



Impactos ecológicos das espécies não nativas na dinâmica da ictiofauna do Lago Paranoá, Distrito Federal

Paulo Antônio David Franco ^{1,5} Carlos Magno Melo Braga ² José Carlos Guimarães Junior ³ & Gilberto Gonçalves Rodrigues ⁴

¹ Programa de Pós-graduação em Ecologia, Faculdade Metropolitana, Ribeirão Preto-SP, Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco-PE, Brasil

³ Departamento de Biotecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus-AM, Brasil

⁴ Departamento de Zoologia, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil

⁵ Associação de Pesca Esportiva, Subaquática e Conscientização Ambiental, Brasília-DF, Brasil

Recebido 3 outubro 2025 / Aceito 16 outubro 2025

Resumo

Este estudo tem como objetivo central avaliar os impactos ecológicos das espécies não nativas sobre a dinâmica da ictiofauna do Lago Paranoá, em Brasília-DF. Espécies como *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-nylo) e *Cichla piquiti* (tucunaré-azul) têm alterado significativamente a biodiversidade local, competindo com peixes nativos e perturbando as relações tróficas do ecossistema. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática que explorou fatores históricos, sociais e ambientais relacionados às introduções, além de estratégias de manejo e conservação. Os resultados apontam para a necessidade urgente de políticas públicas alinhadas a diretrizes internacionais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), visando mitigar os impactos e preservar a biodiversidade do lago, que desempenha papel essencial como recurso urbano e ambiental.

Palavras-chave: Ictiofauna. Espécies exóticas. Conservação. Lago Paranoá. Impactos ambientais.

Abstract - Ecological impacts of non-native species on the dynamics of the ichthyofauna of Lake Paranoá, Federal District

This study's main objective is to assess the ecological impacts of non-native species on the fish fauna dynamics of Lake Paranoá, in Brasília, Federal District. Species such as *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia) and *Cichla piquiti* (blue peacock bass) have significantly altered local biodiversity, competing with native fish and disrupting the ecosystem's trophic relationships. To this end, a systematic review was conducted that explored historical, social, and environmental factors related to introductions, as well as management and conservation strategies. The results highlight the urgent need for public policies aligned with international guidelines, such as the Sustainable Development Goals (SDGs), aimed at mitigating impacts and preserving the lake's biodiversity, which plays an essential role as an urban and environmental resource.

Keywords: Ichthyofauna. Exotic species. Conservation. Lake Paranoá. Environmental impacts.

Resumen - Impactos ecológicos de especies no nativas en la dinámica de la ictiofauna del Lago Paranoá, Distrito Federal

El objetivo principal de este estudio es evaluar los impactos ecológicos de las especies no nativas en la dinámica de la ictiofauna del lago Paranoá, en Brasília, Distrito Federal. Especies como *Oreochromis niloticus* (tilapia del Nilo) y *Cichla piquiti* (pavón azul) han alterado significativamente la biodiversidad local, compitiendo con los peces nativos y alterando las relaciones tróficas del ecosistema. Para ello, se realizó una revisión sistemática que exploró los factores históricos, sociales y ambientales relacionados con las introducciones, así como las estrategias de gestión y conservación. Los resultados destacan la urgente necesidad de políticas públicas alineadas con las directrices internacionales, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), orientadas a mitigar los impactos y preservar la biodiversidad del lago, que desempeña un papel esencial como recurso urbano y ambiental.

Palabras clave: Ictiofauna. Especies exóticas. Conservación. Lago Paranoá. Impactos ambientales.

Introdução

O Lago Paranoá, localizado no Distrito Federal, é um dos principais reservatórios artificiais do Brasil, criado em 1959 como parte do projeto urbanístico de Brasília. Concebido para múltiplos usos — incluindo lazer, abastecimento de água e paisagismo —, o lago desempenha papel fundamental na dinâmica ambiental e urbana da região. Ao longo das décadas, entretanto, sofreu alterações significativas decorrentes da introdução de espécies não nativas, que modificaram a composição e a dinâmica de sua ictiofauna. Este estudo analisa tais alterações, destacando os impactos ecológicos das espécies exóticas e os desafios para a conservação e o manejo sustentável do ecossistema aquático.

A importância ambiental do Lago Paranoá está diretamente associada ao seu papel como habitat de diversas espécies aquáticas, incluindo peixes nativos característicos do bioma Cerrado. Além disso, o reservatório constitui um recurso essencial para a população de Brasília, fornecendo água, espaço para atividades recreativas e impulsionando o turismo. No entanto, essas funções encontram-se ameaçadas por mudanças ambientais e biológicas decorrentes da urbanização acelerada e da introdução de espécies exóticas, comprometendo o equilíbrio ecológico e a resiliência do ecossistema. Tal cenário evidencia a necessidade de uma abordagem integrada para a conservação e gestão do lago.

A introdução de espécies não nativas no Lago Paranoá teve inicialmente motivações econômicas e recreativas, como o incentivo à pesca esportiva e à aquicultura. Contudo, essa prática gerou impactos ecológicos severos, incluindo competição por recursos, predação de espécies nativas e alterações nas cadeias tróficas (Pelicice & Agostinho, 2009). Entre os exemplos mais notáveis estão a tilápia (*Oreochromis niloticus*), introduzida para a piscicultura (Figueredo & Giani, 2005), e o tucunaré (*Cichla* spp.), liberado para fomentar a pesca esportiva (Walter & Petrere, 2007; Sastraprawira, 2020). Ambas as espécies tiveram efeitos negativos sobre a biodiversidade local e os serviços ecossistêmicos do lago (FISHBASE, 2024).

O problema gerado por essas introduções vai além da competição direta, uma vez que muitas dessas espécies apresentam alta capacidade adaptativa, tornando-se dominantes em ecossistemas artificiais. Tal dominância compromete não apenas as populações de peixes nativos, mas também serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação trófica e a manutenção da qualidade da água. Essas alterações afetam a integridade ecológica do lago e evidenciam a necessidade de estudos que subsidiem estratégias de manejo baseadas em evidências científicas.

Diante desse contexto, o objetivo central deste estudo é avaliar os impactos ecológicos das espécies não nativas sobre a dinâmica da ictiofauna do Lago Paranoá, identificando os grupos mais afetados e propondo estratégias de manejo sustentável. Tais estratégias devem seguir diretrizes nacionais e internacionais, incluindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS (Ipea, 2019), com prioridade para a conservação da biodiversidade e a recuperação de ecossistemas degradados. Adicionalmente, a pesquisa busca identificar lacunas no conhecimento sobre a ictiofauna do lago, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas mais eficazes.

A relevância deste estudo reside na análise crítica dos impactos das espécies não nativas sobre a ictiofauna do Lago Paranoá, evidenciando as alterações ecológicas decorrentes da introdução de organismos exóticos e os desafios impostos à conservação da biodiversidade aquática. Diversos trabalhos demonstram que espécies introduzidas, como *Oreochromis niloticus* e *Cichla piquiti*, alteram significativamente a estrutura trófica e comprometem a resiliência dos ecossistemas (Pelicice & Agostinho, 2009; Vitule, 2009). Nesse sentido, busca-se contribuir para a formulação de estratégias de manejo que conciliem dimensões ecológicas, sociais e econômicas, subsidiando políticas públicas e ações de preservação ambiental. Ressalta-se a necessidade de medidas coordenadas entre comunidade científica, gestores e sociedade civil, fundamentadas em evidências científicas, de modo a mitigar os efeitos das invasões biológicas e assegurar a integridade ecológica do reservatório (Walter & Petrere, 2007). Em síntese, este estudo reafirma o Lago Paranoá como patrimônio natural e urbano, reforçando a urgência de práticas de manejo sustentável capazes de equilibrar o uso humano com a proteção dos ecossistemas aquáticos.

Metodologia

Este estudo sobre as transformações na ictiofauna do Lago Paranoá adotou a metodologia Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), reconhecida por assegurar rigor e transparência em revisões sistemáticas e metanálises. As etapas seguiram as diretrizes de Templier & Paré (2015) e Grant & Booth (2009), contemplando a identificação, seleção, avaliação crítica e síntese de dados relevantes.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, utilizando combinações de descritores como “Lago Paranoá”, “ictiofauna”, “peixes nativos”, “espécies exóticas”, “espécies invasoras”, “introdução de espécies”, “impactos ecológicos” e “reservatórios artificiais”. Foram aplicados filtros de idioma (português e inglês) e de período de publicação (2000–2025), de modo a priorizar estudos recentes e pertinentes ao contexto do lago (Figura 1).

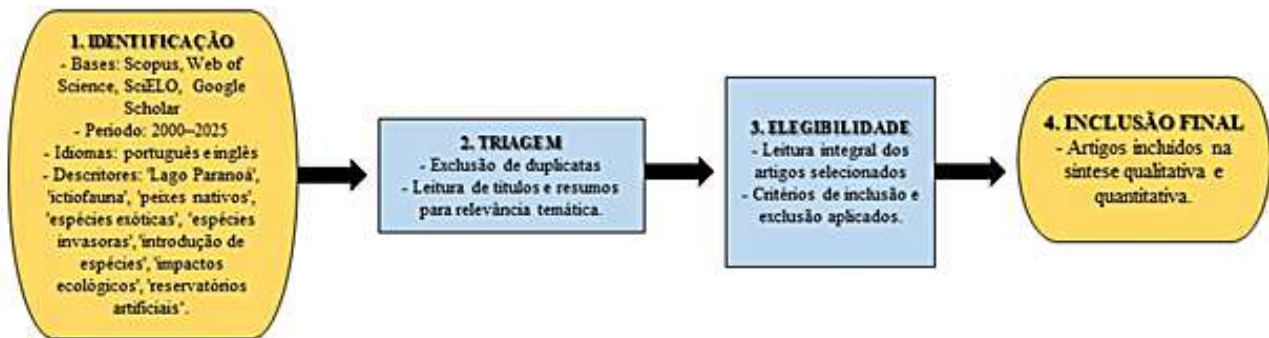


Figura 1. Fluxograma da busca bibliográfica e seleção dos estudos incluídos na revisão. O fluxograma ilustra as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão final dos artigos.

Fonte: Templier & Paré (2015).

As etapas subsequentes incluíram a triagem dos estudos, exclusão de duplicatas e análise crítica dos registros selecionados, assegurando a inclusão de informações pertinentes ao contexto local. Essa abordagem foi complementada com dados de campo, como registros fotográficos e relatos de pescadores (Papaioannou et al., 2010; Cooper, 2015), fortalecendo a análise e subsidiando estratégias de manejo e conservação.

Os critérios de inclusão priorizaram publicações de relevância científica e técnica, com análises empíricas ou revisões robustas sobre espécies não nativas e suas interações ecológicas em ecossistemas brasileiros ou reservatórios artificiais semelhantes. Estudos sem vínculo direto com a ictiofauna ou com dados desatualizados ou inconsistentes foram excluídos (Templier & Paré, 2015).

A análise dos impactos das espécies exóticas foi realizada por meio de comparações com ecossistemas lacustres semelhantes, considerando mudanças na estrutura ecológica dos reservatórios artificiais (Cooper, 2015). Foram incorporados dados históricos sobre introduções no Lago Paranoá, identificando padrões e motivações, como pesca esportiva, aquicultura e ornamentação. Espécies representativas, como *Oreochromis niloticus* e *Cichla piquiti*, foram analisadas detalhadamente quanto aos impactos sobre populações nativas e serviços ecossistêmicos (Grant & Booth, 2009).

Estudos comparativos com outros reservatórios artificiais brasileiros permitiram identificar semelhanças e particularidades do Lago Paranoá (Papaioannou et al., 2010). Informações relevantes foram organizadas em tabelas e gráficos, facilitando a visualização de padrões consistentes entre os estudos (Cooper, 2015). A triangulação de fontes garantiu consistência e confiabilidade, cruzando dados históricos, observações locais e estudos científicos.

Essa abordagem metodológica estruturada forneceu um diagnóstico abrangente sobre a ictiofauna do Lago Paranoá, destacando os efeitos das espécies exóticas e os desafios para a conservação da biodiversidade aquática. A integração de dados históricos e contemporâneos possibilitou a formulação de recomendações para manejo sustentável, identificação de lacunas de conhecimento e direcionamento de futuras pesquisas sobre espécies invasoras em ecossistemas aquáticos urbanos (Templier & Paré, 2015).

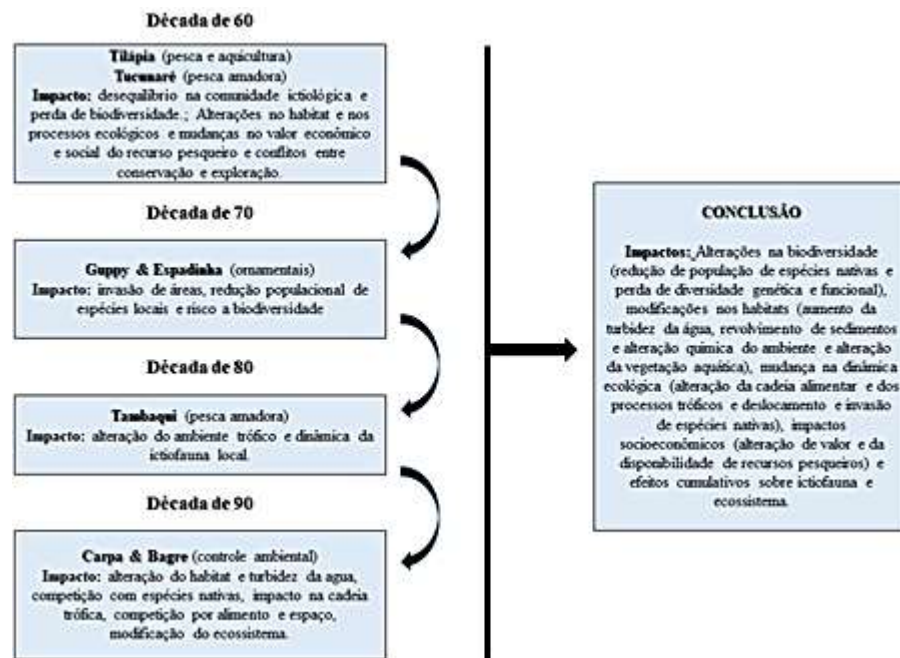
Desenvolvimento

Histórico de Introdução de Espécies no Lago Paranoá.

A introdução de espécies exóticas no Lago Paranoá teve início na década de 1960, motivada por interesses econômicos e recreativos, especialmente para impulsionar a pesca esportiva e a aquicultura, atendendo à crescente demanda da população por lazer e fontes alternativas de proteína (Anjos, 2004). A progressão e os

resultados da introdução dessas espécies estão claramente mapeados no fluxograma a seguir (Figura 2), que ilustra como as ações iniciais de pesca e aquicultura resultaram em severos impactos gerais na ictiofauna nativa.

Figura 2. Cronologia das introduções de espécies exóticas no Lago Paranoá (1960–1990), com grupos introduzidos, finalidades (pesca, aquicultura, ornamentação, controle ambiental) e principais impactos ecológicos. Fonte: Anjos (2004).



A primeira grande introdução foi a tilápia (*Oreochromis niloticus*), espécie africana amplamente utilizada na piscicultura devido ao seu rápido crescimento e alta adaptabilidade. Apesar de aumentar a oferta de pescado, sua presença gerou impactos ecológicos significativos, como a competição direta com espécies nativas por recursos alimentares e habitats (Anjos, 2004).

Além da tilápia, o tucunaré azul (*Cichla piquiti*), originário da Amazônia, foi introduzido para fomentar a pesca amadora, tornando-se rapidamente dominante no lago. Essa introdução reflete um padrão recorrente em reservatórios artificiais brasileiros, onde espécies exóticas foram inseridas sem avaliação adequada dos impactos ecológicos. Como predador eficiente, o tucunaré reduziu drasticamente as populações nativas e alterou as cadeias tróficas (Walter, 2000).

Na década de 1970, espécies ornamentais como o guppy (*Poecilia reticulata*) (Figura 3) e a espadinha (*Xiphophorus hellerii*) (Figura 4) foram introduzidas, muitas vezes de forma não regulamentada, visando embelezar o lago e diversificar sua fauna. Essas espécies adaptaram-se rapidamente, competindo com peixes nativos e impactando áreas rasas e ribeirinhas, caracterizando invasões biológicas não planejadas (Vitule, 2009).

Nos anos 1980, novas introduções ocorreram com objetivos de controle de plantas aquáticas e aumento da produtividade pesqueira. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 5), da Bacia Amazônica, foi introduzido para diversificar a ictiofauna e melhorar a pesca. Embora não tenha se tornado tão dominante quanto a tilápia e o tucunaré, alterou a dinâmica trófica ao competir com espécies nativas por alimento e modificar o regime de nutrientes e sedimentos (Bastos, 1980).

Posteriormente, outras espécies, como a carpa-prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) (Figura 6) e o bagre-africano (*Clarias gariepinus*) (Figura 7), foram introduzidas com a intenção de mitigar a poluição orgânica e controlar o crescimento de algas. No entanto, essas iniciativas frequentemente agravaram os desequilíbrios ambientais. A carpa chinesa, ao filtrar grandes volumes de água, contribuiu para a turbidez e aumento excessivo de algas, enquanto o bagre-africano competiu com espécies nativas, alterou a fauna bentônica e predou organismos locais (Walter & Petrere, 2007).



Figura 3. Guppy (*Poecilia reticulata*, macho) coletado nas sub-bacia do Bananal e Santa Maria / Torto, DF. Fonte: Aquino *et al.* (2009).

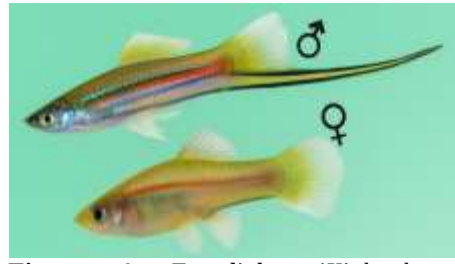


Figura 4. Espadinha (*Xiphophorus hellerii*) introduzido na década de 1980 (Anjos, 2004). Fonte: Adaptado de Brasília Ambiental – IBRAM (2021).



Figura 5. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) exemplar capturado no Setor Habitacional do Lago Norte, Lago Paranoá, Brasília, em 2024. Fonte: Acervo pessoal de Paulo Franco.



Figura 6. Carpa-prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), 1,2m de comprimento, registrada próxima à Estação de Tratamento de Esgoto da CAESB, Asa Sul. Fonte: Guia de Pesca (2009).



Figura 7. Bagre-africano (*Clarias gariepinus*) introduzido e forma clandestina, com registros de captura entre 1997 e 2000 (Ribeiro *et al.*, 2001). Fonte: Schneider (www.fishbase.se/)

As introduções, inicialmente vistas como estratégias para impulsionar a economia e o lazer, causaram impactos profundos na biodiversidade. A redução da diversidade de espécies nativas e a dominância de exóticas, como tilápia e tucunaré, resultaram em desequilíbrios ecológicos, alterando relações tróficas e comprometendo a resiliência do lago. Esse cenário torna o ecossistema mais vulnerável à poluição e às mudanças climáticas (Vitule, 2009).

O histórico de introduções no Lago Paranoá evidencia decisões orientadas por interesses econômicos e recreativos, sem a devida consideração dos impactos ambientais de longo prazo (Agostinho, Thomaz, & Gomes, 2007; Franco *et al.*, 2022; Agostinho, Gomes, Veríssimo & Agostinho, 2021). Embora essas espécies tenham inicialmente beneficiado a pesca e o turismo, os danos ecológicos resultaram na necessidade de estratégias de manejo mais eficazes. A ausência de planejamento integrado e de uma abordagem ecológica sistêmica deixou o lago vulnerável a desequilíbrios que persistem até hoje, exigindo ações contínuas de conservação e controle.

Impactos das Espécies Exóticas

A ictiofauna nativa do Lago Paranoá é composta por diversas espécies adaptadas ao ambiente lacustre após a construção da represa em 1959. Entre elas, destacam-se *Steindachnerina insculpta* (sanguiru) (Figura 8), *Geophagus brasiliensis* (acará-amarelo) (Figura 9), *Astyanax cf. scabripinis* (lambari) (Figura 10), *Astyanax bimaculatus* (lambari; Figura 11), *Rhamdia quelen* (bagre; Figuras 12 e 13), *Hypostomus* sp. (cascudo; Figura 14) e *Hoplias malabaricus* (traíra; Figura 15). O gênero *Astyanax* (Baird & Girard) é um dos mais representativos da ictiofauna neotropical entre os caracídeos (Teleostei: Characiformes), reunindo atualmente 154 espécies válidas. São peixes de pequeno porte, medindo até 200 mm, popularmente conhecidos como

lambaris ou piabas, e habitam diferentes ambientes, desde riachos, rios, lagos e lagoas (Alves, 2019). Essas espécies eram características da bacia do Rio Paranoá, especialmente em áreas de águas lânticas e vegetação densa (Anjos, 2004; Ribeiro et al., 2001). Com a introdução de espécies exóticas e as mudanças ambientais, a biodiversidade original do lago sofreu uma redução expressiva. Antes das modificações, o reservatório abrigava 42 espécies nativas, número reduzido para apenas 11 (21%) devido às alterações impostas pela construção da barragem (Anjos, 2004; Ribeiro et al., 2001).



Figura 8. Sanguiru ou saúba (*Steindachnerina insculpta*), espécie nativa da bacia do Lago Paranoá.
Fonte: Britski, et al. (2019).



Figura 9. Acará-amarelo (*Geophagus brasiliensis*), registrado durante mergulho noturno.
Fonte: Renato Correia da Silva, acervo pessoal.



Figura 10. Lambari (*Astyanax cf. scabripinnis*), introduzido no Lago Paranoá entre as décadas de 1960 e 1990.
Fonte: Sazima, I. (www.fishbase.se/)



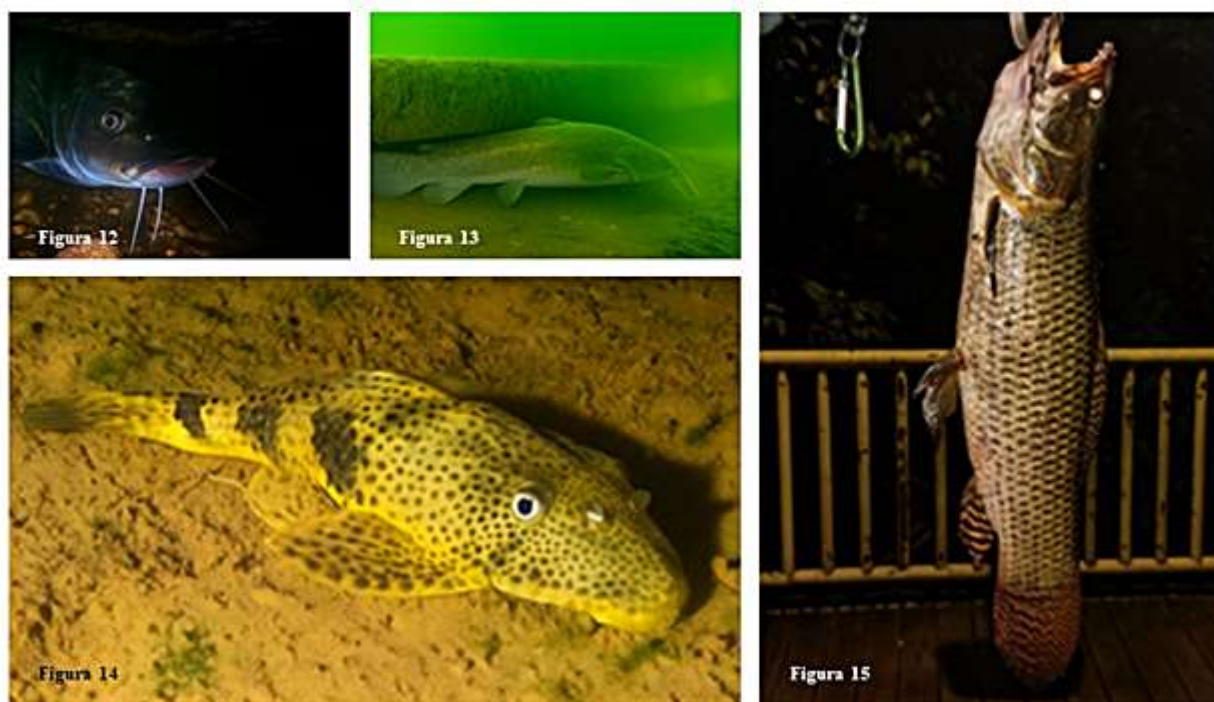
Figura 11. Lambari-de-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*), espécie nativa dos tributários do Lago Paranoá.
Fonte: Eakins. (www.fishbase.se/)

A introdução de organismos como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e o tucunaré-azul (*Cichla piquiti*) modificou significativamente as interações ecológicas, intensificando a competição por recursos e alterando as redes alimentares. A tilápia, por exemplo, disputa alimentos e habitats com espécies nativas, contribuindo para a redução da abundância e diversidade da ictiofauna local. Essa homogeneização da fauna tornou o ecossistema menos resiliente a mudanças ambientais futuras (Vitule, 2009; Walter, 2000).

Além disso, a estrutura trófica foi profundamente alterada. O tucunaré, como predador altamente eficiente, impactou espécies menores e outros organismos aquáticos, comprometendo fluxos de nutrientes e reduzindo a diversidade funcional do lago (Bastos, 1980).

A introdução da tilápia no Lago Paranoá provocou impactos que vão além da competição com espécies nativas, pois sua dieta baseada em fitoplâncton e matéria orgânica reduz a biomassa de microrganismos responsáveis pela reciclagem de nutrientes, comprometendo a qualidade da água e a disponibilidade de recursos para outros peixes, o que fragiliza ainda mais o equilíbrio ecológico do reservatório (Franco et al., 2025).

Outro impacto relevante foi a modificação dos hábitos das espécies nativas. O aumento populacional de tilápias afetou diretamente lambaris e cascudos, forçando-os a competir por recursos e locais de reprodução. Como resultado, as taxas de sobrevivência das espécies nativas diminuíram, tornando o lago ecologicamente mais homogêneo (Walter & Petrere Jr., 2007).



Figuras 12 e 13. Bagre (*Rhamdia quelen*) observado em ambiente lântico durante o período diurno, abrigado sob estrutura artificial submersa. Fonte: arquivo pessoal de Renato Guariba.

Figura 14. Cascudo (*Hypostomus* sp.), exemplar registrado durante mergulho noturno de observação. Representante da ordem Siluriformes, família Loricariidae, observado na região da Vila Amauri. Fonte: arquivo pessoal de Renato Correia da Silva.

Figura 15. Traíra (*Hoplias malabaricus*), espécie nativa do Lago Paranoá e único predador de topo de cadeia na região. Registrada em comunicação pessoal via grupo de pesca amadora.

Essas alterações tiveram implicações diretas nos serviços ecossistêmicos do Lago Paranoá. A redução das espécies nativas afetou a pesca artesanal e recreativa, que dependem da diversidade de peixes. Além disso, mudanças na qualidade da água e no habitat comprometeram funções essenciais do lago, como purificação da água e retenção de nutrientes, exacerbando problemas como eutrofização e sedimentação. A perda de biodiversidade impacta não apenas o ecossistema, mas também a qualidade de vida da população que utiliza o lago para consumo e lazer (Anjos, 2004).

Fatores antrópicos e contribuições para proliferação de espécies exóticas

A urbanização acelerada nas margens do Lago Paranoá tem favorecido a propagação de espécies exóticas. O crescimento urbano de Brasília e a ocupação das áreas ribeirinhas resultaram no aumento do lançamento de esgoto doméstico e industrial no lago, criando condições propícias para o desenvolvimento de espécies como tilápia (*Oreochromis niloticus*) e tucunarés (*C. kelberi* e *C. piquiti*), altamente adaptáveis a ambientes eutrofizados (Bastos, 1980; Walter, 2000). A alteração no regime hidrológico, combinada ao aumento da poluição, favorece a invasão de espécies capazes de prosperar em ambientes com elevada carga de nutrientes (Walter, 2000).

A tilápia se beneficia particularmente dessas condições, já que a eutrofização do lago mantém populações estáveis de espécies exóticas (Bastos, 1980). Além disso, a carência de infraestrutura de saneamento compromete a qualidade da água, intensificando os impactos ambientais da urbanização desordenada. Essa relação entre urbanização, poluição e proliferação de espécies invasoras evidencia como atividades humanas alteram ecossistemas aquáticos, ameaçando a biodiversidade local.

A poluição difusa proveniente de áreas urbanas é um dos principais fatores que promovem o avanço de espécies exóticas. O lançamento de efluentes domésticos e industriais, a erosão do solo e o desmatamento das margens modificaram a composição química da água, favorecendo espécies invasoras e prejudicando as nativas, que se tornam mais vulneráveis à competição. O aumento da turbidez também beneficia espécies adaptadas a essas condições (Vitule, 2009; Anjos, 2004).

A expansão das atividades agrícolas na região contribuiu adicionalmente para a introdução e disseminação de espécies exóticas. O uso de fertilizantes e pesticidas nas áreas rurais vizinhas aumentou a carga de nutrientes

no lago, intensificando a eutrofização e criando um ambiente favorável a espécies como carpas e tilápias. O transporte de água entre diferentes corpos hídricos também facilitou a dispersão de organismos exóticos, ampliando suas chances de adaptação e estabelecimento (Walter & Petrere Jr., 2007).

O manejo inadequado dos recursos hídricos foi outro fator determinante para a proliferação de espécies invasoras. A ausência de políticas públicas eficazes e de monitoramento adequado permitiu a expansão descontrolada dessas espécies. A falta de fiscalização e planejamento integrado agravou o problema, pois muitas introduções ocorreram de forma não regulamentada, tanto por iniciativas oficiais quanto por ações informais, como a pesca recreativa (Bastos, 1980; Vitule, 2009).

Além disso, a carência de investimentos em infraestrutura e tecnologias para controle da qualidade da água e da biodiversidade contribuiu para o agravamento do problema. Durante décadas, as estratégias de manejo priorizaram a produtividade pesqueira e o fornecimento de recursos para a população urbana, sem considerar os impactos ecológicos das introduções de espécies exóticas. A falta de coordenação entre os órgãos gestores dificultou a implementação de medidas eficazes para conter a proliferação dessas espécies (Anjos, 2004; Walter & Petrere Jr., 2007).

A interação entre urbanização, poluição e manejo inadequado criou um ciclo vicioso no Lago Paranoá. As pressões ambientais resultantes dessas práticas favorecem a invasão de espécies exóticas, que, por sua vez, intensificam a perda de biodiversidade e o empobrecimento dos ecossistemas aquáticos. A ausência de políticas públicas eficientes e de monitoramento adequado dificulta a adoção de estratégias de controle, tornando urgente a implementação de ações integradas para mitigar os impactos das invasões biológicas e recuperar a biodiversidade do lago (Vitule, 2009; Agostinho, Thomaz & Gomes, 2007).

Além de comprometer a biodiversidade aquática, a urbanização crescente e a poluição decorrente das atividades humanas reduziram a capacidade do lago de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais, como abastecimento de água e recreação. As alterações na qualidade da água e na estrutura ecológica do lago ameaçam sua sustentabilidade a longo prazo, evidenciando a necessidade de ações coordenadas entre governo, comunidade científica e sociedade civil para promover a conservação e recuperação desse ecossistema (Walter & Petrere Jr., 2007).

Conclusões

As introduções de espécies não nativas no Lago Paranoá resultaram em alterações profundas na dinâmica ecológica da ictiofauna, provocando impactos significativos na biodiversidade local e no equilíbrio do ecossistema aquático. Espécies como *Oreochromis niloticus*, *Cichla kelberi* e *Cichla piquiti*, entre outras, modificaram as relações tróficas, reduziram a abundância de espécies nativas e comprometeram serviços ecossistêmicos essenciais, como a purificação da água e a regulação dos ciclos de nutrientes. Esses resultados evidenciam a necessidade de medidas de manejo para conter a proliferação de espécies invasoras e restaurar o equilíbrio trófico; promovendo, assim, a resiliência ecológica do lago.

Entre as estratégias prioritárias, destaca-se a remoção controlada de espécies invasoras por meio de práticas sustentáveis e programas específicos de manejo. A reintrodução de espécies nativas e a recuperação de habitats degradados são essenciais para restabelecer o equilíbrio trófico. A instalação de obstáculos físicos, como grades submersas, redes ou malhas, e alternativas inovadoras, como barreiras de bolhas de ar, pode limitar a propagação de espécies invasoras em áreas críticas sem comprometer a circulação de nutrientes. Tais ações devem ser complementadas por monitoramento contínuo da ictiofauna, utilizando ferramentas modernas de coleta de dados, como sensores e câmeras de identificação, permitindo avaliar a eficácia das intervenções e antecipar novos desafios (Agostinho, Thomaz & Gomes, 2007; Walter & Petrere Jr., 2007).

O equilíbrio trófico, entendido como a manutenção da harmonia entre produtores, consumidores e decompositores, é fundamental para a funcionalidade da biodiversidade aquática, garantindo estabilidade das cadeias alimentares e dos serviços ecossistêmicos. A recuperação das espécies nativas do Lago Paranoá é necessária para restaurar essa dinâmica, uma vez que muitas desempenham papéis ecológicos exclusivos na regulação das interações tróficas (Agostinho, Thomaz & Gomes, 2007). A ausência de controle sobre populações exóticas levou ao empobrecimento da biodiversidade e à redução da resiliência do lago frente às pressões ambientais, como poluição e mudanças climáticas.

A implementação eficaz das estratégias de manejo requer métodos integrados que combinem ciência, fiscalização e engajamento comunitário. Programas permanentes de monitoramento ambiental, aliados ao uso de tecnologias avançadas, como sensores aquáticos e análises genéticas, aprimoram a detecção de espécies invasoras e permitem intervenções rápidas e precisas. A adoção de práticas de manejo adaptativo, que

considerem as mudanças nas condições ambientais e a dinâmica das populações ictiofaunísticas, é essencial para garantir eficácia a longo prazo.

A pesca amadora regulamentada configura-se como uma estratégia complementar de controle biológico, contribuindo tanto para a mitigação das populações de espécies exóticas invasoras quanto para a sensibilização da sociedade acerca da conservação dos ecossistemas aquáticos. A realização de torneios de pesca direcionados, quando integrada a programas de educação ambiental, potencializa o papel da pesca esportiva e subaquática na manutenção do equilíbrio trófico, consolidando essas práticas como ferramentas de manejo sustentável voltadas à contenção e ao controle de espécies introduzidas (Cooke & Cowx, 2004; Agostinho, Thomaz & Gomes, 2007; Walter & Petrere Jr., 2007; Arlinghaus *et al.*, 2021).

A sinergia entre ciência, políticas públicas e sociedade civil é central para alcançar resultados duradouros. A articulação entre instituições de pesquisa, órgãos governamentais e organizações comunitárias deve priorizar o compartilhamento de informações e a formulação de políticas baseadas em evidências científicas. Programas de educação ambiental voltados para pescadores, moradores ribeirinhos e o público em geral são cruciais para sensibilizar sobre os impactos das espécies exóticas e a necessidade de preservar as nativas.

Com a adoção dessas estratégias, o Lago Paranoá pode se tornar um modelo de manejo sustentável de ecossistemas aquáticos artificiais no Brasil. A integração de práticas de controle de espécies invasoras, recuperação de habitats e valorização das espécies nativas beneficia a biodiversidade, promove uso equilibrado dos recursos naturais e garante a relevância ecológica, cultural e econômica do lago para as gerações futuras.

Considerações finais

As alterações verificadas na ictiofauna do Lago Paranoá demonstram que a introdução de espécies exóticas ocasionou modificações substanciais na dinâmica ecológica do ecossistema, impactando diretamente sua estrutura e funcionamento. Espécies como a tilápia (*Oreochromis niloticus*), o tucunaré-amarelo (*Cichla kelberi*) e o tucunaré-azul (*Cichla piquiti*), entre outras espécies alóctones, promoveram uma redução significativa da abundância de espécies nativas, além de alterações nas relações tróficas e na composição da biodiversidade local. Conforme observado por Bastos (1980), tais impactos foram potencializados pela ausência de planejamento ambiental adequado, evidenciando a necessidade de implementação de políticas públicas direcionadas à conservação da biodiversidade em ecossistemas aquáticos urbanos.

Os impactos das espécies exóticas ultrapassam as perdas ecológicas, comprometendo serviços ecossistêmicos essenciais, como a purificação da água e a manutenção do equilíbrio trófico. A eutrofização do lago, associada à presença de espécies invasoras, reduziu a resiliência do ecossistema frente a alterações ambientais (Walter, 2000). Assim, a integração de estratégias que contemplem aspectos ecológicos, sociais e econômicos é fundamental para restaurar as funções do lago e garantir sua sustentabilidade a longo prazo.

A urbanização acelerada e a poluição constituíram fatores-chave para a propagação de espécies exóticas. A falta de infraestrutura adequada de saneamento contribuiu para criar condições favoráveis às invasões biológicas (Walter & Petrere Jr., 2007). Esse cenário evidencia a necessidade de ações coordenadas entre governo, sociedade e instituições de pesquisa para mitigar os impactos antrópicos e prevenir novas introduções. O monitoramento contínuo e a implementação de estratégias de controle eficazes podem reduzir os desequilíbrios ecológicos e fortalecer a resiliência do ecossistema.

Entre as estratégias de manejo recomendadas, destacam-se a remoção seletiva de espécies invasoras, a recuperação de habitats degradados e a reintrodução de espécies nativas. A adoção de barreiras físicas e programas de controle biológico pode auxiliar na regulação das populações exóticas de forma sustentável (Agostinho, Thomaz & Gomes, 2007). Além disso, iniciativas educativas, como torneios de pesca seletiva e campanhas de conscientização ambiental, podem engajar a sociedade no controle das espécies não nativas, tornando as ações de manejo mais eficazes e duradouras.

Por fim, reafirma-se a importância do Lago Paranoá como patrimônio ambiental, urbano e cultural. A integração entre ciência, políticas públicas e participação social é essencial para garantir a saúde ecológica do lago e seu uso sustentável pelas futuras gerações. A gestão de ecossistemas aquáticos deve basear-se em evidências científicas, promovendo ações coordenadas e adaptativas (Vitule, 2009). Ao identificar lacunas de conhecimento e propor medidas concretas de manejo, este estudo contribui para o avanço da conservação da biodiversidade em ambientes urbanos e oferece subsídios para pesquisas futuras e formulação de políticas públicas.

Agradecimentos

Os autores reconhecem, de forma especial, a contribuição do mergulhador Renato Correia da Silva, certificado como *Advance Open Diver* (F2D7366) e *Nitrox Diver* (#2FF11FF), que desenvolve atividades de mergulho científico nas águas do Lago Paranoá. Sua atuação como fotógrafo e cinegrafista subaquático foi fundamental para a obtenção de imagens de alta relevância científica, utilizadas na análise e interpretação dos resultados apresentados.

Referências

- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Veríssimo, S., & Agostinho, C. S. (2021). Introduced cichlids in the Americas: Distribution patterns, invasion ecology, and impacts. In *The behavior, ecology and evolution of cichlid fishes* (pp. 313–361). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2080-7_10
- Agostinho, A. A., Pelicice, F. M., Petry, A. C., Gomes, L. C., & Julio, H. E. (2007). Fish diversity in the upper Paraná River basin: Habitats, fisheries, management and conservation. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10(2), 174–186. <https://doi.org/10.1080/14634980701341719>
- Agostinho, A. A., Thomaz, S. M., & Gomes, L. C. (2007). Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology*, 21(3), 625–635. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00701.x>
- Alves, F. O. (2019). *A citogenética de peixes do gênero Astyanax: Uma revisão* [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual do Piauí]. Repositório Institucional Uespi. <http://repositorio.uespi.br:8080/handle/123456789/83>
- Anjos, A. E. R. dos. (2004). *Potencial turístico do Lago Paranoá: Pesca esportiva*. <http://doi.org/10.26512/2004.08.TCC.535>
- Aquino, P. D. P. U. D., Schneider, M., Silva, M. J. M., Fonseca, C. P., Arakawa, H. B., & Cavalcanti, D. R. (2009). Ictiofauna dos córregos do Parque Nacional de Brasília, bacia do Alto Rio Paraná, Distrito Federal, Brasil Central. *Biota Neotropica*, 9, 218–230. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000100021>
- Arlinghaus, R., Aas, Ø., Alós, J., Arismendi, I., Bower, S., Carle, S., ... & Yang, ZJ (2021). Global Participation in and Public Attitudes Toward Recreational Fishing: International Perspectives and Developments. *Revisões em Fisheries Science & Aquaculture*, 29 (1), 58–95.
- Bastos, E. K. (1980). A propósito da introdução de peixes no Distrito Federal, Brasil, e suas consequências para a ictiofauna regional. *Revista Nordestina de Biologia*, 109–113. <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/revnebio/issue/view/318>
- Brasília Ambiental – IBRAM. (2021). *Peixes do Cerrado* [Folder]. Brasília, DF. <https://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/05-FOLDER-Peixes-2021.pdf>
- Britski, H. A., Melo, B. F., Vari, R. P., & Oliveira, C. (2019). Revalidation and redescription of *Steindachnerina nigrotaenia* and redescription of *S. insculpta* (Characiformes: Curimatidae). *Neotropical Ichthyology*, 17(1), e180076. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180076>
- Cooke, S. J., & Cowx, I. G. (2004). The role of recreational fishing in global fish crises. *BioScience*, 54(9), 857–859. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0857:TRORFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0857:TRORFI]2.0.CO;2)
- Cooper, H. (2015). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach*. Sage Publications.
- Figueredo, C. C., & Giani, A. (2005). Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and the phytoplanktonic community of the Furnas Reservoir (Brazil). *Freshwater Biology*, 50(8), 1391–1403. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01407.x>
- Franco, A. C. S., Pelicice, F. M., Petry, A. C., Carvalho, F. R., Vitule, J. R. S., Nogueira, M. A. M. P., Campanha, P. M. G. C., Santana, W. M., Smith, W. S., Magalhães, A. L. B., Guimarães, E. C., & Sabino, J. (2022, 14 de julho). *Nota técnica: Ameaças impostas pelo Projeto de Lei 614/2018, ao proteger populações de peixes invasores (tucunarés Cichla spp.) no Estado de São Paulo*. Sociedade Brasileira de Ictiologia.
- Franco, P. A. D., Guariba, R. C., & Guimarães-Junior, J. C. (2025). Contribuição do mergulho científico para o monitoramento da ictiofauna do Lago Paranoá. *Actapesca*, 23, 202–215. <https://doi.org/10.46732/Actafish.23.202-215>
- Froese, R. & Pauly, D. Editors (2006). *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, ficha taxonômica, distribuição e registros de introdução em reservatórios brasileiros. *FishBase*. <https://www.fishbase.se>

- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Guia de Pesca. (2009, janeiro). *Pescado: o maior peixe da história do Lago Paranoá*. <https://guiadepesca.com.br/pescado-o-maior-peixe-da-historia-do-lago-paranoa/>
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). (2019). *ODS 15, Vida terrestre: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*. <https://www.ipea.gov.br/>
- Papaioannou, D., Sutton, A., Carroll, C., Booth, A., & Wong, R. (2010). Busca bibliográfica para revisões sistemáticas em ciências sociais: Consideração de uma gama de técnicas de busca. *Health Information & Libraries Journal*, 27(2), 114–122. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00863.x>
- Pellicce, F. M., & Agostinho, A. A. (2009). Fish fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a Neotropical reservoir. *Biological Invasions*, 11(8), 1789–1801. <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9358-3>
- Ribeiro, M. C. L. B., Staling, F. L. R., Walter, T., & Farah, E. M. (2001). Evolução da comunidade de peixes do Lago Paranoá. In F. Fonseca (Org.), *Olhares sobre o Lago Paranoá* (pp. 121–127). Brasília, DF: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.
- Sastraprawira, S. M., Abd Razak, I. H., Shahimi, S., Pati, S., Edinur, H. A., John, A. B., Ahmad, A., Kumaran, J. V., Martin, M. B., Chong, J. L., Chowdhury, A. J. K., & Nelson, B. R. (2020). A review on introduced *Cichla* spp. and emerging concerns. *Heliyon*, 6(11), e05370. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05370>
- Templier, M., & Paré, G. (2015). A framework for guiding and evaluating literature reviews. *Communications of the Association for Information Systems*, 37(1), 6. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03706>
- Vitule, J. R. S. (2009). Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: Revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, 4(2), 111–122.
- Walter, T. (2000). *Ecologia da pesca artesanal no Lago Paranoá – Brasília-DF* (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos. <https://doi.org/10.11606/D.18.2000.tde-29052024-114235>
- Walter, T., & Petrere Jr., M. (2007). The small-scale urban reservoir fisheries of Lago Paranoá, Brasília, DF, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67(1), 9–21. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000100003>

Como citar o artigo:

Franco, P.A.D., Braga, C.M.M., Guimarães-Junior, J.C. & Rodrigues, G.G. (2025) Impactos ecológicos das espécies não nativas na dinâmica da ictiofauna do Lago Paranoá, Distrito Federal. *Actapesca*, 23, 270-280.