



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

BEATRIZ VIANNA BOSELLI

IMPACTOS DE ESPÉCIES INVASORAS DE PEIXES NA BACIA DO RIO IGUAÇU: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Londrina – Paraná

2025

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

BEATRIZ VIANNA BOSELLI

**IMPACTOS DE ESPÉCIES INVASORAS DE PEIXES
NA BACIA DO RIO IGUAÇU: 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.

Orientadora: Fernanda Simões de Almeida
Coorientador: Mario Luis Orsi

Londrina – Paraná
2025

Boselli, Beatriz Vianna.

Impactos de espécies invasoras de peixes na bacia do rio Iguaçu :
Uma revisão bibliográfica / Beatriz Vianna Boselli. - Londrina,
2025. 43 f.

Orientador: Fernanda Simões de Almeida.

Coorientador: Mario Luis Orsi.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de
Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2025.
Inclui bibliografia.

Invasões biológicas - TCC. 2. Impactos - TCC. 3. Endemismo -
TCC. 4. Rio Iguaçu - TCC. I. de Almeida, Fernanda Simões . II.
Orsi, Mario Luis . 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. Mario Luis Orsi

Prof. Dr. Fernando Camargo Jerep

Ma. Lucas Henrique dos Santos (suplente)

Londrina, 09 de dezembro de 2025

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo minha mãe, Christine, por todo apoio durante a graduação. Uma mulher que sempre me incentivou e nunca me deixou desistir. Minhas conquistas também são dela, obrigada mãe! Aos meus irmãos, Isabela, com quem sempre pude contar, mesmo de longe e ao Gabriel. Ao meu pai, Carlos, que me incentivou a iniciar o caminho da Biologia, obrigada.

Aos amigos que a universidade me proporcionou e com quem dividi os últimos anos, vocês tornaram minha caminhada mais leve e feliz: Rian, Nadrien, Manu, Dorigo, Lucas, Alice, Leo T., Leo F., Carol e a tantos outros. Agradeço especialmente ao Rian, Marcela, Júlia, Gabi e Juliana, que de alguma forma sempre me fortaleceram. Amo vocês! Ao meu namorado, Caio, por sempre me apoiar e incentivar, te amo! Às minhas entidades, meu terreiro, e à minha psicóloga, Aline que me fizeram chegar até aqui!

Agradeço também à Universidade Estadual de Londrina e a todos os professores, desde o primário até a conclusão da graduação, que contribuíram para minha formação.

À toda a equipe do LEPIB/LEACEN, que abriu as portas para me receber, especialmente ao professor Dr. Mario Luis Orsi, que me acolheu, e ao Lucão, por contribuírem para tornar este trabalho possível. Meus sinceros agradecimentos!

BOSELLI, Beatriz Vianna. **Impactos de espécies invasoras de peixes na bacia do rio Iguaçu**. 2025. 43. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu possui elevada importância ecológica e alto endemismo, porém é altamente vulnerável a perturbações antrópicas, como o intenso represamento e a introdução de espécies exóticas invasoras (EEl) de peixes, que já compõem cerca de 30% da ictiofauna local. Diante da fragmentação e da gravidade do problema, o objetivo geral foi realizar uma revisão bibliográfica para organizar e analisar as informações disponíveis sobre os impactos ecológicos das EEl de peixes na bacia. O trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, concentrada na base Scopus, durante o período de 2008 a 2024. A busca inicial de 590 artigos resultou em apenas seis trabalhos que atenderam integralmente aos critérios de inclusão, evidenciando uma lacuna de pesquisa. Os resultados indicaram que os impactos são divididos entre diretos e indiretos, sendo que nenhum estudo avaliou os impactos ecológicos diretamente. Espécies como *Salminus brasiliensis* agravam a ameaça de extinção para 12 espécies nativas endêmicas já listadas como ameaçadas no Livro Vermelho da Fauna do Paraná. Conclui-se que a bacia é muito vulnerável às invasões, favorecidas pela degradação ambiental e pela inconsistência das políticas públicas, o que reforça a perda de integridade ecológica. Torna-se urgente ampliar o monitoramento e realizar avaliações quantitativas para subsidiar ações efetivas de gestão e conservação.

Palavras-chave: Invasões biológicas; Impactos; Endemismo.

BOSELLI, Beatriz Vianna. **Impact of invasive fish species in the Iguaçu River basin**. 2025. 43. Final Dissertation (Biological Sciences Undergraduation) – Londrina State University. Londrina. 2025.

ABSTRACT

The Iguaçu River basin has high ecological importance and high endemism, but it is highly vulnerable to anthropogenic disturbances, such as extensive damming and the introduction of invasive alien species (IAS) of fish, which already comprise about 30% of the local ichthyofauna. Given the fragmentation and severity of the problem, the main objective was to conduct a literature review to organize and analyze the available information on the ecological impacts of IAS of fish in the basin. The work was developed through a qualitative and descriptive literature review, concentrated in the Scopus database, during the period from 2008 to 2024. The initial search of 590 articles resulted in only six studies that fully met the inclusion criteria, highlighting a research gap. The results indicated that the impacts are divided between direct and indirect, with no study directly evaluating the ecological impacts. Species such as *Salminus brasiliensis* exacerbate the threat of extinction for 12 native endemic species already listed as threatened in the Red Book of Fauna of Paraná. It is concluded that the basin is highly vulnerable to invasions, favored by environmental degradation and inconsistent public policies, reinforcing the loss of ecological integrity. It is urgent to expand monitoring and conduct quantitative assessments to support effective management and conservation actions.

Keywords: Biological invasions; Impacts; Endemism.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu	10
2.2 Histórico das Invasões Biológicas	12
2.3 Impactos das Espécies Exóticas Invasoras (EEIs):.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS.....	19
5. DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICE.....	42

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu tem início próximo a Curitiba e deságua no rio Paraná, em Foz do Iguaçu, constitui a maior bacia do estado do Paraná (IAT, [s.d]) e possui elevada importância ecológica devido às suas características geomorfológicas, morfodinâmicas e as relações com a hidrografia (Baumgartner et al., 2012). Seu relevo acidentado favorece a formação de diversos rios e cachoeiras, influenciando a distribuição geográfica das espécies aquáticas, principalmente dos peixes, impondo um isolamento natural, especialmente pelas cataratas do Iguaçu, o que limita a distribuição da ictiofauna nativa e a torna mais vulnerável a perturbações antrópicas, como represamento, urbanização e agropecuária (Daga et al., 2012; Baumgartner, et al., 2012; Mezzaroba, et al., 2020).

As intensas transformações antrópicas, associadas à urbanização e à fragmentação de habitat, favorecem o estabelecimento de espécies oportunistas e generalistas, promovendo a homogeneização biótica (McKinney, 2005; Sharma et al., 2010). Nesse cenário, destacam-se as espécies exóticas invasoras (EEIs), definidas como organismos introduzidos fora de sua área de distribuição natural, de forma intencional ou não, por ação humana, capazes de se estabelecer, se reproduzir por vários ciclos e manter uma população autossustentável no novo ambiente, sem interferências externas para sua sobrevivência, podendo inclusive se dispersar para novas áreas a partir do local inicial (Dechoum et al., 2018; CDB, 2021).

As invasões biológicas estão entre os cinco impulsionadores mais importantes do impacto negativo na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos (IPBES, 2019; Pivello, et al., 2018). O Brasil abriga um dos maiores números de EEIs de água doce do mundo, sendo os peixes o grupo mais frequente, com 118 espécies

registradas (Zenni et al., 2024), muitas são introduzidas em países em desenvolvimento, como o Brasil, para dar suporte à aquicultura e frequentemente acabam sendo introduzidas nas bacias hidrográficas ou escapam dos criadouros, sem que haja muita fiscalização e responsabilização adequadas (Vitule et al., 2019), por exemplo, as espécies de tucunarés (*Cichla* spp.), frequentemente introduzidas para pesca esportiva (Orsi et al., 2020), e peixes não nativos que escapam de instalações aquícolas (Casimiro et al., 2019).

Na bacia do rio Iguaçu, as EEIs têm gerado impactos significativos, os quais somados às alterações ambientais aumentam o risco de declínio e potencial extinção de espécies endêmicas nativas (Daga et al., 2012). Apesar dos registros e estudos sobre as invasões biológicas terem aumentado, ainda são escassos e desconexos frente à gravidade do problema (Vitule, 2009).

Diante desse cenário, a síntese de dados e a compreensão dos impactos são estratégias fundamentais para enfrentar o problema. As revisões bibliográficas desempenham papel fundamental ao reunir resultados de diferentes estudos, auxiliando no reconhecimento de lacunas existentes e nas tomadas de decisão (Pullin et al., 2020). Nesse sentido, este trabalho busca organizar e analisar as informações disponíveis sobre o assunto de maneira a compreender os impactos das espécies invasoras de peixes na bacia hidrográfica do rio Iguaçu.

Parte-se da hipótese de que a presença dessas espécies promove alterações ecológicas significativas, como a redução de populações de espécies nativas e alterações na estrutura trófica. Dessa forma, o objetivo geral do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica sobre os impactos das EEIs de peixes na bacia hidrográfica do rio Iguaçu, com foco na identificação dos impactos ecológicos causados por essas invasões. Para alcançar esse propósito, foram definidos os

seguintes objetivos específicos: (1) Inventariar as principais espécies invasoras de peixes na Bacia do Rio Iguaçu; (2) Descrever os impactos ecológicos causados por essas espécies.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu é a maior do Estado do Paraná, estende-se no sentido Leste-Oeste, abrangendo uma área total aproximada de 70.800 km², dos quais 80,4% estão situados no Paraná, 16,5% em Santa Catarina e 3% na Argentina (IAT, [s.d]). Segundo a Resolução n°49/2006 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Paraná (CERH/PR), o território paranaense é dividido em Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UHGRH), sendo o Iguaçu subdividida em três regiões: Alto Iguaçu, que compreende a região metropolitana de Curitiba, Médio Iguaçu e Baixo Iguaçu, que se estende pelo interior do Estado.

As características geomorfológicas e morfodinâmicas, bem como a relação entre hidrografia e relevo acidentado favorecem a formação de rios, riachos e cachoeiras, influenciando diretamente a distribuição das espécies aquáticas, especialmente de peixes, proporcionando um elevado nível de endemismo (Zawadzki et al., 1999; Baumgartner et al., 2012).

Com uma elevada taxa de urbanização (85,33%), a bacia abastece cerca de 28% do Estado do Paraná (IAT, [s.d.]). As cabeceiras (Alto Iguaçu) concentram maior densidade populacional e atividades industriais, enquanto o interior (Médio e Baixo Iguaçu) é predominantemente ocupado por atividades agropecuárias (IAT, [s.d.]). A combinação de mudanças antrópicas e fragmentação de habitats, contribui

para processos de homogeneização biótica, criando condições propícias para a introdução e o sucesso EEIs (McKinney, 2005).

Mezzaroba e colaboradores (2020) realizaram um levantamento da ictiofauna na bacia do rio Iguaçu que registrou 133 espécies de peixes na bacia, das quais 79 (59%) ocorrem ao longo de toda sua extensão. O Médio e Baixo Iguaçu abrigam 119 (89%), sendo 40 exclusivas dessa região (30%), enquanto o Alto Iguaçu abriga 93 espécies (70%), sendo 14 exclusivas (11%). Do total registrado, 93 espécies são nativas (70%) e 40 não nativas (30%), sendo 30 extralimites, ou seja, nativas de outras bacias hidrográficas brasileiras (23% do total de espécies e 75% das espécies não nativas), as outras 10 são exóticas, provenientes de outros países (8% do total e 25% das espécies não nativas). A principal via de introdução foi a aquicultura, destacando-se como vetor relevante de alterações na composição da fauna local (Mezzaroba et al., 2020).

A comparação entre o levantamento da década de 1990 e o inventário de 2020 indica redução da taxa de endemismo, reforçando a necessidade de ações de conservação e manejo voltadas à proteção da ictiofauna nativa (Agostinho et al., 1997; Zawadzki et al., 1999; Mezzaroba, et al., 2020). Das 93 espécies nativas registradas por Mezzaroba, et al. (2020), 12 constam no Livro vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Paraná (2025), todas endêmicas da bacia (Mezzaroba, et al., 2020; IAT, 2025).

Essas espécies, em sua maioria, possuem ocorrência restrita a trechos específicos da bacia do Iguaçu, sendo altamente sensíveis às mudanças ambientais, como a construção de barragens, poluição urbana, saneamento básico, urbanização e avanço agropecuário (Mezzaroba, et al., 2020). A combinação entre esses fatores e a presença de espécies invasoras tem colocado essas espécies em risco real de

extinção, sendo o caso das espécies *Hasemanianus maxillaris* Ellis, 1911 e *Hasemanianus melanura* Ellis, 1911 exemplos alarmantes, dada a ausência recente de registros de indivíduos vivos, indicando possível extinção local (IAT, 2025).

2.2 Histórico das Invasões Biológicas

A globalização intensificou o transporte intencional e acidental de organismos, ampliando a distribuição de espécies exóticas no mundo (Hulme, 2009; Sampaio & Schmidt, 2013; Bellard, et al., 2016). Fatores socioeconômicos como o crescimento econômico, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Produto Interno Bruto (PIB) e a urbanização, também estão associados ao aumento da introdução dessas espécies (McKinney, 2005; Sharma et al., 2010). Embora o transporte de espécies exóticas ocorra há séculos, os impactos causados por EEIs começaram a ser estudados e publicados apenas a partir da década de 1980, primeiros para invertebrados e na década de 1990, para vertebrados, especialmente peixes (Welcomme, 1988; Dechoum et al., 2018).

No Brasil, algumas introduções datam do início da colonização, mas a maior parte dos registros é do século XX e se intensifica após os anos 2000 (Zenni et al., 2024), especialmente em ambientes lênticos, associadas à construção de barragens e ao uso econômico dos reservatórios, para pesca esportiva, aquicultura e turismo (MMA, 2016; Dechoum et al., 2018). Esse padrão é evidente no rio Iguaçu, onde cerca de 30% da ictiofauna é composta por espécies não nativas, totalizando 40 espécies registradas, como por exemplo: *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Carpa comum), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Tilápia-do-nilo), *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 (Tucunaré), entre outras, introduzidas por diferentes vias,

como a aquicultura, o aquarismo, a pesca esportiva, e a estocagem em reservatório (Mezzaroba et al., 2020).

A crescente preocupação levou à criação de políticas como a Convenção Sobre Diversidade Biológica (CDB), em 1992, que reconheceu globalmente a problemática das EEIs e estabeleceu metas de controle e erradicação dessas espécies. No Brasil, avanços vieram, apenas em 2005, com o primeiro diagnóstico nacional, com o objetivo de coletar, sistematizar e divulgar informações sobre as EEIs e no mesmo ano o 1º simpósio Nacional sobre EEIs (Zenni et al., 2015; MMA, 2018). Avanços posteriores incluem a criação da Câmara Técnica Permanente sobre EEIs (CONABIO nº 49/2006) e a Estratégia Nacional sobre EEIs (CONABIO nº 5/2009), atualizada pela Resolução nº 7/2018, que orientam ações de prevenção, controle e mitigação dos impactos (MMA, 2018).

Apesar das iniciativas, as introduções continuam crescendo, especialmente na América Latina, onde a conservação da ictiofauna ainda é negligenciada, mesmo em regiões Neotropicais consideradas macro-hotspot de biodiversidade (Pelicice et al., 2017). Introduções internas, ampliam a disseminação de EEIs e a formação de hotspots globais de invasão, a expansão da aquicultura agrava essa tendência ao priorizar espécies exóticas, contrariando compromissos internacionais como as Metas de Aichi (Vitule et al., 2019). Segundo o IBGE (PPM, 2023), a produção de peixes cresceu 5,8%, atingindo 655,3 mil toneladas e R\$6,7 bilhões, sendo a tilápia, espécie exótica, responsável por 67,5% do total, reforçando a priorização de espécies exóticas e seus potenciais impactos ecológicos.

Além disso, diversas bacias neotropicais têm sido degradadas pela expansão do agronegócio, maior demanda por recursos naturais, mudanças no uso da terra e políticas públicas contraditórias, que apesar de restringirem a introdução

de espécies não nativas, poluição e pesca excessiva, estimulam ações que intensificam a perda de biodiversidade como construção de barragens, exploração hidrelétrica, desvios de cursos d'água, mineração, agricultura e expansão da aquicultura configurando uma das principais ameaças à ictiofauna de água doce neotropicais (Pelicice et al., 2017). No rio Iguaçu, onde a fauna nativa já é naturalmente isolada e altamente endêmica, essas pressões se somam à presença crescente de espécies exóticas, que já representam cerca de 30% da ictiofauna, ampliando o risco de declínio e extinção de espécies nativas (Mezzaroba et al., 2020).

2.3 Impactos das Espécies Exóticas Invasoras (EEIs)

As EEIs são capazes de causar impactos ambientais, econômicos, sociais, culturais e à saúde humana, predominando efeitos negativos no Brasil, embora alguns impactos pontuais positivos sejam registrados, geralmente apresentam um preço ao longo do tempo, afetando regiões e comunidades de diferentes formas (Pivello, et al., 2018; Carneiro et al., 2024).

A gravidade dos impactos é extremamente variável, podendo ir de efeitos mínimos a consequências severas, como extinções de espécies, alterações nas estruturas das comunidades, perda de funções, processos ecológicos e serviços ecossistêmicos, entre outros (IUCN, 2020; Dechoum et al., 2018;). A magnitude e o tipo do impacto dependem do ecossistema receptor e, muitas vezes só se tornam óbvios ou influentes muito tempo após o início da invasão, podendo ser persistentes, difíceis de corrigir, mesmo após a remoção ou controle da espécie e em alguns casos, até irreversíveis (IUCN 2000).

No Brasil 86% dos impactos registrados atingem componentes bióticos, afetando a riqueza de espécies, estrutura das comunidades e cadeias alimentares. Já os impactos abióticos envolvem modificações nas propriedades do solo e da água, e nos ciclos de nutrientes, além de efeitos significativos sobre componentes socioeconômicos, especialmente na agricultura, aquicultura e saúde pública que comprometem o bem-estar humano e os modos de vida tradicionais.

O sucesso das espécies exóticas de ambientes aquáticos continentais está ligado a alta capacidade de dispersão, ao isolamento geográfico, que favorece o endemismo e a evolução de adaptações locais e a baixa diversidade de espécies, além do intenso uso antrópico desses ambientes para atividades como navegação, aquicultura, pesca e recreação, somam-se ainda a fragmentação e a transformação dos habitats que ampliam a vulnerabilidade desses ecossistemas à invasão biológica (MMA, 2016).

As bacias hidrográficas, por atuarem como barreiras físicas que limitam a dispersão e a ocorrência de diversos organismos aquáticos nativos. Dentro de uma mesma bacia, barreiras naturais, como cachoeiras, podem restringir espécies a áreas específicas, favorecendo a formação de ecorregiões aquáticas, com elevada taxa de endemismo (MMA, 2016; Dechoum et al., 2018). Um exemplo é a bacia hidrográfica do Rio Paraná, cujos afluentes, como os rios Paranapanema e Iguaçu, cursos d' água que não se conectam diretamente, apresentam parte de sua biota exclusiva, muitas vezes com um alto endemismo. Assim, espécies nativas do Rio Paranapanema são consideradas exóticas no Rio Iguaçu e podem causar impactos ecológicos negativos, como o Dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816), um peixe de grande porte, predador de topo de cadeia, cuja introdução no Iguaçu representa uma ameaça à fauna local (Gubiani, et al., 2009; ICMBIO, 2020; Geller

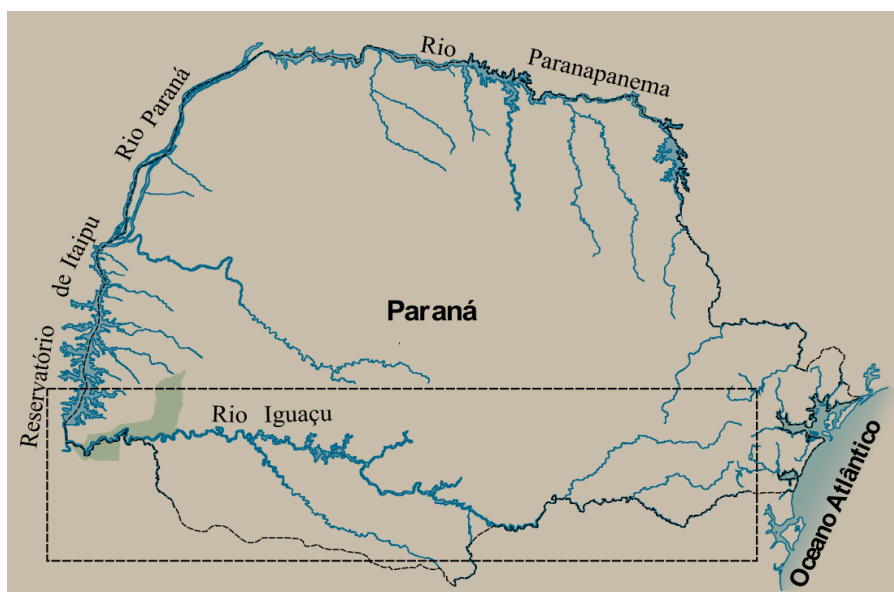
et al., 2025). Além disso, as EEIs frequentemente se beneficiam de alterações ambientais promovidas por atividades humanas, como a construção de reservatórios artificiais, que facilitam sua dispersão e estabelecimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica, com o objetivo de reunir e analisar informações sobre os impactos causados por espécies invasoras de peixes na bacia do rio Iguaçu. Por essa razão, a introdução de espécies exóticas representa uma ameaça significativa à integridade ecológica local.

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu estende-se no sentido Leste-Oeste, abrangendo uma área total de aproximadamente 70.800 km², dos quais 80,4% estão situados no Paraná, 16,5% em Santa Catarina e 3% na Argentina (IAT, [s.d]). Ela é subdividida em três regiões principais: o Alto Iguaçu, que compreende a região metropolitana de Curitiba, o Médio Iguaçu e o Baixo Iguaçu, que se estende pelo interior do Estado (Figura 1).

Figura 1 – Mapa do Estado do Paraná, com destaque para localização do rio Iguaçu



Fonte: Baumgartner, et al., 2012 Peixes do baixo rio Iguaçu (por Jaime Luiz Lopes Pereira).

Figura 2 – Subdivisões da bacia do Rio Iguaçu



Fonte: Bacias Hidrográficas do Paraná (PARANÁ, 2015).

A coleta de dados foi realizada com ênfase na base de dados Scopus, com buscas realizadas em inglês, utilizando combinações de palavras-chave associadas por operadores booleanos (“AND”, “OR”), como: “Iguaçu River Basin” OR “exotic fish” OR “non-native fish” OR “alien species”; “Iguaçu River Basin” OR “impacts” OR “invasion impact”; e “river” OR “Iguaçu River Basin” OR “Neotropical”. Foram aplicados delimitadores temporais para restringir os resultados ao período de 2008 a 2024, priorizando estudos recentes. De forma complementar, foram consultadas outras fontes, como as plataformas Google Acadêmico, o ResearchGate e relatórios técnicos, incluindo a IUCN, a CDB (Convenção sobre Diversidade Biológica) e o Relatório Temático do IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) e do BPES (Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos). Essas fontes tiveram como finalidade subsidiar a fundamentação conceitual e suprir lacunas de informação não contempladas na base de dados, como no caso de estudos voltados à bacia do rio Iguaçu (ex.: Mezzaroba et al., 2020).

A busca inicial resultou em 590 artigos. Foi realizada uma triagem preliminar

por meio da leitura de títulos e resumos, excluindo-se aqueles cuja localidade estava claramente definida como fora do Brasil ou fora da bacia hidrográfica do Paraná, bem como estudos que tratavam exclusivamente de espécies nativas ou que não discutiam impactos ecológicos. Os artigos remanescentes foram organizados em uma tabela e classificados como “sim”, “talvez” ou “não”, conforme sua pertinência ao tema. Essa etapa reduziu o total para 65 artigos considerados potencialmente relevantes (classificados como “sim” ou “talvez”).

Em seguida, foi realizada a análise aprofundada dos documentos selecionados, incluindo a leitura completa quando necessário. Dentre os 65 artigos avaliados, 47 tratavam de alguma região da bacia do Iguaçu, entretanto, apenas seis atenderam integralmente aos critérios de inclusão estabelecidos: abordar a bacia hidrográfica do Rio Iguaçu, tratar de espécies exóticas ou invasoras de peixes, apresentar impactos causados por EEIs e ter sido publicados entre 2008 e 2024. Os 18 artigos restantes, embora inicialmente considerados promissores, foram posteriormente excluídos por tratarem de outras regiões ou abordarem temas não relacionados a esta revisão.

Os artigos selecionados foram organizados em uma planilha contendo informações sobre autor e ano de publicação, título, periódico, instituição de ensino ou pesquisa, tipo de artigo, espécie invasora, local do estudo, tipo de impacto, principais resultados e justificativas de inclusão. Essa organização permitiu uma análise comparativa e integrativa, destacando as espécies mais recorrentes, os tipos de impacto relatados e as lacunas de pesquisa existentes sobre a temática.

A análise dos dados teve caráter qualitativo e descritivo, combinando a interpretação do conteúdo dos estudos com a identificação de aspectos recorrentes, como as espécies mais citadas, os tipos de impacto relatados e a distribuição dos

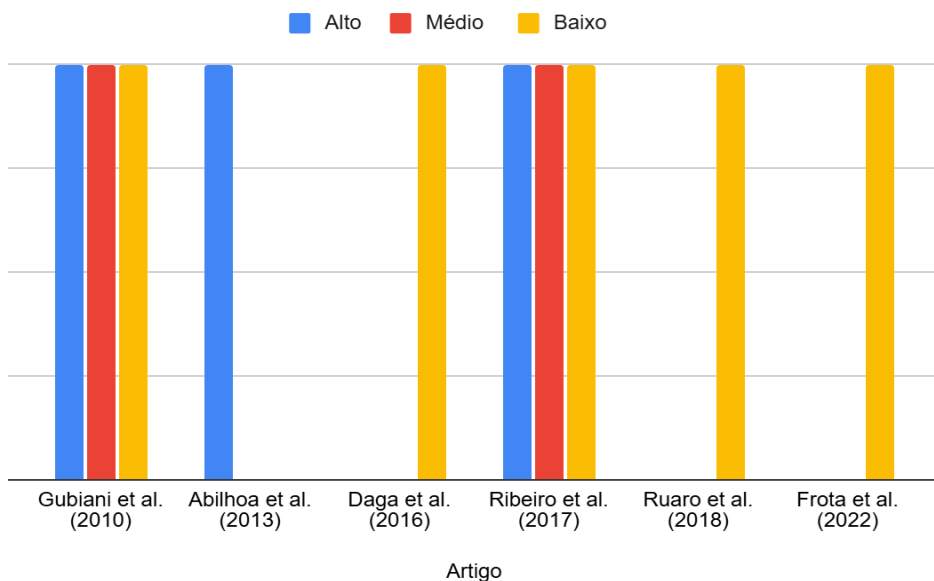
estudos ao longo da bacia. A abordagem qualitativa priorizou a identificação de padrões ecológicos, metodológicos e espaciais relatados nos artigos.

4. RESULTADOS

A busca inicial resultou em 590 artigos, dos quais apenas seis atenderam integralmente aos critérios de inclusão: abordar a bacia do rio Iguaçu, tratar de espécies de peixes exóticas ou invasoras, apresentar impactos ecológicos ou ambientais e ter sido publicado entre 2008 e 2024. Os artigos selecionados estão listados no “Apêndice 1” por ordem cronológica decrescente.

Os trabalhos apresentam ampla distribuição ao longo da bacia. Três concentraram-se em ambientes lênticos, principalmente reservatórios hidrelétricos, enquanto dois abordaram ambientes lóticos, como riachos e trechos de rios e a revisão contemplou ambos os tipos de ambiente. Em relação às regiões da bacia (Alto, Médio e Baixo Iguaçu) abordadas por cada estudo estão sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição espacial: Alto, Médio e Baixo Iguaçu



Fonte: Próprio autor (2025)

A análise das menções aos impactos causados por EEIs é extensa e revela que aproximadamente 45% correspondem a impactos diretos (como predação e competição), e cerca de 55% a impactos indiretos ou sistêmicos (como declínio de espécies, perda de integridade ecológica e homogeneização biótica). Parte dos impactos mencionados deriva de estudos que avaliaram, ainda que indiretamente, os efeitos das EEIs (Daga et al., 2016; Ruaro et al., 2018). Outra parte consiste em alertas de risco que discutem o potencial de impacto de determinadas espécies, como no caso do bagre *Zungaro jahu* (Ihering 1898) descrito por Frota et al. (2022). Nenhum estudo, entretanto, avaliou diretamente os impactos ecológicos das espécies invasoras na bacia, o que evidencia uma lacuna importante na literatura disponível.

Os quadros 1 e 2 sintetizam, respectivamente, os impactos diretos e indiretos registrados, os artigos que os mencionam e o número de citações por tipo de impacto.

Quadro 1 – Impactos Diretos

Impactos Diretos (mecanismos de interação)	Artigos que Mencionam o Impacto	Nº de Artigos Citados
Predação.	Gubiani et al., 2010; Daga et al., 2016; Ribeiro et al., 2019; Frota et al., 2022.	4
Competição (por alimento/espço).	Abilhoa et al., 2007 ; Daga et al., 2016; Ribeiro et al., 2019; Frota et al., 2022.	4

Parasitismo e/ou Transmissão de Doenças.	Daga et al., 2016; Frota et al., 2022.	2
Alteração de Habitat.	Daga et al., 2016; Ruaro et al., 2018; Frota et al., 2022.	3
Hibridização.	Frota et al., 2022	1

Fonte: Próprio autor (2025)

Quadro 2 – Impactos Indiretos

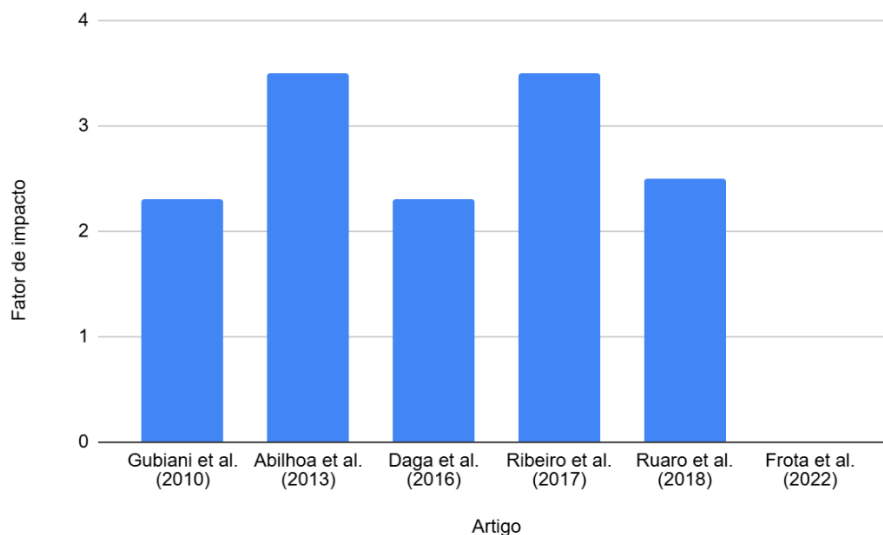
Impactos Indiretos (consequências sistêmicas)	Artigos que Mencionam o Impacto	Nº de Artigos Citados
Declínio, Extirpação ou Extinção de Espécies Nativas/Biodiversidade.	Gubiani et al. 2010; Daga et al., 2016; Ribeiro et al., 2019; Ruaro et al., 2018; Frota et al., 2022.	5
Alteração da Estrutura Comunitária e Composição de Espécies.	Daga et al., 2016; Frota et al., 2022; Ruaro et al., 2018.	3
Alteração da Função/Cadeia Trófica/Ecosistema.	Daga et al., 2016; Frota et al., 2022; Ruaro et al., 2018.	3
Sinergia com Outras Alterações Ambientais/Perda de Integridade Ecológica.	Daga et al., 2016; Frota et al., 2022; Ruaro et al., 2018.	3

Homogeneização Biótica.	Daga et al., 2016; Frota et al., 2022.	2
Invasional Meltdown.	Daga et al., 2016.	1

Fonte: Próprio autor (2025)

Os artigos analisados foram publicados entre 2010 e 2022, distribuídos entre revistas nacionais e internacionais, com fatores de impacto variando entre 0,7 e 3,5. A maior parte das publicações aparece em periódicos de médio a alto impacto, como *Hydrobiologia* (FI 2.5), *Aquatic Invasions* (FI 2.3) e *Perspectives in Ecology and Conservation* (FI 3.5). Apenas a revista *Acta Limnologica Brasiliensia* não possui fator de impacto JCR (Tabela 2). Os estudos identificados estão distribuídos de maneira irregular entre 2010 e 2022, com menos de uma publicação por ano, e continuidade somente entre 2016 e 2018.

Tabela 2 – Fator de Impacto X Artigo

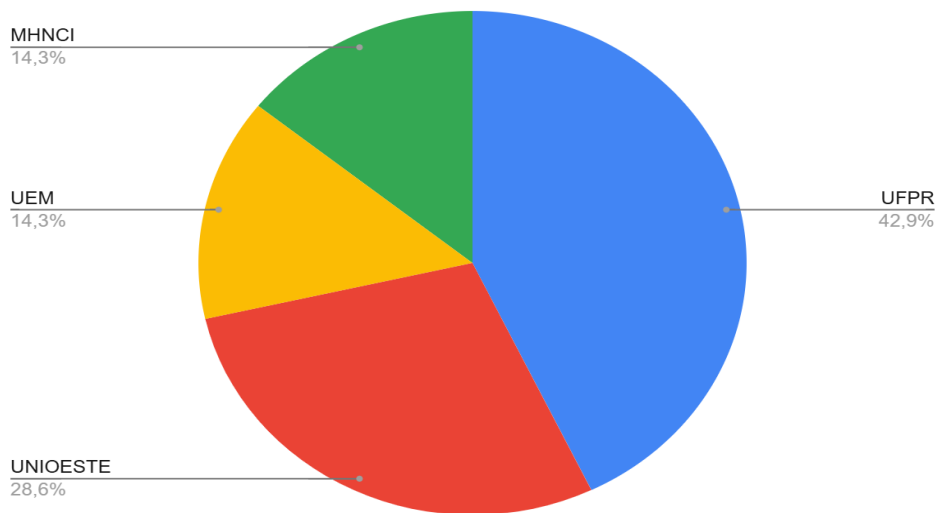


Fonte: Próprio autor (2025)

A análise institucional revela forte predominância de universidades públicas paranaenses. As instituições mais recorrentes foram UNIOESTE (Universidade Estadual do Oeste do Paraná), UFPR (Universidade Federal do

Paraná) e UEM (Universidade Estadual de Maringá), especialmente por meio de grupos como o GERPEL e o Nupélia. A participação do Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI) é significativa, desempenhando papel na identificação taxonômica e depósito de espécimes. O número de instituições por artigo variou de duas a quatro (Tabela 3).

Tabela 3 – Participação institucional nos artigos selecionados



Fonte: Próprio autor (2025)

Durante a revisão bibliográfica, identificou-se um inventário relevante da ictiofauna da bacia do rio Iguaçu que não apareceu na busca do Scopus, mas que fornece dados essenciais para compreender o estado atual da biodiversidade local. O estudo registrou 133 espécies, sendo 93 autóctones e 40 não nativas, revelando que cerca de 30% da ictiofauna é composta por espécies não nativas, um aumento expressivo em relação a levantamentos anteriores (Mezzaroba et al., 2020).

Entre as espécies nativas registradas, 12 constam no Livro vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Paraná (2025). Destacam-se espécies Criticamente em Perigo de extinção (CR) como: *Hasemania maxillaris*, *Hasemania melanura* ambas também classificadas como Possivelmente Extinta

(PE) devido à ausência de registros recentes; *Hyphessobrycon taurocephalus* Ellis, 1911, *Cnesterodon omorgmatos* Lucinda & Garavello, 2001, *Austrolebias carvalhoi* (Myers, 1942) (atualmente *Acrolebias carvalhoi*) e *Austrolebias araucarianus* (Costa & Cheffe, 2001) (atualmente *Garcialebias araucarianus*) classificadas como CR em âmbito estadual e VU (Vulnerável) em âmbito nacional. Outras espécies estão listadas com Em Perigo (EN): *Steindachneridion melanodermatum* Garavello, 2005 (surubim-do-Iguaçu), *Cambeva crassicaudata* (Wosiacki & Garavello, 2004), *Cambeva papilliferus* (Wosiacki & Garavello, 2004) (anteriormente *Trichomycterus papilliferus*) e *Cambeva mboyacy* (Bockmann, Casatti & de Pinna, 2004). Por fim, encontram-se classificadas como Vulneráveis (VU) *Cnesterodon carnegiei* Haseman, 1911 e *Cambeva igobi* (Wosiacki & Garavello, 2004).

5. DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu é amplamente reconhecida por sua elevada importância ecológica, marcada por alto endemismo, forte isolamento geográfico e presença de espécies sensíveis (Baumgartner et al., 2012; MMA, 2016; Dechoum et al., 2018; Mezzaroba et al., 2020). Comparada a outras bacias neotropicais, como o Paranapanema, apresenta maior isolamento geomorfológico devido à presença de barreiras naturais como cachoeiras, que restringem a dispersão da ictiofauna (Baumgartner et al., 2012). Embora esse isolamento tenha favorecido altos níveis de endemismo, reduziu a resiliência ecológica do sistema às invasões biológicas, já que muitas espécies nativas podem não possuir as adaptações morfológicas ou comportamentais necessárias para evitar predadores novos ou desconhecidos (Alves et al. 2007).

O inventário de Mezzaroba et al. (2020) registrou 133 espécies de peixes na

bacia, das quais 93 são nativas (70%) e 64 endêmicas (69%), reforçando o alto grau de endemismo. Comparações históricas, entretanto, apontam para uma redução na taxa de endemismo, estimada em 80% (Agostinho et al., 1997) e 75% (Zawadzki et al.; 1999), chegando a aproximadamente 69% em 2020 (Mezzaroba et al., 2020), o que indica perda na biodiversidade.

A grande extensão e a heterogeneidade da bacia também contribuem para a fragmentação do conhecimento científico, dificultando o monitoramento contínuo. A produção científica concentra-se em três universidades paranaenses: UNIOESTE, UFPR e UEM, com destaque para grupos como GERPEL, LEC e Nupélia, além do MHNCI, fundamental para identificação e depósito de exemplares. De modo geral, os estudos indicam uma limitação espacial, reforçando a necessidade de ampliar o monitoramento para outras áreas da bacia, especialmente nas cabeceiras, onde várias espécies endêmicas apresentam maior risco de ameaça (Daga et al., 2016). A maior parte das publicações aparece em periódicos de médio a alto impacto, como *Hydrobiologia* (FI 2.5), *Aquatic Invasions* (FI 2.3) e *Perspectives in Ecology and Conservation* (FI 3.5), o que indica boa visibilidade e rigor metodológico dos estudos.

A sensibilidade da ictiofauna endêmica é agravada pelas intensas pressões antrópicas que são facilitadores da invasão (Daga et al., 2012; Baumgartner et al., 2012; Mezzaroba et al., 2020). A urbanização, que atinge 85,33% do território, associada ao avanço agropecuário, a poluição e, sobretudo, o intenso represamento, altera profundamente o regime hidrológico, fragmenta habitats e aumenta a conectividade artificial entre áreas antes isoladas, (as hidrelétricas transformam extensos trechos lóticos em ambientes lênticos, modificam condições físico-químicas e favorecem espécies oportunistas e tolerantes, sendo que as

espécies não nativas, já representam cerca de 30% da ictiofauna local (Havel et al., 2005; Johnson et al., 2008; Daga et al., 2015; Mezzaroba).

Associadas a isso, verificou-se que os vetores antrópicos também influenciam diretamente os padrões de impacto registrados. Regiões onde atividades como pesca esportiva e aquicultura são apontadas como principais vias de introdução, apresentam maior presença de EEIs (Mezzaroba et al., 2020; Casimiro et al., 2019; Vitule et al., 2019;). Esses padrões coincidem com os impactos indiretos identificados nesta revisão, como declínio de espécies nativas, alteração da estrutura comunitária e perda de integridade ecológica (Ruaro et al., 2018).

Os estudos analisados demonstram um padrão consistente de vulnerabilidade da bacia do rio Iguaçu às EEIs. Apesar das diferenças metodológicas, há consenso de que a introdução de peixes não nativos é facilitada em áreas degradadas e que sua presença contribuiu para a homogeneização biótica, sendo que os impactos podem ser ampliados pelo alto endemismo da bacia.

Registros pontuais, como *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842) (Abilhoa et al., 2013) e *Salminus brasiliensis* (Gubiani et al., 2010), somam-se a evidências mais recentes, como o novo relato de *Zungaro jahu* em áreas sensíveis (Frota et al., 2022), indicando que as introduções continuam ocorrendo. Além disso, Ribeiro et al. (2017) demonstram que a expansão do dourado não depende apenas de dispersão natural, sendo impulsionada também por ações antrópicas, como repovoamentos ilegais.

Esses registros reforçam padrões já discutidos em análises regionais, como Daga et al. (2016) que demonstram a rápida expansão de não nativas na ecorregião, enquanto Ruaro et al. (2018) evidenciam relação direta entre espécies exóticas e a perda de integridade ecológica em ambientes lóticos. Assim, os impactos incluem

efeitos diretos (predação, competição, hibridização) e indiretos (alterações tróficas, declínio de nativas e homogeneização biótica), evidenciando lacunas importantes como a ausência de avaliações quantitativas e a necessidade urgente de monitoramento contínuo na bacia.

Entre as espécies invasoras registradas, *Salminus brasiliensis* (dourado) recebe destaque. Gubiani et al. (2009) registraram o primeiro exemplar do dourado no rio Iguaçu, alertando o risco ecológico associado à introdução de um predador de topo em uma bacia dominada por espécies pequenas e sensíveis (ICMBio, 2020). Ribeiro et al. (2017) documentam seu avanço nos reservatórios e apontam que sua expansão é favorecida por fatores antrópicos e pela presença abundante de espécies de *Astyanax*, dominantes no sistema. De forma complementar Geller et al. (2025), com dados de ciência cidadã, registram expansão superior a 500 km rio acima, classificam a espécie como altamente invasora pela avaliação de risco, ASISK, destacando riscos severos para espécies de pequeno porte, muitas delas ameaçadas.

Apesar dos alertas científicos sobre o risco ecológico associado ao dourado no Iguaçu, a resposta legislativa tem sido lenta e, em alguns casos, contraditória. A Lei Estadual nº 19.789/2018, proíbe a captura e o transporte de *Salminus brasiliensis* no Paraná, e acabou dificultando seu controle na bacia onde a espécie é invasora. Reconhecendo essa inconsistência, o deputado Goura propôs o Projeto de Lei 516/2025, que prevê a autorização para captura e abate do dourado na bacia do Iguaçu e no Atlântico Sudeste, com o objetivo de mitigar impactos sobre a ictiofauna endêmica. A proposta ainda tramita, e se aprovada, substituirá a legislação vigente. Infelizmente, o cenário não é isolado, diversas políticas públicas estaduais e nacionais seguem incentivando a manutenção de espécies exóticas. Exemplos

incluem o Decreto nº 63.342/2018 de São Paulo, que promove isonomia tributária para a piscicultura, beneficiando sobretudo a produção de tilápia (Governo do Estado de São Paulo, 2018), e no Paraná, o PL 68/2023 (regulamentação da pesca do tucunaré) e o PL 51/2022 (Torneio Internacional de Pesca ao Tucunaré), ambos reforçando a valorização social e econômica de espécies não nativas. No âmbito federal, a Lei nº 14.011/2020 simplificou a concessão de áreas aquícolas em águas da União, a reduzindo o tempo necessário para a aprovação de projetos de piscicultura, em tanques-rede em lagos de hidrelétricas, especialmente para criação de tilápia, além da isenção tributária sobre insumos e rações promovendo a ainda mais a expansão do setor (MAPA, 2021). Esses incentivos econômicos, muitas vezes desconectados de avaliações ecológicas, reforçam o risco de manutenção e expansão de invasões, o que pode resultar em impactos significativos na biodiversidade aquática e nos ecossistemas naturais.

A elevada presença de espécies ameaçadas na bacia reforça ainda mais a preocupação frente ao avanço das EEIs. Os resultados desta revisão mostram que 12 espécies registradas constam no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção do Paraná (2025), incluindo táxons Criticamente em Perigo (CR), como *Hasemania maxillaris* Ellis, 1911, *H. melanura* Ellis, 1911, *Hyphessobrycon taurocephalus* Ellis, 1911, *Cnesterodon omorgmatos* Lucinda & Garavello, 2001 e *Austrolebias carvalhoi* (Myers, 1942) e *A. araucarianus* (Costa & Cheffe, 2001) (atualmente *Acrolebias carvalhoi* e *Garcialebias araucarianus*). Grande parte dessas espécies apresenta distribuição altamente restrita e ocorre em ambientes de cabeceira, regiões naturalmente isoladas e sensíveis da bacia. Esse isolamento, apontado por Baumgartner et al. (2012) reforçado pela elevada taxa de endemismo descrita por Mezzaroba et al. (2020), limita a resiliência dessas populações frente a

alterações ambientais e facilita impactos de EEIs. Daga et al. (2016) destacam que as cabeceiras concentram espécies mais suscetíveis a ameaças devido à limitação espacial e à menor capacidade de recuperação.

A situação é igualmente preocupante para espécies classificadas como Em Perigo (EN), como *Steindachneridion melanodermatum* Garavello, 2005, *Cambeva crassicaudata* (Wosiacki & Garavello, 2004), *C. papilliferus* (Wosiacki & Garavello, 2004), e *C. mboyacy* (Bockmann, Casatti & de Pinna, 2004), além das espécies Vulneráveis (VU) *Cnesterodon carnegiei* Haseman, 1911 e *Cambeva igobi* (Wosiacki & Garavello, 2004). Em um sistema já pressionado pela urbanização, perda de habitat e pelo intenso represamento, a introdução de predadores como *Salminus brasiliensis* ou de espécies oportunistas, como as tilápias amplificam drasticamente o risco de extinção local.

O caso das duas espécies de *Hasemania*, ambas CR e classificadas como Possivelmente Extintas (PE), mostra essa vulnerabilidade devido à ausência de registros recentes o que indica que pressões antrópicas e os impactos das invasões podem ter acelerado seu desaparecimento. Assim, o avanço das EEIs não apenas compromete a integridade ecológica da bacia, mas ameaça diretamente espécies que já se encontram em declínio, indicando que invasões biológicas devem ser tratadas com mais seriedade, visto que já estão classificadas com um dos cinco mais importantes impulsionadores do impacto negativo na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos (IPBES, 2019).

Além dos impactos ecológicos as EEIs estão diretamente ligadas a impactos negativos, implicando a presença de custos econômicos, seja ele direto (consequências negativas no ecossistema) ou indireto (gastos com controle) (Carneiro, et al., 2024). Estima-se que os prejuízos globais ultrapassem US\$ 1 trilhão

entre 1970 e 2017, com gastos muito maiores associados a danos (impactos diretos e/ou indiretos) do que à gestão (ações para evitar a invasão ou lidar com invasores) (Diagne et al., 2021). Exemplos nacionais ilustram essa problemática, como o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), responsável por obstruções em hidrelétricas (Mansur et al., 2003), e o *Aedes aegypti*, vetor de doenças cujo avanço é favorecido por urbanização desordenada e falhas de saneamento (Ministério da Saúde). No caso do Iguaçu, embora impactos econômicos diretos ainda não tenham sido quantificados, as condições ambientais e o avanço de espécies invasoras sugerem que custos potenciais podem ser substanciais.

A análise dos estudos evidencia lacunas significativas na literatura sobre os impactos de espécies exóticas invasoras na bacia do rio Iguaçu. Apesar da relevância ecológica da região e da crescente presença de não nativas, apenas seis em mais de 580 resultados iniciais atendem aos critérios mínimos de relatos sobre os impactos causados pelas EEl de peixes, sendo que a maioria consiste em registros de ocorrência, primeiros registros, revisões e avaliações indiretas, sem avaliações experimentais ou quantificações dos efeitos ecológicos dessas espécies. Além disso, há forte concentração espacial das pesquisas, predominantemente em reservatórios do Médio e Baixo Iguaçu, enquanto as cabeceiras e pequenos tributários, áreas que abrigam a maior parte das espécies endêmicas e ameaçadas permanecem pouco estudadas, como informado por Daga et al., 2016. A ausência de dados populacionais e de análises que relacionam alterações ambientais ao avanço das invasões limita a compreensão dos impactos. Essa combinação de escassez de estudos, distribuição desigual de esforço amostral e ausência de estudos quantitativos dificulta a avaliação dos impactos e reforça a necessidade urgente de ampliar o monitoramento e a produção científica sobre o tema.

De forma geral, os resultados indicam que a bacia do rio Iguaçu apresenta elevada vulnerabilidade ambiental decorrente da combinação entre isolamento geográfico, intenso endemismo, pressões antrópicas e avanço de EEIs. As evidências sugerem que as invasões já estão contribuindo para a perda de integridade ecológica e aumento do risco de extinção local, especialmente para espécies de distribuição restrita e classificadas como ameaçadas. Contudo, a insuficiência de estudos quantitativos impede uma estimativa precisa da magnitude dos impactos, destacando a necessidade de pesquisas mais abrangentes e monitoramento contínuo.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a bacia hidrográfica do rio Iguaçu possui elevado endemismo e forte isolamento geomorfológico, o que a torna altamente vulnerável à introdução e expansão de EEIs. Apesar da relevância ecológica, há escassez de estudos que avaliem diretamente os impactos dessas espécies, evidenciando uma importante lacuna científica.

O intenso represamento, a conectividade artificial entre trechos antes isolados e à degradação ambiental favorecem a permanência e dispersão de espécies exóticas, ampliando os riscos à ictiofauna nativa, especialmente às espécies listadas no Livro Vermelho da Fauna do Paraná. A sobreposição entre áreas sensíveis e avanço de invasores reforça que as invasões biológicas representam um risco direto à conservação das espécies endêmicas e ao equilíbrio ecológico.

Observou-se também que políticas públicas e legislações nem sempre estão alinhadas à conservação, com leis que atrapalham o controle das EEIs, ou estimulam sua exploração, não apenas no Iguaçu mas no Brasil como um todo. Essa

inconsistência, somada à ausência de avaliações quantitativas, limita a compreensão dos impactos ecológicos, sociais e econômicos das invasões biológicas. Não foram identificados estudos que abordem impactos sociais ou econômicos, e os estudos ambientais encontrados raramente quantificam seus efeitos, dificultando a caracterização do real cenário da bacia.

Diante disso, conclui-se que a bacia do rio Iguaçu demanda ações urgentes de monitoramento, manejo e pesquisa. É essencial ampliar o esforço amostral e realizar análises quantitativas que mensurem os efeitos das EEIs sobre as populações nativas e o funcionamento do ecossistema. Políticas públicas devem ser revisadas e alinhadas ao conhecimento científico, reduzindo incentivos às EEIs e fortalecendo estratégias de prevenção e controle.

Esta revisão reforça que as invasões biológicas constituem uma das principais ameaças à biodiversidade endêmica da bacia. Compreender sua dinâmica, identificar as vias de introdução, quantificar e implementar medidas efetivas de gestão são essenciais para garantir a conservação da ictiofauna local e dos serviços ecossistêmicos associados.

REFERÊNCIAS

ABILHOA, V.; BORNATOWSKI, H.; VITULE, J. R. S. Occurrence of the alien invasive loach *Misgurnus anguillicaudatus* in the Iguaçu River basin in southern Brazil: a note of concern. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 29, n. 1, p. 1–3, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/jai.12007>.

ALVES, C. B. M. et al. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. In: BARTLEY, D. M.; DUNHAM, R. A. (ed.). *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*. Dordrecht: Springer, 2007.

Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225200340_Impacts_of_Non-Native_Fish_Species_in_Minas_Gerais_Brazil_Present_Situation_and_Prospects.

Acesso em: 1 nov. 2025.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO PARANÁ – ALEP. Deputado Goura (PDT) apresenta projeto de lei para eliminar espécies invasoras na bacia do Rio Iguaçu.

Notícias, 30 jul. 2025. Disponível em: <https://www.assembleia.pr.leg.br/comunicacao/noticias/deputado-goura-pdt-apresenta-projeto-de-lei-para-eliminar-especies-invasoras-na-bacia-do>

> Acesso em: 1 nov. 2025.

BACHER, S. et al. Socio-economic impact classification of alien taxa (SEICAT). *Methods in Ecology and Evolution*, Oxford, v. 9, n. 1, p. 159–168, jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12844>.

BELLARD, C; LEROY, B. W; THUILLER; et al. Major drivers of invasion risks throughout the world. *Ecosphere*, v. 7, n. 3, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecs2.1241>.

BLACKBURN, T. M. et al. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, Oxford, v. 26, n. 7, p. 333–339, jul. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023>.

BAUMGARTNER, G. et al. Peixes do rio Iguaçu e ameaças à ictiofauna. Maringá: Eduem, 2012. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/sn23w/pdf/baumgartner-9788576285861.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dengue. Brasília: Ministério da Saúde, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue>. Acesso em: 10 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Investimentos no controle da dengue somam R\$ 1,5 bilhão para o período sazonal. Brasília: Ministério da Saúde, nov. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/novembro/investimentos-no-controle-da-dengue-somam-r-1-5-bilhao-para-o-periodo-sazonal> Acesso em: 10 dez. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção sobre Diversidade Biológica. [s.d.]. MMA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/convencao-sobre-diversidade-biologica>. Acesso em: 07 jul. 2025.

CARNEIRO, L. et al. Benefits do not balance costs of biological invasions. *BioScience*, v. 74, n. 5, p. 340–344, maio 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biae010>.

CASIMIRO, A. C. R. et al. Escapes of non-native fish from flooded aquaculture facilities: the case of Paranapanema River, southern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, v. 35, p. 1–6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3897/zoologia.35.e14638>.

CONABIO – Comissão Nacional da Biodiversidade. Deliberação CONABIO nº 49/2006. Brasília: MMA, 2006.

CONABIO – Comissão Nacional da Biodiversidade. Resolução CONABIO nº 5, de 21 de outubro de 2008. Brasília: MMA, 2008.

CONABIO – Comissão Nacional da Biodiversidade. Resolução CONABIO nº 7, de 3 de fevereiro de 2010. Brasília: MMA, 2010.

DAGA, V. S.; Debona, T.; Abilhoa, V.; Gubiani, É. A.; Vitule, J. R. S. Non-native fish invasions of a Neotropical ecoregion with high endemism: a review of the Iguazu River. *Aquatic Invasions*, v. 11, n. 2, p. 209-223, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2016.11.2.10>.

DECHOUM, M. S., et al. (2024). Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras no Brasil: sumário para tomadores de decisão. *Biota Neotropica*, 24, e20241645. Disponível em: <<https://www.bpb.es.net.br>>. Acesso em: 10 out. 2024.

DIAGNE, C. et al. Economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, v. 592, p. 571-576, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>.

FROTA, A.; Abilhoa, V.; Freitas, M. O.; Meyer, R. L.; Gonçalves, E. R.; Azevedo, F. M.; Gubiani, É. A.; Graça, W. J. Here comes the large catfish “jaú” *Zungaro jahu* (Ihering 1898) (Teleostei, Pimelodidae): a new alarming case of fish introduction in a

high-endemism Neotropical ecoregion. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 34, e25, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X4322>.

GELLER, I. V. et al. Current and future invasion of a predator with potential for negative impact in a region of high Neotropical endemism. *Neotropical Ichthyology*, v. 23, n. 2, e250056, 2025. DOI: 10.1590/1982-0224-2025-0056.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 63.342, de 6 de abril de 2018. Concede crédito outorgado de 7 % nas saídas internas de pescado. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, abr. 2018. Disponível em: <<https://www.pesca.sp.gov.br/blog/ip-na-midia-16/decreto-assinado-pelo-governador-geraldalckmin-concede-isonomia-tributaria-a-producao-paulista-de-pescado-7918>> Acesso em: 3 abr. 2025.

GUBIANI, É. A. et al. Occurrence of the non-native fish *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) in a global biodiversity ecoregion, Iguazu River, Paraná River basin, Brazil. *Aquatic Invasions*, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 223-227, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3391/ai.2010.5.2.17>. Acesso em: 07 jul. 2025.

HULME, P. E. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, v. 46, n. 1, p. 10-18, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Valor da produção da pecuária e aquicultura chega a R\$ 122,4 bilhões em 2023. Agência de Notícias IBGE, 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41352-valor-da-producao-da-pecuaria-e-aquicultura-chega-a-r-122-4-bilhoes-em-2023>> Acesso em: 07 jul. 2025.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (PR). Plano de manejo da Bacia do Rio Iguaçu. Curitiba: Instituto Água e Terra, [s.d.]. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/iguacu.pdf> Acesso em: 7 jul. 2025.

IUCN – International Union for Conservation of Nature. Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. Gland, Suíça: IUCN, 2000. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Rep-2000-052.pdf>> Acesso em: 07 jul. 2025.

IUCN – International Union for Conservation of Nature. Guidelines for using the IUCN Global Invasive Species Database and the Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT). Gland, Suíça: IUCN, 2020. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-026-En.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2025.

IUCN – International Union for Conservation of Nature. Invasive alien species and climate change. Gland, Suíça: IUCN, 2025. Disponível em: <<https://iucn.org/resources/issues-brief/invasive-alien-species-and-climate-change>> Acesso em: 07 jul. 2025.

LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. Invasion Ecology. New York: Wiley-Blackwell, 2013.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. Reforma tributária atende pedido histórico da aquicultura. Brasília: MAPA, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/reforma-tributaria-atende-pedido-historico-da-aquicultura>> Acesso em: 07 jul. 2025.

McKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, v. 127, n. 3, p. 247-260, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>.

ORSI, M. L.; AGOSTINHO, A. A.; LIMA JUNIOR, D. P. Invasões biológicas: o inimigo mora ao lado. *BIOIKA*, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342363398_Invasoes_biologicas_o_inimigo_mora_ao_lado> Acesso em: 07 jul. 2025.

PELICE, F. M. et al. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. *Fish and Fisheries*, v. 18, n. 6, p. 1119-1133, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12228>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/faf.12228>> Acesso em: 07 jul. 2025.

PARANÁ. Assembleia Legislativa. Projeto de Lei nº 51/2022. Dispõe sobre medidas relacionadas à pesca no estado do Paraná. Disponível em: https://storage.assembleia.pr.leg.br/ordem_dia/b4pwcdZD9ctipUAXoFnMDIRMtD9lWD2KyeagwV49.pdf> Acesso em: 07 jul. 2025.

PARANÁ. Assembleia Legislativa. Projeto de Lei nº 68/2023. Regulamentação da pesca do tucunaré no extremo-oeste do Paraná começa a ser debatida. Disponível em: <https://www.assembleia.pr.leg.br/comunicacao/noticias/regulamentacao-da-pesca-do-tucunare-no-extremo-oeste-do-parana-comeca-a-ser-debatido-na>> Acesso em: 07 jul. 2025.

PARANÁ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PR). Resolução nº 49, de 20 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a instituição de Regiões Hidrográficas, Bacias Hidrográficas e Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos do

Estado do Paraná. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2006. Disponível em: <https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/r492006.pdf> Acesso em: 07 jul. 2025.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA); Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Bacias Hidrográficas do Paraná. 2. ed. Curitiba: SEMA/IAP, 2015. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/imgbank2/file/meio_ambiente/material-didatico/Revista_Bacias_Hidrograficas_2015.pdf> Acesso em: 01 nov. 2025.

PIVELLO, V. R. et al. Capítulo 4: 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 Ecosistêmicos. 1a Ed. São Carlos: Editora Cubo, 2024. p. 133-184. DOI: <https://doi.org/10.4322/978-65-00-87228-6.cap4>.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. Biodiversidade Brasileira, Brasília, v. 3, n. 2, p. 32–49, 2013. Disponível em: <<https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/351>> Acesso em: 07 jul. 2025.

RIBEIRO, V. R.; Silva, P. R. L.; Gubiani, É. A.; Faria, L.; Daga, V. S.; Simões Vitule, J. R. Imminent threat of the predator fish invasion *Salminus brasiliensis* in a Neotropical ecoregion: eco-vandalism masked as an environmental project. Neotropical Biology

and Conservation, v. 12, n. 2, p. 85–92, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.03.004>.

RUARO, R.; Mormul, R. P.; Gubiani, É. A.; Piana, P. A.; Cunico, A. M. Non-native fish species are related to the loss of ecological integrity in Neotropical streams: a multimetric approach. *Hydrobiologia*, v. 817, n. 1, p. 413–430, 2018. DOI: [10.1007/s10750-018-3542-y](https://doi.org/10.1007/s10750-018-3542-y).

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. O que é biodiversidade? CDB, 2009. Disponível em: <https://www.cbd.int/idb/2009/about/what> Acesso em: 07 jul. 2025.

SHARMA, G. P.; ESLER, K. J.; BLIGNAUT, J. N. Determining the relationship between invasive alien species density and a country's socio-economic status. *South African Journal of Science*, Pretória, v. 106, n. 3-4, Art. #113, p. 1-6, abr. 2010. DOI: <https://doi.org/10.4102/sajs.v106i3/4.113>.

VITULE, R. A. S. et al. Intra-country introductions unraveling global hotspots of alien fish species. *Biodiversity and Conservation*, v. 28, n. 11, p. 3037–3043, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01815-7>.

VITULE, R. A. S. Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 4, n. 2, p. 111–122, 2009. DOI: [10.4013/nbc.2009.42.07](https://doi.org/10.4013/nbc.2009.42.07).

WELCOMME, R. L. International introductions of inland aquatic species. *FAO Fisheries Technical Paper*, n. 294. Rome: FAO, 1988.

ZAWADZKI, C. H.; RENESTO, E.; BINI, L. M. Genetic and morphometric analysis of three species of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes: Loricariidae) from the Rio Iguaçu basin (Brazil). *Revue suisse de zoologie*, Genebra, v. 106, p. 91–105, 1999. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.part.80072>.

ZENNI, R. D. et al. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. *Biotemas*, v. 29, n. 1, p. 133–153, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n1p133>.

ZENNI, R. D. et al. Invasive non-native species in Brazil: an updated overview. *Biological Invasions*, v. 26, n. 8, p. 2397–2405, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-024-03302-9>.

APÊNDICE

1. Daga, V. S.; Debona, T.; Abilhoa, V.; Gubiani, É. A.; Vitule, J. R. S. Non-native fish invasions of a Neotropical ecoregion with high endemism: a review of the Iguaçu River. *Aquatic Invasions*, v. 11, n. 2, p. 209-223, 2016. DOI: 10.3391/ai.2016.11.2.10
2. Abilhoa, V.; BORNATOWSKI, H.; VITULE, J. R. S. Occurrence of the alien invasive loach *Misgurnus anguillicaudatus* in the Iguaçu River basin in southern Brazil: a note of concern. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 29, n. 1, p. 1–3, 2013. DOI: 10.1111/jai.12007.
3. Frota, A.; Abilhoa, V.; Freitas, M. O.; Meyer, R. L.; Gonçalves, E. R.; Azevedo, F. M.; Gubiani, É. A.; Graça, W. J. Here comes the large catfish “jaú” *Zungaro jahu* (Ihering 1898) (Teleostei, Pimelodidae): a new alarming case of fish introduction in a high-endemism Neotropical ecoregion. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 34, e25, 2022. DOI: 10.1590/S2179-975X4322.
4. Ruaro, R.; Mormul, R. P.; Gubiani, É. A.; Piana, P. A.; Cunico, A. M. Non-native fish species are related to the loss of ecological integrity in Neotropical streams: a multimetric approach. *Hydrobiologia*, v. 817, n. 1, p. 413–430, 2018. DOI: 10.1007/s10750-018-3542-y.
5. Gubiani, É. A.; Frana, V. A.; Maciel, A. L.; Baumgartner, D. Occurrence of the non-native fish *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816), in a global biodiversity ecoregion, Iguaçu River, Paraná River basin, Brazil. *Aquatic Invasions*, v. 5, n. 2, p. 223–227, 2010. DOI: 10.3391/ai.2010.5.2.17
6. Ribeiro, V. R.; Silva, P. R. L.; Gubiani, É. A.; Faria, L.; Daga, V. S.; Simões Vitule, J. R. Imminent threat of the predator fish invasion *Salminus brasiliensis*

in a Neotropical ecoregion: eco-vandalism masked as an environmental project. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 12, n. 2, p. 85–92, 2017.