

POTENCIAL INVASOR DOS PEIXES NÃO NATIVOS CULTIVADOS NA REGIÃO COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL*

Débora Fernanda Avila TROCA^{1,2} e João Paes VIEIRA²

RESUMO

No Brasil, o cultivo de peixes de água doce é baseado em poucas espécies, a maioria introduzida de outros países ou continentes. Quando uma espécie é introduzida no ecossistema, existe o risco dela escapar para o ambiente natural, resultando em possíveis efeitos prejudiciais a biota nativa ou até mesmo ao funcionamento do ecossistema. A fim de fundamentar as decisões dos gestores públicos sobre quais espécies seriam adequadas ao uso na aquicultura na região costeira do RS, este estudo classificou o potencial invasor das espécies não nativas de peixes cultivadas na região. A lista de espécies presentes nos cultivos foi obtida por meio de pesquisa bibliográfica e consulta a órgãos de extensão agropecuária ou instituições que prestam assistência técnica ou que servem de intermediários na aquisição de alevinos. O protocolo *Fish Invasiveness Screening Kit* - FISK foi aplicado para classificar as espécies não nativas de acordo com o seu potencial invasor. Dez espécies não nativas são cultivadas na região. *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*, *Ictalurus punctatus* e *Oreochromis niloticus* apresentaram alto potencial invasor (pontuação entre 22 e 38), enquanto que *Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. corruscans*, *Piaractus mesopotamicus* e *Hoplias lacerdae* apresentaram médio potencial invasor (pontuação entre 9 e 15). As espécies com alto potencial invasor devem compor uma lista "negra" e terem seu uso proibido. Para as espécies com médio potencial invasor devem ser aplicados estudos complementares para determinar a proibição ou não de seu uso na aquicultura da região da Lagoa dos Patos.

Palavras chave: Aquicultura; avaliação de risco; FISK; invasões biológicas; Lagoa dos Patos

POTENTIAL INVASIVE NON-NATIVE FISH FARMED IN THE COASTAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT

Freshwater fish aquaculture in Brazil is based in a few species, mostly introduced from other countries or continents. When an exotic species is introduced into the ecosystem there a risk that this specie will escape in a natural systems, resulting in a possible detrimental effects to native species or even to the ecosystem functioning. In order to provide the public managers decisions about which species should be ecologically suitable for use in aquaculture in the coastal region of the Rio Grande do Sul State, this study classifies the invasive potential of several fish species used in inland aquaculture in the region. The list of species cultivated in the region was obtained by a literature review and consultation of agricultural extension agencies or institutions that provides technical assistance and serve as intermediaries in the purchase of fingerlings. The protocol *Fish Invasiveness Screening Kit* - FISK was applied to classify non-native species according to invasive potential. Ten non-native species are cultivated in the region. *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*, *Ictalurus punctatus* and *Oreochromis niloticus* presented a high invasive potential, scoring between 22 and 38, while *Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. corruscans*, *Piaractus mesopotamicus* and *Hoplias lacerdae* presented medium invasive potential, scoring between 9 and 15. The species with high potential should compose a "black" list and have to be prohibited its use. For the species with medium invasive potential further studies should be applied in order to determine the danger or not of its use in aquaculture in the region of Patos Lagoon.

Key words: Aquaculture; Biological invasions; FISK; Patos Lagoon; Risk evaluation

Artigo Científico: Recebido em 27/10/2011 – Aprovado em 20/04/2012

¹ Autor correspondente: e-mail: dfatroca@yahoo.com.br

² Endereço/Address: Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica. Instituto de Oceanografia - Laboratório de Ictiologia. Campus Carreiros, Av. Itália Km 8, s/n - Caixa Postal: 427 - CEP: 96.201-900 - Rio Grande - RS - Brasil

*Apoio financeiro: CAPES (bolsa de doutorado concedida a primeira autora), FAPERGS (Processo 0905301/PROCOREDES VI) e CNPq (Processos 476020/2009-3 e 561425/2010-8)

INTRODUÇÃO

O número de espécies transferidas do seu local de origem, ao redor do mundo, mais do que duplicou nas últimas três décadas, tornando as invasões biológicas um problema ambiental de grande interesse público (GOZLAN, 2008). Os termos espécie introduzida, espécie exótica, espécie alienígena, espécie não nativa, espécie não indígena e espécie alóctone possuem o mesmo significado biológico e segundo a *European Inland Fisheries Advisory Commission* (EIFAC), e correspondem a toda e qualquer espécie transportada e solta pelo homem, fora de sua área de distribuição natural, intencional ou acidentalmente (VITULE, 2009). Ainda, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) define espécie exótica como “toda espécie, subespécie ou menor táxon, introduzida fora de sua área de distribuição natural, presente ou passada, incluindo qualquer parte, gameta, sementes, ovos, ou propágulos da espécie que possa sobreviver e, subseqüentemente, se reproduzir”.

Outro conceito importante e distinto dos acima mencionados é o de espécie invasora. A *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), por exemplo, define espécie invasora como qualquer organismo introduzido pelo homem em locais fora de sua área de distribuição natural que se estabeleceu e dispersou, causando um impacto negativo sobre outras espécies ou no ecossistema (ISSG, 2011).

Quando uma nova espécie é introduzida em um ecossistema, sempre existe o risco de ela ser capaz de escapar e se estabelecer no ambiente natural, resultando em possíveis efeitos prejudiciais às espécies nativas ou até mesmo ao funcionamento do ecossistema (GOZLAN *et al.*, 2010). Os efeitos resultantes das introduções podem ser devastadores, fazendo com que as invasões biológicas sejam consideradas uma das principais causas de perda de biodiversidade (VITOUSEK *et al.*, 1996; DEXTRASE e MANDRAK, 2006; AGOSTINHO *et al.*, 2007; VITULE *et al.*, 2009; MCGEOCH *et al.*, 2010).

A aquicultura é a maior responsável pela introdução de novas espécies no ambiente aquático (WELCOMME, 1988; NAYLOR *et al.*, 2001; GOZLAN, 2008) e vem sendo usada como

um exemplo para ilustrar o crescimento da crise de introdução e estabelecimento de espécies não nativas (CASAL, 2006). Os peixes estão entre o grupo de animais aquáticos mais introduzidos em todo o mundo (624 espécies), sendo que 91% das fontes de introduções estão relacionadas a peixes cultivados (GOZLAN, 2008). No Brasil, a piscicultura também é a principal atividade responsável pela introdução e dispersão de peixes nos ecossistemas aquáticos (ORSI e AGOSTINHO, 1999; AGOSTINHO *et al.*, 2007; VITULE *et al.*, 2009).

No Brasil, as primeiras introduções de peixes são bastante antigas, datando do final do século XIX, e vários são os exemplos de peixes oriundos de outros continentes que já estão incorporados em algumas bacias do país (VITULE, 2009). Além disto, toda a base da piscicultura brasileira é fundamentada em poucas espécies oriundas de outros países ou continentes (IBAMA, 2007; VITULE, 2009; MPA, 2012). Com o aumento da demanda por proteína de peixes, que já não pode ser satisfeita somente pelas capturas pesqueiras (CASTELLO, 2007), e os incentivos financeiros que o setor da aquicultura está recebendo (MPA, 2008), é provável que o número de introduções venha a aumentar. Para ilustrar, podemos citar a iniciativa do deputado Nelson Meurer (PP-PR) que incentiva a criação de espécies não nativas em tanques-rede, equiparando-as às espécies nativas do local (Projeto de Lei N° 5.989-B/2009; LIMA JUNIOR *et al.* 2012). Apesar da comissão de Meio Ambiente, que analisou o projeto, ter se posicionado totalmente contrária ao uso de espécies não nativas, a proposta foi aprovada, tendo apenas sido retirada a nomeação das espécies e deixado a cargo do Ministério da Pesca e Aquicultura a determinação de quais espécies se enquadrariam nessa liberação. LIMA JUNIOR *et al.* (2012) chamam a atenção para a falta de preocupação do governo brasileiro com os riscos ambientais, em detrimento de uma produção econômica ao aprovar esta proposta.

No Rio Grande do Sul, a base da aquicultura são as carpas (várias espécies que recebem esta denominação foram agrupadas na estatística do IBAMA), que em 2007 representaram 90% (21.401 toneladas) do total produzido no estado (IBAMA, 2007). Em 2009, segundo as estatísticas oficiais, o Estado tornou-se o maior produtor de peixes

cultivados do Brasil, contribuindo com 14% da produção nacional (MPA, 2012). A visível preferência por espécies não nativas no Estado pode estar colocando em risco os ecossistemas adjacentes aos sistemas de cultivo.

Na Lagoa dos Patos, algumas espécies exóticas já foram detectadas, tanto na porção límnic, como estuarina (GARCIA *et al.*, 2004; BECKER *et al.*, 2007; MILANI e FONTOURA, 2007). Na bacia do Rio dos Sinos, a qual também está conectada com a Lagoa dos Patos, foram registradas 12 espécies não nativas, sendo que cinco destas foram introduzidas por escapes de pisciculturas (LEAL *et al.*, 2009).

Apesar das taxas de estabelecimento das espécies introduzidas serem relativamente baixas, com apenas 10% das introduções resultando em estabelecimento e destes, apenas 10% tornando-se invasores e resultando em efeitos ecológicos adversos (WILLIAMSON e FITTER, 1996), estes efeitos deveriam ser foco das autoridades reguladoras, das quais se espera o gerenciamento da invasão. Uma gestão eficaz exige ações compatíveis com o nível de risco gerado pela presença da espécie no ambiente (BRITTON *et al.*, 2010). As análises de risco para peixes não nativos geralmente visam prever o potencial invasor de uma ou mais espécies e, em seguida, avaliar a probabilidade da espécie estabelecer populações auto-sustentáveis, dispersar-se e causar possíveis efeitos adversos (COPP *et al.*, 2005).

Uma maneira de priorizar as espécies a serem analisadas é a criação de listas “negras” e “brancas” que podem ser utilizadas para classificar as espécies de acordo com a percepção de causar maior ou menor dano ecológico (BRITTON *et al.*, 2011). O *Fish Invasiveness Screening Kit* (FISK) (COPP *et al.*, 2005) é uma das ferramentas de pré-seleção de riscos que permite categorizar as espécies não nativas quanto ao seu potencial invasor e auxiliar na criação de tais listas. É uma ferramenta relativamente simples, baseada em informações sobre a biogeografia, o histórico invasor e as características biológicas e ecológicas da espécie analisada.

A fim de fundamentar as decisões dos gestores ambientais da região do entorno da Lagoa dos Patos sobre quais espécies não nativas seriam adequadas para o uso na aquicultura,

principalmente aquelas que não representem um risco substancial ao ambiente, objetivou-se identificar o potencial invasor das espécies utilizadas na aquicultura continental da região. Para atingir este objetivo, foi feito um levantamento das espécies não nativas presentes nos cultivos da área de estudo e, em seguida, as espécies foram classificadas de acordo com o seu potencial invasor com base nos escores produzidos pelo FISK (COPP *et al.*, 2005, 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Localizada na região sul do Brasil, a Lagoa dos Patos representa um dos maiores corpos de água doce do Brasil. Esse ecossistema possui uma grande variedade de habitats naturais (campos alagados, banhados, lagos, rios, estuário) que propiciam condições ideais para o desenvolvimento e suporte de uma elevada biodiversidade (SEELIGER e KJERFVE, 2001). A Lagoa é classificada como a maior laguna do tipo estrangulado do mundo, cobre uma área de aproximadamente 10.227 km² e recebe a água de uma bacia de drenagem de 201.626 Km² (Figura 1). A temperatura superficial da água varia entre 9 e 30°C (ZANOTTA *et al.*, 2010). A porção estuarina cobre cerca de 1.000 km², e se caracteriza por uma troca permanente de água com o Oceano Atlântico, através de um longo canal protegido por um par de molhes (ASMUS, 1998). A salinidade na porção estuarina varia entre 0 e 30 e está intimamente relacionada a descarga fluvial e ação dos ventos (GARCIA, 1998).

A lista de espécies presentes nos cultivos do entorno da Lagoa dos Patos foi obtida por meio de pesquisa bibliográfica (MARDINI *et al.*, 1997; POLI *et al.*, 2000; PIEDRAS e BAGER, 2007; BALDISSEROTTO, 2009; LEAL *et al.*, 2009; TROCA, 2009) e consulta a órgãos de extensão agropecuária ou instituições que prestam assistência técnica ou servem de intermediários na aquisição de alevinos (EMATER/ASCAR, Secretaria de Desenvolvimento Rural da Prefeitura Municipal de Pelotas, a Universidade Federal do Rio Grande). Além destes, foram consultados fornecedores de alevinos e os próprios produtores. Foram feitas visitas a cerca de 50 produtores para confirmação das informações obtidas.

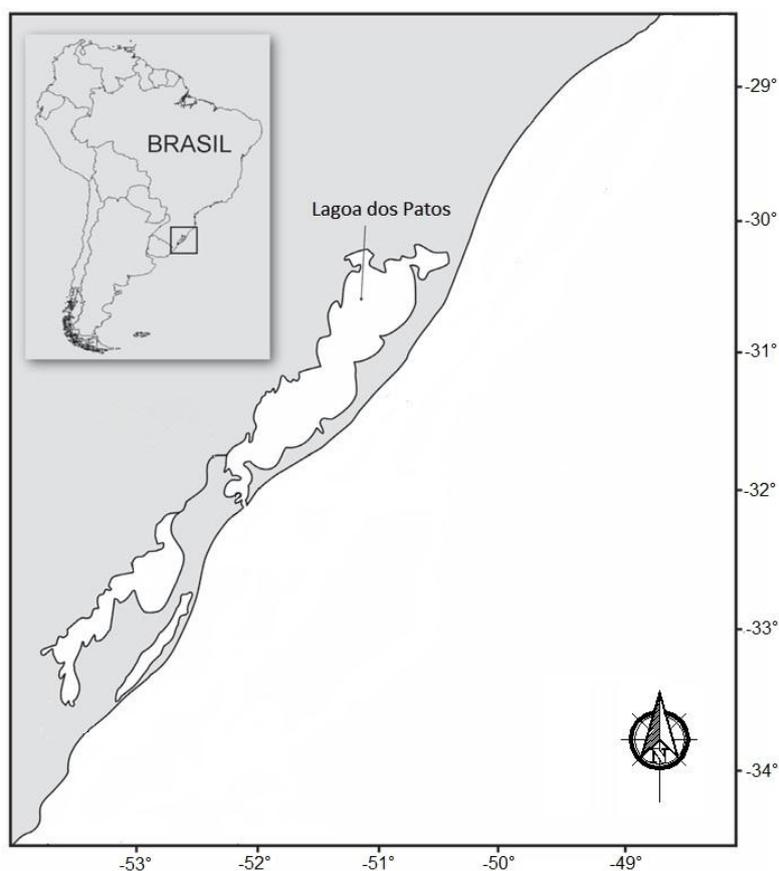


Figura 1. Área de estudo com localização da Lagoa dos Patos na região costeira do sul do Brasil.

Para categorizar as espécies de peixes não nativas cultivadas no entorno da Lagoa dos Patos, de acordo com a percepção de risco de causar maior ou menor dano ecológico, foi utilizada a ferramenta analítica *Fish Invasiveness Screening Kit - FISK* (COPP *et al.*, 2005). A categorização das espécies permite a criação de listas “brancas” e “negras” de acordo com o potencial invasor. As espécies listadas como “brancas” tendem a ter sua introdução permitida, devido a sua gama de benefícios econômicos e sociais e mínimo risco ambiental (BRITTON *et al.*, 2011).

A avaliação consiste em um sistema de pontuação composto por 49 questões divididas nos temas: A) Biogeografia e histórico invasor: inclui questões sobre a domesticação e/ou cultivo da espécie (Número de Questões - NQ = 3), distribuição e similaridade climática entre os locais de ocorrência da espécie e do ambiente analisado (NQ = 5) e o histórico invasor da espécie (NQ = 5); B) Biologia e ecologia da espécie: aborda

questões sobre a guilda alimentar (NQ = 4), reprodução (NQ = 7), mecanismos de dispersão (NQ = 8), níveis de tolerância da espécie (NQ = 5) e considera os possíveis impactos resultantes da introdução (NQ = 12), incluindo competição, alteração de habitat, parasitismo, predação, introdução de pragas ou parasitas, hibridismo, alterações na qualidade do habitat e no funcionamento do ecossistema entre outros.

A avaliação utilizou a versão v1.19 calibrada do FISK, que é livre e disponível para download em: <<http://www.cefas.co.uk/projects/risks-and-impacts-of-non-native-species/decision-support-tools.aspx>>. Os limites dos escores para classificação das espécies de peixes com alto, médio ou baixo risco de invasão foram calibrados por COPP *et al.* (2009), sendo que valores menores que 1 indicam baixo risco, valores entre 1 e 18,9 representam médio risco e valores maiores que 19 indicam alto risco. A pontuação total de FISK varia entre -11 e 54 (COPP *et al.*, 2005). O nível de

confiança foi incorporado à análise por COPP *et al.* (2009), e cada resposta recebe um escore de certeza, que varia de 4 (altamente certo) a 1 (muito incerto).

RESULTADOS

Foram identificadas 869 propriedades com cultivos de peixes na região, apresentando 14 espécies pertencentes a cinco ordens e oito

famílias (Tabela 1). Destas, apenas *Leporinus obtusidens*; *Salminus brasiliensis*; *Mugil liza*; *Rhandia quelen* são nativas da bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos; já *Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. corruscans*, *Piaractus mesopotamicus* e *Hoplias lacerdae* são nativas de outras bacias hidrográficas brasileiras, enquanto que *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*, *Ictalurus punctatus* e *Oreochromis niloticus* são oriundas de outros países ou continentes.

Tabela 1. Espécies presentes nos cultivos do entorno da Lagoa dos Patos. Resposta (%): % de questões respondidas no Protocolo FISK.

| Classificação científica | Nome popular | Situação | Respostas (%) |
|----------------------------------------------------------|---------------------|----------|---------------|
| Characiformes | | | |
| Anostomidae | | | |
| <i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes 1837) | Piava | Nativa | |
| Characidae | | | |
| <i>Hoplias lacerdae</i> (Miranda Ribeiro 1908) | Trairão | Exótica | 89,8 |
| <i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg 1887) | Pacu | Exótica | 85,7 |
| <i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier 1816) | Dourado | Nativa | |
| Cypriniformes | | | |
| Cyprinidae | | | |
| <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes 1844) | Carpa capim | Exótica | 93,9 |
| <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus 1758) | Carpa comum | Exótica | 98,0 |
| <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes 1844) | Carpa prateada | Exótica | 95,9 |
| <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson 1845) | Carpa cabeça grande | Exótica | 91,8 |
| Mugiliformes | | | |
| Mugilidae | | | |
| <i>Mugil Liza</i> (= <i>platanus</i>) Valenciennes 1836 | Tainha | Nativa | |
| Perciformes | | | |
| Cichlidae | | | |
| <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758) | Tilapia do Nilo | Exótica | 95,9 |
| Siluriformes | | | |
| Heptapteridae | | | |
| <i>Rhandia quelen</i> (Quoy & Gaimard 1824) | Jundiá | Nativa | |
| Ictaluridae | | | |
| <i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque 1818) | Bagre de canal | Exótica | 93,9 |
| Pimelodidae | | | |
| <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus 1766) | Surubim, cachara | Exótica | 91,8 |
| <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz 1829) | Surubim, pintado | Exótica | 91,8 |

Baseado na origem, foi avaliado o potencial invasor das espécies não nativas (*P. fasciatum*, *P. corruscans*, *P. mesopotamicus* e *H. lacerdae*, *C. idella*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *I. punctatus* e *O. niloticus*). O número de questões respondidas para cada uma das espécies avaliadas foi alto (>85,7)

(Tabela 1). Os valores médios da certeza nas respostas dadas às questões também foram altos, variando de 3,9 a 4, para um máximo possível de 4.

A pontuação do FISK variou entre 9 e 38 (Figura 2) e a maior pontuação foi obtida pela tilápia *O. niloticus*, seguida pela carpa comum

C. carpio. Outras quatro espécies receberam escores maiores que 19 e foram classificadas com

alto potencial invasor para a Lagoa dos Patos (*C. idella*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *I. punctatus*).

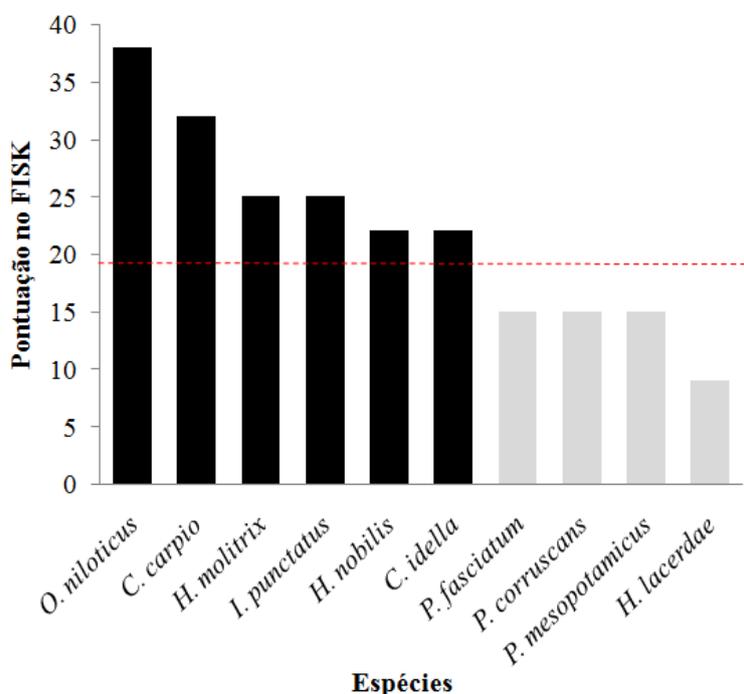


Figura 2. Escores obtidos no FISK para as espécies analisadas. Barras pretas indicam alto potencial invasor e barras cinzas, médio potencial. A linha pontilhada indica o limite entre as classes de risco (Pontuação = 19).

DISCUSSÃO

A produção de espécies nativas na aquicultura continental brasileira recebeu um incremento nos últimos anos, com um crescimento em 2009 em torno de 63% em relação a 2007, com destaque para o tambaqui *Colossoma macropomum* (30.598 - 46.454 t, produção em 2007 e 2009, respectivamente), o pacu *P. mesopotamicus* (12.397 - 18.171 t) e o híbrido entre estas espécies, o tambacu (10.854 - 18.492 t). Estas espécies juntas representaram 24% da produção total da aquicultura continental em 2009 (MPA, 2012). Entretanto, as espécies mais cultivadas no Brasil são as tilápias (*Oreochromis spp* e *Tilapia spp*) e as espécies agrupadas sob a denominação de carpas (*C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella*), que correspondem a 24% e 39%, respectivamente, da produção nacional (MPA, 2012), e juntamente com as outras espécies não nativas (7%) correspondem a 65 % do valor econômico (US\$ 250 milhões) da aquicultura de água doce (BRITTON e ORSI, 2012).

Os registros disponíveis sobre ocorrência destas espécies não nativas no ambiente natural confirmam a correspondência direta entre a atividade de cultivo e a fuga para o ambiente adjacente (WELCOMME, 1988; NAYLOR *et al.*, 2001; CASAL, 2006; AGOSTINHO *et al.*, 2007; GOZLAN, 2008; VITULE *et al.*, 2009). Por exemplo, na bacia do Rio Paraná, foi registrada a introdução de mais de um milhão de indivíduos de espécies não nativas, decorrente de um evento de cheia ocorrido na região, onde as tilápias representaram 24% destes indivíduos (ORSI e AGOSTINHO, 1999). LANGEANI *et al.* (2007) registraram a ocorrência de mais de 70 espécies introduzidas na bacia do Alto Rio Paraná. Já VITULE *et al.* (2012) registraram 85 espécies quando uma barreira natural foi eliminada; destas, 11 estariam associadas a escapes de cultivos. AGOSTINHO *et al.* (2007) demonstram que as tilápias estão presentes em diversos reservatórios brasileiros, principalmente na região sudeste do país. No Estado de Minas Gerais, *O. niloticus* é considerada de grande importância

nas capturas pesqueiras na bacia do rio Doce (ALVES *et al.*, 2007). Estas espécies também foram registradas tanto para a região do semi-árido do país (ROSA *et al.*, 2003) como nas regiões mais frias, como na bacia do rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul (LEAL *et al.*, 2009; COSTA e SHULZ, 2011).

Todas as espécies não nativas avaliadas estão associadas a riscos potenciais significativos. *Oreochromis niloticus* e *C. carpio*, apesar da elevada contribuição econômica à aquicultura nacional (BRITTON e ORSI 2012), estão associados aos maiores escores de risco, principalmente devido a sua ampla tolerância a variações das condições ambientais, alto grau de rusticidade, altas taxas de fecundidade e plasticidade alimentar, que as tornam mais prováveis de obterem sucesso no processo de invasão (AGOSTINHO *et al.*, 2007), e aos impactos ecológicos negativos associados a presença destas espécies. Estas consequências negativas podem ser de caráter direto, através da competição por recursos e espaço, ou indireto, ocorrendo por meio da redução da transparência da água e consequente redução da produção primária (CANONICO *et al.*, 2005; ATTAYDE *et al.*, 2007; VITULE, 2009). BRITTON e ORSI (2012) corroboram estes resultados ao avaliarem as espécies invasoras da Bacia do alto Rio Paraná, onde estas duas espécies também apresentaram os maiores graus de invasão.

Hypophthalmichthys molitrix, *H. nobilis* e *C. idella*, apesar de classificados com alto risco de invasão, apresentaram escores um pouco mais baixos, principalmente devido às necessidades específicas para a reprodução destas espécies. Já *I. punctatus* apresentou escores relativamente inferiores devido ao reduzido potencial dispersor da espécie nas fases iniciais, já que produzem ninhos e apresentam cuidado parental. Porém os vários impactos ecológicos associados a sua presença em um novo ambiente, principalmente relacionados a seu hábito predador, com forte tendência carnívora (BECKER e GROSSER, 2003), acabam elevando seu status como espécie potencialmente invasora. Estas espécies, além de apresentarem alto potencial invasor, são inexpressivas na contribuição econômica da aquicultura brasileira (BRITTON e ORSI 2012).

As outras espécies avaliadas, *P. fasciatum*, *P. corruscans*, *P. mesopotamicus* e *H. lacerdae*, foram

classificadas com médio potencial invasor. Os fatores que mais influenciaram na classificação das espécies do gênero *Pseudoplatystoma* estão relacionados à sua ampla tolerância a variações das condições ambientais, e a sua capacidade de dispersão, tanto de ovos, larvas como de adultos. A traíra *H. lacerdae* é uma espécie predadora, cuja presença pode resultar em efeitos negativos diretos sobre espécies nativas. Além disto, esta espécie pode apresentar maior probabilidade de sucesso de invasão devido à presença de uma espécie congênere nativa na região, *H. malabaricus*, com biologia e ecologia muito semelhante. Já o pacu, *P. mesopotamicus*, é uma espécie cultivada há mais tempo, a partir do início da década de 80 (KUBITZA *et al.*, 2007), com algumas ocorrências de introdução (GBIF, 2012), que somadas às outras características como a capacidade de dispersão de ovos e larvas e a ampla tolerância a variações nas condições ambientais, também o classifica com médio risco de invasão. Entretanto, é importante salientar que apesar da origem dessas espécies ser em outras bacias hidrográficas brasileiras, isto não significa que são menos problemáticas que espécies vindas de outros países ou continentes (VITULE, 2009).

Várias das espécies não nativas cultivadas já foram encontradas no ambiente natural da Lagoa dos Patos, sendo *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis* e *C. idella* registradas, tanto para o ambiente estuarino, como na porção norte da Lagoa (GARCIA *et al.*, 2004; BECKER *et al.*, 2007; MILANI e FONTOURA, 2007). Já foi encontrado um exemplar de *O. niloticus* na porção lúmnica da Lagoa dos Patos e também exemplares de *C. idella* e *C. carpio* na Lagoa Mirim (Débora Fernanda Avila Troca, 2012; observação pessoal). Além destas, *O. niloticus*, *P. corruscans*, *P. mesopotamicus* e *H. lacerdae*, foram registradas na bacia do Rio dos Sinos, um dos principais afluentes da porção norte da Lagoa dos Patos (Rio Guaíba), estando sua introdução associada a escapes de pisciculturas (LEAL *et al.*, 2009).

Apesar de nenhuma das espécies detectadas na Lagoa dos Patos apresentarem registros de estabelecimento de populações auto-sustentáveis, *C. carpio*, *I. punctatus* e *O. niloticus* reproduzem-se em cativeiro na região (PIEDRAS *et al.*, 2006), o que comprova a adaptação às condições climáticas da região, e à possibilidade destas espécies se

tornarem invasoras. Além disto, já foram encontrados exemplares em avançado estágio de maturação gonadal de *C. carpio* no ambiente lagunar e em rios adjacentes (Débora Fernanda Avila Troca, 2012; observação pessoal). Já *C. idella*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *P. fasciatum*, *P. corruscans* e *P. mesopotâmicos* são peixes migradores que necessitam de condições ambientais muito específicas para reprodução (MIRANDA, 1997; CUDMORE e MANDRAK, 2004; KOLAR *et al.*, 2005; KUBITZA *et al.*, 2007), condições estas, como velocidade de vazão e transparência da água, não obtidas no ambiente lagunar. Porém, não se deve ignorar o fato de que estas espécies possam estar presentes, e se reproduzindo, na porção lótica dos rios conectados a Lagoa dos Patos.

A ausência de populações estabelecidas das espécies que possuem adaptação às condições hidrológicas da região pode estar relacionada a baixa pressão de introduções na região da Lagoa dos Patos, já que a maioria dos cultivos está concentrada na região centro-norte do Rio Grande do Sul (MARDINI *et al.*, 1997). Dos mais de 26.000 piscicultores identificados no estado (POLI *et al.*, 2000), cerca de 2.000 estão localizados na região sul (PIEDRAS e BAGER, 2007) e menos da metade destes estão próximos a Lagoa dos Patos (TROCA, 2009).

Programas de incentivo para expansão do setor estão sendo promovidos pelo governo federal (MPA, 2008). Esses programas são direcionados, principalmente, à produção de “tilápias”, que são o modelo “institucional” da aquicultura brasileira (VITULE, 2009). Apesar do Rio Grande do Sul não apresentar condições climáticas favoráveis ao seu crescimento nos meses mais frios (GARCIA *et al.*, 2008), os incentivos governamentais locais também estão focados na produção desta espécie. Isto mostra um contra-senso governamental, já que a espécie é proibida em boa parte do estado do Rio Grande do Sul, devido a suas características invasivas (BALDISSEROTTO, 2009).

A carpa *C. carpio* é outra espécie que apresenta grandes possibilidades de se estabelecer na região, inclusive na porção estuarina da Lagoa dos Patos, já que tolera variações de salinidade (ZAMBRANO *et al.*, 2006). Esta espécie apresenta um amplo histórico de invasão e já mantém

populações estabelecidas em 91 países (CASAL, 2006), inclusive em países vizinhos com clima semelhante, como o Uruguai e Argentina (NORBIS *et al.*, 2006; ROSSO, 2006). Na bacia do rio da Prata, *C. carpio* é considerada a mais abundante entre as espécies exóticas, sendo um importante recurso pesqueiro (NORBIS *et al.*, 2006). A presença desta espécie está relacionada a vários efeitos negativos ao ambiente ou a biota nativa, tanto em nível de população, através de introdução de patógenos e parasitas (CUCHEROUSSET e OLDEN, 2011), como em nível de comunidade ou ecossistema, devido ao seu hábito alimentar bentônico, que revolve o sedimento e ressuspende nutrientes, causando eutroficação e aumentando a turbidez da água (WEBER e BROWN, 2009). A literatura sobre espécies invasoras mostra que a severidade dos impactos causados por uma espécie introduzida é função direta de sua abundância no local invadido (KULHANEK *et al.*, 2011). Apesar dos poucos registros de ocorrência no ambiente natural da Lagoa dos Patos, a invasão pela carpa, *C. carpio*, e pela tilápia, *O. niloticus*, são particularmente preocupantes, devido aos vários registros em dos impactos resultantes à biota nativa (STARLING *et al.*, 2002; CANONICO *et al.*, 2005; FIGUEREDO e GIANI, 2005; DEXTRASE e MANDRAK, 2006; ATTAYDE *et al.*, 2007; WEBER e BROWN, 2009; VITULE *et al.*, 2009; CUCHEROUSSET e OLDEN, 2011).

Uma alternativa para aquicultura brasileira continuar a expansão produtiva é o incentivo ao cultivo de espécies nativas, como já acontece com o tambaqui (*Colosoma* sp) e o surubim (*Pseudoplatystoma* sp) (BRITTON e ORSI 2012). Algumas espécies nativas da bacia da Lagoa dos Patos já apresentam a tecnologia desenvolvida para produção em cativeiro, como o jundiá, a traíra, as piavas, o dourado, o grumatã, alguns lambaris e o peixe-rei (BALDISSEROTTO, 2009).

A aquicultura de espécies não nativas é uma atividade econômica importante no Brasil (BRITTON e ORSI, 2012), porém tem sido inadequadamente planejada, principalmente devido a falta de consideração quanto as consequências ecológicas, a longo prazo, resultantes da introdução destas espécies (VITULE, 2009). Apesar de vários locais já terem

sido invadidos por algumas destas espécies cultivadas, em um país com as dimensões e a diversidade faunística como o Brasil, o argumento de que estas espécies já estão bastante difundidas nas bacias hidrográficas não deve, de maneira alguma, ser desculpa para que suas introduções sejam negligenciadas e seus cultivos liberados. Os gestores devem basear suas decisões no conhecimento científico sobre as espécies e nos possíveis efeitos de sua introdução, e na falta deste conhecimento, sempre deve prevalecer o princípio da precaução.

CONCLUSÕES

As espécies de peixes cultivadas na região do entorno da Lagoa dos Patos são, na sua maioria, provenientes de outras bacias hidrográficas ou países/continentes e apresentam de médio a alto potencial invasor. As espécies *Oreochromis niloticus*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. idella* e *I. punctatus* apresentaram alto potencial invasor e devem compor uma lista “negra” e terem seu uso proibido na aquicultura da região da Lagoa dos Patos. Já *P. fasciatum*, *P. corruscans*, *P. mesopotamicus* e *H. lacerdae* apresentaram médio potencial invasor, e estudos complementares, como modelos de distribuição de espécies, devem ser aplicados para determinar a proibição ou não para uso na aquicultura da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os funcionários das entidades consultadas pelo fornecimento dos dados sobre os piscicultores. À Leonardo Moraes, pela revisão na análise do protocolo FISK e a Alexandre Miranda Garcia, pela revisão e sugestões para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. 2007 *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem. 501p.
- ALVES, C.B.M.; VONO, V.; VIEIRA, F. 2007 Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and Prospects. In BERT, T.M. *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*. Florida: Springer. p.291-314.
- ASMUS, M.L. 1998 A planície costeira e a Lagoa dos Patos. In SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. *Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. Rio Grande: Ecoscientia, p.9-12.
- ATTAYDE, J.L.; OKUN, N.; BRASIL, J.; MENEZES, R.; MESQUITA, P. 2007 Impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do Bioma Caatinga. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, 11(3): 450-461.
- BALDISSEROTTO, B. 2009 Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(1): 291-299.
- BECKER, F.G. e GROSSER, K.M. 2003 Piscicultura e a introdução de espécies de peixes não-nativas no Rio Grande do Sul - Riscos ambientais. Fundação ZooBotânica do RS. Porto Alegre. 31p.
- BECKER, F.G.; MOURA, L; RAMOS, R.A. 2007 *Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazaís de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 388p.
- BRITTON, J.R. e 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*, Online First, 7: February 2012. (doi:10.1007/s11160-012-9254-x)
- BRITTON, J.R.; GOZLAN, R.E.; COPP, G.H. 2010 Managing non-native fish in the environment. *Fish and Fisheries*, Malden, 12(3): 256-274.
- BRITTON, J.R.; COPP, G.H.; BRAZIER, M.; DAVIES, G.D. 2011 A modular assessment tool for managing introduced fishes according to risks of species and their populations, and impacts of management actions. *Biological Invasions*, Dordrecht, 13:2847-2860
- CANONICO, G.; ARTHINGTON, A.; MACCRARY, J.K.; THIEME, M.L. 2005 The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Chichester, 15: 463-483.
- CASAL, C.M.V. 2006 Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. *Biological Invasions*, Dordrecht, 8: 3-11

- CASTELLO, J.P. 2007 Gestão sustentável dos recursos pesqueiros, isto é realmente possível? *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, Rio Claro, 2(1): 47-52.
- COPP, G.H.; GARTHWAITE, R.; GOZLAN, R.E. 2005 Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. *Cefas Technical Report*, Lowestoft, 129: 32p.
- COPP, G.H.; VILIZZI, L.; MUMFORD, J.; FENWICK, G.V.; GODARD, M.J.; GOZLAN, R.E. 2009 Calibration of FISK, an Invasiveness Screening Tool for Nonnative Freshwater Fishes. *Risk Analysis*, Malden, 29(3): 457-467.
- COSTA, P.F. e SHULZ, U.H. 2010 The fish community as an indicator of biotic integrity of the streams in the Sinos River basin. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, 70(4): 1195-1205
- CUCHEROUSSET, J. e OLDEN, J.D. 2011 Ecological impacts of non-native freshwater fishes. *Fisheries*, Bethesda, 36(5): 215-230
- CUDMORE, B. e MANDRAK, N.E. 2004 *Biological synopsis of grass carp (Ctenopharyngodon idella)*. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2705, Ontario. 44p.
- DEXTRASE, A.J. e MANDRAK, N.E. 2006 Impacts of alien invasive species on freshwater fauna at risk in Canada. *Biological Invasions*, Dordrecht, 8(1): 13-24.
- FIGUEREDO, C.C. e GIANI A. 2005. Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and the phytoplanktonic community of the Furnas Reservoir (Brazil). *Freshwater Biology*, Chichester, 50: 1391-1403.
- GARCIA, A.M.; LOEBMANN, D.; VIEIRA, J.P.; BEMVENUTI, M.A. 2004 First records of introduced carps (Teleostei, Cyprinidae) in the natural habitats of Mirim and Patos Lagoon estuary (South Brazil). *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 21(1): 157-159.
- GARCIA, C.A.E. 1998 O ambiente e a biota do estuário da Lagoa dos Patos: Características hidrográficas. In SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. *Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. Rio Grande: Ecoscientia. p.18-21.
- GARCIA, L.O.; COPATTI, C.E.; WACHHOLZ, F.; PEREIRA FILHO, W.; BALDISSEROTTO, B. 2008 Freshwater temperature in the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil, and its implication for fish culture. *Neotropical Ichthyology*, São Paulo, 6(2): 275-281.
- GBIF. Global Biodiversity Information Facility 2012 Disponível em: <<http://data.gbif.org/species/>> Acesso em: 06 mar. 2012.
- GOZLAN, R.E. 2008 Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? *Fish and Fisheries*, Malden, 9: 106-115.
- GOZLAN, R.E.; BRITTON, J.R.; COWX, I.; COPP, G.H. 2010 Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology*, Oxford, 76(4): 751-786.
- IBAMA 2007 *Estatística da pesca 2007. Brasil: grandes regiões e unidades da federação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 151p.
- ISSG. Invasive Species Specialist Group 2011 Disponível em: <<http://www.issg.org/>> Acesso em: 26 abr. 2011.
- KOLAR, C.S.; CHAPMAN, D.C.; COURTENAY JR, W.R.C.; HOUSEL, C.M.; WILLIAMS, J.D.; JENNINGS, D.P. 2005 *Asian Carps of the Genus Hypophthalmichthys (Pisces, Cyprinidae) - A Biological Synopsis and Environmental Risk assessment*. Washington, U.S. Fish and Wildlife Service. 183p.
- KUBITZA, F.; ONO, E.A.; CAMPOS, J.L. 2007 Os caminhos da produção de peixes nativos no Brasil: Uma análise da produção e obstáculos da piscicultura. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 102: 14-23.
- KULHANEK, A.S.; LEUNG, B.; RICCIARDI, A. 2011 Using ecological niche models to predict the abundance and impact of invasive species: application to the common carp. *Ecological Applications*, Washington, 21(1): 203-213.
- LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C.; OYAKAWA, O.T.; SHIBATA, O.A.; PAVANELLI, C.S.; CASATTI, L. 2007 Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, Campinas, 7(3): 181-197.

- LEAL, M.; BREMM, C.; SCHULZ, U.H. 2009 Lista da ictiocenose da Bacia do Rio dos Sinos, sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 35(2): 307-317.
- LIMA JUNIOR, D.P.; PELICICE, F.M.; VITULE, J.R.S.; AGOSTINHO, A.A. 2012 Aquicultura, política e meio ambiente no Brasil: Novas propostas e velhos equívocos. *Natureza & Conservação*, Rio de Janeiro, 10(1): 1-4.
- MARDINI, C.V.; VILLAMIL, C.M.B.; SEVERO, J.C.A.; MOREIRA, K.A.; BELTRÃO, L.; CALONE, R.G. 1997 *Caracterização preliminar do perfil da piscicultura desenvolvida no Rio Grande do Sul*. *Boletim FEPAGRO* 6. 24p.
- MCGEPOCH, M.A.; BUTCHART, S.H.M.; SPEAR, D.; MARAIS, E.; KLEYNHANS, E.J.; SYMES, A.; CHANSON, J.; HOFFMANN, M. 2010 Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Diversity and Distributions*, Malden, 16(1): 95-108.
- MILANI, P. e FONTOURA, N. 2007 Diagnóstico da pesca artesanal na Lagoa do Casamento, sistema nordeste da laguna dos Patos: uma proposta de manejo. *Biociência*, Porto Alegre, 15(1): 82-125.
- MIRANDA, M.O.T. 1997 *Surubim*. Coleção Meio Ambiente: série Estudos Pesca. v. 19. Brasília, Ministério do Meio ambiente. 158p.
- MPA - Ministério de pesca e Aquicultura 2008 *Mais Pesca e Aquicultura. Plano de Desenvolvimento Sustentável. Uma rede de ações para o fortalecimento do setor*. Brasília, Ministério da Pesca e Aquicultura. 24p.
- MPA Ministério da Pesca e Aquicultura 2012 *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Brasil 2008-2009*. Brasília, Ministério da Pesca e Aquicultura. 101p. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/anu%E1rio%20da%20pesca%20completo2.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2012
- NAYLOR, R.L.; WILLIAMS, S.L.; STRONG, R. 2001 Aquaculture - A gateway for exotic species. *Science*, Washington, 294: 1655-1656
- NORBIS, W.; PAESCH, L.; GALLJO. 2006 Los recursos pesqueros de la costa de Uruguay: ambiente, biología y gestión. In: MENAFRA, R.; RODRÍGUEZ-GALLEGO, L.; SCARABINO, F.; CONDE, D. *Bases para la Conservación y el Manejo de la Costa Uruguaya*. Vida Silvestre Uruguay, Montevideo. 668p.
- ORSI, M.L. e AGOSTINHO, A.A. 1999 Introdução de peixes por escape acidental de tanques de cultura em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 16(2): 557-560.
- PIEDRAS, S.R.N. e BAGGER, A. 2007 Caracterização da Aquicultura desenvolvida na Região Sul do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 13: 403-407.
- PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.O.; MORAES, P.R.R. 2006 Comportamento alimentar e reprodutivo de peixes exóticos e nativos cultivados na zona sul do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 12(3): 341-344.
- POLI, C.R.; GRUMANN, A.; PEDINI, M. 2000 Situação atual da aquicultura na região sul. In VALENTI, W.C. *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia. p. 323-351.
- ROSA, R.S.; MENEZES, N.A.; BRITSKI, H.A.; COSTA, W.J.E.M.; GROTH, F. 2003 Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI M., SILVA J.M.C. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife, Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco. p.135-180.
- ROSSO, R.J. 2006 *Peces pampeanos: Guía y Ecología*. Editora L.O.L.A. Literatura of Latin America. Buenos Aires. 224p.
- SEELIGER, U. e KJERFVE, B. 2001 *Coastal Marine Ecosystems of Latin American*. Springer Verlag, Berlin. 360p.
- STARLING, F.L.R.M.; LAZZARO, X.; CAVALCANTI, C.; MOREIRA, R. 2002 Contribution of omnivorous tilapia to eutrophication of a shallow tropical reservoir: evidence from a fish kill. *Freshwater Biology*, Chichester, 47: 2443-2452.
- TROCA, D.F.A. 2009 *Levantamento dos cultivos de peixes exóticos no entorno do estuário da Lagoa dos Patos (RS) e análise de risco de invasão*. Rio Grande, 79p. (Dissertação de Mestrado,

- Instituto de Oceanografia, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, FURG). Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp101285.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2010.
- VITOUSEK, P.M.; D'ANTONIO, C.M.; LOOPE, L.L.; WESTBROOKS, R. 1996 Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*, Res Triangle Pk, 84: 468-478.
- VITULE, J. 2009 Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, São Leopoldo, 4(2): 111-122.
- VITULE, J.R.S.; FREIRE, C.A.; SIMBERLOFF, D. 2009 Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. *Fish and Fisheries*, Malden, 10: 98-108.
- VITULE, J.R.S.; SKÓRA, F.; ABILHOA, V. 2012 Homogenization of freshwater fish faunas after the elimination of a natural barrier by a dam in Neotropics. *Diversity and Distributions*, Malden, 18: 111-120.
- WEBER, M. e BROWN, M. 2009 Effects of common carp on aquatic 80 years after "Carp as a Dominant": Ecological insights for fisheries management. *Reviews in Fisheries Science*, Philadelphia, 17(4): 524-537.
- WELCOMME, R.L. 1988 *International introductions of inland aquatic species*. FAO Fisheries Technical Paper 213, 120p.
- WILLIAMSON, M. e FITTER, A. 1996 The varying success of invaders. *Ecology*, New York, 77(6): 1661-1666.
- ZAMBRANO, L.; MARTNEZ-MEYER, E.; MENEZES, N.; PETERSON, A.T. 2006 Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, 63: 1903-1910.
- ZANOTTA, D.C.; DUCATI, J.R.; GONÇALVES, G.A. 2010 Surface temperature patterns of Lagoa dos Patos, Brazil, using NOAA-AVHRR data: an annual cycle analysis. *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, 37(3): 219-226.