

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

LUCIANO MEZZAROBA

Das cabeceiras às Cataratas do Iguaçu: inventário da ictiofauna da bacia do rio
Iguaçu mostra aumento na porcentagem de espécies não-nativas

Toledo

2020

LUCIANO MEZZAROBÀ

Das cabeceiras às Cataratas do Iguaçu: inventário da ictiofauna da bacia do rio
Iguaçu mostra aumento na porcentagem de espécies não-nativas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Éder André Gubiani

Toledo

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCIANO MEZZAROBA

Das cabeceiras às Cataratas do Iguaçu: inventário da ictiofauna da bacia do rio Iguaçu mostra aumento na porcentagem de espécies não-nativas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Éder André Gubiani
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Alexandre Leandro Pereira
Universidade Federal do Paraná

Aprovada em: 20 de janeiro de 2021.
Local de defesa: Videoconferência síncrona.

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Mezzaroba, Luciano

Das cabeceiras às Cataratas do Iguaçu : inventário da ictiofauna da bacia do rio Iguaçu mostra aumento na porcentagem de espécies não-nativas / Luciano Mezzaroba; orientador(a), Éder André Gubiani, 2021.
33 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2021.

1. Peixes. 2. Espécies endêmicas. 3. Espécies não-nativas. 4. Lista de espécies. I. Gubiani, Éder André . II. Título.

Das cabeceiras às Cataratas do Iguaçu: inventário da ictiofauna da bacia do rio Iguaçu mostra aumento na porcentagem de espécies não-nativas

RESUMO

Conhecer a ictiofauna de uma bacia hidrográfica compreende condição mínima necessária para que se possam implantar quaisquer medidas de exploração, manejo ou preservação dos recursos hídricos e pesqueiros. Apesar de sua relevância, o número de espécies de peixes de toda a bacia hidrográfica do rio Iguaçu ainda é incerto. Assim, o objetivo deste estudo foi compilar as espécies de peixes que ocorrem no extenso trecho da bacia acima das Cataratas do Iguaçu. Além disso, registramos o nível de ameaça de extinção às espécies nativas, a origem das espécies não nativas e suas principais vias de introdução. Para isso foi realizado um levantamento por meio de consultas a coleções ictiológicas, bem como aos bancos de dados online, além de revisão de literatura por meio do uso das plataformas de buscas Thomson Reuters, Scielo e Elsevier – ScienceDirect, que abordavam o tópico “ictiofauna da bacia do rio Iguaçu” e o período de tempo incluiu todos os trabalhos publicados até março de 2020. O levantamento compilou ao todo 133 espécies, distribuídas em nove ordens, 29 famílias e 72 gêneros. Foram registradas 79 espécies de peixes que ocorrem em toda a extensão da bacia, 119 espécies que ocorrem nas unidades hidrográficas do médio e baixo rio Iguaçu (40 exclusivas) e na unidade hidrográfica do alto rio Iguaçu foram registradas 93 espécies (14 exclusivas). A taxa de endemismo para a bacia do rio Iguaçu (aproximadamente 69%) contrasta com as 40 espécies de peixes não nativos registradas (aproximadamente 30% do total de espécies na bacia). Os sucessivos barramentos, a perda de qualidade de habitats e o aumento no número de espécies não nativas são ameaças às espécies autóctones, especialmente às endêmicas, as quais apresentam aproximadamente 20% listadas em alguma categoria de ameaça ao risco de extinção. Ressaltamos que o monitoramento constante da ictiofauna é necessário para a descoberta de espécies supostamente não descritas, bem como para a aplicação de estratégias de manejo para mitigar os efeitos negativos e promover o controle da disseminação de espécies não nativas.

Palavras-chave: Risco de extinção, Peixes, Espécies introduzidas, Lista de espécies, Estado do Paraná.

From the headwaters to the Iguazu Falls: Inventory of the ichthyofauna in the Iguazu River basin shows increasing percentages of nonnative species

ABSTRACT

Knowledge of the ichthyofauna of a hydrographic basin is the minimum necessary condition for the implementation of any measures for the exploration, management or preservation of water and fishing resources. Despite its relevance, the number of fish species across the Iguazu River basin is still uncertain. Thus, the objective of this study was to compile the fish species that occur in the extensive stretch of the basin above the Iguazu Falls. In addition, we recorded the level of threat of extinction for native species, the origin of nonnative species, and their main vectors of introduction. To achieve this goal, a survey was carried out through consultations with ichthyological collections as well as online databases. Also, a literature review was conducted using the search platforms Thomson Reuters, SciELO and Elsevier's ScienceDirect to locate all articles published by March 2020 that addressed the topic "ichthyofauna in the Iguazu River basin". The survey compiled a total of 133 fish species distributed in nine orders, 29 families and 72 genera. Seventy-nine fish species were recorded that occur throughout the entire length of the basin, 119 species that occur in the hydrographic units of the middle and lower Iguazu River (40 exclusive) and 93 species that occur in the hydrographic unit of the upper Iguazu River (14 exclusive). The endemism rate shown here for the Iguazu River basin (approximately 69%) contrasts with the 40 nonnative fish species recorded (approximately 30% of the total species in the basin). Successive impoundments, reductions in habitat quality and the increase in the number of nonnative species are the main threats to native species, especially to the endemic species; approximately 20% of these species were listed in some category of threat of extinction. We emphasize that constant monitoring of ichthyofauna is necessary to discover putatively undescribed species, as well as for the application of management strategies to mitigate the negative effects and promote the control of the spread of nonnative species.

Keywords: Extinction risk, Fish, Introduced species, List of species, Paraná State.

*Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Biota Neotropica*. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/revistas/bn/iinstruc.htm>>

*Artigo aceito para publicação no periódico *Biota Neotropica* <*Biota Neotropica* 20(4): e20201083, 2020>*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1	ÁREA DE ESTUDO	10
2.2	BASE DE DADOS	11
2.3	IDENTIFICAÇÃO DOS PEIXES	13
3	RESULTADOS	14
4	DISCUSSÃO	20
	REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

O aumento da população humana e, conseqüentemente das atividades econômicas, tem impactado cada vez mais os ecossistemas ao redor do mundo, sobretudo os aquáticos (Azevedo-Santos et al. 2019). Esses últimos formam um mosaico de habitats, desde as nascentes de água doce em regiões montanhosas até estuários, habitats costeiros rasos, recifes e mares (Arthington et al. 2016). Para esses ambientes, mais de 30.000 espécies de peixes já foram descritas (Nelson et al. 2016), muitas das quais correm o risco de serem extintas local ou globalmente (Darwall & Freyhof 2015). Dessa forma, para o uso humano dos recursos naturais provenientes dos ecossistemas aquáticos, conhecer a ictiofauna local compreende condição mínima necessária para que se possam implantar quaisquer medidas de exploração, manejo ou preservação dos recursos hídricos e pesqueiros (Cavalli et al. 2018).

Em distintos ambientes de água doce de diferentes bacias hidrográficas, amostragens ictiofaunísticas vêm sendo executadas e aprimoradas ao longo dos anos, contudo, várias espécies ainda são desconhecidas pela ciência (Langeani et al. 2007, Ota et al. 2015). Assim, essas espécies correm o risco de desaparecer antes mesmo de sua descrição e de conhecermos suas reais distribuições geográficas (Hortal et al. 2015). Para a bacia do rio Iguazu, um dos principais tributários da margem esquerda do rio Paraná, novos inventários têm revelado possíveis novas espécies (Frota et al. 2016a, por exemplo), muitas das quais são endêmicas e podem se enquadrar em categorias com acentuado risco de extinção.

O elevado endemismo da ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Iguazu faz dela uma ‘ecorregião’ de água doce (Zawadzki et al. 1999, Abell et al. 2008, Baumgartner et al. 2012). Essa característica possivelmente decorreu do isolamento promovido pela formação das Cataratas do Iguazu, durante o Cretáceo (c. 22 Ma), que separou a ictiofauna à montante daquela à jusante das Cataratas do Iguazu (Parolin et al. 2010). Além disso, diversos saltos e corredeiras ao longo do leito principal e dos tributários contribuem ao isolamento de populações e, conseqüentemente, ao processo de especiação (Garavello et al. 1997, Baumgartner et al. 2012, Maack 2012, Frota et al. 2016a). Por se tratar de uma área rica e com alta proporção de espécies endêmicas, a bacia do rio Iguazu compreende uma área crucial para preservação, visto que extinções locais nessa bacia certamente acarretariam extinções globais de espécies (Baumgartner et al. 2012).

Os primeiros estudos de peixes do rio Iguazu foram conduzidos por Hasemann (1911a, b) que descreveu 13 espécies. Apesar de sua relevância, a ictiofauna de toda a bacia hidrográfica do rio Iguazu ainda é pouco conhecida quando comparada à ictiofauna de outros

grandes sistemas hidrográficos, por exemplo, a bacia do alto rio Paraná (Delariva et al. 2018). Além disso, a construção de barragens e a introdução de espécies não-nativas, sobretudo em decorrência da pesca esportiva (Ribeiro et al. 2017) e aquicultura (Agostinho et al. 1999, ICMBio 2018), têm ameaçado as espécies nativas da bacia do rio Iguazu (Agostinho et al. 1999, Daga & Gubiani 2012, Daga et al. 2016, Gubiani et al. 2018).

Levantamentos ictiofaunísticos têm sido feitos de forma segmentada na bacia do rio Iguazu, especialmente aos trechos alto e baixo da bacia (Baumgartner et al. 2012). Em um catálogo, Severi & Cordeiro (1994) registraram 47 espécies para a bacia do rio Iguazu, enquanto Garavello et al. (1997) registraram 52 espécies somente para a região do reservatório de Segredo. Ingenito et al. (2004), em um levantamento ictiofaunístico realizado no alto rio Iguazu, registraram a ocorrência de 41 espécies de peixes não mencionadas anteriormente, elevando para 84 o número total de espécies registradas para toda a bacia do rio Iguazu. Baumgartner et al. (2006) registraram 41 espécies na área de influência do reservatório de Salto Osório e Baumgartner et al. (2012) elevaram o número de peixes da região correspondente ao baixo rio Iguazu para 106 espécies. Logo, nota-se que não há ainda uma compilação de todos os estudos e amostragens realizados que possibilitam relatar o número total de espécies de peixes conhecidas para a bacia do rio Iguazu, especialmente no extenso trecho da bacia acima das Cataratas do Iguazu.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma compilação das espécies de peixes que ocorrem em toda a bacia do rio Iguazu, das cabeceiras até às Cataratas do Iguazu, através da revisão das listas de espécies publicadas em artigos científicos e livros, bem como por registro de espécies em coleções ictiológicas. Neste estudo, foram registradas as espécies de peixes endêmicos para a bacia do rio Iguazu médio/baixo e superior, bem como as espécies de peixes não nativos e sua origem. Investigamos o nível de ameaça das espécies de peixes nativos de acordo com as categorias da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN 2012), e estabelecemos os principais vetores de introdução das espécies de peixes não nativos. Desta forma, esperamos dar suporte a estratégias de conservação da ictiofauna na bacia do Rio Iguazu.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Iguaçu é formado pela confluência dos rios Iraí e Atuba na divisa entre os municípios de Curitiba e Pinhais (Estado do Paraná, Brasil), no primeiro planalto paranaense, seguindo seu curso de 1.320 km até sua foz no rio Paraná, no município de Foz do Iguaçu, Estado do Paraná (SEMA 2010). Esse rio é considerado um dos principais tributários da margem esquerda do rio Paraná, com sua foz localizada à jusante da barragem de Itaipu (Baumgartner et al. 2006). Além disso, o rio Iguaçu também é considerado o maior rio do Estado do Paraná (SEMA 2010), bem como o rio de maior bacia hidrográfica com 72.000 km², dos quais 79% pertencem ao Estado do Paraná, 19% ao Estado de Santa Catarina e 2% à Argentina (Eletrosul 1978).

Embora os limites não sejam bem estabelecidos, a bacia hidrográfica do rio Iguaçu é subdividida em três unidades hidrográficas (Figura 1): alto, médio e baixo Iguaçu, as quais percorrem, respectivamente, o primeiro, segundo e terceiro planaltos paranaenses (Baumgartner et al. 2012, Maack 2012). As Cataratas do Iguaçu (Figura 1), estão localizadas no Parque Nacional do Iguaçu (unidade hidrográfica do baixo rio Iguaçu) e são consideradas as maiores quedas do planeta em volume de água, com cerca de 1.551 m³. s⁻¹ (SEMA 2010). Nessa região, o rio Iguaçu atinge uma largura aproximada de 1.200 m, correndo em um profundo cânion no restante de seu curso até sua foz no rio Paraná (Maack 2012). Desse modo, devido ao isolamento ictiofaunístico promovido pelo surgimento das Cataratas do Iguaçu, nossa compilação considerou a ocorrência das espécies de peixes das regiões de cabeceiras do alto rio Iguaçu às Cataratas do Iguaçu.

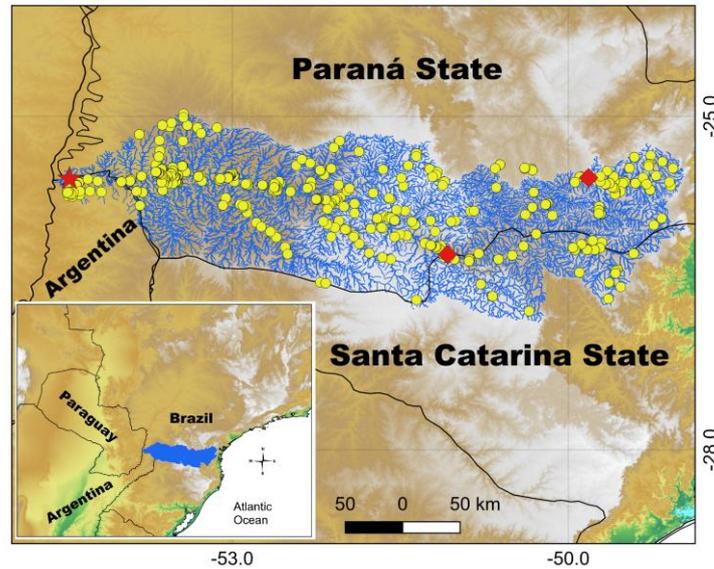


Figura 1. Mapa da bacia do Rio Iguazu, Estado do Paraná, Brasil. Pontos amarelos indicam os locais de amostragem dentro da bacia que foram georreferenciados e catalogados nas coleções ictiológicas. Cada ponto pode corresponder a mais de um local de amostragem. Os limites entre as unidades hidrográficas alto, médio e baixo são representados por losangos vermelhos. A estrela vermelha indica a localização das Cataratas do Iguazu.

O uso do solo é bastante diversificado ao longo da bacia. Na região do alto rio Iguazu há grande ocupação populacional com concentração de atividades industriais, comerciais e de serviços. Em seu curso no interior do Estado do Paraná predomina a agropecuária, com algumas áreas de agricultura intensiva na região do município de Guarapuava até a divisa com o Estado de Santa Catarina ao sul da bacia. Nos trechos médio e baixo do rio Iguazu existe elevada concentração de cobertura florestal (SEMA 2010) e, o desnível dessa região torna-a propícia ao aproveitamento hidrelétrico. Há 12 grandes reservatórios no médio/baixo e outros três na bacia do alto do Rio Iguazu (Daga et al. 2016). Por estar localizada em uma região de relevo acidentado com diversos rios, corredeiras e cachoeiras, a bacia hidrográfica do rio Iguazu influencia enormemente a distribuição geográfica de vários grupos de organismos, promovendo alto grau de endemismo das espécies de peixes que a habitam (Baumgartner et al. 2012).

2.2 BASE DE DADOS

O levantamento das espécies de peixes encontradas na bacia hidrográfica do rio Iguazu, no extenso trecho acima das Cataratas do Iguazu, foi realizado através da consulta às seguintes coleções ictiológicas: Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina, Londrina (MZUEL); Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo (MZUSP); Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba (MHNCI); Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Porto Alegre (MCP); Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em

Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá, Maringá (NUP); Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (MNRJ); Coleção de Ictiologia do GERPEL da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo (CIG). Os registros (Figura 1) das espécies dessas coleções foram extraídos dos bancos de dados online Species Link (<http://www.splink.org.br/>), Fishnet2 (<http://www.fishnet2.net/search.aspx>) e SiBBr (<https://ala-hub.sibbr.gov.br/ala-hub/occurrences/search>) acessados em maio de 2020. Comunicações pessoais com os profissionais responsáveis pelas coleções ictiológicas também foram realizadas. Complementamos as informações com uma pesquisa bibliográfica usando artigos encontrados nas plataformas de buscas Thomson Reuters (ISI Web of Knowledge, [isiknowledge.com](http://www.isiknowledge.com)), Scielo (<http://www.scielo.org>) e Elsevier - ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com>), os quais abordavam o tópico “ictiofauna da bacia do rio Iguaçu” e o período de tempo incluiu todos os trabalhos publicados até março de 2020. Os termos de pesquisa no campo “tópico” foram: “peixe” ou “ictiologia” e “bacia do rio Iguaçu”. A pesquisa foi refinada de acordo com as seguintes áreas de pesquisa: Ciências Ambientais, Ecologia, Zoologia, Biologia de Água Doce, Biodiversidade, Conservação e Pesca e Recursos Hídricos. Além disso, todos os artigos que continham listas de espécies de peixes para a bacia do rio Iguaçu publicados no periódico *Check List: Journal of Species Lists and Distributions*, a qual não está indexada em nenhuma das bases utilizadas em nossa pesquisa, foram também incluídos em nossa revisão. Para isso, a pesquisa foi feita usando a opção “busca por artigos” na página da internet do periódico (<http://www.checklist.org.br/search>) e pesquisando em todas as categorias e volumes.

Os estudos incluídos nesta pesquisa bibliográfica continham uma lista de espécies de peixes capturadas no rio Iguaçu ou em seus tributários no trecho acima das Cataratas do Iguaçu. Os artigos que não exibiram relação com a pesquisa foram excluídos com base em seu título, resumo ou, se necessário, após uma leitura cuidadosa de todo o texto. Os estudos que atenderam aos critérios exigidos foram selecionados e tabulados em uma planilha para compor a lista final das espécies de peixes.

Para identificar a origem das espécies, elas foram classificadas em autóctones (espécies endêmicas ou que ocorrem naturalmente na bacia hidrográfica do rio Iguaçu) e não-nativas. Além disso, a classificação da origem das espécies não-nativas foi seguida a sugestão de Ellender & Weyl (2014), os quais separam-nas em espécies extralimitais (provenientes de outras bacias hidrográficas da região Neotropical) e espécies aliens (provenientes de outras regiões biogeográficas). As espécies não-nativas foram classificadas quanto às possíveis vias de introdução em cinco grupos: aquicultura (espécies amplamente utilizadas em pisciculturas

da região, introduzidas intencional ou acidentalmente); aquarismo (espécies ornamentais, introduzidas intencional ou acidentalmente); estocagem (espécies provenientes de estocagem em reservatórios); isca (espécies utilizadas como isca em atividades de pesca, introduzidas intencional ou acidentalmente) e pesca esportiva (espécies introduzidas para pesca esportiva). O nível de ameaça de extinção para as espécies autóctones foi determinado de acordo com a Portaria do Ministério do Meio Ambiente, nº 445 (17 de dezembro de 2014) (BRASIL 2014), alterada pelo Decreto nº 98 (28 de abril de 2015) (BRASIL 2015), e pelo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio 2018) nas seguintes categorias: Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) e Vulnerável (VU). Por fim, considerando que o trecho médio da bacia do rio Iguaçu é curto, com limites fracamente estabelecidos e apresenta similar composição de espécies com o trecho baixo (Ingenito et al. 2004, Baumgartner et al. 2012), nós compartimentalizamos a distribuição das espécies inventariadas aos trechos médio/baixo e alto da bacia.

2.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PEIXES

A identificação taxonômica seguiu Ingenito et al. (2004), Baumgartner et al. (2012), Garavello et al. (2012) e a comparação de espécimes com descrições originais. Sempre que possível, as determinações das espécies foram verificadas por especialistas de cada grupo taxonômico. As espécies de peixes foram classificadas com base em Van der Laan et al. (2020), exceto *Astyanax* e *Psalidodon* que seguem Terán et al. (2020). A validade dos nomes das espécies foi baseada em Fricke et al. (2020). Algumas espécies registradas nas coleções ou literaturas analisadas foram reexaminadas e as identificações foram corrigidas: *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) é *Psalidodon bifasciatus* (Garavello & Sampaio, 2010), *A. aff. scabripinnis* (Eigenmann, 1921) é *A. totae* Ferreira Haluch & Abilhoa, 2005 (ver Haluch & Abilhoa 2005) ou *A. eremus* Ingenito & Duboc, 2014 (ver Ingenito & Duboc 2014), *Bryconamericus* sp. e *Diapoma aff. alburnum* (Hensel, 1870) são *Diapoma* sp.; *Characidium* sp. 2 é *C. travassosi* Melo, Buckup & Oyakawa 2016; *Corydoras aff. paleatus* (Jenyns, 1842) é *Corydoras* sp.; *Crenicichla yaha* Casciotta, Almirón & Gómez, 2006 é *C. tesay* Casciotta & Almirón, 2009 (ver Piálek et al. 2015), *C. tesay* das bacias dos rios Jordão e Areia (*sensu* Frota et al. 2016a) é *Crenicichla* sp. (ver Řičan et al. 2017); *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) é *Geophagus iporangensis* Haseman, 1911 (see Argolo et al. 2020); *Glandulocauda melanopleura* Eigenmann, 1911 é *G. caerulea* Menezes & Weitzman, 2009 (ver Menezes & Weitzman 2009), *Gymnogeophagus setevedas* Reis, Malabarba & Pavanelli, 1992 é *G. taroba* Casciotta, Almirón, Piálek e

Řičan, 2017 (ver Casciotta et al. 2017), *Hisonotus* sp. é *H. yasi* (Almirón, Azpelicueta e Casciotta, 2004); alguns indivíduos identificados como *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) são *H. misionera* Rosso, González-Castro, Bogan, Cardoso, Mabragaña, Delpiani e Díaz de Astarloa, 2016; *Megaleporinus* aff. *elongatus* (Valenciennes, 1850) é *M. obtusidens* (Valenciennes, 1837), *M. obtusidens* é *M. piavussu* (Britski, Birindelli & Garavello, 2012), *Pareiorhaphis* sp. é *P. parmula* (Pereira, 2005) e *Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868) é *P. harpagos* (Lucinda, 2008) ou *P. spiloura* (Lucinda, 2008).

3 RESULTADOS

O levantamento sobre a diversidade ictiofaunística da bacia hidrográfica do rio Iguaçu, das nascentes até às Cataratas do Iguaçu, revelou um total de 133 espécies de peixes, distribuídas em nove ordens, 29 famílias e 72 gêneros (Tabela 1). Siluriformes (51 espécies) e Characiformes (48 espécies) foram as ordens mais representativas, compreendendo aproximadamente 74% do total de espécies registradas na bacia (Figura 2). As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Characidae (28 espécies), Loricariidae (17 espécies), Cichlidae (13 espécies), Trichomycteridae (12 espécies), Anostomidae e Heptapteridae (sete espécies cada), compreendendo aproximadamente 63% de todas as espécies (Figura 2).

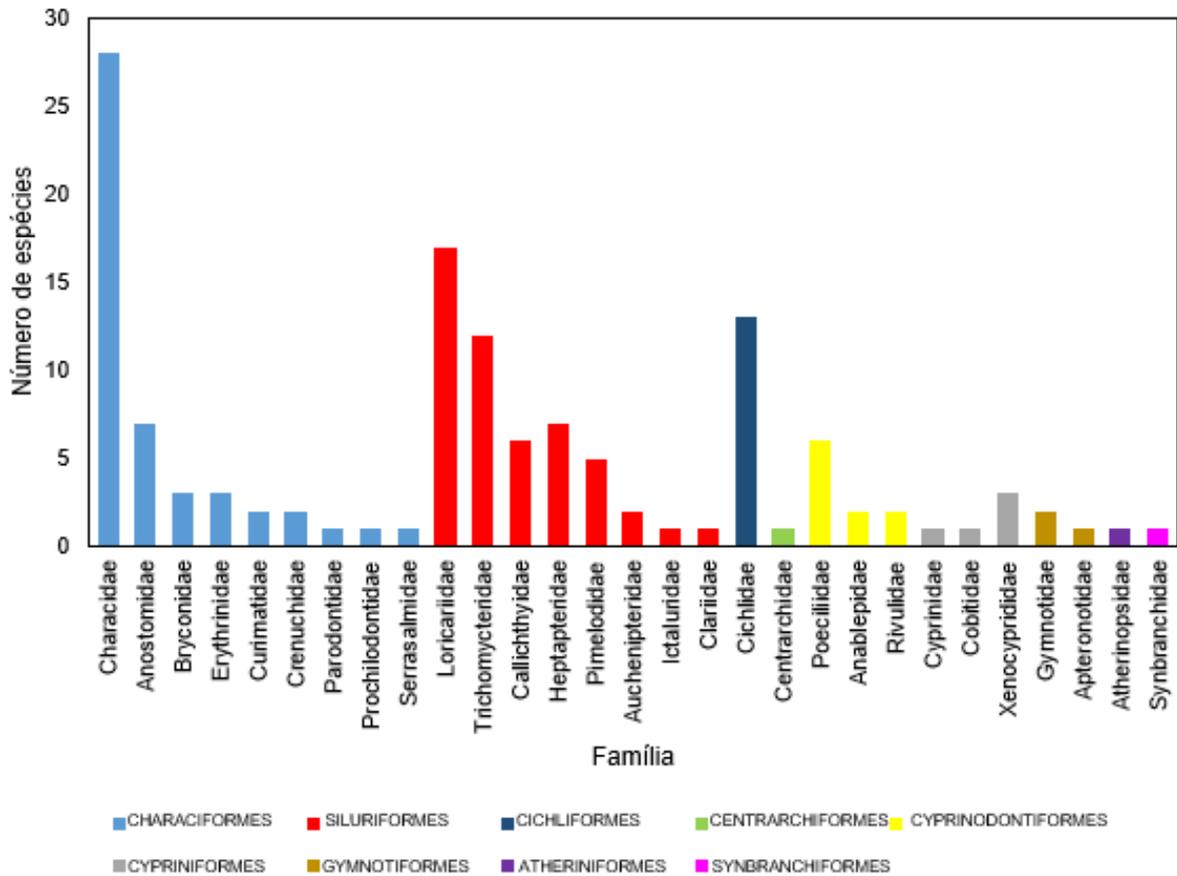


Figura 2. Número de espécies, por família, da ictiofauna registrada na bacia hidrográfica do rio Iguazu. As cores indicam a ordem à qual cada família pertence.

Em relação à distribuição das espécies nos trechos alto e médio/baixo da bacia do rio Iguazu, 79 espécies (aproximadamente 59% do total) foram constantes em toda a extensão da bacia (Tabela 1). A separação da distribuição das espécies ao longo da bacia revelou que 119 espécies ocorreram na unidade hidrográfica do médio/baixo rio Iguazu (aproximadamente 89% do total de espécies), das quais 40 espécies (aproximadamente 30% do total) foram exclusivas desse trecho da bacia (Tabela 1). Na unidade hidrográfica do alto rio Iguazu foram registradas 93 espécies (aproximadamente 70% do total de espécies), das quais 14 espécies (aproximadamente 11% do total) foram exclusivas desse trecho da bacia (Tabela 1).

Em relação à origem das espécies na bacia do rio Iguazu, das 133 espécies registradas, 93 foram consideradas autóctones (aproximadamente 70% do total de espécies) e 40 não-nativas (aproximadamente 30% do total de espécies). Dentre as espécies não-nativas, 30 espécies foram classificadas como extralimitais (aproximadamente 23% do total de espécies e 75% das espécies não-nativas) e as outras 10 espécies foram classificadas como aliens (aproximadamente 8% do total de espécies e 25% das espécies não-nativas). O principal vetor de introdução de espécies de peixes não-nativas foi a aquicultura. Vinte e uma

espécies (52,5% do total das espécies não-nativas) foram introduzidas na bacia por esse vetor, com destaque às espécies aliens de origem asiática - *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix* e *Hypophthalmichthys nobilis* - e de origem africana - *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) e *Coptodon rendalli* (Boulenger, 1897). A pesca constituiu outro importante vetor para a introdução de espécies não-nativas, visto que sete espécies (aproximadamente 17,5%) foram introduzidas como isca e outras três espécies (7,5%) pela pesca esportiva. Atividades de aquarismo foram responsáveis pela introdução de mais sete espécies e a estocagem em reservatórios responsável pela introdução de outras duas espécies (aproximadamente 5%) (Tabela 1, Figura 3).

Das 93 espécies autóctones do rio Iguaçu, 64 espécies foram listadas como endêmicas, o que revelou uma taxa de endemismo de aproximadamente 69%. Além disso, 13 espécies endêmicas (aproximadamente 10% do total de espécies, 14% do total de espécies autóctones e 20% das espécies endêmicas) foram categorizadas em algum nível de ameaça (Tabela 1). *Astyanax eremus* e *Austrolebias carvalhoi* foram as espécies listadas em maior nível de ameaça (CR). Nove espécies, aproximadamente 69% das espécies ameaçadas (*Cambeva crassicaudata*; *C. igobi*; *C. mboyce*; *Cnesterodon omorgmatos*; *Glandulocauda caerulea*; *Jenynsia diphyes*; *Psalidodon gymngenys*; *Steindachneridion melanodermatum* e *Trichomycterus papilliferus*) foram listadas na categoria EN. *Astyanax jordanensis* e *Cnesterodon carnegiei* foram listadas na categoria VU.

Além dos resultados acima mencionados, cabe destacar que, registramos a ocorrência de pelo menos 13 possíveis novas espécies de peixes (listadas como “sp.” ou com a partícula “aff.”) para a bacia do rio Iguaçu acima das Cataratas do Iguaçu (Tabela 1), o que representa aproximadamente 10% do total de espécies e 14% do total de espécies autóctones. Dessas espécies, todas ocorrem no baixo rio Iguaçu e sete (*Cambeva* sp. 1, *Cambeva* sp. 2, *Crenicichla* sp., *Neoplecostomus* sp., *Astyanax* sp. 1, *Astyanax* sp. 2 e Undescribed genus sp.) foram consideradas exclusivas desse trecho da bacia.

Tabela 1. Ictiofauna da bacia do rio Iguaçu registrada acima das Cataratas do Iguaçu de acordo com as espécies, registros em coleções, a origem de cada espécie, nível de ameaça, vetor de introdução ao longo dos trechos médio/baixo e alto da bacia. As abreviações são: CAS, California Academy of Sciences; CIG, Coleção Ictiológica do Gerpel; FMNH, Field Museum of Natural History; MACN, Museo Argentino de Ciencias Naturales; MCP, Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; MHNCI, Museu de História Natural do Capão da Imbuia; MLP, Museo de La Plata; MNRJ, Museu Nacional do Rio de Janeiro; MZUEL, Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina; MZUSP, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo; NUP, Coleção Ictiológica do Nupélia; CR: espécies criticamente ameaçadas; EN: espécies ameaçadas; VU: espécies vulneráveis. Autóctones*: espécies endêmicas da bacia do rio Iguaçu; Não-nativas: espécies extralimitais; Não-nativa#: espécies exóticas. O símbolo # refere-se às espécies incluídas na lista devido à observação pessoal dos autores e que não possuem material registrado nas coleções ictiológicas consultadas.

	Espécies	Voucher	Origem/Nível de ameaça	Via de introdução	Baixo/médio/Alto Iguaçú	Alto Iguaçú
CYPRINIFORMES						
Cobitidae						
1	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor, 1842)	MHNCI 9076	Não-nativa ■	Aquarismo		X
Cyprinidae						
2	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	NUP 1811	Não-nativa ■	Aquicultura	X	X
Xenocyprididae						
3	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	NUP 11141	Não-nativa ■	Aquicultura	X	X
4	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	NUP 2383	Não-nativa ■	Aquicultura	X	X
5	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	NUP 2056	Não-nativa ■	Aquicultura	X	X
CHARACIFORMES						
Anostomidae						
6	<i>Leporinus amae</i> Godoy, 1980	CIG 3094	Não-nativa	Aquicultura	X	
7	<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	NUP 11872	Não-nativa	Aquicultura	X	X
8	<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	NUP 12787	Não-nativa	Aquicultura	X	X
9	<i>Megaleporinus macrocephalus</i> (Garavello & Britski, 1988)	NUP 3252	Não-nativa	Aquicultura	X	X
10	<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	NUP 12788	Não-nativa	Aquicultura	X	X
11	<i>Megaleporinus piavussu</i> (Britski, Birindelli & Garavello, 2012)	MZUEL 15983	Não-nativa	Aquicultura	X	X
12	<i>Schizodon borellii</i> (Boulenger, 1900)	MZUEL 17941	Não-nativa	Aquicultura	X	
Bryconidae						
13	<i>Brycon hilarii</i> (Valenciennes, 1850)	NUP 3245	Não-nativa	Aquicultura	X	X
14	<i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes, 1850)	CIG 3516	Não-nativa	Aquicultura	X	
15	<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	MZUEL 13302	Não-nativa	Pesca esportiva	X	X
Characidae						
16	<i>Astyanax dissimilis</i> Garavello & Sampaio, 2010	NUP 17791	Autóctone*		X	X
17	<i>Astyanax eremus</i> Ingenito & Duboc, 2014	NUP 13501	Autóctone*/CR			X
18	<i>Astyanax jordanensis</i> Vera Alcaraz, Pavanelli & Bertaco, 2009	NUP 5252	Autóctone*/VU		X	
19	<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	NUP 17521	Autóctone		X	X
20	<i>Astyanax minor</i> Garavello & Sampaio, 2010	NUP 16888	Autóctone		X	X
21	<i>Astyanax serratus</i> Garavello & Sampaio, 2010	NUP 16030	Autóctone*		X	X
22	<i>Astyanax totae</i> Ferreira Haluch & Abilhoa, 2005	MHNCI 10305	Autóctone*			X
23	<i>Astyanax varzeae</i> Abilhoa & Duboc, 2007	MCP 40535	Autóctone*			X
24	<i>Astyanax</i> sp. 1	NUP 3706	Autóctone*		X	
25	<i>Astyanax</i> sp. 2	NUP 3048	Autóctone*		X	
26	<i>Bryconamericus ikaa</i> Casciotta, Almirón & Azpelicueta, 2004	NUP 15987	Autóctone*		X	X
27	<i>Bryconamericus pyahu</i> Azpelicueta, Casciotta & Almirón, 2003	NUP 19031	Autóctone*		X	X
28	<i>Charax stenopterus</i> (Cope, 1894)	NUP 16033	Não-nativa	Aquicultura		X
29	<i>Diapoma</i> sp.	NUP 6620	Autóctone		X	X
30	<i>Glandulocauda caerulea</i> Menezes & Weitzman, 2009	MNRJ 5642	Autóctone*/EN			X
31	<i>Hasemanian maxillaris</i> Ellis, 1911	FMNH 54303	Autóctone*		X	X
32	<i>Hasemanian melanura</i> Ellis, 1911	FMNH 54384	Autóctone*		X	X
33	<i>Hypessobrycon bifasciatus</i> Ellis, 1911	MHNCI 10621	Autóctone			X
34	<i>Hypessobrycon griemi</i> Hoedeman, 1957	MHNCI 10622	Autóctone		X	X
35	<i>Hypessobrycon reticulatus</i> Ellis, 1911	NUP 15684	Autóctone		X	X
36	<i>Hypessobrycon taurocephalus</i> Ellis, 1911	FMNH 54389	Autóctone*			X
37	<i>Oligosarcus longirostris</i> Menezes & Géry, 1983	NUP 15881	Autóctone*		X	X
38	<i>Roeboides descavadensis</i> Fowler, 1932	MZUEL 16357	Não-nativa	Aquarismo	X	
39	<i>Mimagoniates microlepis</i> (Steindachner, 1877)	NUP 15549	Autóctone		X	X
40	<i>Psalidodon bifasciatus</i> (Garavello & Sampaio, 2010)	MHNCI 12340	Autóctone		X	X
41	<i>Psalidodon gymnodontus</i> Eigenmann, 1911	NUP 6843	Autóctone*		X	X
42	<i>Psalidodon gymnogens</i> (Eigenmann, 1911)	FMNH 54707	Autóctone*/EN		X	X
43	Undescribed genus sp.	NUP 12783	Autóctone*		X	
Crenuchidae						
44	<i>Characidium travassosi</i> Melo, Backup & Oyakawa, 2016	MCP 22605	Autóctone		X	
45	<i>Characidium</i> sp.	NUP 15876	Autóctone*		X	X

	Curimatidae						
46	<i>Cyphocharax</i> cf. <i>santacatarinae</i> (Fernández - Yépez, 1948)	NUP 11205	Autóctone		X		
47	<i>Steindachnerina brevipinna</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	NUP 11487	Não-nativa	Isca	X		
	Erythrinidae						
48	<i>Hoplias intermedius</i> (Günther, 1864)	#	?		X		X
49	<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)	NUP 11855	Autóctone		X		X
50	<i>Hoplias misionera</i> Rosso, Mabragaña, González-Castro, Delpiani, Avigliano, Schenone & Díaz de Astarloa, 2016	NUP 2074	Autóctone		X		
	Parodontidae						
51	<i>Apareiodon vittatus</i> Garavello, 1977	NUP 12097	Autóctone*		X		X
	Prochilodontidae						
52	<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1837)	NUP 3251	Não-nativa	Estocagem	X		X
	Serrasalmididae						
53	<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	NUP 21149	Não-nativa	Aquicultura	X		X
GYMNOTIFORMES							
	Apterodontidae						
54	<i>Apterodontus ellisi</i> (Alonso de Arámburu, 1957)	NUP 3253	Não-nativa	Isca	X		X
	Gymnotidae						
55	<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)	NUP 3752	Não-nativa	Isca	X		X
56	<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999	NUP 19035	Não-nativa	Isca	X		X
SILURIFORMES							
	Auchenipteridae						
57	<i>Glanidium ribeiroi</i> Haseman, 1911	NUP 2443	Autóctone*		X		X
58	<i>Tatia jaracatia</i> Pavanelli & Bifi, 2009	MZUSP 98248	Autóctone*		X		X
	Callichthyidae						
59	<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)	NUP 5490	Não-nativa	Isca	X		X
60	<i>Corydoras carlae</i> Nijssen & Isbrücker, 1983	NUP 19034	Autóctone*		X		X
61	<i>Corydoras ehrhardti</i> Steindachner, 1910	NUP 15802	Autóctone		X		X
62	<i>Corydoras</i> cf. <i>longipinnis</i> Knaack, 2007	NUP 12809	Autóctone		X		
63	<i>Corydoras</i> sp.	NUP 709	Autóctone		X		X
64	<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	NUP 11201	Não-nativa	Isca	X		X
	Clariidae						
65	<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	NUP 3246	Não-nativa ■	Aquicultura	X		
	Heptapteridae						
66	<i>Heptapterus stewarti</i> Haseman, 1911	MHNCI 10343	Autóctone*				X
67	<i>Heptapterus</i> sp.	NUP 15925	Autóctone*		X		X
68	<i>Imparfinis hollandi</i> Haseman, 1911	NUP 2976	Autóctone*		X		X
69	<i>Rhamdia branneri</i> Haseman, 1911	NUP 2448	Autóctone*		X		X
70	<i>Rhamdia voulezi</i> Haseman, 1911	NUP 1659	Autóctone*		X		X
71	<i>Rhamdia</i> sp.	NUP 5284	Autóctone*		X		X
72	<i>Rhamdiopsis moreirai</i> Haseman, 1911	MHNCI 8929	Autóctone		X		X
	Ictaluridae						
73	<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)	NUP 584	Não-nativa ■	Aquicultura	X		X
	Loricariidae						
74	<i>Ancistrus abelhoi</i> Bifi, Pavanelli & Zawadzki, 2009	MZUSP 104116	Autóctone*		X		X
75	<i>Ancistrus agostinhoi</i> Bifi, Pavanelli & Zawadzki, 2009	MZUSP 104118	Autóctone*		X		
76	<i>Ancistrus mullerae</i> Bifi, Pavanelli & Zawadzki, 2009	MZUSP 104121	Autóctone*		X		
77	<i>Hisonotus yasi</i> (Almirón, Azpelicueta & Casciotta, 2004)	NUP 8720	Autóctone*		X		X
78	<i>Hypostomus agna</i> (Miranda-Ribeiro, 1907)	NUP 21922	Autóctone		X		X
79	<i>Hypostomus albopunctatus</i> (Regan, 1908)	NUP 593	Autóctone		X		X
80	<i>Hypostomus commersoni</i> Valenciennes, 1836	NUP 552	Autóctone		X		X
81	<i>Hypostomus derbyi</i> (Haseman, 1911)	NUP 677	Autóctone*		X		X
82	<i>Hypostomus myersi</i> (Gosline, 1947)	NUP 680	Autóctone		X		X
83	<i>Hypostomus nigropunctatus</i> Garavello, Britski & Zawadzki, 2012	NUP 5082	Autóctone*		X		
84	<i>Loricariichthys</i> cf. <i>melanocheilus</i> Reis & Pereira, 2000	NUP 10791	Não-nativa	Aquarismo	X		
85	<i>Loricariichthys</i> cf. <i>rostratus</i> Reis & Pereira, 2000	MHNCI 11044	Não-nativa	Aquarismo	X		
86	<i>Neoplecostomus</i> sp.	NUP 11087	Autóctone*		X		

87	<i>Otothyropsis biannicus</i> Calegari, Lehmann A. & Reis, 2013	NUP 16004	Autóctone		X	
88	<i>Pareiorhaphis parmula</i> Pereira, 2005	NUP 15928	Autóctone*		X	X
89	<i>Rineloricaria langei</i> Ingenito, Ghazzi, Duboc & Abilhoa, 2008	MCP 42506	Autóctone*			X
90	<i>Rineloricaria maacki</i> Ingenito, Ghazzi, Duboc & Abilhoa, 2008	NUP 3059	Autóctone*		X	
Pimelodidae						
91	<i>Pimelodus britskii</i> Garavello & Shibatta, 2007	NUP 1786	Autóctone*		X	X
92	<i>Pimelodus ortmanni</i> Haseman, 1911	NUP 1664	Autóctone*		X	X
93	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	NUP 11142	Não-nativa	Aquicultura	X	X
94	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	NUP 3247	Não-nativa	Aquicultura	X	X
95	<i>Steindachneridion melanodermatum</i> Garavello, 2005	NUP 11903	Autóctone*/EN		X	
Trichomycteridae						
96	<i>Cambeva castroi</i> (de Pinna, 1992)	NUP 3127	Autóctone*		X	X
97	<i>Cambeva crassicaudata</i> (Wosiacki & de Pinna, 2008)	NUP 10827	Autóctone*/EN		X	
98	<i>Cambeva davisii</i> (Haseman, 1911)	NUP 19054	Autóctone		X	X
99	<i>Cambeva igobi</i> (Wosiacki & de Pinna, 2008)	NUP 9866	Autóctone*/EN		X	
100	<i>Cambeva mboyco</i> (Wosiacki & Garavello, 2004)	NUP 19051	Autóctone*/EN		X	X
101	<i>Cambeva naipi</i> (Wosiacki & Garavello, 2004)	MZUSP 38788	Autóctone*			X
102	<i>Cambeva plumbea</i> (Wosiacki & Garavello, 2004)	NUP 1614	Autóctone*		X	
103	<i>Cambeva stawiarski</i> (Miranda Ribeiro, 1968)	NUP 19049	Autóctone		X	X
104	<i>Cambeva taroba</i> (Wosiacki & Garavello, 2004)	NUP 3125	Autóctone*		X	
105	<i>Cambeva</i> sp. 1	NUP 12660	Autóctone*		X	
106	<i>Cambeva</i> sp. 2	NUP 12661	Autóctone*		X	
107	<i>Trichomycterus papilliferus</i> Wosiacki & Garavello, 2004	NUP 17363	Autóctone*/EN		X	X
ATHERINIFORMES						
Atherinopsidae						
108	<i>Odontesthes bonariensis</i> (Valenciennes, 1835)	NUP 1610	Não-nativa	Estocagem	X	
CYPRINODONTIFORMES						
Anablepidae						
109	<i>Jenynsia diphyes</i> Lucinda, Ghedotti & Graça, 2006	NUP 606	Autóctone*/EN		X	
110	<i>Jenynsia eigenmanni</i> (Haseman, 1911)	NUP 2862	Autóctone*		X	X
Poeciliidae						
111	<i>Cnesterodon carnegiei</i> Haseman, 1911	MHNCI 7609	Autóctone*/VU			X
112	<i>Cnesterodon omorgmatos</i> Lucinda & Garavello, 2001	MCP 22742	Autóctone*/EN		X	
113	<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	NUP 19040	Autóctone		X	X
114	<i>Phalloceros spiloura</i> Lucinda, 2008	MCP 27446	Autóctone			X
115	<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	NUP 19041	Não-nativa	Aquarismo	X	
116	<i>Xiphophorus hellerii</i> Heckel, 1848	NUP 21119	Não-nativa	Aquarismo	X	
Rivulidae						
117	<i>Austrolebias araucarianus</i> Costa, 2014	MNRJ 9798	Autóctone*		X	
118	<i>Austrolebias carvalhoi</i> (Myers, 1947)	CAS 41178	Autóctone*/CR			X
SYNBRANCHIFORMES						
Synbranchidae						
119	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	NUP 19047	Não-nativa	Isca	X	X
CICHLIFORMES						
Cichlidae						
120	<i>Australoheros angiru</i> Řičan, Piálek, Almirón & Casciotta, 2011	NUP 11190	Autóctone		X	X
121	<i>Australoheros kaaygua</i> Casciotta, Almirón & Gómez, 2006	NUP 1839	Autóctone		X	X
122	<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006	NUP 19171	Não-nativa	Pesca esportiva	X	X
123	<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983	NUP 9758	Não-nativa	Aquarismo	X	
124	<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)	NUP 3749	Não-nativa	Aquicultura	X	X
125	<i>Crenicichla iguassuensis</i> Haseman, 1911	FMNH 54159	Autóctone*		X	X
126	<i>Crenicichla tapii</i> Piálek, Dragová, Casciotta, Almirón & Řičan, 2015	MLP 10560	Autóctone*		X	
127	<i>Crenicichla tesay</i> Casciotta & Almirón, 2009	NUP 3731	Autóctone*		X	X
128	<i>Crenicichla tuca</i> Piálek, Dragová, Casciotta, Almirón & Řičan, 2015	MLP 10818	Autóctone*		X	

129	<i>Crenicichla</i> sp.	NUP 11288	Autóctone*		X	
130	<i>Geophagus iporangensis</i> Haseman, 1911	NUP 704	Autóctone		X	X
131	<i>Gymnogeophagus taroba</i> Casciotta, Almirón, Piálek & Řičan, 2017	MLP 11258	Autóctone*		X	
132	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	NUP 19048	Não-nativa ■	Aquicultura	X	X
CENTRARCHIFORMES						
Centrarchidae						
133	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	NUP 11898	Não-nativa ■	Pesca esportiva	X	X

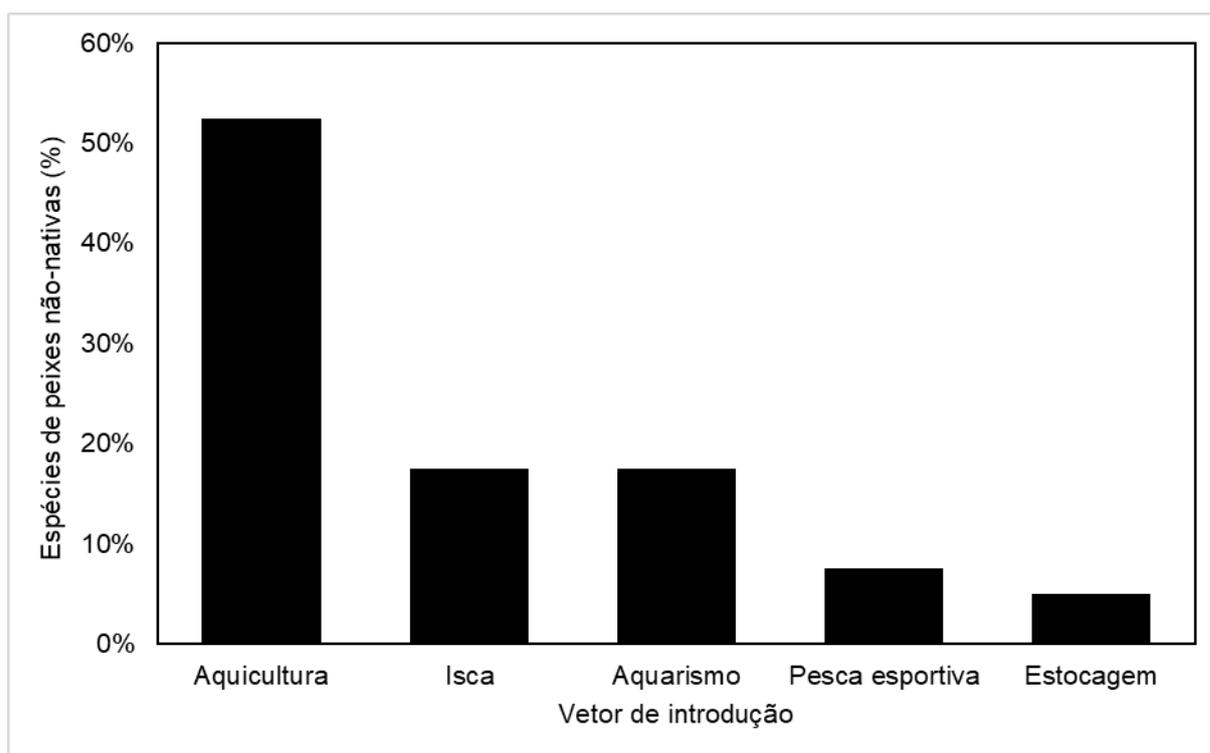


Figura 3. Frequência de espécies não-nativas na bacia hidrográfica do rio Iguazu, em relação às principais vias de introdução.

4 DISCUSSÃO

Nossa compilação de dados elevou para 133 o número de espécies de peixes para a bacia do rio Iguazu, no trecho acima das Cataratas do Iguazu. Nossos resultados revelaram que já foram registradas 52 espécies a mais do que o citado por Ingenito et al. (2004) para a unidade hidrográfica do alto rio Iguazu, e 13 espécies a mais do que o registrado por Baumgartner et al. (2012) para o baixo rio Iguazu. É importante destacar que a maioria dos levantamentos ictiofaunísticos disponíveis para a bacia hidrográfica do rio Iguazu ocorreram em áreas influenciadas por barramentos construídos na calha principal do rio Iguazu, uma vez que há maior incentivo financeiro para pesquisas dessa modalidade em razão do cumprimento das leis ambientais pelas companhias hidrelétricas (Baumgartner et al. 2012, Frota et al. 2016a). Entretanto, na última década, a ictiofauna da bacia do rio Iguazu vem sendo cada vez mais estudada com finalidades ecológicas e/ou biogeográficas. Esse incremento de

amostragem tem revelado, principalmente aos riachos de cabeceira da bacia, interessantes ou alarmantes novos registros de espécies autóctones e não-nativas (veja Abilhoa et al. 2013, Frota et al. 2016a, Larentis et al. 2016, 2019, Delariva et al. 2018), o que promoveu o aumento no número de espécies registrados.

Ao comparar a riqueza de espécies da bacia hidrográfica do rio Iguaçu com a de outras grandes bacias do Estado do Paraná, nota-se que as bacias hidrográficas dos rios Piquiri, Tibagi e Paranapanema, com 152 (Cavalli et al. 2018), 151 (Raio & Bennemann 2010) e 225 (Jarduli et al. 2020) espécies de peixes, respectivamente, superaram a riqueza absoluta encontrada na bacia do rio Iguaçu. Entretanto, embora possua uma riqueza numericamente inferior, a alta taxa de endemismo da ictiofauna da bacia do rio Iguaçu, estimada aqui em 69%, ressalta a importância ambiental de conservação desta bacia cada vez mais ameaçada pela degradação ambiental e pela introdução de espécies não-nativas ao longo do curso do rio.

A ecorregião do rio Iguaçu é conhecida pelos altos índices de endemismo de sua ictiofauna (Agostinho et al. 1997, Zawadzki et al. 1999, Baumgartner et al. 2012, Frota et al. 2016a, Daga et al. 2016, Delariva et al. 2018). Na década de 1990, a taxa de endemismo foi estimada por Agostinho et al. (1997) em 80% e por Zawadzki et al. (1999) em 75%. Nossos resultados evidenciaram uma redução da taxa de endemismo da bacia do rio Iguaçu ao longo dos anos. Esse fato decorre principalmente do incremento de coletas em bacias limítrofes que vem demonstrando alguns casos de compartilhamento ictiofaunístico de espécies até então consideradas endêmicas da bacia do rio Iguaçu, como *Psalidodon bifasciatus* (veja Frota et al. 2016a, b, 2019, 2020, Neves et al. 2020) e *Cambeva stawiarski* (veja Cavalli et al. 2018, Morais-Silva et al. 2018). Contudo, a taxa de endemismo da bacia do rio Iguaçu, no trecho acima das Cataratas do Iguaçu, continua discrepante quando comparada a outras bacias hidrográficas que constituem o sistema da bacia Platina, como por exemplo, a bacia do rio Uruguai (28%) (Bertaco et al. 2016) e a bacia do rio Ivaí (12%) (Frota et al. 2016b).

Ao todo, 40 espécies de peixes (30%) foram introduzidas na bacia do rio Iguaçu, fato que é extremamente preocupante para um futuro declínio e potencial extinção das espécies autóctones (Daga et al. 2016, Ruaro et al. 2018), em especial, das espécies endêmicas. Representando sérios riscos às espécies nativas pela competição interespecífica por recursos, pela predação e poderem gerar hibridizações deletérias (Agostinho et al. 2007, Vitule et al. 2009), os indivíduos introduzidos podem conter ainda importantes patógenos, fases larvais de crustáceos e moluscos associados, causando também efeitos catastróficos na região atingida (Casimiro et al. 2010, Vitule et al. 2009). Ainda, a ocorrência e a estabelecimento das

espécies não-nativas em ambiente aquático frequentemente levam à sua permanência, o que torna pouco provável a posterior erradicação (Pérez et al. 1997).

No Brasil, a introdução de peixes não-nativos é comum e a única medida existente para resolver esse problema são as abordagens normativas (leis e inspeções) e educativas. Contudo, essa medida vem falhando pela dificuldade em se fazer cumprir as leis num país tão extenso territorialmente e pelo desconhecimento por parte da sociedade dos riscos causados por essas introduções (Azevedo-Santos et al. 2015). Em geral, a chegada de uma espécie nova em um ambiente aquático, por ação antrópica, decorre de solturas deliberadas ou escapes de ambientes confinados devido à ineficiência do confinamento ou mesmo por acidentes (Agostinho et al. 2007). Nossa compilação apontou para um número aproximadamente 43% maior de espécies não-nativas do que o registrado por Daga et al. (2016) para a bacia do rio Iguazu. De acordo com esses autores, a bacia do rio Iguazu apresenta histórico de introdução de espécies desde o ano de 1944, quando foi introduzida a ‘carpa comum’, *Cyprinus carpio*, na região do médio rio Iguazu, possivelmente de forma acidental após o rompimento de viveiros de cultivo próximos ao canal do rio (Casimiro et al. 2018). Nosso levantamento corrobora o estudo de Daga et al. (2016) ao revelar que a principal via de introdução de espécies de peixes no rio Iguazu foi a aquicultura, seguida pela introdução por aquarismo, pesca e pela estocagem em reservatórios. Os mesmos fatores também foram considerados significativos na introdução de espécies na bacia hidrográfica do rio Piquiri (Cavalli et al. 2018), embora em proporções menores do que as relatadas aqui.

As principais áreas de introduções na bacia hidrográfica do rio Iguazu estão concentradas em locais de alta densidade populacional e elevada atividade industrial, o que demanda a construção de reservatórios e o estabelecimento das atividades de aquicultura devido à maior necessidade da geração de eletricidade e produção de alimento (Daga et al. 2016). Embora, mundialmente considerada importante fonte de produção de proteína e renda, a aquicultura é também um dos principais vetores de introdução de espécies não-nativas na região Neotropical e no mundo (Gubiani et al. 2018, Lima et al. 2018). Considerando que o cultivo de espécies de peixes não-nativas no Brasil ocorre principalmente em tanques-rede (Lima et al. 2018) é possível depreender que fugas são inevitáveis, logo, cada tanque-rede é uma fonte contínua de propágulos não-nativos para o ambiente (Azevedo-Santos et al. 2011). Danos como a alteração da dieta da fauna autóctone, a alteração da qualidade do hábitat por eutrofização (Lima et al. 2018), as invasões de genótipos, o aumento da produção de híbridos interespecíficos e a introdução e transmissão de parasitas não-nativos (Nobile et al. 2019), são também relatados como decorrentes das invasões inoportunas associadas aos tanques-rede.

Outras atividades, como liberação de peixes de aquário e a pesca esportiva, também se destacam como importantes vetores de introdução na bacia do rio Iguazu. A facilidade de obtenção de espécies ornamentais não-nativas provenientes de várias partes do mundo, faz da aquariofilia uma das principais vias responsáveis pela introdução dessas espécies nas bacias hidrográficas brasileiras (Agostinho et al. 2007, Azevedo-Santos et al. 2015). Em geral, os indivíduos são introduzidos em ambientes naturais ou artificiais pelos próprios aquariofilistas quando desistem dessa prática ao se depararem com alguma adversidade, por exemplo, com o crescimento excessivo dos indivíduos e a agressividade de algumas espécies (Magalhães & Jacobi 2013). Com destaque, ao aquarismo que foi responsável pela introdução do peixe paleártico ‘dojô’, *Misgurnus anguillicaudatus*, liberado na região do alto rio Iguazu, provavelmente de forma não intencional ou deliberada (Abilhoa et al. 2013). Espécies neotropicais também tiveram sua introdução relacionada a essa atividade. É o caso do ‘dentado’ *Roeoides descavadensis*, do ‘espadinha’ *Xiphophorus hellerii*, do ‘cará’ *Cichlasoma paranaense*, do ‘barrigudinho’ *Poecilia reticulata*, e dos ‘cascudos-chinelo’ *Loricariichthys cf. melanocheilus* e *L. cf. rostratus*. Duas dessas espécies introduzidas pelo aquarismo pertencem a Poeciliidae (*Poecilia reticulata* e *Xiphophorus hellerii*) uma das principais famílias de peixes ornamentais comercializadas no Brasil (Magalhães & Jacobi 2013). Os poecilídeos, no geral, apresentam alta capacidade de invasão e estão relacionados a diferentes danos à fauna local (veja Stockwell & Henkanaththegedara 2011). Somado ao fato de que são animais vivíparos e com alta performance em ambientes urbanizados (Ganassin et al. 2020) existe nítida vantagem dos poecilídeos que não se observa nos peixes nativos (Deacon et al. 2011), representando elevado risco às populações nativas e endêmicas, especialmente em corpos da água nas imediações de centros urbanos da bacia do rio Iguazu.

A pesca esportiva e a liberação de iscas vivas são populares no Brasil e constituem práticas que podem estimular as translocações de espécies entre bacias (Azevedo-Santos et al. 2015). Na bacia hidrográfica do rio Iguazu, a pesca esportiva foi responsável pela introdução do ‘tucunaré’ *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006, nativo das bacias dos rios Araguaia e baixo Tocantins; e de várias outras espécies, muitas delas carnívoras e piscívoras (Agostinho et al. 2007), com alto valor econômico (Britton & Orsi 2012), e cujos hábitos de vida podem desestabilizar a ictiofauna local quando do seu estabelecimento na bacia. Nossos resultados revelaram ainda a presença de *Micropterus salmoides* e *Salminus brasiliensis*, introduzidos em reservatórios com o intuito de potencializar a pesca esportiva na região (Daga et al. 2016; Ribeiro et al. 2017).

O escape de anzóis, bem como a liberação intencional de iscas vivas remanescentes ao final da pescaria, possivelmente foram o mecanismo de introdução de algumas das espécies de peixes encontradas na bacia do rio Iguaçu (Agostinho & Júlio Jr. 1996, Agostinho et al. 2007). *Gymnotus inaequilabiatus* (Valenciennes, 1839), *G. sylvius* Albert & Fernandes-Matioli, 1999, *Callichthys callichthys* (Linnaeus, 1758), e *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) são espécies muito utilizadas como iscas na captura do “Surubim-do-Iguaçu” *Steindachneridion melanodermatum*, espécie de maior porte da bacia (Daga et al. 2016) e atualmente ameaçada de extinção (ICMBio 2018).

A estocagem de espécies de peixes em reservatórios, também chamada de peixamento ou repovoamento, constitui uma prática de reprodução e soltura muito comum (Casimiro et al. 2010). Realizada principalmente por políticos e pelo setor hidrelétrico (Vitule 2009, Agostinho et al. 2010), a estocagem pode trazer sérios danos ambientais, principalmente quando realizada sem o apoio e conhecimento técnico adequados, desconsiderando os riscos ambientais (Agostinho et al. 2010). De maneira deliberada, alevinos de baixa qualidade genética e muitas vezes de espécies não-nativas são introduzidos no ambiente aquático (Agostinho et al. 2007, Vitule 2009, Casimiro et al. 2010, Agostinho et al. 2010).

Os vários represamentos ao longo do curso principal do rio Iguaçu (Garavello et al. 1997, Baumgartner et al. 2012) e a fragmentação de habitats devido as atividades agrícolas e urbanas (Baumgartner et al. 2012), somam-se às introduções de espécies não-nativas, intensificando as ameaças à ictiofauna endêmica dessa ecorregião. Segundo os critérios de classificação da IUCN, 21% das espécies endêmicas da bacia do rio Iguaçu encontram-se em algum dos critérios de ameaçadas de extinção. Dentre elas, *Astyanax eremus* e *Austrolebias carvalhoi* carecem de maior atenção por estarem na categoria de maior nível de ameaça (CR). A fragmentação e a perda da qualidade dos habitats também são ameaças às espécies com distribuição geográfica limitada dentro da bacia, principalmente àquelas conhecidas somente às suas localidades-tipo. Espécies que exibem comportamento migratório e que necessitam de trechos de rios livres de barramentos para completar seus ciclos reprodutivos, como *Steindachneridion melanodermatum*, também se encontram em sérios danos populacionais devido à cascata de reservatórios ao longo do rio Iguaçu e afluentes.

Aqui, recomendamos o constante monitoramento e o incremento de esforços de coletas na bacia do rio Iguaçu, principalmente nas regiões sem coletas (Fig. 1) que ao longo dos anos têm evidenciado importantes contribuições ao conhecimento de sua ictiofauna. Nossos resultados apontam para a lacuna existente entre o conhecimento evolutivo e o

conhecimento científico da ictiofauna da bacia do rio Iguaçu, caracterizando um expressivo déficit da biodiversidade (veja Hortal et al. 2015) em relação às possíveis espécies novas e à exatidão das distribuições geográficas de suas espécies. Dessa maneira, esforços na aplicação de estratégias de manejo para mitigação dos efeitos negativos da construção de barragens, perda na qualidade dos habitats e controle da disseminação de espécies não-nativas poderão ser melhor suportados para esse sistema hidrográfico com alto caráter endêmico na região Neotropical.

REFERÊNCIAS

- ABELL, R., THIEME, M. L., REVENGA, C., BRYER, M., KOTTELAT, M., BOGUTSKAYA, N., COAD, B., MANDRAK, N., BALDERAS, S.C., BUSSING, W., STIASSNY, M.L.J., SKELTON, P., ALLEN, G.R., UNMACK, P., NASEKA, A., NG, R., SINDORF, N., ROBERTSON, J., ARMIJO, E., HIGGINS, J.V., HEIBEL, T.J., WIKRAMANAYAKE, E., OLSON, D., LOPEZ, H.L., REIS, R.E., LUNDBERG, J.G., PEREZ, M.H.S. & PETRY, P. 2008. **Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation.** *BioScience* 58(5): 403-414.
- ABILHOA, V., BORNATOWSKI, H. & VITULE, J.R.S. 2013. **Occurrence of the alien invasive loach *Misgurnus anguillicaudatus* in the Iguazu River basin in southern Brazil: a note of concern.** *J. Appl. Ichthyol.* 29(1): 257-259.
- AGOSTINHO, A.A. & JÚLIO JR, H.F. 1996. **Ameaça ecológica: peixes de outras águas.** *Ciência Hoje* 21(124): 36-44.
- AGOSTINHO, A.A. BINI, L.M. & GOMES, L.C. 1997. **Ecologia de comunidades de peixes da área de influência do reservatório de Segredo.** In *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo* (A.A. Agostinho & L.C. Gomes, eds). EDUEM, Maringá, p. 97-111.
- AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C., SUZUKI, H.I. & JÚLIO JR., H.F. 1999. **Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-redes em reservatórios do Rio Iguazu.** *Cadernos de Biodiversidade* 2(2): 1-9.
- AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. & PELICICE, F.M. 2007. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil.** Eduem, Maringá.
- AGOSTINHO, A.A., PELICICE, F.M., GOMES, L.C. & JÚLIO JR, H.F. 2010. **Reservoir fish stocking: When one plus one may be less than two.** *Nat. Conservação* 8(2): 103-111.
- ARGOLO, L.A., LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H.L., BATALHA-FILHO, H. & AFFONSO, P.R.A.M. 2020. **Unraveling the systematics and evolution of the ‘*Geophagus*’ *brasiliensis* (Cichliformes: Cichlidae) species complex.** *Mol. Phylogenet. Evol.* 150: 106855.
- ARTHINGTON, A.H, DULVY, N.K., GLADSTONE, W. & WINFIELD, I.J. 2016. **Fish conservation in freshwater and marine realms: status, threats and management.** *Aquatic Conserv: Mar. Freshwater Ecosyst.* 26(5): 838-857.
- AZEVEDO-SANTOS, V.M., RIGOLIN-SÁ, O. & PELICICE, F.M. 2011. **Growing, losing or introducing? Cage aquaculture as a vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil.** *Neotrop. Ichthyol.* 9(4): 915–919.
- AZEVEDO-SANTOS, V.M., PELICICE, F.M., LIMA-JUNIOR, D.P., MAGALHÃES, A.L.B., ORSI, M.L., VITULE, J.R.S. & AGOSTINHO, A.A. 2015. **How to avoid fish introductions in Brazil: education and information as alternatives.** *Nat. Conservação* 13(2): 123-132.

- AZEVEDO-SANTOS, V.M., FREDERICO, R.G., FAGUNDES, C.K., POMPEU, P.S., PELICICE, F.M., PADIAL, A.A., NOGUEIRA, M.G., FEARNSSIDE, P.M., LIMA, L.B., DAGA, V.S., OLIVEIRA, F.J.M., VITULE, J.R., CALLISTO, M., AGOSTINHO, A.A., ESTEVES, F.A., LIMA-JUNIOR, D.P., MAGALHÃES, A.L.B., SABINO, J., MORMUL, R.P., GRASEL, D., ZUANON, J., VILELLA, F.S. & HENRY, R. 2019. **Protected areas: a focus on Brazilian freshwater biodiversity**. *Divers. Distrib.* 25(3): 442-448.
- BAUMGARTNER, D., BAUMGARTNER, G., PAVANELLI, C.S., SILVA, P.R.L., FRANA, V.A., OLIVEIRA, L.C. & MICHELON, M.R. 2006. **Fish, Salto Osório Reservoir, Iguazu River basin, Paraná State, Brazil**. *Check List* 2(1): 1-4.
- BAUMGARTNER, G., PAVANELLI, C.S., BAUMGARTNER, D., BIFI, A.G., DEBONA, T. & FRANA, V.A. 2012. **Peixes do Baixo Rio Iguazu**. Eduem, Maringá.
- BERTACO, V.A., FERRER, J., CARVALHO, F.R. & MALABARBA, L.R. 2016. **Inventory of the freshwater fishes from a densely collected area in South America—a case study of the current knowledge of Neotropical fish diversity**. *Zootaxa* 4138(3): 401-440.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2014. **Portaria MMA No 445, de 17 de Dezembro de 2014**. https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/00-saiba-mais/05_-_PORTARIA_MMA_N%C2%BA_445_DE_17_DE_DEZ_DE_2014.pdf (last access 25 May 2020).
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2015. **Portaria MMA No 98, de 28 de Abril de 2015**. https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/00-saiba-mais/05.2_-_PORTARIA_MMA_N%C2%BA_163_DE_08_DE_JUN_DE_2015.pdf (last access 25 May 2020).
- CASCIOTTA, J., ALMIRÓN, A., PIÁLEK, L. & ŘÍČAN, O. 2017. ***Gymnogeophagus taroba* (Teleostei: Cichlidae), a new species from the Río Iguazú basin, Misiones, Argentina**. *Historia Natural* 7(2): 5-22.
- CASIMIRO, A.C.R., ASHIKAGA, F.Y., KURCHEVSKI, G., ALMEIDA, F.S. & ORSI, M.L. 2010. **Os Impactos das Introduções de Espécies Exóticas em Sistemas Aquáticos Continentais**. *ABlimno* 38(1): 1-12.
- CASIMIRO, A.C.R., GARCIA, D.A.Z., VIDOTTO-MAGNONI, A.P., BRITTON, J.R., AGOSTINHO, A.A., ALMEIDA, F.S. & ORSI, M.L. 2018. **Escapes of non-native fish from flooded aquaculture facilities: the case of Paranapanema River, southern Brazil**. *Zoologia* 35: e14638. doi: 10.3897/zoologia.35.e14638
- CAVALLI, D., FROTA, A., LIRA, A.D., GUBIANI, E.A., MARGARIDO, V.P. & GRAÇA, W.J. 2018. **Update on the ichthyofauna of the Piquiri River basin, Paraná, Brazil: a conservation priority area**. *Biota Neotrop.* 18(2): e20170350. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0350> (last access 25 May 2020).
- DAGA, V.S. & GUBIANI, É.A. 2012. **Variations in the endemic fish assemblage of a global freshwater ecoregion: Associations with introduced species in cascading reservoirs**. *Acta Oecol.* 41: 95-105.

DAGA, V.S., DEBONA, T., ABILHOA, V., GUBIANI, É.A. & VITULE, J.R.S. 2016. **Non-native fish invasions of a Neotropical ecoregion with high endemism: a review of the Iguaçu River.** *Aquat. Invasions* 11(2): 209-223.

DARWALL, W.R.T. & FREYHOF, J. 2015. **Lost fishes, who is counting? The extent of the threat to freshwater fish biodiversity.** In *Conservation of Freshwater Fishes* (G.P. Closs, M. Krkosek & J.D. Olden, eds). Cambridge University Press, Cambridge, p. 1-36.

DEACON, A.E., RAMNARINE, I.W., MAGURRAN, A.E. 2011. **How reproductive ecology contributes to the spread of a globally invasive fish.** *PLoS ONE*. 6: e24416.

DELARIVA, R.L., NEVES, M.P., LARENTIS, C., KLIEMANN, B.C.K., BALDASSO, M.C. & WOLFF, L.L. 2018. **Fish fauna in forested and rural streams from an ecoregion of high endemism, lower Iguaçu River basin, Brazil.** *Biota Neotrop.* 18(3): e20170459. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2017-0459> (last access 25 May 2020).

ELETROSUL. 1978. **O impacto ambiental da ação do homem sobre a natureza - rio Iguaçu, Paraná, Brasil: reconhecimento da ictiofauna, modificações ambientais e usos múltiplos dos reservatórios.** Florianópolis, p. 33.

ELLENDER, B.R. & WEYL, O.L.F. 2014. **A review of current knowledge, risk and ecological impacts associated with non-native freshwater fish introductions in South Africa.** *Aquat. Invasions* 9(2): 117-132.

FRICKE, R., ESCHMEYER, W.N. & FONG, J.D. 2020. **Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References.** <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (last access 25 May 2020).

FROTA, A., GONÇALVES, E.V.R., DEPRÁ, G.C. & GRAÇA, W.J. 2016a. **Inventory of the ichthyofauna from the Jordão and Areia river basins (Iguaçu drainage, Brazil) reveals greater sharing of species than thought.** *Check List* 12(6):1995.

FROTA, A., DEPRÁ, G.C., PETENUCCI, L.M. & GRAÇA, W.J. 2016b. **Inventory of the fish fauna from Ivaí River basin, Paraná State, Brazil.** *Biota Neotrop.* 16(3): e20150151 <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0151> (last access 25 May 2020).

FROTA, A., MESSAGE, H.J., OLIVEIRA, R.C., BENEDITO, E. & GRAÇA, W.J. 2019. **Ichthyofauna of headwater streams from the rio Ribeira de Iguape basin, at the boundaries of the Ponta Grossa Arch, Paraná, Brazil.** *Biota Neotrop.* 19(1): e20180666 <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0666> (last access 25 May 2020).

FROTA, A., OTA, R.R., DEPRÁ, G.C., GANASSIN, M.J.M., DA GRAÇA, W.J. 2020. **A new inventory for fishes of headwater streams from the rio das Cinzas and rio Itararé basins, rio Paranapanema system, Paraná, Brazil.** *Biota Neotrop.* 20(1): e20190833. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0833> (last access 25 May 2020).

GANASSIN, M.J.M., FROTA, A., MUNIZ, C.M., BAUMGARTNER, M.T. & HAHN, N.S. 2020. **Urbanisation affects the diet and feeding selectivity of the invasive guppy *Poecilia reticulata*.** *Ecol. Freshw. Fish* 29(2): 252-265.

GARAVELLO, J.C., PAVANELLI, C.S. & SUZUKI, H.I. 1997. **Caracterização da ictiofauna do rio Iguaçu. In Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo** (A.A. Agostinho & L.C. Gomes, eds). Eduem, Maringá, p. 61-84.

GARAVELLO, J.C., BRITSKI, H.A. & ZAWADZKI, C.H. 2012. **The cascudos of the genus *Hypostomus* Lacépède (Ostariophysi: Loricariidae) from the rio Iguaçu basin. Neotrop. Ichthyol.** 10(2): 263-283.

GUBIANI, É.A., RUARO, R., RIBEIRO, V.R., EICHELBERGER, A.C.A., BOGONI, R.F., LIRA, A.D., CAVALLI, D., PIANA, P.A. & GRAÇA, W.J. 2018. **Non-native fish species in Neotropical freshwaters: how did they arrive, and where did they come from?** *Hydrobiologia* 817: 57-69.

HALUCH, C.F. & ABILHOA, V. 2005. ***Astyanax totae*, a new characid species (Teleostei: Characidae) from the upper rio Iguaçu basin, southeastern Brazil. Neotrop. Ichthyol.** 3(3): 383-388.

HASEMAN, J.D. 1911a. **An annotated catalog of the cichlid fishes collected by the expedition of the Carnegie Museum to central South America, 1907-10. Annals of the Carnegie Museum** 7(3-4): 329-373.

HASEMAN, J.D. 1911b. **Some new species of fishes from the Rio Iguassú. Annals of the Carnegie Museum** 7(3-4): 374-387.

HORTAL, J., BELLO, F., DINIZ-FILHO, J.A.F., LEWINSOHN, T.M., LOBO, J.M. & LADLE, R.J. 2015. **Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. Annu. Rev. Ecol. Evol. S.** 46: 523-549.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** ICMBio, Brasília.

INGENITO, L.F.S., DUBOC, L.F. & ABILHOA, V. 2004. **Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da bacia do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoológicas da UNIPAR** 7(1): 23-36.

INGENITO, L.F.S. & DUBOC, L.F. 2014. **A new species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from the upper rio Iguaçu basin, southern Brazil. Neotrop. Ichthyol.** 12(2): 281-290.

IUCN. 2012. **IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1.** 2 ed. UK: IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.

JARDULI, L.R., GARCIA, D.A.Z., VIDOTTO-MAGNONI, A.P., CASIMIRO, A.C.R., VIANNA, N.C., ALMEIDA, F.S., JEREP, F.C. & ORSI, M.L. 2020. **Fish fauna from the Paranapanema River basin, Brazil. Biota Neotrop.** 20(1): e20180707
<http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0707> (last access 25 May 2020).

LANGEANI, F., CASTRO, R.M.C., OYAKAWA, O.T., SHIBATTA, O.A., PAVANELLI, C.S. & CASATTI, L. 2007. **Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. Biota Neotrop.** 7(3): 181-197
<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn0340703> (last access 25 May 2020).

- LARENTIS, C., BALDASSO, M.C., KLIEMANN, B.C.K., NEVES, M.P., ZAVASKI, A.G., SANDRI, L.M., RIBEIRO, A.C., XAVIER, D.P.S.S., OLIVEIRA, G., COSTA, N. & DELARIVA, R.L. 2019. **First record of the non-native *Xiphophorus hellerii* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), in the Iguazu River Basin, Paraná, Brazil.** J. Appl. Ichthyol. 35(5): 1164-1168.
- LARENTIS, C., DELARIVA, R.L., GOMES, L.C., BAUMGARTNER, D., RAMOS, I.P. & SEREIA, D.A.O. 2016. **Ichthyofauna of streams from the lower Iguazu River basin, Paraná State, Brazil.** Biota Neotrop. 16(3): e20150117 <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0117> (last access 25 May 2020).
- LIMA, L.B., OLIVEIRA, F.J.M, GIACOMINI, H.C. & LIMA-JUNIOR, D.P. 2018. **Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil.** Rev. Aquacult. 10(1): 111–122.
- MAACK, R. 2012. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 4a ed. Editora UEPG, Ponta Grossa.
- MAGALHÃES, A.L.B. & JACOBI, C.M. 2013. **Invasion risks posed by ornamental freshwater fish trade to southeastern Brazilian rivers.** Neotrop. Ichthyol. 11(2): 433-441.
- MENEZES, N.A. & WEITZMAN, S.H. 2009. **Systematics of the Neotropical fish subfamily Glandulocaudinae (Teleostei: Characiformes: Characidae).** Neotrop. Ichthyol. 7(3): 295-370.
- MORAIS-SILVA, J.P., OLIVEIRA, A.V., FABRIN, T.M.C., DIAMANTE, N.A., PRIOLI, S.M.A.P., FROTA, A., GRAÇA, W.J. & PRIOLI, A.J. 2018. **Geomorphology influencing the diversification of fish in small-order rivers of neighboring basins.** Zebrafish 15(4): 389-397.
- NELSON, J.S., GRANDE, T.C. & WILSON, M.V.H. 2016. **Fishes of the World, 5th ed n.** John Wiley & Sons, Hoboken.
- NEVES, M.P., SILVA, P.C., DELARIVA, R.L., FIALHO, C.B. & NETTO-FERREIRA, A.L. 2020. **First record of *Astyanax bifasciatus* Garavello & Sampaio, 2010 (Teleostei, Ostariophysi, Characidae) in the Piquiri river basin, upper Paraná river basin.** Check List 16(1): 93-101.
- NOBILE, A.B., CUNICO, A.M., VITULE, J.R.S., QUEIROZ, J., VIDOTTO-MAGNONI, A.P., GARCIA, D.A.Z., ORSI, M.L., LIMA, F.P., ACOSTA, A.A., DA SILVA, R.J., DO PRADO, F.D., PORTO-FORESTI, F., BRANDÃO, H., FORESTI, F., OLIVEIRA, C. & RAMOS, I.P. 2019. **Status and recommendations for sustainable freshwater aquaculture in Brazil.** Rev. Aquacult. 1-23. <https://doi.org/10.1111/raq.12393>
- OTA, R.R., MESSAGE, H.J., GRAÇA, W.J. & PAVANELLI, C.S. 2015. **Neotropical Siluriformes as a model for insights on determining biodiversity of animal groups.** PLoS ONE 10(7): e0132913.
- PAROLIN, M., RIBEIRO, C.V. & LEANDRINI, J.A. 2010. **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná.** Editora da Fecilcam, Campo Mourão.

PÉREZ, J.E., GRAZIANI, C.A. & NIRCHIO, M. 1997. **Hasta cuando los exóticos!** Act. Cientif. Venezuelana. 48: 127-129.

PIÁLEK, L., DRAGOVÁ, K., CASCIOTTA, J., ALMIRÓN, A. & ŘÍČAN, O. 2015. **Description of two new species of *Crenicichla* (Teleostei: Cichlidae) from the lower Iguazú River with a taxonomic reappraisal of *C. iguassuensis*, *C. tesay*, and *C. yaha*.** Historia Natural 5(2): 5-27.

RAIO, C.B. & BENNEMANN, S.T. 2010. **A ictiofauna da bacia do rio Tibagi e o projeto de construção da UHE Mauá, Paraná, Brasil.** Semina 31(1): 15-20.

ŘÍČAN, O., ALMIRÓN, A. & CASCIOTTA, J. 2017. **Rediscovery of *Crenicichla yaha* (Teleostei: Cichlidae).** Ichthyological Contributions of PecesCriollos 50: 1-8.

RIBEIRO, V.R., SILVA, P.R.L., GUBIANI, E.A., FARIA, L., DAGA, V.S. & VITULE, J.R.S. 2017. **Imminent threat of the predator fish invasion *Salminus brasiliensis* in a Neotropical ecoregion: eco-vandalism masked as an environmental project.** Perspect. Ecol. Conser. 15(2): 132-135.

RUARO, R., MORMUL, R.P., GUBIANI, É.A., PIANA, P.A., CUNICO, A.M. & GRAÇA, W.J. 2018. **Non-native fish species are related to the loss of ecological integrity in Neotropical streams: a multimetric approach.** Hydrobiologia 817(1): 413-430.

SEMA. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2010. **Bacias hidrográficas do Paraná: série histórica.** SEMA, Curitiba
http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf (last access 25 May 2020).

SEVERI, W. & CORDEIRO, A.A.M. 1994. **Catálogo de peixes da bacia do rio Iguaçú.** IAP GTZ, Curitiba.

STOCKWELL, C.A. & HENKANATHHEGEDARA, S.M. 2011. **Evolutionary Conservation Biology. In Ecology and evolution of Poeciliid fishes (J.P. Evans, A. Pilastro & I. Schlupp, eds).** University of Chicago Press, Chicago, p. 128-141.

TERÁN, G. E., Benitez, M.F. & Mirande, J.M. 2020. **Opening the Trojan horse: phylogeny of *Astyanax*, two new genera and resurrection of *Psalidodon* (Teleostei: Characidae).** Zoological Journal of the Linnean Society 19: 1-18.

VAN DER LAAN, R., FRICKE, R. & ESCHMEYER, W.N. (eds). 2020. **Eschmeyer's Catalog of Fishes: Classification.** <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/> (last access 25 May 2020).

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.

VITULE, J.R.S., FREIRE, C.A. & SIMBERLOFF, D. 2009. **Introduction of nonnative freshwater fish can certainly be bad.** Fish Fish. 10(1): 98-108.

ZAWADZKI, D.H., RENESTRO, E. & BINI, L.M. 1999. **Genetic and morphometric analysis of three species of the genus *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Osteichthyes: Loricariidae) from the Rio Iguazu basin (Brazil).** Rev. Suisse Zool. 106(1): 91-105.