

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

SANDRA CARLA FORNECK

**Avaliação do risco potencial de invasões biológicas por espécies de
peixes não nativas em um afluente do rio Piquiri, bacia hidrográfica do
alto rio Paraná**

**PALOTINA – PR
2014**

SANDRA CARLA FORNECK

Avaliação do risco potencial de invasões biológicas por espécies de peixes não nativas em um afluente do rio Piquiri, bacia hidrográfica do alto rio Paraná

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

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Zacarkim

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F727

Forneck, Sandra Carla

Avaliação do risco potencial de invasões biológicas por espécies de peixes não nativas em um afluente do rio Piquiri, bacia hidrográfica do alto rio Paraná/ Sandra Carla Forneck; Orientador, Almir Manoel Cunico; Coorientador, Carlos Eduardo Zacarkim - Palotina, PR, 2014.
43p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, PR – Programa de Pós-Graduação Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, 2014.

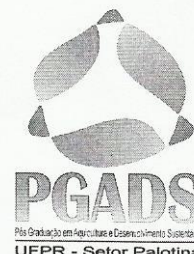
Inclui referências

1. Aquicultura . 2. Introdução de espécies. 3. Invasões Biológicas.
I. Almir Manoel Cunico. II. Carlos Eduardo Zacarkim . III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável . IV. Título.

CDU 639.3



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor Palotina
Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento
Sustentável



TERMO DE APROVAÇÃO

SANDRA CARLA FORNECK

“AVALIAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE INVASÕES BIOLÓGICAS POR ESPÉCIES DE PEIXES NATIVAS EM UM AFLUENTE DO RIO PIQUIRI, BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO PARANÁ”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável - Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professor Dr. Almir Manoel Cunico
Presidente/Orientador: Universidade Federal do Paraná

Professor Dr. Mário Luís Orsi
Membro: Universidade Estadual de Londrina

Professor Dr. Luciano Caetano de Oliveira
Membro: Universidade Federal do Paraná

Palotina, 29 de julho de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, a Deus, por me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos e por me amparar nos momentos de dificuldade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Almir Cunico, pela confiança em me orientar mesmo sem me conhecer, pelo apoio, paciência, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado e pelos valiosos ensinamentos. Meus sinceros agradecimentos e minha imensa admiração.

Aos meus pais, Amélio Forneck e Rosânia Maltauro, meus irmãos, Marcos Forneck e Adrieli Forneck, por todo o carinho e compreensão. Por sempre acreditarem em mim e me apoiarem nos momentos mais difíceis.

Ao Bernardo, meu afilhado, por me fazer sorrir nos piores momentos.

Ao meu namorado, Fabrício Martins Dutra, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me fazendo acreditar que posso mais do que imagino. Por todo o seu carinho, amor, paciência, compreensão, incentivo e pelo auxílio durante a execução deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia, Pesca e Ictiologia – LEPI, Andréia Isaac, Natali Miiller, Vinícius Ribeiro, Jéssica Preussler, Igor Bernardino, Dircelei Sponchiado, Rafael Itamar da Silva, Welliton França e Elton Veloso pela ajuda nas coletas, biometrias, confecção de mapas e em todo o serviço sujo, pelas risadas e trapalhadas durante o projeto e pelo apoio quando tudo parecia dar errado.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Zacarkim pela coorientação e contribuição para a elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos.

Aos pesquisadores do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura - Nupélia, especialmente ao Prof. Dr. Weferson Júnio da Graça, 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.

À turma de pós-graduandos em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável/2012, pelo companheirismo e amizade durante o mestrado.

A todos que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar.
É melhor tentar ainda em vão, que sentar-se fazendo nada até o final.
Eu prefiro, em dias tristes, na chuva caminhar, que em casa me esconder.
Eu prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver.”

(Martin Luther King)

Avaliação do risco potencial de invasões biológicas por espécies de peixes não nativas em um afluente do rio Piquiri, bacia hidrográfica do alto rio Paraná

RESUMO

A invasão de espécies não nativas é uma das principais ameaças à biodiversidade e um desafio para a conservação da ictiofauna continental. A aquicultura destaca-se como a principal responsável pela introdução de espécies de peixes causando efeitos adversos sobre os ecossistemas aquáticos. Assim, o presente trabalho objetivou identificar as espécies de peixes cultivadas na microbacia do rio São Camilo, detectar a ocorrência de escapes de espécies não nativas dos tanques de cultivo e avaliar o risco potencial de invasões biológicas por estas espécies. Foram entrevistados piscicultores na área de abrangência da microbacia para a obtenção de informações acerca das espécies cultivadas. Coletas trimestrais foram feitas no rio São Camilo para a caracterização da ictiofauna e as avaliações de risco ecológico foram realizadas através do protocolo *Fish Invasiveness Screening Kit* – FISK. Nas 59 pisciculturas identificadas são produzidas 19 espécies de peixes, sendo 13 não nativas, dentre elas, *Oreochromis niloticus*, espécie com maior produção. Os piscicultores relataram escapes de peixes em diferentes situações, prevalecendo escapes acidentais, muitos relacionados à proximidade dos tanques ao rio. Foram coletados 290 exemplares de peixes no rio São Camilo, sendo *O. niloticus* a segunda espécie mais abundante e com ocorrência em 50% das amostragens. Nas avaliações de risco, 11 espécies foram classificadas com alto potencial invasor e duas com potencial médio. Os resultados mostram a prevalência na utilização de espécies não nativas na atividade de piscicultura com ocorrência de escapes de espécies com alto potencial invasor para o ambiente, fato este observado pela captura de *Oreochromis niloticus* durante as amostragens no rio São Camilo. Assim, a utilização de espécies não nativas pela piscicultura representa importante vetor para introdução de espécies no ambiente, sendo imprescindível o estabelecimento de normas de biossegurança rígidas e eficazes para que a atividade possa de fato desenvolver-se de maneira sustentável.

Palavras-chave: Aquicultura. Escapes. Invasões Biológicas. Introdução de espécies. *Oreochromis niloticus*.

Assessment of potential risk of biological invasions by non-native fish species in a tributary of Piquiri River, upper River Paraná Basin

ABSTRACT

The invasion of non-native species is one of the biggest threats to biodiversity and a challenge for the conservation of the continental ichthyofauna. The aquaculture stands out as the main responsible for the introduction of fish species, causing adverse effects on the aquatic ecosystems. Thus, the present work aimed to identify the species of fish cultivated in the micro watershed of São Camilo River, to detect the occurrence of escapes of non-native species from the cultivation pools and to evaluate the potential risk of biological invasions by these species. Fish farmers have been interviewed in the area of the micro watershed to obtain information about the cultivated species. Quarterly collects have been carried out at São Camilo River to characterize the ichthyofauna and the evaluations of ecological risks have been carried out through the protocol *Fish Invasiveness Screening Kit* – FISK. On the 59 fish farms identified, 19 fish species are produced, being 13 non-native, among them, *Oreochromis niloticus*, species with the highest production. The fish farmers reported fish escapes in different situations, prevailing accidental escapes, many of them related to the pools being close to the river. 290 fish samples have been collected in São Camilo river, being *O. niloticus* the second more abundant species and with occurrence in 50% of the group of samples. Throughout the risk evaluation, 11 species have been classified with high invasion potential and two with medium potential. The results show the prevalence of the use of non-native species in the activity of fish farming with occurrence of escapes of species with high invasion potential for the environment, fact observed by the capture of the *Oreochromis niloticus* during the sampling process at São Camilo River. Thus the use of non-native species by fish farming represents important vector for the introduction of species in the environment, being indispensable the establishment of hard and effective biosafety norms so that the activity may truly develop in a sustainable way.

Keywords: Aquaculture. Escapes. Biological Invasions. Species Introduction. *Oreochromis niloticus*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1	ÁREA DE ESTUDO	10
2.2	CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE AQUICULTURA NA MICROBACIA DO RIO SÃO CAMILO	11
2.3	CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DA MICROBACIA DO RIO SÃO CAMILO.....	13
2.4	AVALIAÇÃO DOS RISCOS ECOLÓGICOS	13
3	RESULTADOS	14
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE AQUICULTURA NA MICROBACIA DO RIO SÃO CAMILO	14
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DA MICROBACIA DO RIO SÃO CAMILO	17
3.3	AVALIAÇÃO DOS RISCOS ECOLÓGICOS	20
4	DISCUSSÃO	21
	REFERÊNCIAS	25
	APÊNDICE A	30
	APÊNDICE B	35
	ANEXO I	37

Introdução

A crescente invasão de espécies não nativas, de forma acidental ou deliberada, é uma das grandes mudanças globais causadas pelo homem nos últimos séculos, constituindo ameaça à biodiversidade do planeta (Vitousek, 1997; Neville & Murphy, 2001) e caracterizando-se como um dos principais problemas para conservação de peixes de água doce (Collares-Pereira & Cowx, 2004; Gherardi, 2007; Leprieur *et al.*, 2008). Atualmente, a introdução de espécies é um fato usual e crescente em nossa sociedade. O sistema de manutenção da população humana moderna e contemporânea é baseado em introduções de espécies para a agropecuária e aquicultura e em grande parte dos casos as introduções consideram apenas a obtenção de lucros ou o aumento de produtividade à curto prazo, ignorando os prejuízos ambientais, as consequências futuras e a legislação vigente (Vitule, 2009).

A aquicultura é uma importante fonte de produção de proteína e geração de renda, entretanto, é a principal responsável pela introdução de peixes, principalmente em países em desenvolvimento (Casal, 2006). Segundo Froese & Pauly (2007) existem 3.072 registros de introduções de peixes entre países, sendo 2.904 destes, de espécies de água doce, em sua maioria (>40%) realizadas por aquicultura (Casal, 2006; Froese & Pauly, 2007; Vitule *et al.*, 2009). Em relação a introduções de peixes em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, a aquicultura também é a principal atividade contaminadora e dispersora (Orsi & Agostinho, 1999; Vitule *et al.*, 2006a,b; Agostinho *et al.*, 2007; Vitule *et al.*, 2009).

Os escapes com a água efluente, o esvaziamento dos tanques durante o manejo e principalmente, o rompimento ou transbordamento desses em razão de picos de cheias não previstos durante a construção, são as principais vias de introdução de espécies não nativas pelas atividades de cultivo (Orsi & Agostinho, 1999). Nesse contexto contribui a prática comum da piscicultura brasileira em estabelecer seus cultivos nas proximidades dos rios, dentro da área de preservação permanente e, portanto, sujeita a alagamentos nos anos de grandes cheias (Orsi & Agostinho, 1999). Animais como aves, répteis e mamíferos podem ser importante vetor de dispersão de espécies não nativas, uma vez que estes entram nos viveiros para alimentar-se, mas podem transportar ovos, larvas e mesmo peixes adultos para o ambiente natural (Faria *et al.*, 20013).

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. Logo, os desafios envolvendo a prevenção de novas introduções e invasões biológicas são particularmente difíceis nos países emergentes ou em desenvolvimento (Lövei *et al.*, 2012). O Brasil, por exemplo, possui uma ictiofauna megadiversa e endêmica, porém sua produção aquícola é quase totalmente baseada em espécies não nativas (Vitule *et al.*, 2009), tornando-se portanto um importante vetor para novas introduções.

O aquarofilismo também tem importante papel na introdução de espécies de água doce no Brasil, uma vez que existem grandes centros de cultivo de peixes ornamentais não nativos e inúmeros centros de comercialização, que tornam-se potenciais fontes contaminadoras e dispersoras (Vitule, 2009). Embora os dados de introduções por aquarofilia ainda sejam subestimados, há inúmeros registros de introduções e estabelecimentos de espécies ornamentais com sérios impactos no Brasil e no mundo (Vitule, 2009). Introduções de espécies predadoras, potencialmente invasoras e impactantes através da pesca esportiva também são preocupantes, principalmente pelo incentivo aos pescadores amadores a praticar o pesque-solte de espécies não nativas e também pela soltura de iscas-vivas (Vitule, 2009).

Embora há tempos tenha-se reconhecido que nem todas as espécies introduzidas têm efeitos negativos sobre a biodiversidade (Williamson, 1996; Schlaepfer *et al.*, 2011), evidências atuais mostram que os efeitos positivos decorrentes de introduções são menos frequentes do que seus efeitos negativos (Vitule *et al.*, 2012; Simberloff *et al.*, 2013; Simberloff, 2014). A redução dos estoques nativos e extinções locais decorrentes da alteração de hábitat, bem como, pelas pressões de competição e predação, alterações genéticas e disseminação de patógenos e parasitas são alguns dos efeitos negativos decorrentes das introduções (Agostinho & Julio Jr., 1996), os quais, embora comuns, muitas vezes passam despercebidos pelo fato de tornarem-se evidentes somente a longo prazo (Strayer *et al.*, 2006; Simberloff, 2014). Orsi & Britton (2014) observaram mudanças substanciais na ictiofauna nativa de um reservatório ao longo de 20 anos de estudo, com a depleção da diversidade e abundância de espécies nativas coincidindo com a adição de espécies invasoras.

Desta forma, prever os efeitos de uma introdução é quase impossível, sendo então aconselhável o estudo de aspectos teóricos básicos, assim como o entendimento do papel de espécies já introduzidas sobre outras comunidades (Vitule *et al.*, 2009). Segundo Lapointe *et al.* (2012), métodos para estimar os impactos relativos de espécies não nativas de peixes devem considerar revisões da literatura, aspectos socioeconômicos, critérios ecológicos e de abundância e a frequência de ocorrência destas espécies durante pesquisas de campo. Além do mais, boas práticas de gestão e manejo dependem de processos de avaliação de risco, os quais

são raramente utilizados pela aquicultura brasileira (Darrigran *et al.*, 2011; Britton & Orsi, 2012). Estas avaliações identificam espécies potencialmente invasoras e posteriormente, fornecem uma análise dos riscos de estabelecimento ou de impacto destas no ambiente (Copp *et al.*, 2005), visando apenas introduções de espécies de baixo risco (Britton *et al.*, 2011).

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de peixes cultivadas pela atividade de piscicultura em tanque escavado na microbacia do rio São Camilo, afluente do rio Piquiri, bacia hidrográfica do alto rio Paraná, assim como detectar a ocorrência de escapes de espécies não nativas para o ambiente e avaliar o risco potencial de invasões biológicas por estas espécies, visando avaliar a hipótese de que espécies não nativas com alto potencial invasor são amplamente produzidas na bacia e constantemente liberadas para o ambiente natural.

Material e métodos

Área de Estudo

A Região Oeste do Paraná abrange uma área equivalente a 11,74% da área total do estado do Paraná, com uma população de 1.164.272 habitantes, posicionando-se entre as maiores densidades demográficas do estado, com 47,22 habitantes por km² (IBGE, 2007). A região destaca-se economicamente, além da produção de grãos, aves, suínos e bovinos, pela produção aquícola (Marengoni *et al.*, 2007).

O início da atividade de aquicultura na região Oeste do Paraná deu-se na década de 1970, com a introdução das carpas para produção de subsistência de pequenos produtores rurais (Hermes, 2009). Até meados da década de 80 a atividade não apresentava nenhuma importância econômica para a região, sendo efetivamente implantada com a criação do Centro de Pesquisa em Aquicultura Ambiental – CPAA, pelo Instituto Ambiental do Paraná, no município de Toledo (Hermes, 2009). No ano de 1987 foi implantado o Programa de Pesca e Aquicultura, da Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento, com o objetivo de organizar e profissionalizar os produtores para incrementar a produção (Richter, 2004). Nesse período iniciaram-se as pesquisas com espécies nativas do rio Paraná e o fornecimento de alevinos de *Cyprinus carpio* aos produtores da região, com o intuito de aproveitar os efluentes de suinocultura, que eram lançados diretamente nos córregos, poluindo os recursos hídricos, para adubação dos viveiros de piscicultura (Hermes, 2009).

Em 1982, chegaram à região os primeiros exemplares de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, vindos da Costa do Marfim para cultivo integrado com a produção de suínos (Hein *et al.*, 2004). Rissato (1993), em estudo sobre a piscicultura em tanques de terra na região Oeste, descreve os cultivos como de pequeno porte, baseado em diversas espécies, em regime semiextensivo. Somente na década de 90, o cultivo da tilápia do Nilo foi impulsionado pela instalação de indústrias de rações com formulações específicas para peixes, instalação de unidades de produção de alevinos e de abatedouros para industrialização do filé de tilápia (Hermes, 2009). Também houve subsídio das prefeituras e do governo estadual para a construção de viveiros, aumentando, assim, a área de lâmina d'água na região (Hermes, 2009). Atualmente, a região Oeste é o principal pólo de produção aquícola do Paraná, sendo responsável pela metade da produção de peixes continentais do estado (Richter, 2004; Marengoni *et al.*, 2007).

Ao norte da região Oeste estão os municípios de Palotina, Maripá e Nova Santa Rosa, com populações de 25.771, 5.889 e 7.582 habitantes respectivamente, onde está localizada a bacia hidrográfica do rio São Camilo, com área de drenagem de aproximadamente 93 km² (Fig. 1). A microbacia caracteriza-se por abrigar uma alta densidade de propriedades rurais, as quais desenvolvem a atividade de aquicultura, especialmente piscicultura. O rio São Camilo caracteriza-se como um rio de terceira ordem (*sensu* Strahler, 1957), afluente do rio Piquiri, bacia hidrográfica do alto rio Paraná, com extensão total de aproximadamente 52 km. Ecologicamente, o rio São Camilo, assim como o rio Piquiri, destaca-se como importante local de desova de espécies de peixes migradores e desenvolvimento de juvenis, constituindo um dos últimos subsistemas hídricos da bacia hidrográfica do alto rio Paraná desprovida da presença de barragens hidrelétricas (Holzbach *et al.*, 2009).

Caracterização da atividade de aquicultura na microbacia do rio São Camilo

O cadastramento das pisciculturas foi realizado na área de abrangência da microbacia do rio São Camilo entre maio e novembro de 2013. As áreas com atividade aquícola foram identificadas através de imagens de satélite do *Google Earth*[®], sendo posteriormente visitadas *in loco* para a conferência e confirmação do desenvolvimento da atividade de piscicultura.

Os piscicultores foram entrevistados individualmente através da aplicação de um questionário composto por questões de múltipla escolha nas quais o informante escolheu uma entre duas ou mais opções, ou de estimação, onde o informante emitiu um julgamento com

diferentes graus de intensidade, além de questões abertas (Marconi & Lakatos, 1999; Zacarkim *et al.*, 2005) (Apêndice A).

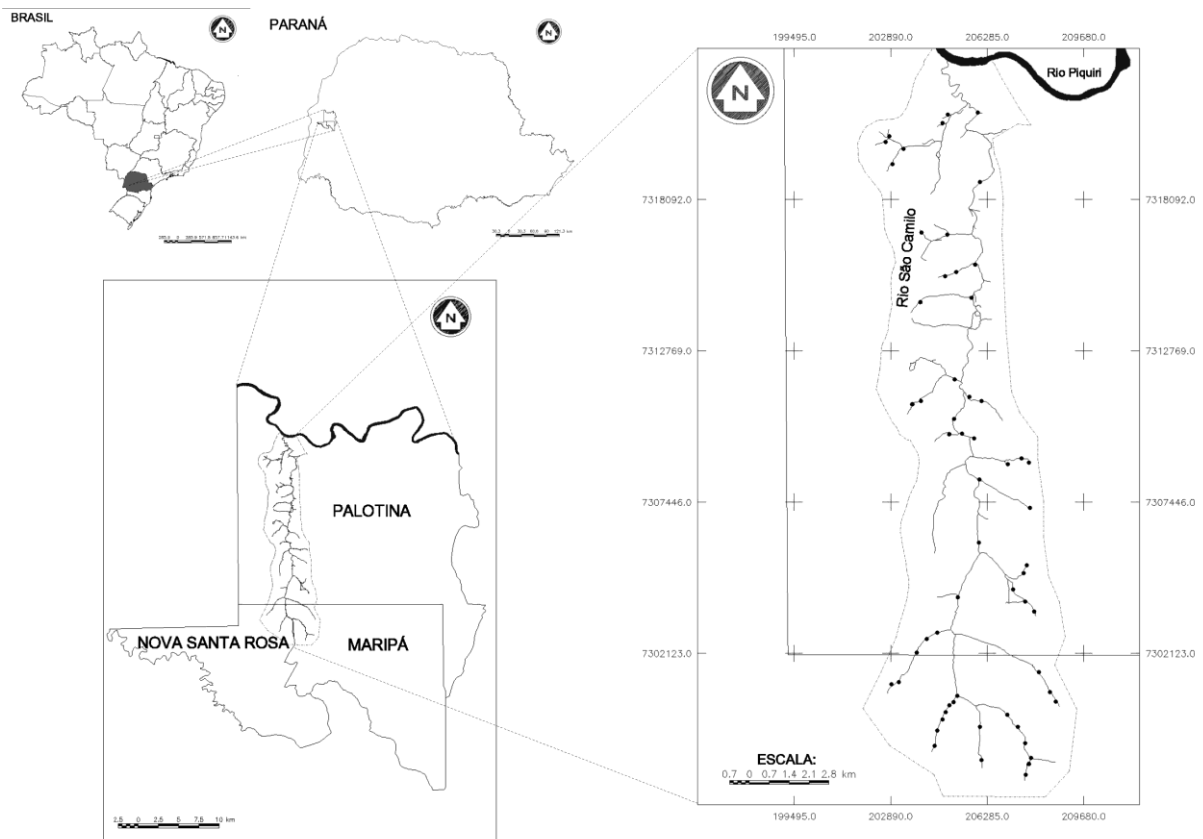


Fig. 1. Mapa de delimitação da bacia hidrográfica do rio São Camilo. Os pontos indicam as pisciculturas visitadas na bacia.

As questões foram elaboradas a fim de determinar o tamanho da instalação aquícola, o ano de implantação da piscicultura, as espécies exploradas, a estocagem total de cada espécie, e a obtenção de licenciamento ambiental pelos piscicultores. A partir dos dados obtidos pelos questionários foi identificada a origem das espécies de peixes produzidas na microbacia, sendo classificadas de acordo com Graça & Pavanelli (2007) como nativas ou não nativas da bacia hidrográfica do alto rio Paraná. 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.

Através do georeferenciamento das propriedades e seus respectivos tanques de cultivo foi determinada a distância perpendicular de cada tanque ao rio São Camilo utilizando o programa Spring (Câmara *et al.*, 1996).

Caracterização da ictiofauna da microbacia do rio São Camilo

A análise da composição e estrutura das assembleias de peixes e o levantamento da ocorrência de peixes não nativos foram efetuados em três locais de coleta ao longo do curso principal do rio São Camilo, que recebe sistemas de descarga de pisciculturas. Os locais de amostragem foram estabelecidos e operados trimestralmente entre junho de 2013 e março de 2014, ao longo de um gradiente longitudinal (cabecera, intermediário e foz).

As assembleias foram amostradas utilizando equipamento de pesca elétrica (gerador portátil de corrente alternada, 2,5 kW, 400 V, 2A) com passada simples sobre um trecho de 50 m. Para cada segmento amostrado foram estabelecidas medidas de largura e profundidade, aferidas a partir de cinco transectos de 10 m de distância em cada segmento, sendo as medidas de profundidade estabelecidas na margem direita, meio e margem esquerda do rio.

Os exemplares capturados foram anestesiados com benzocaína, sacrificados e fixados em solução de formol 10%. Em laboratório, os peixes foram identificados conforme Graça & Pavanelli (2007), medidos (comprimento total e padrão), pesados e conservados em álcool 70%. Espécimes testemunhos foram depositados na Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá (Apêndice B).

As estimativas das densidades e biomassas foram calculadas por hectare a partir da área do segmento amostrado e a verificação da frequência de ocorrência das espécies foi calculada através do índice de Dajoz (1973):

$$C = n/N * 100$$

onde, C é a constância; n é o número de vezes que a espécie foi capturada; N é o número total de coletas efetuadas. A espécie foi considerada constante quando $C \geq 50\%$, acessória quando $50\% > C \geq 20\%$ e acidental quando $C < 20\%$.

Avaliação dos riscos ecológicos

A análise de riscos ecológicos decorrentes da presença de espécies não nativas na microbacia do Rio São Camilo foi avaliada utilizando o *Fish Invasiveness Screening Kit* (FISK; CEFAS 2011). O FISK é um banco de dados constituído por uma série de questões com informações referentes à biogeografia, a presença de características nocivas e aspectos da biologia e ecologia das espécies, oriundos de dados da literatura referentes às espécies

analisadas. O sistema está baseado na premissa de que espécies invasoras em outras partes do mundo apresentam um grande potencial de invasão em regiões com condições ambientais similares (Pheloung *et al.*, 1999). Embora primeiramente desenvolvido para uso no continente europeu, este método tem vasta aplicação na avaliação de riscos ecológicos associados com introdução de espécies em várias regiões do planeta (Copp *et al.*, 2005), inclusive abrangendo dados referentes à maioria das espécies não nativas com ocorrência no Brasil (Britton & Orsi, 2012).

A revisão da literatura foi estabelecida através do portal *Web of Science* e revisões adicionais através do *Google Scholar*, no intuito de encontrar informações em revistas científicas regionais.

Os limites dos escores para classificação das espécies quanto ao risco de invasão foram calibrados conforme Copp *et al.* (2009). As espécies foram classificadas como de baixo risco (escores < 1), médio risco (escores entre 1 e 18,9) e alto risco (escore ≥ 19). As questões com maior diferença nas pontuações entre as espécies de baixo, médio e alto risco relacionam-se a registros anteriores de naturalização em áreas não nativas e a adequação climática. Para cada resposta foi avaliado o nível de confiança do avaliador, sendo atribuído um escore de certeza que varia de 4 (altamente certo) a 1 (muito incerto) (Copp *et al.*, 2009).

Resultados

Caracterização da atividade de aquicultura na microbacia do rio São Camilo

Foram identificadas 59 propriedades aquícolas na bacia hidrográfica do rio São Camilo, perfazendo um total de 164 tanques e uma área de 47,9 ha de lâmina d'água. A piscicultura mais antiga registrada na microbacia e ainda em atividade data do ano de 1973, sendo observado crescimento acentuado da aquicultura na microbacia baseado no número de propriedades produtoras de peixes construídas nos últimos 40 anos (Fig. 2).

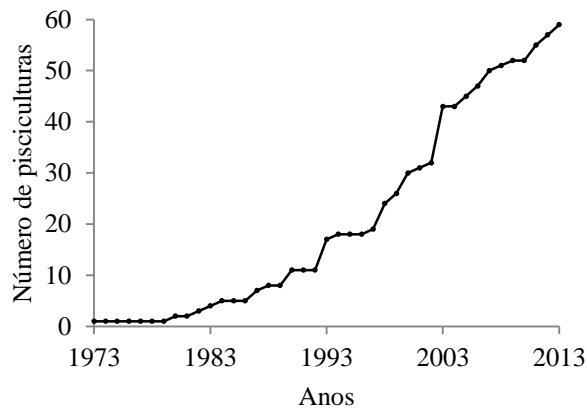


Fig. 2. Número acumulado de pisciculturas por ano de construção na microbacia do rio São Camilo. Foram consideradas pisciculturas em atividade até o ano de 2013.

De acordo com as informações contidas nos questionários aplicados aos piscicultores, um total de 19 espécies de peixes, pertencentes a quatro ordens e 10 famílias, são exploradas pela cadeia produtiva na microbacia. Um total de 1.039.645 alevinos foram estocados no ano de 2013, sendo a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a espécie com maior estocagem, 93%, seguida do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), 3% e Piauçu (*Leporinus macrocephalus*), 1%. As outras 16 espécies estocadas representam apenas 3%.

No que concerne a origem biogeográfica das espécies estocadas, apenas seis são nativas da bacia hidrográfica do alto rio Paraná (*Brycon orbignyianus*, *Hoplias* sp., *Leporinus friderici*, *Piaractus mesopotamicus*, *Rhamdia quelen* e *Salminus brasiliensis*), três são nativas de outras bacias hidrográficas brasileiras (*Brycon amazonicus*, *Colossoma macropomum*, e *Leporinus macrocephalus*), sete são oriundas de outros países ou continentes (*Clarias gariepinus*, *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*, *Ictalurus punctatus* e *Oreochromis niloticus*) e três são espécies híbridas (híbridos entre as espécies *C. macropomum* e *Piaractus brachypomus*, entre *C. macropomum* e *P. mesopotamicus* e entre *Pseudoplatystoma corruscans* e *Pseudoplatystoma* sp.). Destaca-se portanto, a predominância na utilização de espécies não nativas na microbacia do rio São Camilo (Fig. 3).

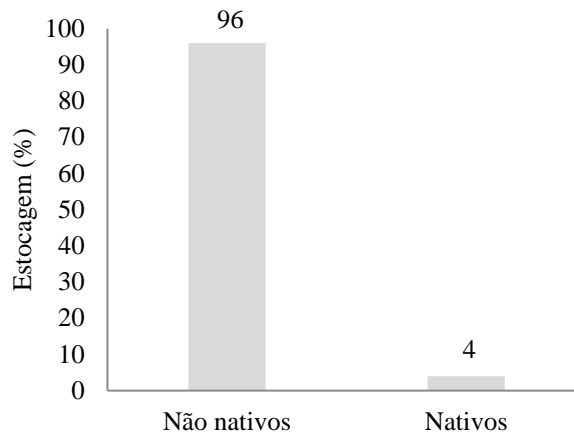


Fig. 3. Espécies cultivadas na bacia hidrográfica do rio São Camilo. Percentual de estocagem conforme a origem das espécies.

Com relação à localização dos tanques de cultivo e a distância perpendicular máxima ao rio São Camilo, foi observada a ocorrência de tanques com uma distância perpendicular máxima de 206 metros, porém 87% dos tanques encontrando-se até 100 m e 44% construídos dentro da área de preservação permanente definida pela Lei nº 12.651 (Fig. 4).

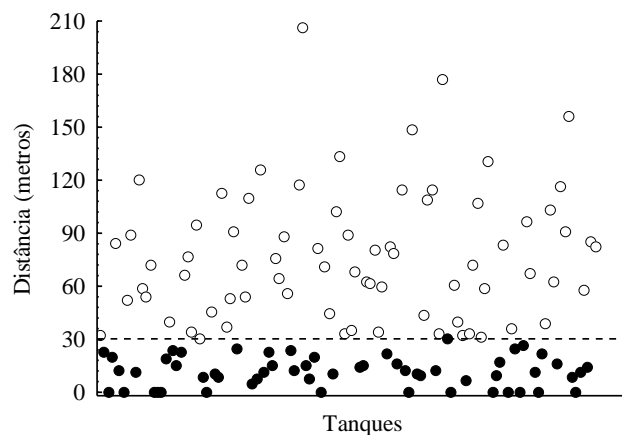


Fig. 4. Distância perpendicular dos tanques de piscicultura ao rio São Camilo. Distâncias iguais a zero indicam tanques construídos em trechos represados do corpo hídrico. A linha pontilhada indica o limite da área de preservação permanente.

Das 59 propriedades pesquisadas, apenas 16 (27%) possuem licenciamento junto ao órgão ambiental competente, destas, 11 (19%) possuem licenciamento ambiental completo e cinco (8%) outorga de uso da água.

A respeito da observação de escapes de peixes dos tanques para o rio São Camilo, 85% dos produtores entrevistados reportaram a não ocorrência de escapes e 15 % relataram escapes devidos ao rompimento dos tanques, inundações, manejo e liberação intencional.

Caracterização da ictiofauna da microbacia do rio São Camilo

Foram coletados 290 exemplares, pertencentes a cinco ordens, 12 famílias, 26 gêneros e 31 espécies (Tabela 1). Os maiores valores de riqueza e abundância foram registrados nas ordens Characiformes com 14 espécies e 199 exemplares, Siluriformes com 11 espécies e 46 exemplares e Perciformes com três espécies e 29 exemplares (Fig. 5). Dentre as famílias, as mais representativas foram Characidae, com 61% dos espécimes coletados, Heptapteridae com 10% e Cichlidae com 10% (Fig. 6).

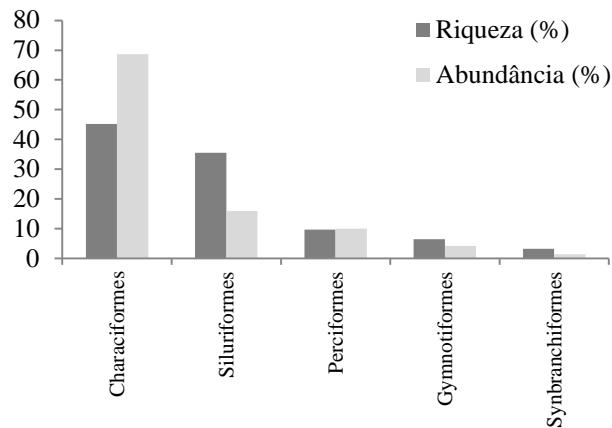


Fig. 5. Riqueza e abundância relativa dentro das diferentes ordens amostradas.

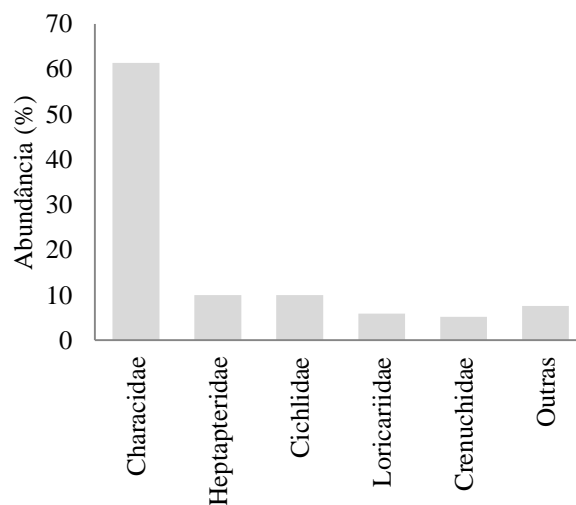


Fig. 6. Abundância relativa das diferentes famílias amostradas no rio São Camilo.

As espécies *Bryconamericus stramineus*, *Oreochromis niloticus* e *Astyanax altiparanae* foram as mais representativas no rio São Camilo contemplando 63% da densidade total em captura por unidade de esforço (CPUE), sendo 50% constituída pela espécie *B. stramineus*, 7% por *O. niloticus* e 6% por *A. altiparanae* (Fig. 7). No que concerne à frequência de ocorrência, 13 espécies incluindo as três mais abundantes, foram classificadas como constantes e 18 como acessórias (Tabela 1).

No conjunto de espécies coletadas houve o registro de duas espécies não nativas, sendo que *O. niloticus* apresentou a segunda maior densidade total em captura por unidade de esforço e frequência de ocorrência em 50% das amostragens e *A. albifrons* não apresentou densidade significativa e foi capturada em 25% das amostragens. A espécie *A. albifrons* pode ser proveniente de utilização como isca-viva por pescadores amadores ou solturas intencionais por aquarofilistas.

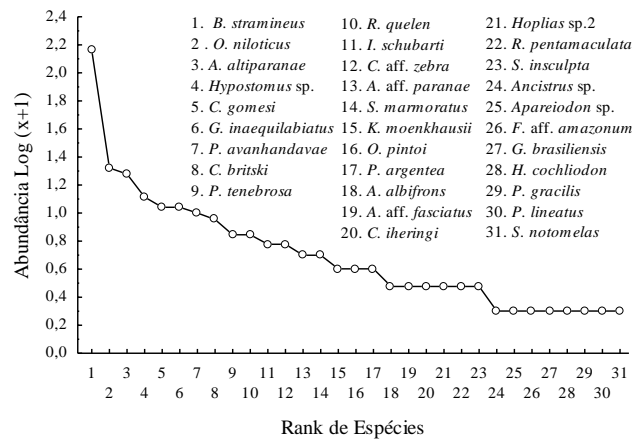


Fig. 7. Curva espécie-abundância dos espécimes coletados no rio São Camilo. A tabela no interior da figura lista as espécies em ordem decrescente de abundância

Tabela 1. Origem biogeográfica (? espécie de origem imprecisa), frequência de ocorrência, densidade, biomassa e amplitude de comprimento (total* ou padrão) das espécies coletadas no rio São Camilo.

Orders/families/species	Origin	Frequency of occurrence	Density (N.ha ⁻¹)			Biomass (Kg.ha ⁻¹)			Length (cm)		
			Head	Middle	Mouth	Head	Middle	Mouth	Head	Middle	Mouth
Characiformes											
Characidae											
<i>Astyanax aff. fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	native	accessory	-	-	9.32	-	-	144.88	-	-	5.7 - 6.5
<i>Astyanax aff. paranae</i> Eigenmann, 1914	native	accessory	-	29.3	-	-	254.05	-	-	4.2 - 7.6	-
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	native	constant	56.23	30.16	42.31	550.83	758.1	1349.76	4.6 - 7.8	6.7 - 8.5	4.5 - 9.9
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908	native	constant	34.2	56.22	629.77	34.88	56.9	1085.36	3 - 4.3	2.4 - 3.9	2.8 - 4.8
<i>Knodus moenkhausii</i> (Eigenmann & Kennedy, 1903)	native	accessory	-	-	14.56	-	-	18.21	-	-	2.6 - 3.4
<i>Oligosarcus pintoii</i> Amaral Campos, 1945	native	constant	34.07	-	-	244.29	-	-	4.7 - 7.9	-	-
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	native	accessory	11.9	9.62	4.85	23.81	21.19	13.69	4.9	4.6	4
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	native	accessory	10.26	-	-	12.86	-	-	2.2	-	-
Crenuchidae											
<i>Characidium aff. zebra</i> Eigenmann, 1909	native	constant	36	8.03	4.85	33.93	3.45	13.93	3.2 - 4.5	2.5	4.2
<i>Characidium gomesi</i> Travassos, 1956	native	accessory	-	96.15	-	-	150.24	-	-	2.7 - 5.3	-
Curimatidae											
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	native	accessory	22.16	-	-	630	-	-	7.6 - 10.6	-	-
Erythrinidae											
<i>Hoplias</i> sp.2	native	constant	11.9	-	4.85	557.26	-	548.69	12.8	-	13
Parodontidae											
<i>Apareiiodon</i> sp.	native	accessory	-	-	4.65	-	-	42.26	-	-	5.6
Prochilodontidae											
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1837)	native	accessory	-	-	4.85	-	-	2381.19	-	-	19.3
Gymnotiformes											
Apteronotidae											
<i>Apteronotus albifrons</i> (Linnaeus, 1966)	nonnative	accessory	-	-	9.32	-	-	763.21	-	-	13.9 - 21.2*
Gymnotidae											
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>	?	constant	22.16	-	37.21	435.12	-	1180	14.6 - 19.2*	-	10.3 - 18*
Perciformes											
Cichlidae											
<i>Crenicichla bruskii</i> Kullander, 1982	native	constant	10.26	17.65	23.26	200.36	582.86	931.55	8.9	7.0 - 12	5.2 - 11.2
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	native	accessory	10.26	-	-	226.79	-	-	8.5	-	-
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	nonnative	constant	11.9	182.69	-	238.1	627.62	-	12	3.7 - 5.7	-
Siluriformes											
Heptapteridae											
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	native	accessory	-	19.23	-	-	57.5	-	-	5.2 - 5.8	-
<i>Imparfinis schubarti</i> (Gomes, 1956)	native	constant	47.91	9.62	-	53.21	3.81	-	3.3 - 4.6	2.6	-
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i> (Schubart, 1964)	native	constant	-	48.08	4.85	-	78.1	12.26	-	4.1 - 6.2	4.9
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	native	constant	90.29	9.62	-	495.6	59.76	-	5.5 - 8.9	7.1	-
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1835)	native	accessory	11.9	-	-	31.9	-	-	5.6	-	-
<i>Rhamdia quelen</i>	native	constant	56.37	-	4.85	1240.12	-	105.12	6.6 - 14.2	-	7.5
Loricariidae											
<i>Ancistrus</i> sp.	native	accessory	-	-	4.71	-	-	11.67	-	-	3.2
<i>Farlowella aff. amazonum</i> (Günter, 1864)	native	accessory	-	-	4.65	-	-	49.05	-	-	13.9
<i>Hypostomus</i> sp.	native	constant	11.9	76.92	14.16	61.9	1151.19	103.69	5.6	4.9 - 8.8	2 - 6.8
<i>Hypostomus cochliodon</i> Kner, 1854	native	accessory	-	-	4.85	-	-	81.19	-	-	6.2
<i>Rineloricaria pentamaculata</i>	native	accessory	11.9	9.62	-	75.48	20.12	-	10	6.6	-
Synbranchiformes											
Synbranchidae											
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	native	accessory	-	9.62	14.56	-	125.12	195.95	-	21.5*	15.3 - 18.8*

Avaliação dos riscos ecológicos

Baseado nas espécies não nativas cultivadas na microbacia, a avaliação do potencial invasor obteve alto percentual de questões respondidas ($\geq 81,6\%$) (Tabela 2), assim como os valores médios de certeza das respostas, variando de 3,6 a 3,9, para o valor máximo possível de 4,0.

Tabela 2. Espécies cultivadas na bacia hidrográfica do Rio São Camilo. Respostas FISK (%): proporção de questões respondidas no Protocolo FISK.

Ordens/famílias/espécies	Nome popular	Origem	Respostas FISK (%)
Characiformes			
Anostomidae			
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	piau	nativa	
<i>Leporinus macrocephalus</i> Garavello & Britski, 1988	piauçu	não nativa	89,8
Characidae			
<i>Brycon amazonicus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	matrinxã	não nativa	83,7
<i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes 1850)	piracanjuba	nativa	
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	dourado	nativa	
Erythrinidae			
<i>Hoplias</i> sp.	traíra	nativa	
Serrasalmidae			
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)	tambaqui	não nativa	89,8
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	pacu	nativa	
<i>C. macropomum</i> vs. <i>P. mesopotamicus</i>	tambacu	não nativa	83,7
<i>C. macropomum</i> vs. <i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818)	tambatinga	não nativa	81,6
Cypriniformes			
Cyprinidae			
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	carpa capim	não nativa	91,8
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	carpa comum	não nativa	93,9
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	carpa prateada	não nativa	93,8
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	carpa cabeça-grande	não nativa	93,8
Perciformes			
Cichlidae			
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	tilápia nilótica	não nativa	95,9
Siluriformes			
Clariidae			
<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	bagre africano	não nativa	93,9
Heptapteridae			
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	jundiá	nativa	
Ictaluridae			
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)	bagre de canal	não nativa	91,8
Pimelodidae			
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829) vs. <i>Pseudoplatystoma</i> sp.	ponto-e-vírgula	não nativa	83,7

As pontuações do FISK variaram entre 11 e 34 (Fig. 8), sendo o score máximo atribuído às espécies *C. carpio* e *C. gariepinus* e o mínimo à *B. amazonicus*. As espécies que receberam pontuações maiores ou iguais a 19 foram classificadas como de alto potencial invasor.

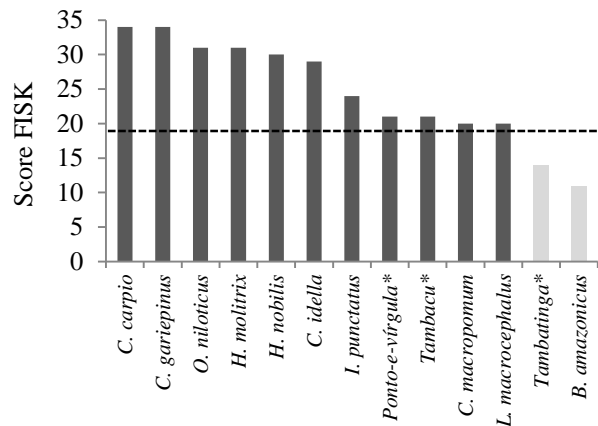


Fig. 8. Escores obtidos através de avaliações no FISK. Barras pretas indicam alto potencial de invasão e barras cinza indicam médio potencial. A linha pontilhada indica o limite entre as classes de risco (Escore = 19). *Espécies híbridas foram nominadas pelo nome popular.

Discussão

Por milhares de anos, a aquicultura mundial foi realizada de forma artesanal, familiar, em pequena escala e a partir das décadas de 1960 e 1970 iniciou-se o desenvolvimento de novas tecnologias de produção (Agostinho *et al.*, 2007), o que resultou em um crescimento da atividade de 8,6% ao ano entre 1980 e 2012 (FAO, 2014). No mesmo período, pode-se também observar o crescimento da aquicultura na microbacia do rio São Camilo através do incremento no número de pisciculturas construídas e em atividade atualmente. Grande parte deste crescimento se estabeleceu na região e no Brasil devido a políticas governamentais de incentivo a produção aquícola, encorajando o uso de espécies com pacote tecnológico de produção mundialmente consolidado (Pelicice *et al.*, 2014). Tal fato torna-se claro em nossos resultados, uma vez que dentre as espécies de peixes cultivadas na microbacia, 93% da produção está concentrada em uma única espécie não nativa, *O. niloticus*, um paradoxo para um país com uma ictiofauna megadiversa como o Brasil.

A utilização de espécies não nativas na aquicultura é frequente em todo o mundo, chegando a 70% da produção e 65% do valor econômico de peixes continentais (Britton & Orsi, 2012). Espécies oriundas de outros continentes atingiram 72% da produção aquícola

brasileira entre 1995 e 2008 (Britton & Orsi, 2012) e somente no estado do Paraná cerca de 86% da produção total no ano de 2007 foi representada por espécies não nativas como tilápia, bagre africano, truta e carpa (IBAMA, 2007). Este cenário torna-se alarmante perante a concepção do desenvolvimento sustentável através da aquicultura, uma vez que ocorre um visível desequilíbrio entre os interesses econômicos e ambientais perante a cadeia produtiva.

Embora a utilização de tanques escavados isole virtualmente os indivíduos estocados dos ambientes naturais, escapes são inevitáveis (Azevedo-Santos *et al.*, 2011; Diana, 2009), e introduções rotineiras. As amostragens realizadas no rio São Camilo corroboram este fato, uma vez que *O. niloticus* representou a segunda maior densidade de captura entre os indivíduos amostrados, além de ser constante nas amostragens. A amplitude do comprimento padrão dos espécimes capturados sugerem que estes sejam provenientes de escape ou mesmo soltura intencional de tanques de piscicultura, uma vez que todos os indivíduos apresentaram comprimento semelhante, resultado potencial de atividade de desova nos tanques de cultivo devido à ineficiência dos procedimentos de reversão sexual aplicados (ver Popma & Green, 1990; Phelps & Popma, 2000). A ausência nas amostragens das demais espécies não nativas produzidas na microbacia pode ser explicado pela baixa densidade de estocagem dessas espécies nos cultivos.

O rompimento e transbordamento de tanques também destaca-se como causa frequente de fugas, o que é facilitado por taludes pouco reforçados e principalmente pela proximidade dos tanques ao rio, facilitando sua inundação em épocas de cheias mais pronunciadas (Orsi & Agostinho, 1999). Neste sentido, pudemos observar quase a totalidade dos tanques de cultivo da bacia a menos de 100 metros do corpo hídrico receptor, sendo que aproximadamente 50% encontram-se dentro da área de preservação permanente, área facilmente inundada em períodos de intensas chuvas. Fugas também são relatadas durante o manejo e podem ocorrer em todas as etapas de produção (Azevedo-Santos *et al.*, 2011), uma vez que não há nenhum sistema eficiente de controle para evita-las. Peixes de todos os tamanhos podem escapar com a água efluente e também durante a abertura das comportas no momento da despesca. Da mesma forma também constatamos relatos de solturas deliberadas de peixes remanescentes nos tanques após a despesca, sendo este fato potencialmente atribuído à falta de conhecimento dos produtores acerca da origem das espécies produzidas, dos riscos que estas trazem ao ambiente e da falsa ideia de que estão contribuindo para a conservação da biodiversidade aquática liberando estes animais.

Considerando estes fatores e a intensa produção de espécies não nativas na microbacia, especialmente a tilápia, pode-se constatar que espécies de peixes não nativos são constantemente liberados para o ambiente natural, amplificando a probabilidade de estabelecimento de populações viáveis nos ecossistemas aquáticos e de invasões biológicas. Espécies não nativas que representam bons candidatos à produção aquícola são as que geram valores econômicos substanciais e apresentam baixo risco de impactos ecológicos caso sejam introduzidas no ambiente natural (Gozlan, 2008; Britton & Orsi, 2012). Portanto, nenhuma das espécies não nativas exploradas na microbacia do rio São Camilo pode ser considerada ideal para a aquicultura, uma vez que todas foram associadas a riscos potenciais significativos.

A classificação da tilápia do Nilo como de alto risco está relacionada a diversos fatores, como hábito alimentar onívoro, flexibilidade na taxa de crescimento e tamanho de maturação, ampla tolerância ambiental (Beveridge & Baird, 2000; Lowe-McConnell, 2000; Attayde *et al.*, 2011) e principalmente, aos impactos ecológicos decorrentes de seu estabelecimento em ambientes naturais. Estudos indicam que a tilápia do Nilo pode diminuir os estoques nativos ou mesmo causar extinção de espécies através de competição por recursos e locais de desova (Attayde *et al.*, 2007), predação de ovos e larvas de espécies nativas (Arthington *et al.*, 1994), hibridização com peixes nativos, introdução de patógenos e parasitas, além de alterações na qualidade de água (Canónico *et al.*, 2005). Da mesma forma, Britton & Orsi (2012) observaram o alto potencial invasor da espécie na bacia do alto rio Paraná, assim como Troca & Vieira (2012) na lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul.

Embora com relato de produção em pequena escala na bacia, espécies como *Cyprinus carpio* e *C. gariepinus* obtiveram as maiores pontuações de risco avaliadas neste estudo. O principal impacto atribuído a *C. carpio* nos ecossistemas aquáticos onde foi introduzida é o processo de eutrofização da água (Jana & Sahu, 1993). Já o alto risco de *C. gariepinus* está associado à tolerância da espécie a baixos teores de oxigênio, a adaptações respiratórias que lhe permite sobreviver fora da água e ao efeito decorrente de predação, já que tem hábito alimentar onívoro com tendência à piscivoria (Vitule *et al.*, 2006b, Agostinho *et al.*, 2007). *Ictalurus punctatus*, apesar de apresentar escore inferior ao de *C. gariepinus*, também apresenta riscos decorrentes de predação. Ambas as espécies alteram as densidades demográficas das comunidades nativas, podendo causar a extinção de espécies e diminuição do rendimento pesqueiro (Agostinho *et al.*, 2007). Cabe aqui destacar que a produção destas espécies é proibida em diversos países, onde é considerada espécie-pestes (Agostinho *et al.*,

2007). No Brasil, sua produção e comercialização são proibidas nas bacias do Amazonas e Paraguai (IBAMA, 1994) e em todas as bacias hidrográficas do estado do Paraná (IAP, 2009). Entretanto, mesmo proibida, a espécie continua sendo cultivada em várias pisciculturas na microbacia do rio São Camilo, prática que configura crime ambiental.

As espécies *H. molitrix*, *H. nobilis* e *C. idella* apresentaram alto risco de invasão, porém com escores mais baixos. A diminuição nas pontuações está relacionada às necessidades de habitats específicos para a reprodução, dificultando o estabelecimento de populações sustentáveis no ambiente natural (Copp *et al.*, 2005; Kolar *et al.*, 2005). Ainda assim, estas espécies causam efeitos adversos ao ambiente natural. A carpa-capim (*C. Idella*) provoca alterações no habitat devido ao hábito alimentar herbívoro, resultando em turbação, eutrofização e remoção de habitats pelo consumo da vegetação marginal (Agostinho *et al.*, 2007). As carpas do gênero *Hypophthalmichthys* estão atreladas a impactos decorrentes de alteração de habitat e da qualidade da água, além de competição com espécies nativas por recursos alimentares (Kolar *et al.*, 2005).

Colossoma macropomum e *L. macrocephalus* apresentaram pontuações inferiores às espécies discutidas até aqui. Os escores atribuídos a elas estão associados ao estabelecimento de populações sustentáveis em locais onde foram introduzidas para piscicultura. Estas pontuações podem ser subestimadas, já que há poucos estudos acerca dos efeitos adversos que possam causar no ambiente. Da mesma forma, os híbridos ponto-e-vírgula, tambacu e tambatinga tiveram menor número de questões respondidas ao protocolo de avaliação de risco em função da falta de informações acerca da distribuição e possível estabelecimento desses peixes onde introduzidos. Seus impactos ainda são pouco estudados, mas a principal preocupação com relação a possíveis escapes diz respeito ao risco de contaminação genética de estoques nativos, especialmente das espécies parentais (Porto-Foresti *et al.*, 2013). São consequências difíceis de serem previstas e variam de intensidade conforme o grau de fertilidade dos híbridos e a origem dos parentais (Ferguson & Thorpe, 1991). Híbridos com fertilidade parcial ou total oferecem maiores riscos, uma vez que podem realizar introgressões, podendo até levar a extinção de um dos parentais (Rhymer & Simberloff, 1996; Porto-Foresti *et al.*, 2013).

Podemos observar que as espécies que apresentaram os maiores escores no FISK são oriundas de outros países ou continentes e amplamente introduzidas em todo o mundo para fins de aquicultura. Embora a ocorrência de introduções de espécies oriundas de outras bacias hidrográficas brasileiras não as tornem menos problemáticas (Vitule, 2009), nossos resultados

evidenciam para a bacia do rio São Camilo, o foco do setor produtivo brasileiro em pacotes tecnológicos já mundialmente consolidados e estabelecidos para espécies de outros continentes.

Apesar da reconhecida importância econômica da aquicultura de espécies não nativas, a atividade é realizada sem planejamento adequado não considerando os potenciais riscos da introdução de espécies. Princípios de biossegurança são negligenciados mesmo com as assertivas de que por mais que se tomem medidas preventivas, os escapes são inevitáveis (Diana, 2009). O fato de que espécies não nativas já estão amplamente difundidas no ambiente não pode ser argumento para que as introduções sejam negligenciadas, sendo necessárias políticas de gestão que considerem o conhecimento científico sobre as espécies a serem cultivadas e as suas possíveis consequências ecológicas, devendo sempre prevalecer o princípio da precaução para que a aquicultura possa realmente ser considerada como uma atividade econômica sustentável.

Referências

- Agostinho, A. A., L. C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, Eduem, 501p.
- Agostinho, A. A. & J. R. Julio Jr. 1996. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. *Ciência Hoje*, 21: 36-44.
- 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., N. Okun, J. Brasil, R. Menezes & P. Mesquita. 2007. Impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do Bioma Caatinga. *Oecologia Brasiliensis*, 11: 450-461.
- Azevedo-Santos, V. M., O. Rigolin-Sá & F. M. Pelicice. 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.
- 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.

- BRASIL. 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. In: Diário Oficial da União (D.O.U.) de 25 de maio de 2012, seção I, Brasília.
- Britton, J. R., G. H. Copp, M. Brazier & G. D. Davies. 2011. A modular assessment tool for managing introduced fishes according to risks of species and their populations, and impacts of management actions. *Biological Invasions*, 13: 2847-2860.
- Britton J. R. & M. L. Orsi. 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.
- Câmara, G., R. C. M. Souza, U. M. Freitas & J. Garrido. 1996. SPRING: integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modelling. *Computers and Graphics*, 20: 395-403.
- Canonico, 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.
- Casal, C. M. V. 2006. Global documentation of fish introductions: The growing crisis and recommendations for action. *Biological Invasions*, 8: 3-11.
- CEFAS. 2011. Decision support tools: invasive species identification kits. Disponível em: <http://www.cefas.defra.gov.uk/our-science/ecosystems-and-biodiversity/non-native-species/decision-support-tools.aspx>. Acesso em 10 fevereiro 2014.
- Collares-Pereira, M. J. & I. G. Cowx. 2004. The role of catchment scale environmental management in freshwater fish conservation. *Fisheries Management and Ecology*, 11: 303-312.
- Copp, G. H., L. Vilizzi, J. Mumford, G. V. Fenwick, M. J. Godard & R. E. Gozlan. 2009. Calibration of FISK, an invasiveness screening tool for nonnative freshwater fishes. *Risk Analysis*, 29: 457-467.
- Copp, G. H., R. Garthwaite & R. E. Gozlan. 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: a summary of concepts and perspectives on protocols for the UK. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 371-373.
- Dajoz, R. 1973. *Ecologia geral*. Petrópolis, Editora Vozes, 471p.
- Darrigran, G., C. Damborenea, E. C. Drago, I. E. Drago & A. Paira. 2011. Environmental factors restrict the invasion process of *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) in the Neotropical region: a case study from the Andean tributaries. *Annales de Limnologie*, 57: 221-229.
- Diana, J. S. 2009. Aquaculture production and biodiversity conservation. *BioScience*, 59: 27-38.
- FAO. 2014. The State of world fisheries and aquaculture. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>. Acesso em 12 maio 2014.
- Faria, R. H. S., M. Morais, M. R. G. S. Soranna & W. B. Sallum. 2013. Manual de criação de peixes em viveiros. Codevasf, 136p.

- Ferguson, A. & J. E. Thorpe. 1991. Biochemical genetics and taxonomy of fish. FSBI Symposium. *Journal of Fish Biology*, 39: 1-357.
- Froese, R. & D. Pauly. 2007. FishBase. Disponível em: <http://www.fishbase.org>. Acesso em 20 março 2011.
- Gherardi, F. 2007. Biological invasions in inland waters: An overview. Pp. 3-25. In: Gherardi, F. (Eds.). *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. 2a ed., New York, Springer.
- Gozlan, R. E. 2008. Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? *Fish and Fisheries*, 9: 106-115.
- Graça, W. J. da & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, Eduem, 241p.
- Hein, G., M. L. V. Parizotto & R. H. Brianese. 2004. Tilápia: Uma atividade que agrega renda a propriedade em áreas marginais. Toledo, IAPAR, 27p.
- Hermes, C. A. 2009. Sistema agroindustrial da tilápia na região de Toledo-Pr e comportamento de custos e receitas. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 142p.
- Holzbach, A. J., E. A. Gubiani & G. Baumgartner. 2009. *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Piquiri River, Paraná, Brazil: population structure and some aspects of its reproductive biology. *Neotropical Ichthyology*, 7: 55-64.
- IAP – Instituto Ambiental do Paraná. 2009. Portaria nº 125, de 07 de agosto de 2009. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis. 1994. Portaria nº 142/94 de 22 de dezembro de 1994. In: Diário Oficial da União (D.O.U.) de 23 de dezembro de 1994, seção I, Brasília.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis. 2007. Estatística da pesca 2007. Brasil: grandes regiões e Unidades da Federação. Brasília, IBAMA, 151p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Censo 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao>. Acesso em 13 fevereiro 2011.
- Jana, B. B. & S. N. Sahu. 1993. Relative performance of three bottom grazing fishes (*Cyprinus carpio*, *Cirrhinus mrigala*, *Heteropneustes fossilis*) in increasing the fertilizer value of phosphate rock. *Aquaculture*, 115: 19-29.
- Kolar, C. S., D. C. Chapman, W. R. Courtenay Jr., C. M. Housel, J. D. Williams & D. P. Jennings. 2005. Asian Carps of the Genus *Hypophthalmichthys* (Pisces, Cyprinidae) – A Biological Synopsis and Environmental Risk Assessment. U.S. Fish and Wildlife Service.
- Lapointe, N. W. R., R. M. Pendleton & P. L. Angermeier. 2012. A comparison of approaches for estimating relative impacts of non-native fishes. *Environmental Management*, 18: 82-95.

- Leprieur, F., O. Beauchard, S. Blanchet, T. Oberdorff & S. Brosse. 2008. Fish invasions in the world's river systems: When natural processes are blurred by human activities. *PLoS Biology*, 6, 404-410.
- Lövei, G. L., T. M. Lewinsohn & the Biological Invasions in Megadiverse Regions Network. 2012. Megadiverse developing countries face huge risks from invasives. *Trends in Ecology & Evolution*, 27: 2-3.
- 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.
- Marengoni, N. G., A. Bernardi & A. C. Gonçalves-Júnior. 2007. Tilapicultura vs. Culturas da soja e do milho na região Oeste do Paraná. *Informações Econômicas*, 37: 41:49.
- Neville, L. E. & S. Murphy. 2001. Invasive alien species: Forging cooperation to address a borderless issue. *International Association for Ecology (INTECOL)*, 3-7.
- 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.
- Orsi, M. L. & J. R. Britton. 2014. Long-term changes in the fish assemblage of a neotropical hydroelectric reservoir. *Journal of Fish Biology*, 84: 1964-1970.
- Pelicice, F. M., J. R. S. Vitule, D. P. Lima Junior, M. L. Orsi & A. A. Agostinho. 2014. A serious new threat to Brazilian freshwater ecosystems: the naturalization of nonnative fish by decree. *Conservation Letters*, 7: 55-60.
- Pheloung, P. C., P. A. Williams & S. R. Halloy. 1999. A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management*, 57: 239-251.
- Phelps, R. P. & T. J. Popma. 2000. Sex reversal of tilapia. Pp. 34-59. In: Costa-Pierce, B. A. & J. E. Rakocy (Eds). *Tilapia Aquaculture in the Americas*. Louisiana, World Aquaculture Society.
- Popma, T. J. & B. W. Green. 1990. *Aquaculture production manual: sex reversal of tilapia in earthen ponds*. Alabama, Research and Development Series, 15p.
- Porto-Foresti, F., D. T. Hashimoto, J. A. Senhorini & F. Foresti. 2013. Híbridação em piscicultura: monitoramento e perspectivas. Pp. 589-606. In: Baldisserotto, B. & L. C. Gomes (Eds.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria, UFSM.
- Rhymer, J. M. & D. Simberloff. 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annual Reviews in Ecology and Systematic*, 27: 83-109.
- Richter, G. O. 2004. *Pesca e aquicultura: panorama mundial, Brasil e Paraná*. Curitiba, Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, 81p.

- Rissato, D. 1993. Análise econômica da atividade piscícola a nível de produtor associado a Aquiopar no período de 1992/1993. Monografia de graduação do Curso de Ciências Econômicas. Toledo, FUNIOESTE/FACITOL, 56p.
- Schlaepfer, M. A., D. F. Sax & J. D. Olden. 2011. The potential conservation value of non-native species. *Conservation Biology*, 25: 428-437.
- Simberloff, D. 2014. Biological invasions: What's worth fighting and what can be won? *Ecological Engineering*, 65: 112-121.
- Simberloff, D., J. L. Martin, P. Genovesi, V. Maris, D. A. Wardle, J. Aronson, F. Courchamp, B. Galil, E. García-Berthou, M. Pascal, P. Pysek, R. Sousa, E. Tabacchi & M. Vila. 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, 28: 58-66.
- Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions American Geophysical Union*, 38: 913-920.
- Strayer, D. L., V. T. Eviner, J. M. Jeschke & M. L. Pace. 2006. Understanding the long-term effects of species invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 21: 645-651.
- Troca, D. F. A. & J. P. Vieira. 2012. Potencial invasor dos peixes não nativos cultivados na região costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38: 109-120.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco & J. M. Melillo. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277: 494-499.
- 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. P. Vazquez, M. A. Nuñez & D. Simberloff. 2012. Revisiting the potential conservation value of non-native species. *Conservation Biology*, 26: 1153-1155.
- 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. 2006a. 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., S. C. Umbria & J. M. R. Aranha. 2006b. Introduction of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) into Southern Brazil. *Biological Invasions*, 8: 677-681.
- Williamson, M. 1996. *Biological invasions*. London, Chapman & Hall, 244p.
- 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.

APÊNDICE A

PROJETO SIG – AQUICULTURA

Perfil Sócio-Econômico e Ambiental de Aquicultores de Palotina

Nome: _____ Data: ____/____/____

Endereço: _____ Telefone () _____

Coordenadas Geográficas Lat: _____ Long: _____

Altitude: _____

1. Tipo da propriedade? () Arrendada () Própria () Terceiros (Parentes, etc)
2. Qual o tamanho da sua propriedade (ha)? _____
3. Quantos açudes o senhor tem na propriedade? _____ Qual a área dele(s)? _____
4. Desde quando exerce a atividade de piscicultura na propriedade? _____
5. Como é o trabalho em sua propriedade? () Familiar; qtos _____ () Funcionários; qtos _____
6. A piscicultura é sua principal atividade? () Sim () Não, Senão, qual (is)?
() Agricultura () Suínos () Avicultura Outra _____
7. Possui algum tipo de integração? () Não () Sim; quem? _____
8. Possui algum tipo de assistência técnica? () Não () Sim; quem? _____
9. Possui assistência técnica específica para a piscicultura? () Não () Sim; quem? _____
10. Qual a frequência de visitas? () Quinzenal () Mensal () Semestral () Anual
() Outros _____
11. Participa de alguma associação? () Não () Sim; qual? _____
12. Quantas pessoas sua família possui? _____
13. Da sua família, quantas pessoas trabalham? _____

14. Qual o seu nível de escolaridade?
() Não tem estudo () Ensino Médio Incompleto () Ensino Médio completo
() Fundamental Incompleto () Fundamental completo () Superior ou acima;

15. Qual é a renda familiar mensal?
() até 1 salário mínimo () 3 a 6 salários mínimos () mais de 10 salários mínimos
() 1 a 3 salários mínimos () 6 a 10 salários mínimos

OBS.: Caso o produtor não tenha produção, saber quando parou de produzir, quanto tempo produziu, quais espécies produzia e porque parou de produzir. Fazer as perguntas nº 29 a 34.

ATIVIDADES ZOOTÉCNICAS

16. O senhor possui algum tipo de licença ambiental? () Não () Sim, Quais?

() Outorga () Piscicultura () Suínos () Avicultura () SISLEG () Outros
() Simplificada(LAS) () Completa (LP, LI ou LO);

17. O senhor explora sua atividade de piscicultura comercialmente? () Não () Sim, Onde?

() Municipal () Estadual () Nacional () Exporta

18. Quais espécies os senhor explora?

() E1 - Tilápias, Quais _____, _____, _____; ()
() E2 - Carpas Quais _____, _____, _____; ()
E3 - Pacu () E4 - Curimba () E5 - Piau () E5 - Piauçu () E5 - Piapara
() E6 - Pintado () E7 - Dourado () E8- Jundiá () E8 - Bagre () E8 - Catfish
() E9 - Matrinxã () E9 - Piracanjuba () Outros: _____
() Outros: _____ () Outros: _____
() Outros: _____ () Outros: _____

19. Tipo de Cultivo:

() Alevinagem () Engorda () Consumo () Pesque-Pague
() Unidade Demonstrativa () Produção Familiar () Outro: _____

20. Sistema de Cultivo:

() Extensivo () Semi-intensivo () Intensivo () Superintensivo

21. Qual é a forma de captação de água da sua propriedade? _____

22. Qual é o corpo receptor? _____

23. Tem sistema de tratamento de efluente? () Não () Sim Qual? _____

24. Monitora a qualidade do efluente lançado ao corpo d'água receptor? _____

25. Qual o estilo dos tanques/cultivo:

Tipo de tanque (Nº de tanques)	Fase de cultivo	Espécie
() Escavado; _____	() Berçário () Alevinagem () Engorda	_____
() Tanque rede _____	() Berçário () Alevinagem () Engorda	_____
() Alvenaria _____	() Berçário () Alevinagem () Engorda	_____
() Outros _____;	() Berçário () Alevinagem () Engorda	_____
() Outros _____;	() Berçário () Alevinagem () Engorda	_____
() Outros _____;	() Berçário () Alevinagem () Engorda	_____
() Outros _____;	() Berçário () Alevinagem () Engorda	_____

26. Qual área destinada dos tanques/cultivo (ha):

() Berçário: _____; () Alevinagem _____; () Engorda _____;

27. Qual número de peixes por m²

() Berçário: _____; () Alevinagem _____; () Engorda _____;

Espécie: _____ estocagem: _____

Espécie: _____ estocagem: _____

Espécie: _____ estocagem: _____

Espécie: _____ estocagem: _____

Espécie: _____ estocagem: _____

28. Qual a produção anual aproximadamente?

() até 1.000 kg () até 10.000 kg () até 50.000 kg () mais de 50.000 kg

29. Como é realizada a despesca? .

Apetrecho

Especificação

() Rede de Arrasto; _____

() Monge/comportas _____

() Outro _____

30. Possui algum tipo de contenção de escape de peixes? () Não () Sim

Qual? _____

31. Já ocorreu algum escape? () Não () Sim Quando?

() Estocagem () Manejo () Esvaziamento () Inundação () Rompimento () Despesca

() Outros: _____

32. No seu entendimento haveria algum problema de algumas espécies que estão em seus açudes escaparem para os rios que os abastecem? () Não, Por quê? _____

() Sim, Por quê? _____

33. Você já ouviu falar sobre introdução de espécies de peixes ou espécies exóticas? () Não () Sim, o quê? _____

34. Tem conhecimento dos riscos ecológicos da introdução de uma espécie de peixe? () Não () Sim, quais? _____

35. Pratica algum tipo de conservação do pescado? () Não () Sim

() Gelo () Salga () Defumação () Outro _____

36. Qual o destino do seu pescado?

- () Associação/Cooperativa () Peixaria/Comércio local () Peixeiro/atravessador
() Consumidor (venda direta/na rua) () Feira livre () Outros: _____

37. Possui algum tipo de incentivo para atividade? () Não () Sim, de quem? _____

- () Aquisição de Gelo () Pronaf/Financiamentos outros () Bolsa Família/Escola
() Transporte () Ração () Alevinos () Manutenção de tanques () Outro _____

38. Por quanto o senhor vende seu pescado (kg)/alevinagem (milheiro)?

Tilápia	R\$ _____	Carpas	R\$ _____
Curimba	R\$ _____	Piapara	R\$ _____
Dourado	R\$ _____	Pacu	R\$ _____
Pintado	R\$ _____	Piau	R\$ _____
Catfish	R\$ _____	Bagre;	R\$ _____
Matrinxã	R\$ _____	Jundiá	R\$ _____
Outros _____			R\$ _____
Outros _____			R\$ _____
Outros _____			R\$ _____

39. Participa de alguma associação ou cooperativa de piscicultores? () Não () Sim : _____

40. O senhor pratica algum controle de gastos da sua propriedade? () Não () Sim;

Como esse controle é feito? _____

41. Teve problemas com mortalidade de peixes? () Não () Sim;

Qual? _____

42. Teve algum diagnóstico ou assistência técnica para este problema? () Não () Sim;

Quem? _____

43. Possui alguma sugestão para melhorar a piscicultura na região?

APÊNDICE B

Lista de voucher (número de registro dos lotes testemunho) das espécies coletadas no rio São Camilo.

Espécie	Voucher			
<i>Apteronotus albifrons</i>	NUP 16760			
<i>Astyanax aff. fasciatus</i>	NUP 16790			
<i>Astyanax altiparanae</i>	NUP 14736	NUP 16734	NUP 16749	NUP 16774
<i>Bryconamericus stramineus</i>	NUP 16738	NUP 16767		
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	NUP 16727	NUP 16751	NUP 16770	
<i>Characidium aff. zebra</i>	NUP 14741	NUP 16720	NUP 16741	NUP 16788
<i>Characidium gomesi</i>	NUP 14742	NUP 16728	NUP 16755	NUP 16772
<i>Crenicichla britskii</i>	NUP 16737	NUP 16759	NUP 16779	NUP 16783
<i>Farlowella aff. amazonum</i>	NUP 16781			
<i>Geophagus brasiliensis</i>	NUP 14737	NUP 16763		
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>	NUP 16735	NUP 16745	NUP 16757	NUP 16786
<i>Hoplias sp. 2</i>	NUP 16744	NUP 16785		
<i>Hypostomus sp.</i>	NUP 16731	NUP 16776		
<i>Imparfinis schubarti</i>	NUP 16721	NUP 16750	NUP 16766	
<i>Oligosarcus pintoii</i>	NUP 16739	NUP 16765		
<i>Oreochromis niloticus</i>	NUP 16747			
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i>	NUP 16726	NUP 16748	NUP 16758	NUP 16768
<i>Piabina argentea</i>	NUP 14743	NUP 14739	NUP 16753	NUP 16771
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	NUP 14738	NUP 16722	NUP 16778	
<i>Pimelodella gracilis</i>	NUP 16742			
<i>Prochilodus lineatus</i>	NUP 16780			
<i>Rhamdia quelen</i>	NUP 16723	NUP 16729	NUP 16732	NUP 16761
<i>Rineloricaria pentamaculata</i>	NUP 16725	NUP 16740		
<i>Serrapinus notomelas</i>	NUP 16764			
<i>Steindachnerina insculpta</i>	NUP 16762	NUP 16775		
<i>Symbranchus marmoratus</i>	NUP 16733	NUP 16746	NUP 16784	

ANEXO I

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

**ISSN 1679-6225 printed
version**
**ISSN 1982-0224 online
version**

- [Scope and policy](#)
- [Submission of manuscripts](#)
- [Form and preparation of manuscripts](#)
- [Further information](#)

Scope and policy

The journal Neotropical Ichthyology publishes original articles on Neotropical freshwater and marine fish in the areas of Biology, Ecology, Ethology, Genetics and Molecular Biology, Physiology, and Systematics.

Submitted manuscripts must be relevant contributions within their specific research area and must provide clear theoretical foundations of the subject, description of the objectives and / or hypotheses under consideration, in addition to sampling and analytical designs consistent with the proposal. Descriptive original works of high quality and relevance will be considered for publication. Casual observations, scientific notes or studies merely descriptive not associated with relevant theoretical issues will not be considered.

Editor and Section Editor of the area will evaluate the submitted manuscript to determine if its content is suitable for publication in the journal Neotropical Ichthyology. The Journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna. Payment of publication costs may be required if none of the authors is a member of the Brazilian Society of Ichthyology.

Submission of manuscripts

Manuscripts must be submitted as digital files at <http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>

With each new *manuscript* submission, *authors* must include a cover letter with a statement that it constitutes original research and is not being submitted to other journals.

In multi-authored papers, author responsible for submission must declare in the cover letter that all co-authors are aware and agree with the submission.

All co-authors and respective e-mails must be registered in the appropriate forms along with manuscript submission.

During the submission, indicate the area of Ichthyology (Biochemistry and Physiology, Biology, Ecology, Ethology,

Genetics and Molecular Biology, Systematics) to which the manuscript is referable.

During the submission, indicate three possible referees (name, institution, country, and e-mail).

Manuscripts that are not formatted according to instructions to authors will be returned to authors.

Manuscripts submitted in poor English will be returned without review. Appropriate use of the English language is a requirement for review and publication.

Form and preparation of manuscripts

Text must be in Word for Windows or rtf files.

Figures and tables must be uploaded separately as individual files.

Do not duplicate information in the text, Figures and Tables. Submit only Figures and Tables that are strictly necessary.

Format

Text must be submitted in English.

Manuscript must contain the following items, in the cited order:

Title

- Title in lower case as follows: "*Isbrueckerichthys epakmos*, a new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Teleostei: Siluriformes)".
- Subordinate taxa separated by ":" as follows: "(Siluriformes: Loricariidae)".

Author(s) name(s)

- Only initials in uppercase. Never abbreviate first name.

Addresses

- Do not use footnote.
- Use superscript numerals¹ to identify multiple addresses.
- List full addresses and e-mail of all authors.

Abstract

- In English.

Resumo

- In Portuguese or Spanish. It must have the same contents of the Abstract in

English.

Key words

- Five keywords in English, not repeating title words or expressions.

Introduction

Material and Methods

Results

Discussion

Acknowledgments

Literature Cited

Table(s)

Figure(s) legend(s)

In taxonomic papers check also: [Neotropical Ichthyology taxonomic contribution style sheet](#).

Text

- Text pages cannot include headers, footers, or footnotes (except page number), or any paragraph format. Text must be aligned to the left, not fully justified.
- Use Times New Roman font size 12, for submission.
- Do not hyphenate text.
- Use the font "symbol" to represent the following characters:
 - Species, genera, and Latin terms (*et al.*, *in vitro*, *in vivo*, *vs.*) must be in italics.
 - Latin terms presented between the generic and specific names - *cf.*, *aff.* (*e.g.*, *Hoplias cf. malabaricus*) are not in italics.
 - Spell full genus name in the beginning of a sentence.
 - Do not underline words.
 - The following titles must be bold formatted: **Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, Literature Cited**.
 - List abbreviations used in the text under Material and Methods, except for those in common use (*e.g.*, min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g).
 - Measurements must use the metric system.
 - Manuscripts must contain the institutional acronyms and catalog numbers for voucher specimens.
 - Geographic descriptors (*rio*, *igarapé*, *arroyo*, *córrego*) must be in lower case, except when referring to a locality name (*e.g.*, municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul).
 - Acknowledgments must be concise and include both first and last names.

Nomenclature

- Scientific names should be cited according to the ICZN (1999).
- Authorship is required only in taxonomic papers and at the first reference of a species or genus. Do not include authorship in the abstract and resumo.
- Check spelling, current valid names and authorship of species in the Catalog of Fishes
at <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

Tables

- Tables must be numbered sequentially according to their citation in the text, using the following formats: Table 1, Tables 1-2, Tables 1, 4.
- The word **Table** and respective number must be bold in legends.
- Tables must be constructed using lines and columns, but not "Tab" or "space".
- Tables cannot contain vertical lines or footnotes. Digital files of tables must be formatted in cells. Digital files of tables with columns separated by "Tab" or "space" will not be accepted.
- Legends must be included at the end of the manuscript, in the following format:

Table 1. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma speculiferum* ...

- Approximate locations where tables should be inserted must be indicated along the margin of the text.

Figures

- Figures must be sequentially numbered according to their citation in the text, using the following formats: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c.
- The word **Fig.** and respective number must be bold in legends.
- Figures must be of high quality and definition.
- Text included in graphs and pictures must be of a font size compatible with reductions to page width (175 mm) or column width (85 mm). Graphs will be preferably printed as one column width (85 mm).
- Color photos will be accepted only if necessary and authors may be charged for the cost of printing the color photo, if funds are not available.
- Composed figures must be prepared so as to fit either the page (175 mm) or column width (85 mm).
- Illustrations must include either a scale or reference to the size of the item in the figure legend.
- Never include objects or illustrations in the figure legend. Replace with text (e.g. "black triangle") or represent its meaning in the figure itself.
- A list of figure legends must be presented at the end of the manuscript file.

Literature Cited

- Use the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) or Eigenmann & Norris (1918) or Eigenmann *et al.* (1910a, 1910b).
- Do not include abstracts and technical reports in Literature Cited.
- Avoid unnecessary references to thesis or dissertations.
- Never use "Tab" or "space" to format references.
- Literature Cited must be ordered alphabetically. References published by two or more authors must be listed in alphabetic order of the first author, then of second author, and successively.
- Give full Journal names – do not abbreviate.
- Do not use italic or bold for books titles and journals.
- Text citations and Literature Cited must match.
- Use the following formats:

Books:

Campos-da-Paz, R. & J. S. Albert. 1998. The gymnotiform "eels" of Tropical America:

a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). Pp. 419-446. In: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs.

Thesis/Dissertations:

Langeani, F. 1996. Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (*sensu* Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes). Unpublished Ph.D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p.

Articles (list full periodic names):

Lundberg, J. G., F. Mago-Leccia & P. Nass. 1991. *Exallodontus aguanai*, a new genus and species of Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) from deep river channels of South America and delimitation of the subfamily Pimelodinae. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 104: 840-869.

Articles in press:

Burns, J. R., A. D. Meisner, S. H. Weitzman & L. R. Malabarba. (in press). Sperm and spermatozeugma ultrastructure in the inseminating catfish, *Trachelyopterus lucenai* (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae). *Copeia*, 2002: 173-179.

Internet resources

Author. 2002. Title of website, database or other resources, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access).

Further information

Contact Editor at neoichth@ufrgs.br

[[Home](#)] [[About the journal](#)] [[Editorial board](#)] [[Subscriptions](#)]

All the content of the journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons License](#)

**Departamento de Zoologia - IB
Universidade federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500 - bloco IV - Prédio 43435
91501-970 - Porto Alegre, RS - Brasil
Tel.: 55-21-2568-8262**

neoichth@ufrgs.br