abundância de outras espécies	4	Comunidades
Impactos na ictiofauna nativa	3	Comunidade
Homogeneização biótica	15	Comunidade

Mudança nas redes tróficas	9	Comunidade
Extinção	18	Comunidade
Impactos na estrutura e funcionamento das comunidades	11	Comunidades
Ameaças à biodiversidade	12	Comunidades
Redução ou perda de biodiversidade	20	Comunidades
Alteração das condições limnológicas	9	Ecosistemas
Modificação do habitat	12	Ecosistemas
Perturbações no funcionamento do ecossistema	14	Ecosistemas
Alterar o fluxo de energia	4	Ecosistemas
Alteração do nicho ecológico	1	Ecosistemas

Na ecologia, níveis de organização referem-se às diferentes formas como a vida pode ser estudada e entendida, organizando-se em uma hierarquia que vai do simples ao complexo. Estes níveis ajudam os ecologistas a analisarem a

estrutura, funcionamento e interações dos organismos em diferentes escalas. Os principais níveis de organização na ecologia são: Genes, o nível mais básico associado à genética e biologia molecular, sendo as unidades fundamentais da hereditariedade; indivíduo, referindo-se a um único organismo de uma espécie; população, um grupo de indivíduos da mesma espécie que vive em uma determinada área e interagem entre si; comunidade, conjunto de populações de diferentes espécies que habitam uma mesma área e interagem umas com as outras; ecossistema, inclui todas as comunidades de uma área específica, além dos fatores abióticos (como solo, água, clima) com os quais interagem (ODUM; BARRETT, 2005).

Em nível ecossistêmico, a introdução de espécies exóticas invasoras (EEIs) na bacia do alto rio Paraná tem provocado perturbações no funcionamento do ecossistema, o estudo de Camargo (2022), incluído na revisão bibliográfica, destaca que ao se tornarem invasoras bem-sucedidas, as EEIs podem romper links ecológicos entre espécies nativas e alterar o funcionamento dos ecossistemas (Gaertner et al., 2014). Além disso, Camargo (2022), ao citar Milardi et al. (2019), afirma que os impactos no funcionamento dos ecossistemas podem estar associados, a longo prazo, à menor diversidade de traços funcionais das EEIs em comparação com as espécies nativas. Essas perturbações comprometem a estabilidade e a resiliência dos ecossistemas, tornando-os mais suscetíveis a outras ameaças, como mudanças climáticas e atividades humanas (CARVALHO et al., 2019b; ALVES et al., 2020).. Além disso, segundo Casimiro, 2018, estudo também incluído na revisão bibliográfica, o risco de introdução é agravado por uma série de consequências adicionais que os peixes não nativos podem ter na natureza, incluindo a alteração da estrutura de habitat, que podem levar a um impacto

negativo na fauna nativa. A modificação de habitat pela introdução de EEIs refere-se às alterações que essas espécies causam nos ambientes onde são introduzidas, podendo levar a mudanças na disponibilidade de recursos e alteração das características físicas do habitat, como a estrutura do solo, a qualidade da água, ou a forma de corpos d'água, alterando e/ou reduzindo a qualidade do habitat (CROOKS, 2002).

Em termos de comunidade a homogeneização biótica representa fenômenos biológicos resultantes das alterações em ampla escala temporal e espacial nos padrões de diversidade (GARCIA et al., 2021), segundo o estudo analisado de Santos, 2017, essa homogeneização pode levar ao aumento de espécies generalistas, à diminuição de espécies especialistas, ocasionando um aumento na similaridade entre as comunidades nativas (Hoeinghaus et al. 2009). A extinção local de espécies é uma consequência direta da pressão exercida pelas EEIs, muito citada nos estudos revisados, como Almeida, 2010 que enfatiza a introdução de espécies exóticas como a segunda maior causa de extinção de espécies do mundo, citando Clavero & GarcíaBerthou, 2005), e podendo desencadear uma série de efeitos em cascata no ecossistema, afetando outras espécies e os serviços ecossistêmicos (BRITO et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2020). Segundo artigos revisados, como Espínola, 2012, a introdução de EEIs é tratada como um dos principais fatores de perda de biodiversidade (Latini & Petreire Júnior, 2004), A perda de biodiversidade e disfunções ecológicas resultantes diminuem a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços essenciais, como a purificação da água, o controle de pragas e a regulação do clima, o que agrava ainda mais os impactos negativos na região (PIVELLO et al., 2024).

Em nível populacional, segundo o estudo analisado de Costa, 2020, a invasão de espécies não-nativas tem afetado negativamente a sobrevivência das populações de espécies aquáticas nativas (DUDGEON, 2006). Por exemplo, quando as espécies nativas não conseguem competir eficientemente com as invasoras, suas populações tendem a declinar, muitas vezes de forma drástica (VITULE; POZENATO, 2012; SANTOS et al., 2023). No nível individual a competição acontece quando o invasor utiliza os mesmos recursos que os representantes da fauna nativa, e a oferta desses recursos é limitada no ambiente, resultando em uma diminuição na disponibilidade de alimentos e habitats (GARCIA et al., 2021). A predação foi mencionada em diversos estudos, como o de Forneck, 2016; Ferraz, 2017; e Zoccal, 2017 que mencionaram predação de ovos, larvas e juvenis de espécies de peixes nativos. A predação por EEIs é um mecanismo de impacto direto, pois envolve a remoção de organismos da comunidade invadida, podendo ter efeitos devastadores, especialmente em espécies nativas que não evoluíram mecanismos de defesa contra novos predadores (GARCIA et al., 2021). Em nível genético, os impactos resultam na mistura de material genético entre espécies nativas e invasoras, comprometendo a integridade genética das populações nativas. Diversos estudos mencionaram o fenômeno da hibridização entre EEIs e espécies nativas, incluindo as pesquisas de Garcia (2021), Camargo (2022) e Dagosta (2024), os híbridos gerados reduzem a capacidade da população nativa em se manter, resultando na substituição ou extinção local de espécies nativas (BLACKBURN et al. 2014, SALES et al. 2017).

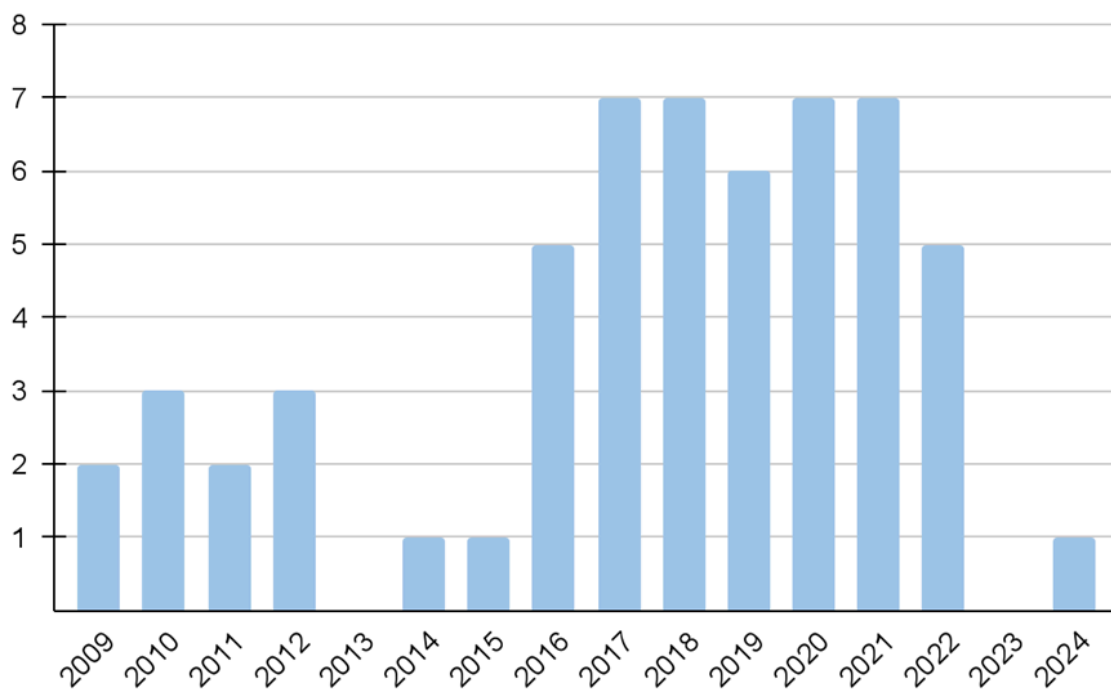
Sendo assim, esses impactos não ocorrem de forma isolada, mas frequentemente estão interconectados, exacerbando os efeitos negativos no ecossistema como um todo. Por exemplo, a competição por recursos pode

intensificar a predação, e a hibridização pode ser acompanhada por mudanças nas dinâmicas populacionais e perdas de variabilidade genética. Os resultados destacam também a gravidade e a complexidade das consequências ecológicas das EEIs na bacia do alto rio Paraná, sublinhando a necessidade de estratégias de manejo integradas para mitigar esses impactos e preservar a biodiversidade local.

Além das análises realizadas anteriormente, este estudo também investigou, por meio da revisão da literatura, os anos de maior publicação de estudos relacionados à temática em questão (Gráfico 1), identificando os períodos de maior produção científica na área.

Seguindo essa abordagem, o período com maior produção científica foi registrado entre os anos de 2016 a 2022, destacando-se os anos de 2017, 2018, 2020 e 2021, que apresentaram uma produção constante de 7 estudos cada, sendo que ao todo, esse intervalo acumulou 44 estudos, o que representa aproximadamente 77,19% do total de 57 estudos analisados. Em contraste, os períodos de menor produção foram os anos de 2009 a 2015, 2023 e 2024, nos quais foram identificados 3 estudos ou menos. Vale ressaltar que nos anos de 2013 e 2023 não foram registrados trabalhos. Observa-se também um aumento significativo na produção de 2015 para 2016, com um salto de 1 para 5 estudos, e uma queda acentuada de 2022 para 2023, passando de 5 estudos para nenhum resultado. É importante destacar que a pesquisa bibliográfica deste estudo foi realizada até maio de 2024, o que implica que o ano de 2024 ainda não foi completamente explorado.

Gráfico 1: Distribuição total de estudos encontrados por ano, no período de 2009 a 2024.



Os dados demonstram a quantidade de estudos publicados ao longo dos anos relacionados à temática em questão, essa análise de dados é importante para entender a evolução do interesse científico sobre o assunto estudado. É notável que houve uma variação significativa no número de estudos publicados sobre o tema durante esses 15 anos e o aumento significativo no número de estudos entre os anos de 2016 a 2022, podendo indicar um crescimento do interesse na área ou o surgimento de novos problemas ou tecnologias que impulsionaram as pesquisas.

É importante lembrar que no ano de 2016 foi disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente o livro "Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil", que apresenta um panorama sobre espécies exóticas invasoras e serve como guia para o planejamento de ações, decisões de prevenção da introdução, controle e monitoramento, destinadas aos setores envolvidos com o

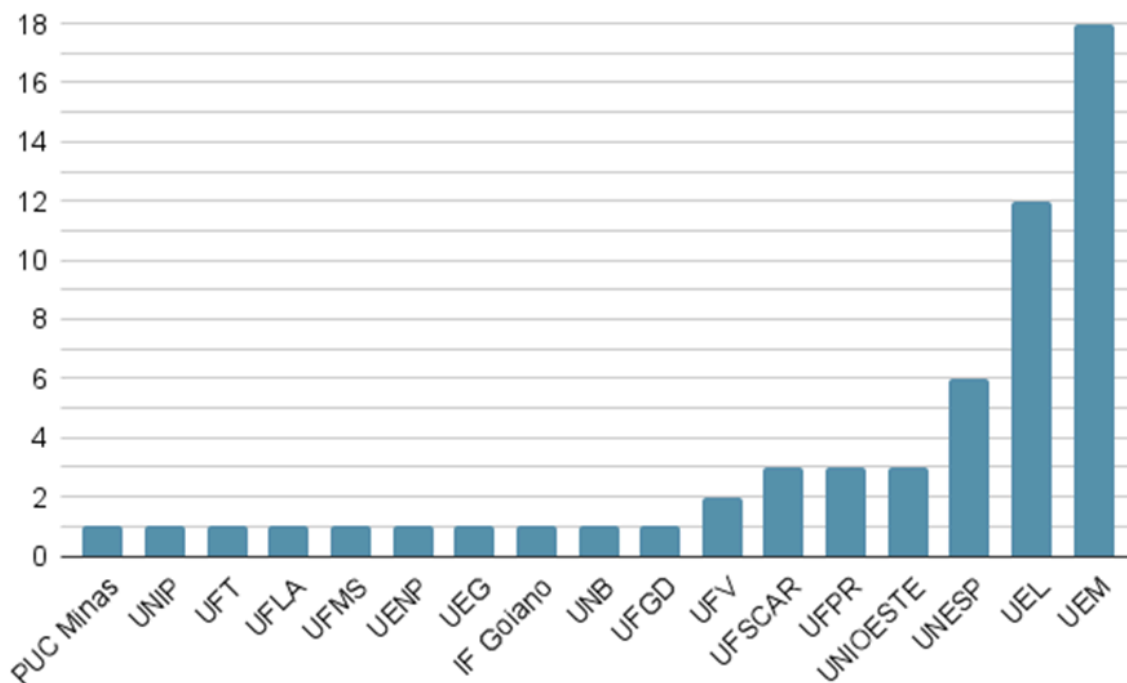
uso dos ecossistemas de águas continentais e seus recursos biológicos (MMA, 2016).

Por outro lado, nos períodos de declínio, os anos de 2009 a 2015, 2023 e 2024, podem sugerir que o tema se tornou menos prioritário na comunidade científica ou que já havia sido suficientemente explorado em anos anteriores.

Adicionalmente, foram identificadas as principais instituições acadêmicas que têm contribuído de maneira significativa para a produção científica relacionada às introduções de EEIs e aos impactos por elas causados, conforme demonstrado no Gráfico 2, a fim de identificar as instituições mais influentes nessa temática de estudo. Além disso, a produção de trabalhos foi analisada por cada sub-bacia da bacia do alto rio Paraná (Imagem 2), com o objetivo de identificar quais sub-bacias têm sido mais estudadas e quais apresentam um déficit de estudos na literatura.

A visualização dos dados destaca, em especial, as universidades estaduais, como a Universidade Estadual de Maringá (UEM), que contribuiu com 18 estudos; a Universidade Estadual de Londrina (UEL), com 12 estudos; e a Universidade Estadual Paulista (UNESP), com 6 estudos. Juntas, essas instituições totalizam 36 estudos, representando aproximadamente 63,16% do total de 57 estudos analisados. As universidades federais, como a Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR), assim como a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), contribuíram cada uma com 3 estudos. As demais instituições não apresentaram uma produção significativa, registrando apenas 2 ou 1 estudos.

Gráfico 2: Principais instituições de ensino responsáveis pela maior quantidade de publicações na área.

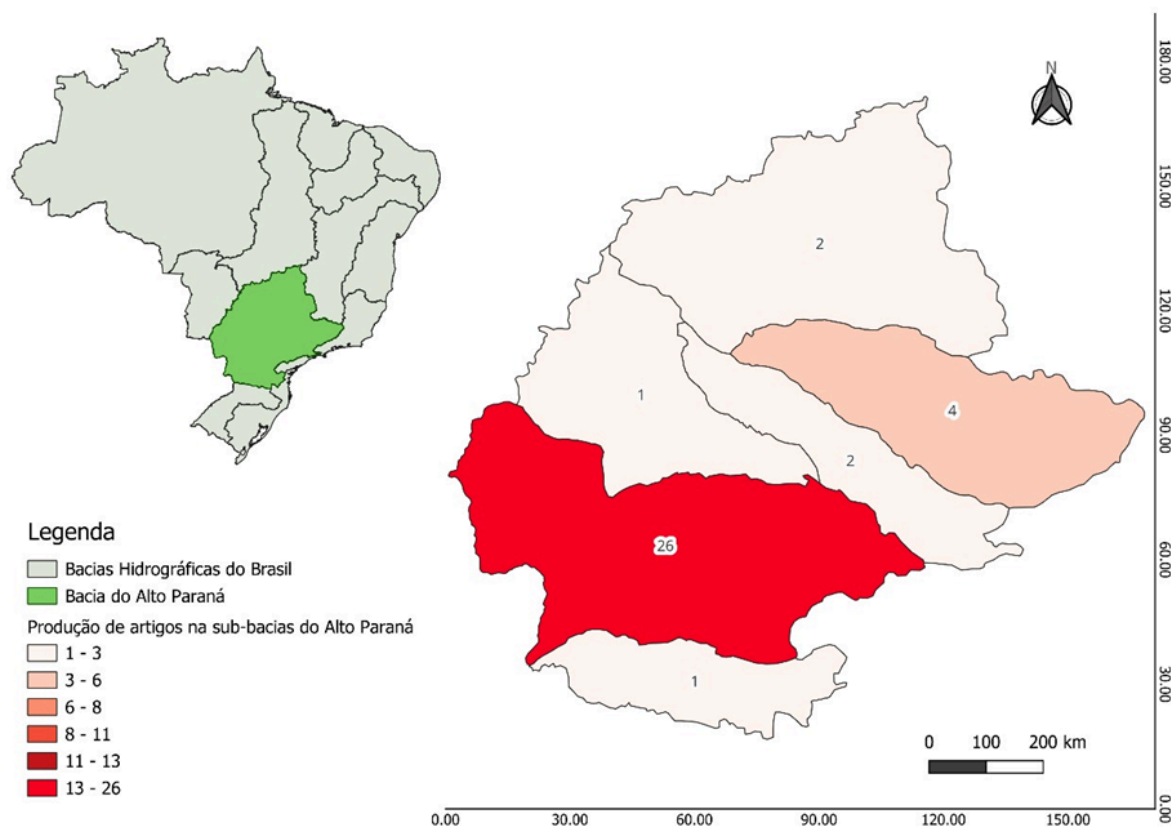


Os dados revelam que determinadas instituições têm desempenhado um papel central na produção e disseminação do conhecimento, evidenciando uma concentração de esforços e recursos em universidades e centros de pesquisa específicos. Com destaque para as universidades estaduais, como a Universidade Estadual de Maringá (UEM), a Universidade Estadual de Londrina e a Universidade Estadual Paulista (UNESP). Esse padrão pode refletir a presença de programas de pós-graduação consolidados, linhas de pesquisa estabelecidas e um maior financiamento, que juntos promovem a geração contínua de estudos de alta relevância na área. Além disso, a identificação dessas instituições líderes pode indicar os principais pólos de inovação e influência científica dentro do campo específico de estudo. Este resultado ressalta a importância dessas instituições na produção de conhecimento científico sobre a região da bacia do alto rio Paraná.

A figura 2 mostra a distribuição da produção de artigos científicos por sub-bacia da bacia do alto rio Paraná, com diferentes intensidades de cores representando a quantidade de estudos realizados em cada sub-bacia, sendo elas: Paranaíba, localizada na parte superior da imagem; Grande, à direita da Paranaíba, Paraná-Tietê, localizada à direita, abaixo da Bacia Grande, Paraná-Verde, localizada abaixo da Bacia Paraná-Tietê, Paranapanema, localizada no centro inferior, à esquerda das demais, Paraná-Iguaçu, localizada na parte inferior direita.

A sub-bacia do Paranapanema destaca-se com 26 artigos, evidenciando uma concentração significativa de pesquisas nesta região. Esse número representa aproximadamente 72,22% do total de 36 estudos que identificaram a localização por sub-bacias, enquadrando-se na categoria mais alta de produção, que abrange de 13 a 26 estudos. É importante observar que, dos 57 estudos analisados, apenas 36 especificaram a localização por sub-bacias, enquanto os 21 estudos restantes não forneceram detalhes exatos sobre a localização, limitando-se a informar que se situavam na bacia do Alto Rio Paraná. As demais sub-bacias exibem uma produção científica substancialmente menor: a sub-bacia Grande conta com 4 estudos; Paranaíba e Paraná-Tietê, com 2 estudos cada; e Paraná-Verde e Paraná-Iguaçu, com 1 estudo cada.

Figura 2: produção de trabalhos por cada sub-bacia da bacia do alto rio Paraná



A análise da produção científica por sub-bacia da bacia do alto rio Paraná revela uma distribuição desigual dos estudos, destacando a necessidade de uma abordagem mais equilibrada para a investigação científica na região. A sub-bacia Paranapanema se sobressai, representando a sub-bacia mais estudada e, portanto, de maior interesse acadêmico. Esse número expressivo sugere que a sub-bacia enfrenta desafios ambientais ou possui características ecológicas que atraem a atenção dos pesquisadores, como de acordo com o estudo de Britto et al. (2003) citado por Gomes (2010), um dos estudos que fazem parte da revisão bibliográfica, o rio Paranapanema é considerado um rio de água pouco poluída, apresentando diversas condições ambientais favoráveis e recursos adequados, fatores que explicam o grande número de peixes não nativos presentes na bacia (Jarduli, 2021) (Blackburn et al., 2011; Garcia et al., 2018b, 2019). Além disso, conforme apontado por Jarduli (2021) e Garcia et al. (2018a), a introdução de EEIs

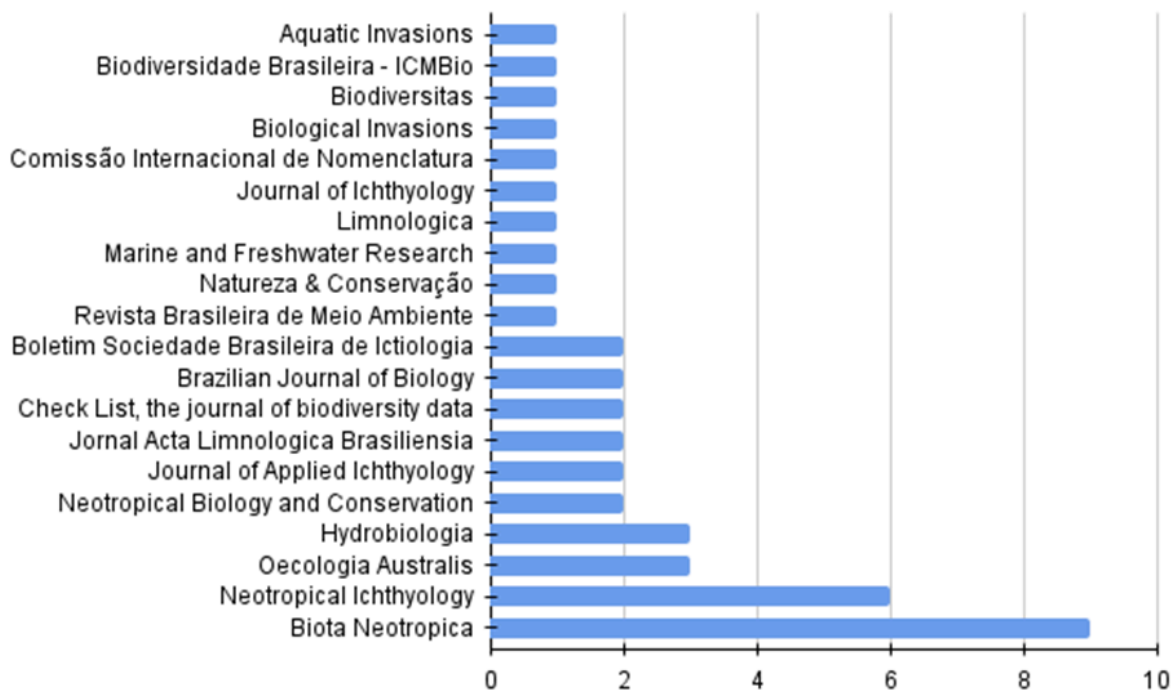
alterou substancialmente a composição da ictiofauna do Paranapanema. Conseqüentemente, o rio apresenta a menor riqueza de espécies nativas de peixes entre as sub-bacias do alto Paraná, o que implica em uma menor resistência biótica nesse ambiente (Garcia, 2019; Agostinho et al., 1997).

Em contrapartida, as demais sub-bacias, apresentam uma produção científica significativamente menor, esse déficit de estudos indica que essas sub-bacias têm sido, em grande parte, negligenciadas pela comunidade científica. As razões para essa disparidade podem incluir menor visibilidade dessas sub-bacias, limitações de recursos ou dificuldades de acesso, além de uma percepção reduzida da importância ambiental dessas regiões.

Essa concentração de estudos em uma única sub-bacia, enquanto outras permanecem subexploradas, levanta preocupações quanto à gestão integrada dos recursos hídricos e à conservação da biodiversidade na bacia do alto rio Paraná. A falta de estudos em sub-bacias como a Paraná-Tietê e a Paraná-Iguaçu pode resultar em lacunas de conhecimento que comprometem a eficácia das estratégias de gestão ambiental. Assim, recomenda-se uma diversificação dos esforços de pesquisa para incluir as sub-bacias menos estudadas, de modo a promover uma compreensão mais holística das dinâmicas ambientais em toda a bacia. A distribuição de recursos deve ser direcionada para essas áreas negligenciadas, visando a identificação e mitigação de problemas ambientais que possam ainda não ter sido abordados. Além disso, é essencial promover a colaboração interinstitucional entre as universidades e centros de pesquisa que atuam em diferentes sub-bacias, com o intuito de compartilhar conhecimentos e desenvolver abordagens integradas para a gestão ambiental.

Por fim, o estudo analisou as revistas científicas mais relevantes para a publicação desses trabalhos (Gráfico 3), proporcionando uma visão abrangente das tendências e permitindo uma análise detalhada da distribuição das publicações em diferentes periódicos acadêmicos. Foram identificadas 20 revistas no total, e essa análise possibilita identificar quais delas têm exercido maior influência na disseminação dos estudos sobre o tema, destacando aquelas com o maior volume de publicações, como “Biota Neotropica”, com 9 publicações, e “Neotropical Ichthyology”, com 6 publicações. Vale ressaltar que, dos 57 estudos analisados, 43 foram artigos publicados em revistas, representando aproximadamente 75,44% do total. Assim, “Biota Neotropica” e “Neotropical Ichthyology”, que juntas somam 15 artigos, representam aproximadamente 34,88% do total de 43 estudos, sendo as revistas mais frequentes para a publicação dos estudos examinados.

Gráfico 3: Distribuição das publicações por revista sobre o tema.



As revistas científicas de maior impacto, como a “Biota Neotropica” e a “Neotropical Ichthyology”, foram as mais utilizadas para a publicação dos estudos analisados. A primeira é publicada pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biodiversidade da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no Brasil. Ela se concentra em pesquisas sobre a biodiversidade e ecologia da região neotropical. A segunda é publicada pelo Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), no Brasil. Ela é uma importante publicação científica na área de ictiologia, focada em peixes da região neotropical.

A escolha dessas revistas demonstra a qualidade e a relevância das pesquisas realizadas, uma vez que publicações em periódicos de alto impacto são indicativas de rigor científico e contribuição significativa para o campo de estudo. Além disso, esse resultado indica a visibilidade e acessibilidade dos resultados científicos, sendo importante destacar que ambas as revistas são de acesso aberto, permitindo que os artigos sejam acessados gratuitamente por qualquer pessoa, facilitando a disseminação do conhecimento e aumentando a visibilidade das pesquisas. Compreender essa distribuição é essencial para avaliar as tendências de publicação e a difusão do conhecimento científico dentro do campo de estudo específico.

A visibilidade e a acessibilidade dos resultados científicos em revistas específicas desempenham um papel crucial na disseminação do conhecimento dentro da comunidade acadêmica e além. Quando há diversas publicações sobre um tema, é são concentrados em determinadas revistas, isso geralmente indica que esses periódicos têm um alcance significativo e são altamente reconhecidos pelos pesquisadores da área (BORGMAN, 2017). Em resumo, a

visibilidade e a acessibilidade das revistas são fatores determinantes para a eficácia com que os resultados científicos são compartilhados e incorporados pela comunidade acadêmica e outras partes interessadas. Revistas com alta visibilidade e acessibilidade são essenciais para garantir que as descobertas científicas alcancem um público amplo e influenciem o campo de estudo em questão (BORGMAN, 2017).

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foram explorados os impactos da introdução de EEIs na bacia do alto rio Paraná, com foco nas alterações provocadas em diversos níveis organizacionais. A análise detalhada revelou que tais introduções resultam em consequências significativas, desde a hibridização até mudanças drásticas nas dinâmicas populacionais e na composição de comunidades e ecossistemas aquáticos. A competição por recursos, a predação direta, e a redução ou perda de biodiversidade foram identificadas como os principais tipos de impactos causados pelas EEIs, destacando-se a necessidade urgente de medidas de manejo para mitigar esses efeitos. Além disso, os resultados apresentados corroboram a literatura existente, destacando a complexidade das interações entre espécies invasoras e nativas, bem como os desafios impostos à conservação da biodiversidade aquática. A partir das evidências reunidas, fica claro que a gestão eficaz das espécies invasoras requer uma abordagem integrada, que considere não apenas a remoção dessas espécies, mas também a restauração dos habitats naturais e a implementação de políticas públicas mais rigorosas.

Em síntese, este estudo contribui para o entendimento dos efeitos adversos das EEIs em ecossistemas de água doce, fornecendo insights valiosos para a formulação de medidas governamentais e iniciativas de conservação. O

estudo também destaca a importância de pesquisas contínuas e de uma cooperação interinstitucional para monitorar as mudanças na composição das comunidades ictiológicas e avaliar a eficácia das medidas de controle sobre as EEIs, com o objetivo de desenvolver soluções sustentáveis que preservem a biodiversidade e garantam a saúde dos ecossistemas aquáticos.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Angelo Antonio; PELICICE, Fernando Mayer; JÚLIO JÚNIOR, Horácio Ferreira. Biodiversidade e introdução de espécies de peixes: unidades de conservação. In: **UNIDADES de conservação: ações para valorização da biodiversidade**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2006. p. 95-117.

AZEVEDO-SANTOS, V. M.; VITULE, J. R. S.; GARCÍA-BERTHOU, E.; PELICICE, F. M.; SIMBERLOFF, D. Misguided strategy for mosquito control. **Science**, v. 351, p. 675, 2016. DOI: 10.1126/science.351.6274.675.

AGOSTINHO, Angelo Antonio; PELICICE, Fernando Mayer; PETRY, A. C.; GOMES, L. C.; JÚLIO JÚNIOR, Horácio Ferreira. Fish diversity in the upper Paraná River basin: habitats, fisheries, management and conservation. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10, p. 174-186, 2007.

AGOSTINHO, Angelo Antonio; PELICICE, Fernando Mayer; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to the diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 1119-1132, 2008.

ANGULO-VALENCIA, Mirtha A.; et al. Patterns of functional diversity of native and non-native fish species in a neotropical floodplain. **Freshwater Biology**, v. 67, n. 8, p. 1301-1315, 2022.

BIZERRIL, C. R. S. F.; LIMA, N. R. W. Espécies de peixes introduzidos nos ecossistemas aquáticos continentais do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia, Série Zoologia**, v. 14, n. 1, p. 43-59, 2001.

BLACKBURN, T. M.; et al. A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. **Plos Biology**, v. 12, n. 5, p. e1001850, 2014. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001850.

BORGMAN, Christine L. Big data, little data, no data: Scholarship in the networked world. Cambridge: MIT Press, 2017.

BRITO, M. F. G.; DAGA, V. S.; VITULE, J. R. S. Fisheries and biotic homogenization of freshwater fish in the Brazilian semiarid region. **Hydrobiologia**, v. 847, p. 1-19, 2020. DOI: 10.1007/s10750-020-04236-8.

BRITTON, J. Robert; ORSI, Mário Luís. Non-native fish in aquaculture and sport fishing in Brazil: economic benefits versus risks to fish diversity in the upper River Paraná Basin. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 22, p. 555-565, 2012.

CARVALHO, D. R.; et al. Trophic responses to aquatic pollution of native and exotic livebearer fishes. **Science of the Total Environment**, v. 681, p. 503-515, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.05.092.

CASATTI, L.; FERREIRA, C. P.; CARVALHO, F. R. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. **Hydrobiologia**, v. 632, n. 1, p. 273-283, 2009.

CASIMIRO, Armando César Rodrigues; et al. Escapes of non-native fish from flooded aquaculture facilities: the case of Paranapanema River, southern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 35, p. e14638, 2018.

CAVARETTO, R. C.; et al. Evidence for the unexpected dispersal of *Leporinus tigrinus* Borodin, 1929 through hydroelectric dams in the most regulated Neotropical river basin. **Aquatic Invasions**, v. 15, n. 3, p. 497-513, 2020.

CROOKS, Jeffrey A. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. **Oikos**, v. 97, n. 2, p. 153-166, 2002.

DA FONSECA, João José Saraiva. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

DAGOSTA, Fernando Cesar Paiva; et al. Fishes of the upper rio Paraná basin: diversity, biogeography and conservation. **Neotropical Ichthyology**, v. 22, n. 1, p. e230066, 2024.

DUDGEON, D.; et al. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological Reviews**, v. 81, p. 163-182, 2006.

ESPÍNOLA, L. A.; MINTE-VERA, C. V.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. Invasibility of reservoirs in the Paraná Basin, Brazil, to *Cichla kelberi* Kullander and Ferreira, 2006. **Biological Invasions**, v. 12, n. 6, p. 1873-1888, 2010.

FREHSE, Fabrício de Andrade; et al. Non-native species and invasion biology in a megadiverse country: scientometric analysis and ecological interactions in Brazil. **Biological Invasions**, v. 18, p. 3713-3725, 2016.

GALLARDO, B.; CLAVERO, M.; SÁNCHEZ, M. I.; VILÀ, M. Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. **Global Change Biology**, v. 22, n. 1, p. 151-163, 2016. DOI: 10.1111/gcb.13004.

GARCIA, D. A. Z.; et al. Establishment of non-native predator (Pisces, Erythrinidae) in a tributary of the Upper Paraná River basin, south Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 10, p. 177-181, 2015. DOI: 10.1111/jai.12468.

GARCIA, Diego Azevedo Zoccal; et al. Introductions of non-native fishes into a heavily modified river: rates, patterns and management issues in the Paranapanema River (Upper Paraná ecoregion, Brazil). **Biological Invasions**, v. 20, n. 5, p. 1229-1241, 2018. DOI: 10.1007/s10530-017-1623-x.

GARCIA, Diego Azevedo Zoccal; et al. Peixes não-nativos em riachos no Brasil: estado da arte, lacunas de conhecimento e perspectivas. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 587-587, 2021.

GHERARDI, F. Biological invasions in inland waters: an overview. In: GHERARDI, F. (ed.) **Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution, and Threats**. 2nd edn. Springer, Amsterdam, 2007.

GOZLAN, R. E. Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? **Fish and Fisheries**, v. 9, p. 106-115, 2008.

GOZLAN, R. E.; BRITTON, J. R.; COWX, I.; COPP, G. H. Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 4, p. 751-786, 2010.

GUBIANI, E. A.; et al. Non-native fish species in Neotropical freshwaters: how did they arrive, and where did they come from? **Hydrobiologia**, v. 817, p. 57-69, 2018. DOI: 10.1007/s10750-018-3617-9.

HAVEL, J. E.; LEE, C. E.; VAN ZANDEN, M. J. Do reservoirs facilitate invasions into landscapes? **BioScience**, v. 55, p. 518-525, 2005.

HOEINGHAUS, D. J.; et al. Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. **Conservation Biology**, v. 23, p. 1222-1231, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Sobre espécies exóticas invasoras. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/especies-exoticas-invasoras/sobre-as-especies-exoticas-invasoras>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

IBAMA. Estatística da pesca 2007: Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 151 p.

JOHNSON, T. J. P.; OLDEN, D. J.; ZANDEN, M. J. V. Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. **Frontiers in Ecological Environment**, v. 6, n. 7, p. 357-363, 2008.

JÚLIO JÚNIOR, H. F.; DEI TOS, C.; AGOSTINHO, A. A.; PAVANELLI, C. S. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 4, p. 709-718, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000400021>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

LANGEANI, Francisco et al. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 181-197, 2007.

LATINI, A. O.; PETRERE JÚNIOR, M. Reduction of a native fish fauna by alien species: an example of Brazilian tropical freshwater lakes. **Fisheries Management and Ecology**, v. 11, p. 71-79, 2004.

LATINI, A. O.; OPORTO, L. T.; LIMA-JUNIOR, D. P.; RESENDE, D. C.; LATINI, R. O. Peixes. In: LATINI, A. O.; RESENDE, D. C.; POMBO, V. B.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016. p. 295-649.

LEÃO, T. C. C. et al. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização. Manejo e Políticas Públicas**. Recife: Cegan, 2011.

LEPRIEUR, F.; BEAUCHARD, O.; BLANCHET, S.; OBERDORFF, T.; BROSSE, S. Fish invasions in the world's river systems: when natural processes are blurred by human activities. **PLoS Biology**, v. 6, n. 2, 2008. DOI: 10.1371/journal.pbio.0060028.

LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion Ecology**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. p. 304.

MAGALHÃES, A. L. B.; DAGA, V. S.; BEZERRA, L. A. V.; VITULE, J. R. S.; JACOBI, C. M.; SILVA, L. G. M. All the colors of the world: biotic homogenization-differentiation dynamics of freshwater fish communities on demand of the Brazilian aquarium trade. **Hydrobiologia**, v. 847, p. 3897-3915, 2020. DOI: 10.1007/s10750-020-04307-w.

MAGNUSSON, W. E. Homogeneização biótica. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G. et al. (Ed.). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: RIMA, 2006. p. 211-229.

MATOS, K. S. L.; VIEIRA, S. L. **Pesquisa Educacional: o prazer de conhecer**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016.

MILARDI, M.; GAVIOLI, A.; SOININEN, J.; CASTALDELLI, G. Exotic species invasions undermine regional functional diversity of freshwater fish. **Scientific Reports**, v. 9, 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-54210-1.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Brasil 2008-2009**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. 101 p.

Disponível

em:

<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/anuário%20da%20pesca%20completo2.pdf>.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. Cengage Learning, 2005.

ORSI, Mário L.; AGOSTINHO, Ângelo A. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 557-560, 1999.

OTA, R. R.; DEPRÁ, G. D. C.; GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 2, 2018. DOI: 10.1590/1982-0224-20170094.

PIVELLO, V. R. et al. Impactos de espécies exóticas invasoras sobre as Contribuições da Natureza para as Pessoas (CNP), o Desenvolvimento Sustentável e a boa qualidade de vida. In: DECHOUM, M. S.; JUNQUEIRA, A. O. R.; ORSI, M. L. (Org.). **Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. 1. ed. São Carlos: Editora Cubo, 2024. p. 133-184. DOI: 10.4322/978-65-00-87228-6.cap4.

ROCHA, O. et al. O problema das invasões biológicas em águas doces. In: ROCHA, O. et al. (Ed.). **Espécies invasoras de águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos: EdUFSCar, 2005. p. 9-12.

SANTOS, B. R. B. et al. Tropical headwater streams and the role of non-native species on fish assemblage's diversity. **Biological Invasions**, v. 25, p. 3103-3118, 2023. DOI: 10.1007/s10530-023-03093-5.

SIMBERLOFF, D. How much information on population biology is needed to manage introduced species? **Conservation Biology**, v. 17, n. 1, p. 83-92, 2003.

SIMBERLOFF, D.; MARTIN, J. L.; GENOVESI, P.; MARIS, V.; WARDLE, D. A.; AROSON, J.; COURCHAMP, F.; GAIL, B.; GARCÍA-BERTHOU, E.; PASCAL, M.; PYŠEK, P.; SOUSA, R.; TABACCHI, E.; VILÀ, M. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 28, n. 1, p. 58-66, 2013. DOI: 10.1016/j.tree.2012.07.013.

SOUZA, J. E. et al. Estrutura da população e aspectos reprodutivos de *Cichla cf. ocellaris* Bloch & Schneider, 1801 (Perciformes, Cichlidae) introduzido na represa do Lobo (Broa), estado de São Paulo. In: ROCHA, O. et al. (Ed.). **Espécies invasoras de águas doces – estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos: EdUFSCar, 2005. p. 59-71.

SOUZA, Rosa Cristina Corrêa Luz de; CALAZANS, Sálvio Henrique; SILVA, Edson Pereira. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 35-41, 2009.

VITULE, J. R. S. Introduction of fishes in Brazilian continental ecosystems: review, comments and suggestions for actions against the almost invisible enemy. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 4, p. 111-122, 2009.

VITULE, J. R. S.; POZENATO, L. P. Homogeneização biótica: misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado. **Estudos de Biologia**, v. 34, p. 239-245, 2012. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/estudosdebiologia/article/view/22925/22024>.

LISTA DOS TRABALHOS ANALISADOS - APÊNDICE

1. JÚLIO JÚNIOR, Horácio Ferreira et al. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, p. 709-718, 2009.
2. PELICICE, Fernando Mayer; AGOSTINHO, Angelo Antonio. Fish fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a Neotropical reservoir. **Biological Invasions**, v. 11, n. 8, p. 1789-1801, 2009.
3. AGOSTINHO, Angelo Antonio et al. Reservoir fish stocking: when one plus one may be less than two. **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 2, p. 103-111, 2010.
4. ALMEIDA, Frederico Belei de. Diversidade molecular em espécies de trairões de complexo *Hoplias lacerdae* (Teleostei: Erythrinidae). 2010.
5. GOMES, Patrícia Cristina. **Diversidade genética de *Salminus brasiliensis* utilizados em programas de repovoamento**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
6. RAMOS, Igor Paiva. Impactos de pisciculturas em tanques-rede sobre a ictiofauna da represa de Chavantes: dieta, bromatologia e parasitologia. 2011.
7. ROCHA, Odete et al. Animal invaders in São Paulo state reservoirs. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 3, p. 631-642, 2011.
8. ESPÍNOLA, Luis Alberto; JÚLIO JUNIOR, Horácio Ferreira; BENEDITO, Evanilde. Invasive non-native species of fish in upper Paraná river Basin, Brazil: variations of caloric content in *Cichla kelberi*. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, p. 401-408, 2012.
9. FERREIRA, Eveline de Almeida. **Mecanismos associados aos padrões de**

distribuição de peixes não nativos em reservatórios neotropicais. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais

10. LIMA JUNIOR, Dilermando Pereira. **Da Ecologia às políticas públicas... O que as espécies não nativas têm a nos ensinar?**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.
11. GARCIA, DIEGO AZEVEDO ZOCCAL et al. Biology of black bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802) fifty years after the introduction in a small drainage of the Upper Paraná River basin, Brazil. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 15, n. 2, 2014.
12. FERRAREZE, M.; NOGUEIRA, M. G. Impact assessment of the introduction of *Cichla kelberi* in a large Neotropical reservoir and its lateral lagoons (Upper Paraná River Basin, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 1018-1026, 2015.
13. FORNECK, Sandra Carla et al. Invasion risks by non-native freshwater fishes due to aquaculture activity in a Neotropical stream. **Hydrobiologia**, v. 773, p. 193-205, 2016.
14. FROTA, Augusto et al. Inventory of the fish fauna from Ivaí River basin, Paraná State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, p. e20150151, 2016.
15. OLIVEIRA, Alexandre Kannebley de et al. Fish fauna from Sapucaí-Mirim River, tributary of Grande River, upper Paraná River basin, Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 1, p. e20140192, 2016.
16. SANCHES, B. O. et al. Spatial variations in fish assemblage structure in a southeastern Brazilian reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, p. 185-193, 2016.
17. CASIMIRO, Armando César Rodrigues et al. Impoundments facilitate a biological invasion: Dispersal and establishment of non-native armoured catfish *Loricariichthys platymetopon* (Isbrückler & Nijssen, 1979) in a neotropical river. **Limnologica**, v. 62, p. 34-37, 2017.
18. FERRAZ, João Daniel et al. Fauna de peixes dos lagos do Jardim Botânico de Londrina, Paraná, Brasil. **Bol Soc Bras Ictio**, v. 2, n. 122, p. 2017, 2017.
19. GARCIA, Diego Azevedo Zoccal et al. Educação ambiental no controle de invasões biológicas: melhor prevenir do que remediar. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, v. 121, n. 1, p. 16-19, 2017.
20. LOPES, Taise Miranda. **Interações predador-presa: predação, oportunismo e antipredação, testadas a partir de experimentos.** 2017. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

21. PEREIRA, Larissa Strictar et al. Effects of long and short flooding years on the feeding ecology of piscivorous fish in floodplain river systems. **Hydrobiologia**, v. 795, p. 65-80, 2017.
22. SAMPAIO, Wagner Martins Santana et al. *Heterotilapia buttikoferi* (Hubrecht, 1881)(Perciformes: Cichlidae), an introduced exotic fish in the upper Paraná river basin. **Check List**, v. 13, n. 4, p. 245-250, 2017.
23. SANTOS, Ana Cláudia; GONÇALVES, Carla Cristina; CARVALHO, Fernando Rogério. Ichthyofauna of the “Cachoeira de São Roberto” and fishes of lower Preto River, upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 17, n. 1, p. e20160196, 2017.
24. ZOCCAL GARCIA, Diego Azevedo et al. New occurrence of a non-native ornamental cichlid in the Paranapanema River, southern Brazil. **Neotropical Biology & Conservation**, v. 12, n. 2, 2017.
25. CASIMIRO, Armando César Rodrigues et al. Escapes of non-native fish from flooded aquaculture facilities: the case of Paranapanema River, southern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 35, p. e14638, 2018.
26. CAVALLI, Daiane et al. Update on the ichthyofauna of the Piquiri River basin, Paraná, Brazil: a conservation priority area. **Biota neotropica**, v. 18, p. e20170350, 2018.
27. FIGUEIREDO, Bruno RS et al. Non-lethal effects of a native and a non-native piscivorous fish on the interaction between a mesopredator and benthic and pelagic invertebrates. **Aquatic Invasions**, v. 13, n. 4, 2018.
28. LOURES, Raquel Coelho; POMPEU, Paulo Santos. Long-term study of reservoir cascade in south-eastern Brazil reveals spatio-temporal gradient in fish assemblages. **Marine and Freshwater Research**, v. 69, n. 12, p. 1983-1994, 2018.
29. OTA, Renata Rúbia et al. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, p. e170094, 2018.
30. PELICICE, Fernando Mayer et al. Fish diversity in the cascade of reservoirs along the Paranapanema River, southeast Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 2, p. e170150, 2018.
31. SMITH, Welber Senteio et al. Changes in fish species composition in the middle and lower Tietê River (São Paulo, Brazil) throughout the centuries, emphasizing rheophilic and introduced species. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 30, p. e310, 2018.
32. BERLATTO, Amanda Frigo et al. Traços funcionais da ictiofauna nativa determinam os traços de possíveis peixes invasores em reservatórios neotropicais. 2019.
33. BIRCK, Tiago et al. Foraging behavior interactions between the invasive Nile Tilapia (Cichliformes: Cichlidae) and three large native predators. **Neotropical Ichthyology**,

v. 17, p. e180116, 2019.

34. GARCIA, Diego Azevedo Zoccal; VIDOTTO-MAGNONI, Ana Paula; ORSI, Mário Luís. Características reprodutivas de peixes invasores no rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, sul do Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 14, n. 4, p. 511-528, 2019.
35. ORLANDI, Aymar et al. Biology of non-native species (*Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829)(Characiformes, Cynodontidae) in a cage fish farm area, Upper Paraná River Basin, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 31, p. e9, 2019.
36. SILVA, Jislaine Cristina da. **Pterygoplichthys ambrosettii (Holmberg, 1893)(Siluriformes: Loricariidae): invasão, história de vida e impactos sobre o funcionamento do ecossistema**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.
37. VICENTIN, Wagner; FERREIRA, Fabiane Silva; SÚAREZ, Yzel Rondon. Ichthyofauna of lotic environments in the Ivinhema river basin, upper Paraná river, Mato Grosso do Sul state, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, p. e20190735, 2019.
38. AZEVEDO-SANTOS, Valter M.; PELICICE, Fernando M.; HENRY, Raoul. Knowing biodiversity: Fishes from the Guareí River basin, a tributary of the Jurumirim reservoir, Paranapanema River, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 20, n. 3, p. e20201031, 2020.
39. COSTA, Alexandre Augusto. Análise ecológica do modelo adotado pela legislação ambiental brasileira na conservação da ictiofauna autóctone. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 2, 2020.
40. FORNECK, Sandra Carla et al. Aquaculture facilities drive the introduction and establishment of non-native *Oreochromis niloticus* populations in Neotropical streams. **Hydrobiologia**, v. 848, p. 1955-1966, 2020.
41. GALINDO, Bruno Ambrozio et al. Inventory of the fish fauna from Laranjinha River, Paranapanema River system, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 20, p. e20200962, 2020.
42. GARCIA, Diego AZ et al. Seasonal and habitat variations in diet of the invasive driftwood catfish *Trachelyopterus galeatus* in a Neotropical river basin, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 36, n. 3, p. 326-335, 2020.
43. GARVES, José Daniel Soler. Dieta, aspectos bromatológicos e parasitológicos em uma espécie de peixe não-nativa no reservatório de Jupiá, alto rio Paraná. 2020.
44. JARDULI, Lucas Ribeiro et al. Fish fauna from the Paranapanema River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 20, n. 1, p. e20180707, 2020.
45. CAMARGO, Mariele P. et al. Fish fauna in low-order streams of the Piquiri River, Upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 21, p. e20211217, 2021.

46. GARCIA, Diego Azevedo Zoccal et al. Live bait trade as a pathway for the introduction of non-native species: The first record of *Dilocarcinus pagei* in the Paranapanema river basin. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 3, p. 775-785, 2021.
47. GARCIA, Diego Azevedo Zoccal et al. Peixes não-nativos em riachos no Brasil: estado da arte, lacunas de conhecimento e perspectivas. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 587-587, 2021.
48. JARDULI, Lucas Ribeiro et al. Distribution modeling of *Psellogrammus kennedyi* (Eigenmann, 1903) and new records in the Lower Paranapanema River, Brazil. **Check List**, v. 17, n. 5, p. 1277-1284, 2021.
49. MOREIRA, Elto et al. PEIXES EXÓTICOS INVASORES DE ÁGUA DOCE NO BRASIL: OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E IDENTIFICAÇÃO. 2021.
50. ROSA, Rafael Rogério. **Ecologia trófica de larvas de peixes neotropicais: interações intra e interespecíficas e relação predador-presa**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.
51. SANTOS, Bruno Rhannery Batista dos et al. Espécies não-nativas e o seu papel sobre a estruturação da diversidade de assembleias de peixes de água doce em riachos neotropicais. 2021.
52. CAMARGO, Mariele Pasuch de. **Efeitos de diferentes intensidades de ocupação aquícola sobre a estrutura taxonômica e funcional de assembleias de peixes em riachos Neotropicais**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.
53. DA SILVA, Jislaine Cristina et al. Chronology of invasion and establishment of *Pterygoplichthys ambrosettii* (Holmberg 1893), in the upper Paraná River basin. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 38, n. 4, p. 434-441, 2022.
54. MONTEIRO, Lucas Cabrera. Estrutura Populacional de Espécies do Gênero *Cichla* (Osteichthyes: Cichliformes) Introduzidas em Diferentes Regiões Brasileiras—uma Revisão Bibliográfica. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 2, 2022.
55. OLIVEIRA, RC de et al. *Crenicichla semifasciata*: Occurrence in the Upper Paraná River floodplain, Brazil and First Record of Pughead Condition. **Journal of Ichthyology**, v. 62, n. 6, p. 1034-1041, 2022.
56. RAUBER, Rafaela Giacomel. **Efeitos da invasão de espécies de *Cichla* nos padrões taxonômicos e funcionais da assembleia de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

57. DAGOSTA, Fernando Cesar Paiva et al. Fishes of the upper rio Paraná basin: diversity, biogeography and conservation. **Neotropical Ichthyology**, v. 22, n. 1, p. e230066, 2024.