

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - SETOR PALOTINA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VINÍCIUS RICARDO RIBEIRO

**Análise da ocorrência de espécies de peixes não nativos em um rio
neotropical sob a influência da atividade aquícola**

PALOTINA-PR
2015

VINÍCIUS RICARDO RIBEIRO

**Análise da ocorrência de espécies de peixes não nativos em um rio
neotropical sob a influência da atividade aquícola**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável do Setor Palotina, Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

Área de concentração: Impactos ambientais da atividade de Aquicultura

Orientador: Prof. Dr. Almir Manoel Cunico

Palotina-PR
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R484 Ribeiro, Vinicius Ricardo
Análise da ocorrência de espécies de peixes não nativos em um rio neotropical sob a influência da atividade aquícola./ Vinicius Ricardo Ribeiro.
- Palotina, 2015
28p.

Orientador: Almir Manoel Cunico
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

1. Bioinvasão. 2. Espécies invasoras. 3. *Oreochromis niloticus*. I. Almir Manoel Cunico. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título

CDU 639.3

Ficha catalográfica elaborada por Aparecida Pereira dos Santos – CRB 9/1653




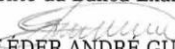
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor PALOTINA
Programa de Pós Graduação em AQUICULTURA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
Código CAPES: 40001016078P2


PARECER DA BANCA EXAMINADORA

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **VINÍCIUS RICARDO RIBEIRO**, intitulada: "**ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE PEIXES NÃO NATIVOS EM UM RIO NEOTROPICAL SOB A INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE AQUÍCOLA**", após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua *ANÁLISE*....., completando-se assim todos os requisitos previstos nas normas desta Instituição para a obtenção do Grau de **Mestre em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**.

Palotina, 21 de Agosto de 2015.


Prof. **ÁLMIR MANOEL CUNICO**
(Presidente da Banca Examinadora)


Prof. **ÉDER ANDRÉ GUBIANI**


Prof. **ANDRÉ MARTINS VAZ DOS SANTOS**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Almir Manoel Cunico pela confiança e paciência em minha orientação. Obrigado por ter me proporcionado a oportunidade de trabalhar contigo e por todo ensinamento.

Aos meus pais Avelino Gomes Ribeiro e Alice Zschornack Ribeiro e meu irmão Marco Aurélio Ribeiro por sempre me apoiarem e estarem ao meu lado em todas situações. Amo vocês.

A minha namorada Mariana Matias Casagrande por sempre estar ao meu lado e me apoiar nessa caminhada. Você foi essencial em todos os momentos e principalmente, na conclusão dessa jornada.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia, Pesca e Ictiologia – LEPI, Andréia Isaac, Diego Rafael, Elton Veloso, Igor Bernardino, Natali Miiller, Rafael Itamar da Silva, Sandra Carla Forneck e Welliton França pelo apoio na confecção de redes, realização das coletas, biometria, confecção de mapas e demais auxílios durante o projeto.

A Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, pela oportunidade concedida.

Aos pesquisadores do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura - Nupélia, pela disponibilidade e colaboração na identificação dos peixes.

Aos professores, técnicos e motoristas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina pela colaboração na execução deste trabalho.

A todos que contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas,
mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito,
que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta,
onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

(Theodore Roosevelt)

Análise da ocorrência de espécies de peixes não nativos em um rio neotropical sob a influência da atividade aquícola.

RESUMO

A introdução de espécies não nativas é uma das grandes mudanças globais e representa uma das principais ameaças a ictiofauna continental. Dentro desse contexto, a aquíicultura é a principal atividade responsável pela introdução de espécies de peixes, alterando a composição e estrutura da ictiofauna. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar a estrutura e composição da ictiofauna do rio Azul, afluente do rio Piquiri, bacia hidrográfica do Alto rio Paraná no intuito de determinar a ocorrência, abundância e distribuição de espécies não nativas. As amostragens foram realizadas de fevereiro a novembro de 2014 em três locais pré-estabelecidos ao longo do corpo hídrico do rio, através do uso do equipamento de pesca elétrica. A fim de verificar os dados de estrutura e composição da assembleia uma análise de correspondência com remoção do efeito do arco (DCA) foi realizada, com a CPUE das espécies coletadas nas diferentes estações e meses de captura. O índice de Shannon-Wiener foi realizado para medir a diversidade e estrutura da comunidade. Ao total, foram coletadas 32 espécies, pertencentes a 20 gêneros, 11 famílias e cinco ordens. Dentre as espécies coletadas houve o registro de oito espécies não nativas, sendo *Gymnotus inaequilabiatus* e *Oreochromis niloticus* elencadas entre as cinco mais abundantes no rio Azul, com dominância nos pontos amostrados e frequência de ocorrência de 100%. Ao longo dos pontos coletados, a ictiofauna encontrada seguiu um padrão de distribuição definido, indicando assim possível processo de homogeneização biótica, potencialmente intensificado pelo escape de peixes não nativos advindos de pisciculturas.

Palavras-chave: Bioinvasão. Espécies invasoras. *Oreochromis niloticus*.

Occurrence analysis of non-native fish species in a neotropical river under the influence of aquaculture activity.

ABSTRACT

The introduction of non-native species is one of the great global changes and represents a major threat to continental fish fauna. In this context, aquaculture is the main activity responsible for the introduction of fish species by changing the composition and structure of fish populations. Therefore, this study aimed to evaluate the structure and composition of ichthyofauna in the Azul River, tributary of Piquiri river, Alto Paraná river basin, in order to determine the occurrence, abundance and distribution of non-native species. Samples were collected from February to November 2014 at three predetermined locations along the river, through the use of electrofishing equipment. In order to verify the data structure and composition of the assemblage, a Detrended Correspondence Analysis (DCA) was used, with the CPUE data in different seasons and months of capture. The Shannon-Wiener index was performed to measure the diversity and community structure. A total of 34 species 20 genera, 11 families and five orders were collected. Among the species collected was registered eight non-native species, *Gymnotus inaequilabiatus* and *Oreochromis niloticus* listed among the five most abundant in the Azul River, with dominance in the locations established and frequency of occurrence of 100%. In the longitudinal gradient sampled, we did observe a distribution pattern, thus indicating possible process of biotic homogenization, potentially intensified by the escape of non-native fish coming from fish farms.

Keywords: Bioinvasion. Invasive species. *Oreochromis niloticus*.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 ÁREA DE ESTUDO	10
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE AQUÍCOLA NA MICROBACIA DO RIO AZUL	11
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DA MICROBACIA DO RIO AZUL	12
2.4 ANÁLISE DOS DADOS	13
3. RESULTADOS	14
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE PISCICULTURA NA BACIA DO RIO AZUL	14
3.2 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA	15
3.3 OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES NÃO NATIVAS	20
4. DISCUSSÃO	21
REFERÊNCIAS	25
ANEXO I	30

1. INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que criticamente afetam a distribuição da ictiofauna em ambientes lóticos, a introdução de espécies é destacada. Introduções decorrentes da interferência humana não são algo recente, havendo registros há cerca de dez mil anos (Perry & Vanderklein, 1996), porém, nos últimos séculos ações antrópicas vem causando significantes mudanças e drásticas alterações sobre a biodiversidade, sendo incomparável a efeitos naturais ou históricos (Vitule, Freire, Vazquez, Nuñez & Simberloff, 2012).

A liberação de espécies não nativas de peixes de forma acidental ou deliberada tornou-se um dos principais problemas para conservação da ictiofauna continental (Collares-Pereira & Cowx, 2004; Gherardi, 2007; Leprieur *et al.*, 2008). Atualmente, a atividade de aquicultura destaca-se como a principal fonte de introdução de espécies não nativas de peixes e, no que diz respeito à introdução em ecossistemas continentais brasileiros, é destacada como a principal atividade contaminadora e dispersora (Daga *et al.*, 2015).

Atualmente existem 3.524 registros de introduções de peixes entre países, e destes, 2.940 são de espécies de água doce, em sua maioria (>40%) realizadas por aquicultura (Froese & Pauly, 2015). Os escapes com a água efluente dos viveiros, o esvaziamento durante o manejo e, principalmente, o rompimento ou transbordamento em razão de picos de cheias não previstas durante a construção, são as principais vias de introdução de espécies não nativas pelas atividades de cultivo (Orsi & Agostinho, 1999).

Embora a aquicultura apresente aspectos positivos inerentes a conservação da biodiversidade, como a potencial redução da pressão da pesca comercial, o modelo produtivo realizado atualmente não abrange de maneira eficiente os princípios da sustentabilidade e biossegurança (Diana, 2009), amplificando introduções de espécies com elevado risco invasor. Reconhece-se, que nem todas as introduções acarretam efeitos negativos sobre a biodiversidade (Gozlan, 2008), porém a rusticidade biológica das espécies de interesse zootécnico coincide com atributos gerais de espécies de alto potencial invasor, como a elevada capacidade de adaptação a novos ambientes, ampla

tolerância ambiental, rápido crescimento e maturação sexual precoce (Ricciaci & Rasmussen, 1998).

No Brasil, mesmo apresentando uma ictiofauna megadiversa e endêmica, a atividade aquícola baseia-se quase totalmente na produção de espécies não nativas, com cultivos situados próximos a corpos d'água, suscetíveis a alagamentos e desprovidos de mecanismo de controle ou contenção de escapes (Vitule; Freire; Simberloff, 2009). Da mesma forma a política nacional para o desenvolvimento aquícola subsidia o desenvolvimento da atividade sem a avaliação e mensuração de seus potenciais impactos ambientais de maneira sistêmica, ignorando seus potenciais riscos ecológicos e amplificando apenas seu potencial econômico (Pelicice *et al* 2014; Lima Junior *et al* 2012).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a estrutura e composição da ictiofauna de rio em um rio neotropical sob influência da atividade aquícola no intuito de determinar a ocorrência, abundância e distribuição de espécies não nativas. Neste trabalho foi testada a hipótese de que a atividade aquícola proporciona aumento da ocorrência, abundância e dispersão de espécies de peixes não nativos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Região Oeste do Paraná possui uma área total de 22.840 km², equivalente a 11,74% da área total do Estado, e uma população de 1.228.825 habitantes, posicionando-se entre as maiores densidades demográficas do estado, com 53,88 habitantes por km² (IBGE, 2013). Localizada ao norte da região Oeste, está o município de Palotina com população de 25.771 e área de 651 km².

Dentre as bacias hidrográficas que percorrem os limites do município de Palotina, a bacia hidrográfica do rio Azul destaca-se pelo uso no abastecimento público e denso número de propriedades aquícolas em sua área de drenagem. Segundo Zacarkim & Oliveira (2015) atualmente a bacia hidrográfica do rio Azul apresenta 42 propriedades operantes, totalizando 216 tanques e uma área aproximada de 60ha de lâmina d'água. O rio Azul, afluente do rio Piquiri, pertence a bacia hidrográfica do alto rio Paraná, uma das principais bacias hidrográficas do Brasil. É caracterizado como um

rio de terceira ordem (sensu Strahler, 1957), tendo sua nascente localizada no distrito de Pérola Independente, interior do município de Maripá-PR.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE AQUÍCOLA NA MICROBACIA DO RIO AZUL

No intuito de caracterizar a atividade aquícola na microbacia do rio Azul, na área de abrangência do município de Palotina, foi realizado o cadastramento das pisciculturas ocorrentes na microbacia entre os meses de dezembro de 2013 e julho de 2014, as quais foram identificadas utilizando-se de imagens do satélite *Google Earth*. Posteriormente, foi estabelecido um roteiro de visitas *in loco* para o cadastro, georeferenciamento e avaliação do perfil socioeconômico e ambiental das propriedades aquícolas em operação nos municípios de Palotina.

A avaliação do perfil socioeconômico e ambiental consistiu na aplicação de questionários. O questionário apresentou perguntas de forma fechada (múltipla escolha) em que o informante escolheu uma entre duas ou mais opções, ou de estimativa, em que o informante emitiu um julgamento com diferentes graus de intensidade, além de questões abertas (Marconi & Lakatos, 1999; Zacarkim *et al.*, 2005)

Através dos dados obtidos pelos questionários foi identificada a origem das espécies de peixes produzidas na microbacia, sendo classificadas de acordo com Graça & Pavanelli (2007) e IAP (2015) como nativos, quando nativas da bacia hidrográfica do rio Paraná; não nativos, quando oriundas de outras bacias hidrográficas brasileiras ou outros países e continentes. As espécies coletadas no corpo hídrico do Rio azul também foram classificadas de acordo com Graça & Pavanelli (2007) e IAP (2015). Tais informações de distribuição biogeográfica foram revisadas por especialistas do Museu de Ictiologia do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá.

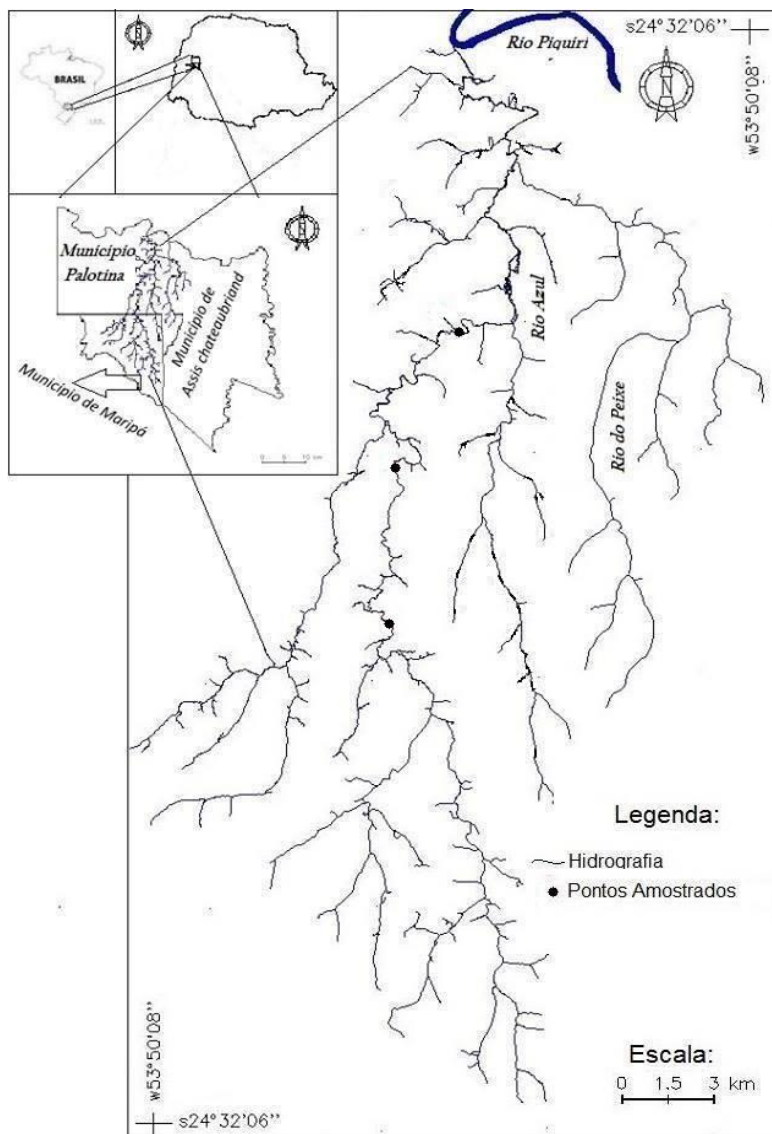


Figura 1. Mapa da delimitação da microbacia do rio Azul indicando a localização dos pontos amostrados.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DA MICROBACIA DO RIO AZUL

As amostragens da ictiofauna foram realizadas de fevereiro a novembro de 2014 em três locais pré-estabelecidos ao longo do corpo hídrico (Figura 1, Tabela I). Foi utilizado equipamento de pesca elétrica (gerador portátil de corrente alternada, 2,5 kW, 400 V, 2 A, conectado a retificadora de voltagem) para as capturas, sendo realizadas através de remoções sucessivas em trechos de 50 metros.

Tabela I. Coordenadas geográficas, largura, profundidade e fluxo do canal dos três pontos amostrados no rio Azul.

Locais	Coordenadas Geográficas	Largura (m)	Profundidade (m)	Fluxo (m/s)
Ponto I	24° 22' 25,85" S 53° 46' 22,95" O	6,0	0,59	0,6
Ponto II	24° 19' 17,20" S 53° 46' 14,57" O	7,50	0,41	0,4
Ponto III	24° 16' 55,36" S 53° 45' 19,95" O	8,20	0,66	0,4

Após coletados, os exemplares capturados foram anestesiados com benzocaína, sacrificados e fixados em solução de formol 10%. Em laboratório foram medidos (comprimento total e padrão), pesados e conservados em álcool 70%. O *Voucher specimens* de cada espécie capturada foi depositado na coleção ictiológica do Nupelia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia, e Aquicultura), da Universidade Estadual de Maringá, Brasil, disponível em: www.nupelia.uem.br/colecao.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os valores de densidade das espécies capturadas foram determinados com base nas três remoções sucessivas em cada segmento amostrado e pela aplicação do método de máxima verossimilhança de ZIPPIN (1965), o qual observa a premissa de esforço e eficiência de capturas constantes. Para os casos em que houve restrições à aplicação do método, ou seja, $0 < R < (s-1)/2$, onde R é o índice de restrição e s o número de capturas, foi acatado o procedimento de Agostinho & Penczak (1995).

Avaliou-se a estrutura da assembleia através dos atributos Riqueza (S), representando o número de espécies; Equitabilidade (E), indicando a distribuição da abundância entre as espécies, e obtido através da seguinte equação: $E = H'/\log S$, onde H' = índice de diversidade de Shannon e S = riqueza (Pielou, 1975); e Diversidade (H'), índice que considera a riqueza e a equitabilidade das espécies, sendo calculado através

do índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988), dado pela equação $H' = -\sum p_i \ln p_i$, onde \ln = logaritmo natural e p_i = proporção de indivíduos na amostra.

Para sumarizar os dados da estrutura e composição da assembleia, foi utilizada a análise de correspondência com remoção do efeito do arco (DCA; GAUCH JR., 1986; JONGMAN *et al.*, 1995). A análise foi realizada com a CPUE das espécies coletadas nos diferentes locais e meses de captura. Posteriormente foi aplicada a análise de variância (ANOVA unifatorial) sobre os escores dos eixos retidos para interpretação, utilizando os pontos de amostragem como fator. Os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e de homocedasticidade (teste de Levene) foram calculados e testados.

A fim de verificar a frequência de ocorrência das espécies nos locais amostrados ao longo dos períodos de coleta, foi calculado o índice de DAJOZ (1973), através da equação: $C = n / N \times 100$, onde: C = constância; n = número de vezes que a espécie foi capturada; N = número total de coletas efetuadas. A espécie será considerada constante quando $C \geq 50\%$, acessória quando $50\% > C \geq 20\%$ e acidental quando $C < 20\%$.

Todos os cálculos foram efetuados através dos programas PC-ORD 6.0 (McCune; Mefford; 2011), e Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

3. RESULTADOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE PISCICULTURA NA BACIA DO RIO AZUL

São produzidas 14 espécies de peixes, pertencentes a quatro ordens e 10 famílias na microbacia. A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie com maior estocagem, 82%, seguida pelo pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com 7% e o piaçu (*Leporinus macrocephalus*) com 3% (Zacarkim & Caetano, 2015).

Do total de espécies cultivadas, cinco foram consideradas nativas na bacia do Alto rio Paraná (*Leporinus friderici*, *Leporinus obtusidens*, *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus*, e *Rhamdia quelen*), três espécies são classificadas como nativas de outras bacias brasileiras (*Astyanax altiparanae*, *Brycon amazonicus*, *Leporinus macrocephalus*) e, três espécies produzidas resultam de hibridização (híbrido entre a espécie *Pseudoplatystoma corruscans* e *Pseudoplatystoma* sp., híbrido entre *Colossoma macropomum* e *Piaractus brachypomus* e híbrido entre *Colossoma macropomum* e

Piaractus mesopotamicus) e três espécies são nativas de outros países e/ou continentes (*Clarias gariepinus*, *Cyprinus carpio* e *Oreochromis niloticus*) (Anexo I).

As espécies não nativas correspondem a 50% das espécies produzidas, com estocagem de 86%, apresentando assim um padrão de cultivo aquícola baseado em espécies não nativas. Dentre as seis espécies nativas produzidas, a porcentagem de estocagem é de apenas 11% do total cultivado.

3.2 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA

Foram coletados 307 exemplares, pertencentes a 32 espécies, 20 gêneros, 11 famílias e cinco ordens, sendo 20 espécies classificadas como acessórias e 14 espécies como constantes nas amostragens (Tabela II). Os maiores valores de riqueza foram registrados na ordem dos Characiformes com 13 (38%) espécies coletadas, seguido pelos Siluriformes com 12 (35%) espécies, enquanto os maiores valores para abundância foram registrados para os Gymnotiformes, representando 37% dos espécimes coletados, seguidos pelos Siluriformes com 28% e Characiformes com 26% (Figura 2). Dentre as famílias, as mais representativas foram Gymnotidae (34%), seguida por Loricariidae (18%) e Characidae (16%) dos espécimes coletados (Figura 3).

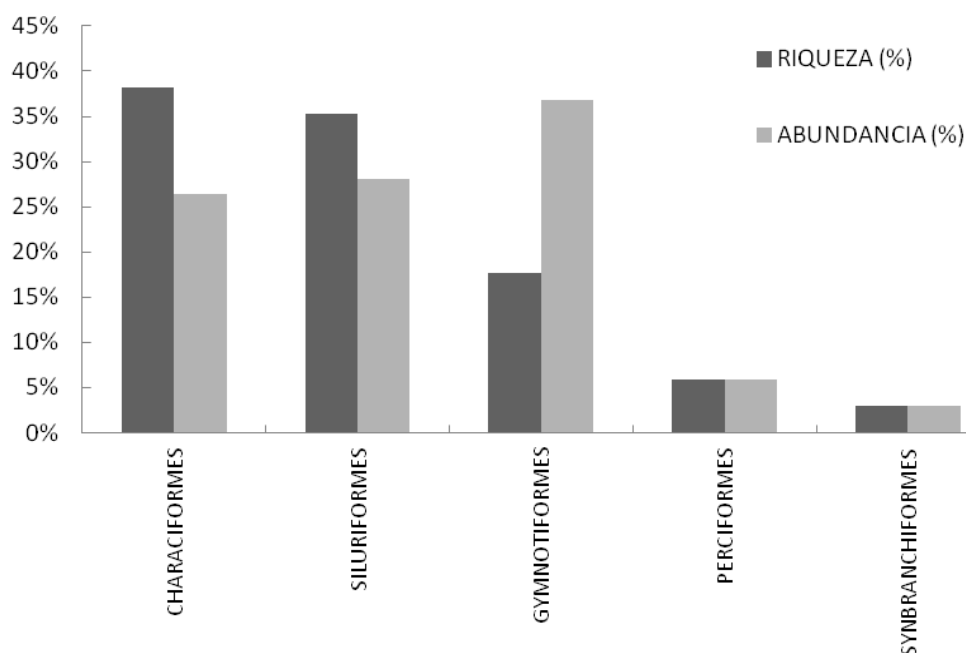


Figura 2. Riqueza e abundância relativa por ordens amostradas no rio Azul, Palotina, Paraná.

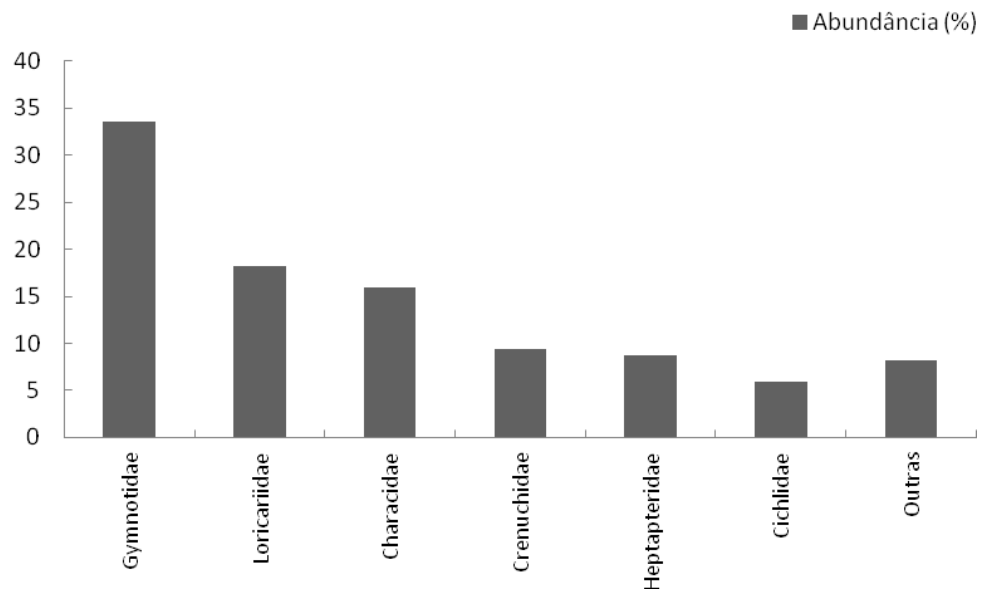


Figura 3. Abundância relativa das diferentes famílias coletadas no rio Azul, Palotina, Paraná.

Tabela II. Origem biogeográfica, frequência de ocorrência, densidade e amplitude de comprimento das espécies coletadas no Rio Azul.

Ordem/Família/Espécies	Origem	Frequência de Ocorrência	Densidade (N.ha-1)			Comprimento (cm)		
			P1	P2	P3	P1	P2	P3
CHARACIFORMES								
Characidae								
<i>Astyanax altiparane</i> Garutti & Britski, 2000	Não nativa	Constante	98,16	79,11	-	8,4 - 11,3	-	11,5 - 12,6
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	Nativa	Acessória	-	18,65	-	-	12,9	-
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Nativa	Constante	-	39,59	29,30	-	8,5	2,0 - 7,7
<i>Astyanax paranae</i> Eigenmann, 1914	Nativa	Constante	88,53	58,18	67,55	3,6 - 7,8	6,5 - 7,9	4,2 - 6,5
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908	Nativa	Constante	1027,02	140,68	143,43	3,6 - 6,8	3,7 - 7,0	4,3 - 5,0
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	Nativa	Constante	510,59	48,19		4,4 - 7,1	3,9 - 4,8	
<i>Serrapinus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	Nativa	Acessória	-	-	39,45	-	-	2,9
Crenuchidae								
<i>Characidium gomesi</i> (Travassos, 1956)	Nativa	Acessória	-	893,52	-	-	4,5 - 7,0	-
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	Nativa	Acessória	-	175,44	-	-	4,5 - 6,4	-
Erythrinidae								
<i>Hoplias</i> sp2	Nativa	Acessória	-	-	39,45	-	-	11,2
Parodontidae								
<i>Parodon nasus</i> Kner, 1859	Nativa	Acessória	-	58,31	-	-	12,1 - 12,5	
GYMNOTIFORMES								
Apteronotidae								
<i>Apteronotus</i> aff. <i>albifrons</i> (Linnaeus, 1966)	Não nativa	Constante	98,16	176,94	103,76	14 - 14,7	12,1 - 22,7	6,9 - 11,8
Gymnotidae								
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)	Não nativa	Constante	4018,24	211,53	530,14	3,1 - 33,0	9,4 - 19,4	6,1 - 17,7
<i>Gymnotus pantanal</i> Fernandes, Albert, Daniel-Silva, Lopes, Crampton & Almeida-Toledo, 2005	Não nativa	Acessória	-	-	95,24	-	-	12,2 - 16,0
<i>Gymnotus paraguensis</i> Albert & Crampton, 2003	Não nativa	Constante	-	30,08	47,62	-	18,2	13,3
<i>Gymnotus</i> sp.	Não nativa	Acessória	-	86,1	-	-	9,4 - 11,0	-

<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999	Não nativa	Constante	-	60,15	95,24	-	11,5 - 24,5	8,0 - 18,4
PERCIFORMES								
Cichlidae								
<i>Crenicichla britskii</i> (Kullander , 1982	Nativa	Constante	67,73	-	162,34	-	13,9 - 14,5	5,0 - 10,9
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Não nativa	Constante	137,41	106,35	326,22	3,3 - 22,7	6,3 - 16,9	2,4 - 13,2
SILURIFORMES								
Cetopsidae								
<i>Cetopsis gobioides</i> (Kner, 1858)	Nativa	Constante	49,08	60,15	47,62	12,7	12,1 - 12,9	11,4
Heptapteridae								
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> (Schubart & Gomes, 1959)	Nativa	Acessória	-	30,08	-	-	8,6	-
<i>Imparfinis cf. schubarti</i>	Nativa	Acessória	-	-	142,86	-	-	5,9 - 6,6
<i>Imparfinis mirini</i> Haseman, 1911	Nativa	Constante	-	48,19	62,02	-	7,5	5,0 - 8,0
<i>Imparfinis schubarti</i> (Gomes, 1956)	Nativa	Constante	-	-	78,9	-	-	5,5 - 12,2
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i> (Schubart, 1964)	Nativa	Acessória	-	39,53	-	-	4,4 - 7,5	-
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Nativa	Acessória	-	-	78,98	-	-	10,8 - 14,0
Loricariidae								
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	Nativa	Constante	-	175,44	78,9	-	3,6 - 5,0	6,9 - 8,2
<i>Hypostomus cf. paulinus</i> (Ihering, 1905)	Nativa	Constante	39,59	991,75	146,42	11,8	2,8 - 11,3	5,3 - 8,6
<i>Hypostomus</i> sp	Nativa	Constante	-	93,02	-	-	2,2 - 9,2	-
<i>Otothyropsys</i> sp	Nativa	Acessória	39,59	-	-	4,3	-	-
<i>Rineloricaria pentamaculata</i> (Langeani & de Araujo, 1994)	Nativa	Constante	39,59	31,01	-	15,1	11,6 - 18,1	
SYNBRANCHIFORMES								
Synbranchidae								
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1975	Nativa	Constante	360,01	-	68,83		11,4 - 36,2	14,3 - 24,1

Dentre os atributos de comunidade, o Ponto I apresentou os menores valores de riqueza, equitabilidade e diversidade de Shannon-Wiener, sendo os maiores valores de riqueza e diversidade observados no Ponto II e a maior equitabilidade no Ponto III (Figura 4).

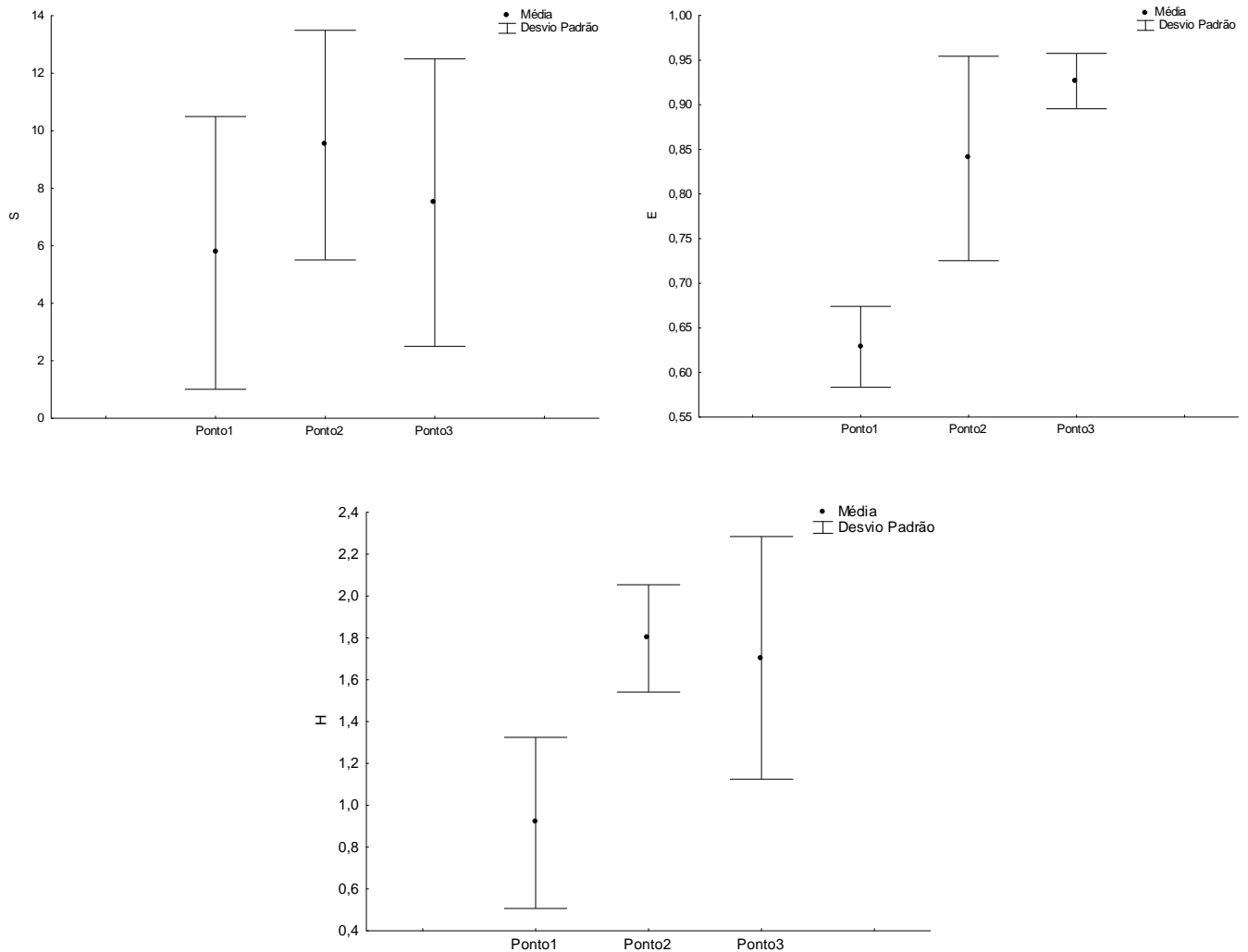


Figura 4. Valores médios e desvio padrão com intervalo de confiança de 95% para os atributos de comunidade Riqueza (S), Equitabilidade (E) e Índice de diversidade de Shanon-Wiener (H) da ictiofauna no Rio Azul, Palotina, Paraná.

A análise de correspondência com remoção do efeito do arco (DCA) aplicada aos dados de densidade teve os dois primeiros eixos retidos para interpretação (eixo 1 = 0,71; eixo 2 = 0,41) (Figura 5). A análise de variância aplicada sobre os escores dos eixos retidos para interpretação foi significativa para o eixo 1 ($F=6,42$; $p=0,018$), indicando diferenças entre os escores dos locais amostrados. O teste de Tukey evidenciou que as diferenças foram entre o ponto II em relação aos pontos I e III.

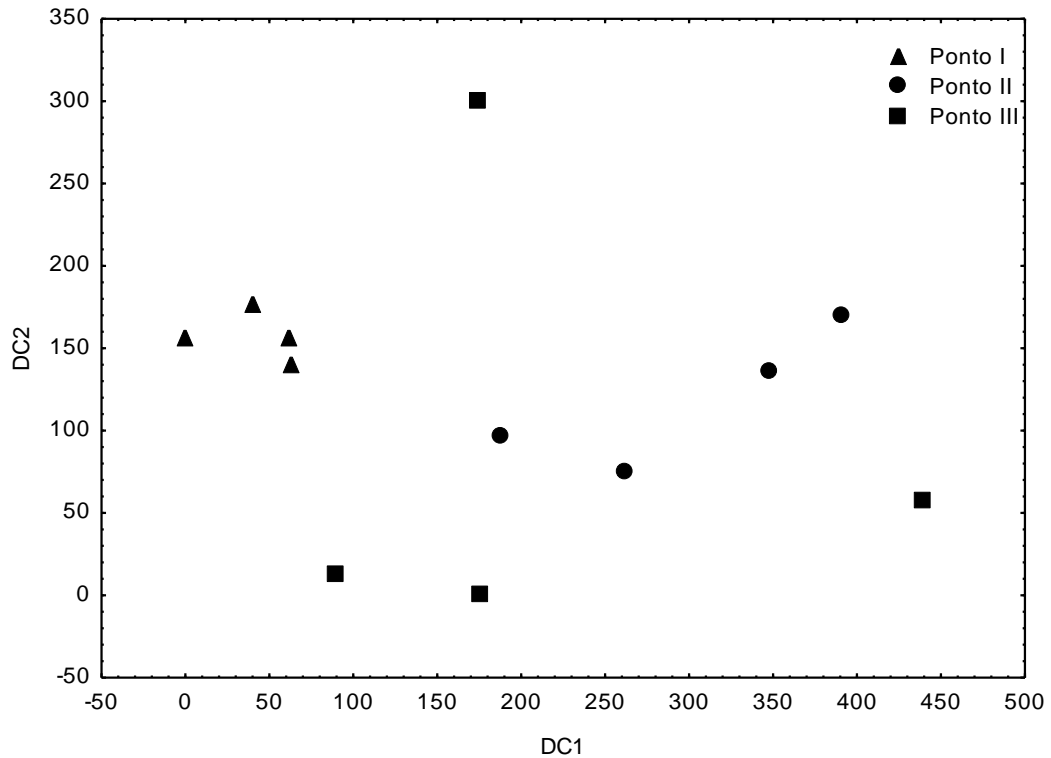


Figura 5. Ordenação resultante da Análise de correspondência com remoção do arco (DCA) sobre a comunidade de peixes capturados na microbacia do Rio Azul.

3.3 OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES NÃO NATIVAS

No conjunto de espécies coletadas houve o registro de oito espécies não nativas sendo uma classificada com acessória e sete como constantes, estando *Gymnotus inaequilabiatus* e *Oreochromis niloticus* registradas em todas as amostragens (Tabela II).

As espécies não nativas *Gymnotus inaequilabiatus* e *Oreochromis niloticus* apresentaram a 1ª e 5ª maior abundância respectivamente (Figura 6), totalizando 34,52% do total amostrado. *Gymnotus inaequilabiatus* foi coletada e dominante ao longo dos três pontos da microbacia, enquanto *Oreochromis niloticus* foi dominante nos pontos I e III.

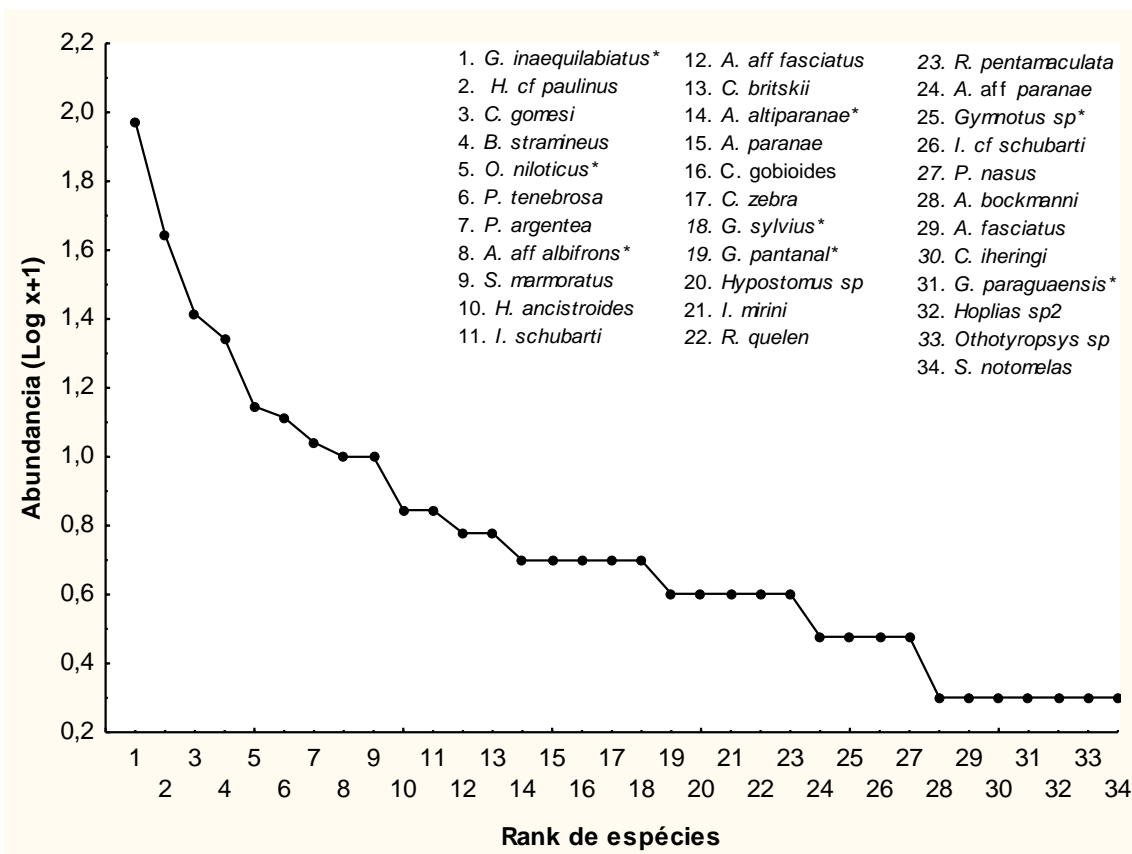


Figura 6. Curva de espécie-abundância dos exemplares coletados no rio Azul, em ordem decrescente de abundância. (*) espécies não nativas coletadas.

4. DISCUSSÃO

A composição da ictiofauna da microbacia do Rio Azul apresentou elevada riqueza de espécies pertencentes às ordens Characiformes e Siluriformes, concordando com o padrão esperado para ambientes neotropicais de água doce (Lowe-McConnell, 1999). Entretanto a elevada representatividade em abundância de espécies não nativas das ordens Gymnotiformes e Perciformes destacam potenciais impactos negativos sobre a estrutura das assembleias icticas do rio Azul decorrentes de introduções de espécies.

Estudos prévios relatam a introdução de espécies do gênero *Gymnotus* em várias bacias hidrográficas brasileiras (Rotta, 2004; Graça; Pavanelli, 2007; Baumgartner *et al.*, 2012), especialmente devido a ampla utilização como isca viva por pescadores, facilitando assim translocação de ordem acidental (Júlio Júnior *et al.* 2009). Frota (2014) relata que exemplares de *Gymnotus inaequilabiatus* capturados no rio Paraguai, normalmente são vendidos e utilizados como iscas vivas ao longo de toda bacia do rio

Paraná. Tal fato aliado a características biológicas peculiares das espécies e alterações de habitats decorrentes de impactos antrópicos como, redução de área de vegetação ciliar, facilitam seu estabelecimento e dominância.

Representantes da ordem Gymnotiformes apresentam características específicas, como a capacidade de emissão de pulsos elétricos utilizados na comunicação, forrageamento, navegação e orientação em relação ao substrato (Crampton; Albert, 2006). Tais características facilitam o estabelecimento das espécies em ambientes com elevada turbidez e presença de vegetação aquática (Rezende *et al.*, 2009), como observados nos locais amostrados neste estudo. A microbacia do Rio Azul, a qual é amplamente explorada pela atividade agropecuária, é caracterizada por reduzida área de vegetação ciliar, acarretando elevada turbidez da água e desenvolvimento de densa vegetação aquática marginal, viabilizando o sucesso de colonização por representantes da ordem Gymnotiformes.

Da mesma forma, a intensa ação da atividade aquícola na microbacia do rio Azul segue a tendência da aquicultura brasileira, com sua produção baseada em espécies não nativas (89% da estocagem) viabilizando a introdução de espécies como a tilápia, (*Oreochromis niloticus*), elencada com a quinta maior densidade de captura no rio Azul e ocorrendo em todas as amostragens.

Considerada como o “modelo” para a aquicultura no Brasil (Zambrano *et al.*, 2006), a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie amplamente estabelecida na aquicultura na América do Sul, sendo valorizada pela aquicultura devido ser extremamente resistente, fisiologicamente tolerante, apresentar desova múltipla e cuidado parental, bem como enorme plasticidade alimentar. Entretanto, tais características também as tornam de elevado risco invasivo (Figueiredo & Giani, 2005), alterando habitats e a estrutura das comunidades biológicas nos ambientes naturais onde são introduzidas (Gurgel; Fernando, 1994; Menescal, 2002; Dias, 2006; Attayde *et al.*, 2007; Okun *et al.*, 2008).

A observância de tal padrão na composição e distribuição longitudinal de espécies evidenciou potencial influência das espécies não nativas sobre estrutura das assembleias ícticas do rio Azul. Contrariamente ao esperado para ambientes lóticos, os maiores valores médios de riqueza e diversidade de Shannon-Winner foram observados no segmento intermediário do gradiente longitudinal, local onde observou-se menor

densidade de espécies não nativas. Por outro lado os pontos superior (Ponto I) e inferior (Ponto III) não diferiram em relação a composição e estrutura da ictiofauna apresentando as maiores densidades das espécies não nativas *Oreochromis niloticus* e *Gymnotus inaequilabiatus* e estando localizados próximos a dutos efluentes de pisciculturas.

Foi observado neste estudo a prática comum do setor aquícola brasileiro de falta de planejamento e manejo adequado da atividade, o que aliado a desatenção com o conhecimento ecológico acarretam em consequências negativas para a conservação da biodiversidade (Azevedo-Santos *et al.*, 2011). Segundo os questionários aplicados, além do baixo índice de propriedades com licenciamento ambiental, observa-se a falta de conhecimento por parte dos piscicultores sobre a origem biogeográficas das espécies que cultivam, assim como o conceito de espécie não nativa e seus riscos ambientais, o que desencadeia na soltura intencional de espécies não nativas nos corpos d'água como prática erroneamente considerada conservacionista.

Espécies de interesse aquícola como a tilápia do Nilo (*O. niloticus*), são amplamente relacionadas a alto risco de invasão biológica, (Britton & Orsi, 2012), uma vez que apresentam grande tolerância ambiental, curto ciclo reprodutivo, com maturação sexual precoce e rápido crescimento (Beveridge & Baird, 2000; Lowe-McConnell., 2000; Attayde *et al.*, 2011). Estudos indicam que a tilapia pode reduzir os estoques de peixes nativos competindo por recursos e locais de desova (Attayde *et al.*, 2007), predação de ovos e larvas (Arthington *et al.*, 1994), hibridização com espécies nativas, introdução de patógenos e parasitas, assim como alterações na qualidade da água (Canonico *et al.*, 2005).

As questões referentes às introduções são sérias no Brasil, pois apesar dos impactos causados por espécies introduzidas de peixes serem fato confirmado, as espécies continuam a ser introduzidas indiscriminadamente (Vitule, 2009). Podemos observar um cultivo aquícola baseado em espécies oriundas de outros continentes e espécies híbridas na bacia do Rio Azul. O trabalho realizado respondeu a hipótese testada, onde a espécie *Oreochromis niloticus* é a espécie com maior % de produção nas pisciculturas da microbacia e, sendo elencada como a 5ª espécie mais abundante e presente em todas as amostragens no corpo hídrico do rio Azul. Nossos resultados demonstram uma situação preocupante em relação à maneira pela qual a piscicultura é

desenvolvida na região, visando apenas o desenvolvimento econômico, abstraindo-se de princípios e manejos sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A. & Penczak, T., 1995. Populations and production of fish in two small tributaries of the Paraná River, Paraná, Brazil. *Hydrobiologia*, 312: 153-166.
- Arthington, A. H., D. R. Blühdorn & M. Kennard. 1994. Food resource partitioning by *Oreochromis mossambicus*, and two native fishes in a sub-tropical Australian impoundment. Pp. 425-428. In: Chou, L. M., A. D. Munro, T. J. Lam, T. W. Chen, L. K. K. Cheong, J. K. Ding, K. K. Hooi, H. W. Khoo, V. P. R. Phang, K. F. Shim, & C. H. Tan (Eds.). *The third asian fisheries forum*. Manila, Asian Fisheries Society.
- Attayde, J. L., J. Brasil & R. A. Menescal. 2011. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 18: 437-443.
- Attayde, J.L.; Okun, N., Brasil, J.; Menezes, R. F.; Mesquita, P. 2007. Impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do Bioma Caatinga. *Oecol. Bras.*, v. 11, p. 450–461.
- Azevedo-Santos, V. M., O. Rigolin-Sá., 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. *Neotropical Ichthyology*, 9: 915-919.
- Baumgartner, G.; Pavanelli, C.S.; Baumgartner, D.; Bifi, A.G.; Debona, T.; Frana, V. A. 2012. *Peixes do Baixo Rio Iguaçu*. Maringá: EDUEM.
- Beveridge, M. C. M. & D. J. Baird. 2000. Diet, feeding and digestive physiology. Pp. 59-87. In: Beveridge, M. C. M. & B. J. McAndrew (Eds). *Tilapias: Biology and Exploitation*. the Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Britton J. R. & Orsi, M. L. 2012. Non-native fish in aquaculture and sport fishing in Brazil: economic benefits versus risks to fish diversity in the upper River Paraná Basin. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22: 555-565.
- Buckup, P.A., Menezes, N.A. & Ghazzi, M.S. (Eds). 2007. *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 195p.
- Câmara, G., Souza R. C. M., Freitas, U. Garrido, J. 1996. SPRING: integrating remotesensing and GIS with object-oriented data modelling. *Computers and Graphics*, 20: 395-403.
- Canonica, G. C., A. Arthington, J. K. McCrary & M. L. Thieme. 2005. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 463-483.

- Casatti, L., Langeani, F. & Castro, R.M.C. 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná. *Biota Neotrop.* 1(1,2).
- Castro, R, M, C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos. In Charamaschi, E, P, R.; Mazzoni; P, R.; Peres-Neto (Eds), *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis PPGE-UFRJ Rio de Janeiro*, v1, p139 – 155.
- Castro, R.M.C., Casatti, L., Santos, H.F., Ferreira, K.M., Ribeiro, A.C., Benine, R.C., Dardis, G.Z.P., Melo, A.L.A., Abreu, T.X., Bockmann, F.A., Carvalho, M., Gibran, F.Z. & Lima, F.C.T. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. *Biota Neotropica*.
- Castro, R.M.C., Casatti, L., Santos, H.F., Melo, A.L.A., Martins, L.S.F., Ferreira, K.M., Gibran, F.Z., Benine, R.C., Carvalho, M., Ribeiro, A.C., Abreu, T.X., Bockmann, F.A., Dardis, G.Z.P., Stopiglia, R. & Langeani, F. 2004. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do Rio Grande, no Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*
- Castro, R.M.C., Casatti, L., Santos, H.F., Vari, R.P., Melo, A.L.A., Martins, L.S.F., Abreu, T.X., Benine, R.C., Gibran, F.Z., Ribeiro, A.C., Bockmann, F.A., Carvalho, M., Pelição, G.Z., Ferreira, K.M., Stopiglia, R. & Akama, A. 2005. Structure and composition of the stream ichthyofauna of four tributary rivers of the upper Rio Paraná basin, Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 16(3):193-214
- Collares-Pereira, M.J.; Cowx, I.G. 2004. The role of catchment scale environmental management in freshwater fish conservation. *Fisheries Management and Ecology*, 11:303-312.
- Cox, C.B. & Moore, P.D. 2000. *Biogeography, an ecological and evolutionary approach*. Blackwell Science, London.
- Crampton, W.G.R.; Albert, J. S. Evolution of electric signal diversity in the gymnotiform fishes. In: Ladich, F.; Collin, S.P.; Moller, P.; Kapoor, B. G. (Ed.). *Communication in Fishes*. New York: Science Publishers, 2006. p. 641-725.
- Daga, V. S., Skora, F., Padial, A. A., Abilhoa, V., Gubiani, E. A., Vitule, J. R. S. 2015. Homogenization dynamics of the fish assemblages in neotropical reservoirs: comparing the roles of introduced species and their vectors. *Hydrobiologia*
- Dajoz, R. 1973. *Ecologia geral*. Petrópolis, Editora Vozes, 471p.
- Diana, J. S. 2009. Aquaculture production and biodiversity conservation. *Bioscience*, v. 59, p. 27-38.
- Dias, J.D. 2006. Impacto da piscicultura em tanques-rede sobre a estrutura da comunidade zooplancônica em um reservatório subtropical. 47p. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

- Figueredo, C. C., A. Giani. 2005. Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and the phytoplanktonic community of the Furnas Reservoir (Brazil). *Freshwater Biology* 50:1391–1403
- Foese, R. & Pauly, D., eds. 2015. FishBase. Disponível em: www.fishbase.org (04/2015).
- Frota, A.; De Souza, F.; Da Silva, P. H. 2014. Análise morfométrica de *Gymnotus inaequilabiatus* (Valenciennes, 1839) (Gymnotiformes: Gymnotidae) em diferentes bacias hidrográficas brasileiras. *Biota Amazônia*. v. 4, n. 4, p. 27-32.
- Gauch Jr., H. G. 1982 (reprinted 1986), 1986. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gherardi, F. 2007. Biological invasions in inland waters: An overview. In: F. GHERARDI (ed.), *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. 2a ed., New York., Springer, Book Series *Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, p. 3-25.
- Graça, W. J. da & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, Eduem, 241p.
- Gozlan, R.E. 2008 Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? *Fish and Fisheries*, Malden, 9: 106-115.
- Gurgel, J.J.S.; Fernando, C.H. 1994. Fisheries in semiarid northeast Brazil with special reference to the role of tilapias. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, v. 79, p. 77-94.
- IAP - Instituto Ambiental do Paraná. 2015. Lista de espécies exóticas invasoras no estado do Paraná. Curitiba. Disponível em: www.iap.pr.gov.br
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Censo 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao>. Acesso em...
- Jackson, D. A. 1993. Stopping rules in principal component analysis: a comparison of heuristic and statistical approaches. *Ecology*, Washington, DC v. 74 p. 2204-2214. 1993.
- Jobling, M. 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman & Hall, London, 328 p.
- Jongman, R. H.G. et al. 1995. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leprieur, F.; Beauchard, O.; Blanchet, S.; Oberdorff, T.; Brosse, S. 2008. Fish invasions in the world's river systems: When natural processes are blurred by human activities. *PLoS Biology*, 6(2):e28.

- Lockwood, J. L., Cassey, P., & Blackburn, T. M. (2009). The more you introduce the more you get: The role of colonization pressure and propagule pressure in invasion ecology. *Diversity and Distributions*, 15, 904-910.
- Lowe-McConnell, R.W. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EdUSP, São Paulo, 453p.
- Lowe-McConnell, R. H. 2000. The roles of tilapias in ecosystems. Pp. 129-162. In: Beveridge, M. C. M. & B. J. McAndrew (Eds). *Tilapias: Biology and Exploitation*. the Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Marconi, M. A. & E. M. Lakatos. 1999. Técnicas de pesquisa. São Paulo, Editora Atlas, 260p.
- Matthews, W.J. 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. New York: Chapman & Hall,
- McCune, B.; Mefford, M. J. 2011. *PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data*. Version 3.0 Oregon, USA: MjM Software Design.
- Orsi, M. L. & A. A. Agostinho. 1999. Introdução de peixes por escape acidental de tanques de cultura em rios da Bacia do Rio Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16, 557-560.
- Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris-Junior, C.J., orgs. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EdPUCRS, Porto Alegre.
- Perry, J. & Vanderklein, E. 1996. *Water quality: Management of a natural resource*. Biddeford: Blackwell Science.
- Rezende, J. R.; Renesto, E.; Zawadzki, C. H. 2009. Genetic variability in three species of *Gymnotus* Linnaeus, 1758 (Gymnotiformes: Gymnotidae) from Caracu stream of the upper Paraná River basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*. vol.7 no.4 Porto Alegre.
- Ricciardi, A. & J.B. Rasmussen. 1998. Predicting the identity and impact of future biological invaders: a priority for aquatic resource management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 1759-1765
- Rotta, M. A. 2004. Aspectos Biológicos e Reprodutivos para a Criação da Tuvira (*Gymnotus* sp.) em Cativeiro. Corumbá: Embrapa Pantanal.
- Stevaux, J. C.; E, E, De Souza Filho & I. C, Jabur, 1997. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. P, 47-72, IN: A, E, A, M, Vazzoler; A, A, Agostinho & N, S, Hann (Eds). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*, Maringá, EDUEM, 460p.
- Statsoft, Inc. (2004). *STATISTICA* (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions American Geophysical Union*, 38: 913-920.

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

Vitule, J. R. S., C. A. Freire & D. Simberloff. 2009. Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. *Fish and Fisheries*, 10: 98-108.

Vitule, J. R. S., S. C. Umbria & J. M. R. Aranha. 2006. Introdução de espécies, com ênfase em peixes de ecossistemas continentais. Pp. 217-229. In: Monteiro-Filho, E. L. A. & J. M. R. Aranha (Eds.). *Revisões em Zoologia - I: Volume Comemorativo dos 30 Anos do Curso de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná*. Curitiba, Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Paraná.

Vitule, J. R. S., Freire, C. A., Vazquez, D. P., Nuñez, M. A., & Simberloff, D. 2012. Revisiting the potential conservation value of non-native species. *Conservation Biology*, 26(6):1153-1155.

Zacarkim, C. E., E. Ferrari & M. Freitag. 2005. Perfil do pescador amador participante de eventos de pesca na região do Parque Nacional de Ilha Grande. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/pndpa/>. Acesso em: 7 setembro 2010.

Zacarkim, C. E., Caetano, L. de O. 2015. *Sistemas de informação geográfica na aquicultura: município de Palotina-PR*. Curitiba, Ed. UFPR 139p.

Zambrano, L., E. Martinez-Meyer, N. A. Menezes & A. T. Petersen. 2006. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 1906-1910.

Zipin, C. 1965. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics*, v. 12, p. 163-169.

ANEXO I

Origem biogeográfica das espécies, país ou continente de origem das espécies não nativas e percentuais de estocagem das espécies produzidas nas propriedades aquícolas na microbacia do rio Azul.

Ordem/Família/Espécie	Nome comum	Origem Biogeográfica	País ou continente de origem	Porcentagem de estocagem (%)
Characiformes				
Anostomidae				
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Piau	Nativa		2,1
<i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	Piapara	Nativa		0,1
<i>Leporinus macrocephalus</i> Garavello & Britski, 1988	Piaçu	Não nativa	América do Sul	3
Bryconidae				
<i>Brycon amazonicus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Matrinxã	Não nativa	América do Sul	0,2
Characidae				
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	Lambari	Não nativa		0,1
Prochilodontidae				
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1837)	Curimba	Nativa		0,2
Serrasalminidae				
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	Pacu	Nativa		7,4
<i>C. macropomum</i> x <i>P. brachypomus</i> (Cuvier, 1818)	Híbrido Tambatinga	Não nativa		0,8
<i>C. macropomum</i> x <i>P. mesopotamicus</i>	Híbrido Tambacu	Não nativa		1,5
Cypriniformes				
Cyprinidae				
<i>Ciprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Carpa comum	Não nativa	Ásia	0,6
Perciformes				
Cichlidae				
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Tilápia-do- nilo	Não nativa	África	82,1
Siluriformes				
Clariidae				
<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	Bagre africano	Não nativa	África e Ásia	0,3
Heptapteriidae				
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Jundiá	Nativa		1,3
Pimelodidae				
<i>P. corruscans</i> x <i>Pseudoplatystoma</i> sp.	Híbrido Pincachara	Não nativa		0,3