

## **Potencial invasor de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em microbacias hidrográficas do Nordeste paraense, Amazônia, Brasil**

Marcos Ferreira Brabo, Max Wendel Milhomem Costa, Daércio José de Macedo Ribeiro Paixão, Jhonatan Willians Pimentel Costa, Galileu Crovatto Veras

Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, Faculdade de Engenharia de Pesca, Alameda Leandro Ribeiro, SN, Bairro Aldeia, CEP 68600-000, Bragança, PA, Brasil. E-mails: mbrabo@ufpa.br, milhomemfish@gmail.com, paidolote\_pdlit@hotmail.com, jhon.willi@hotmail.com, galileu@ufpa.br

**Resumo:** A criação de peixes não nativos em sistemas abertos é uma atividade ilegal no Estado do Pará desde 2005, visto que o escape de espécimes para corpos d'água naturais pode promover impactos ambientais negativos. Contudo, alguns piscicultores continuam com essa prática, alegando um melhor retorno econômico em relação às espécies nativas, principalmente na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede de pequeno volume. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial invasor da tilápia em microbacias hidrográficas da mesorregião Nordeste do Estado do Pará. A ferramenta analítica *Fish Invasiveness Screening Kit* (FISK) foi utilizada para aferir o potencial invasor da espécie, sendo preenchida com informações obtidas em revisão de literatura e entrevistas com piscicultores, extensionistas rurais e pesquisadores. Este protocolo tem pontuação que varia de -11 a 54, onde valores menores do que 1 indicam baixo risco de invasão, valores entre 1 e 18,9 representam médio risco e valores maiores do que 19 indicam alto risco de invasão. A tilápia obteve pontuação 23, sendo classificada como uma espécie não nativa de alto potencial invasor, em que o histórico invasor e os impactos da introdução foram os fatores que mais contribuíram para essa categorização. Concluiu-se que, embora não exista população estabelecida ou impactos ambientais negativos nas microbacias hidrográficas do Nordeste paraense causados por *Oreochromis niloticus*, a espécie possui alto potencial invasor, o que respalda a legislação aquícola estadual em vigor.

**Palavras chave:** Piscicultura, Espécies não nativas, Bioinvasão.

### **Potential invader of tilapia (*Oreochromis niloticus*), in watersheds of the Northeast of Pará State, Amazon, Brazil**

**Abstract:** The creation of non-native fish in open systems is an illegal activity in the Pará State since 2005, as the exhaust specimens for natural water bodies can promote negative environmental impacts. However, some fish farmers continue with this practice, arguing a better economic return compared to native species, mainly the production of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in small volume cages. The objective of this study was to evaluate the potential invader of tilapia in watersheds of the Northeast of Pará State. The analytical tool *Fish Invasiveness Screening Kit* (FISK) was used to assess the potential invader of the specie, being filled with information obtained from literature review and interviews with fish farmers, rural extension workers and scientific researchers. This protocol has a score ranging from -11 to 54, values less than 1 indicate low risk of invasion, values between 1 and 18.9 represents average risk and values greater than 19 indicate a high risk of invasion. The tilapia was evaluated as non-native species of high potential invader, with the historical invader and the impacts of the introduction among the factors that contributed most to this classification. It was concluded that, although there is no established population or negative environmental impacts in the watersheds of the Northeast of Pará State caused by *Oreochromis niloticus*, the species has a high potential invader, which supports the state aquaculture legislation.

**Key words:** Fish farming, Non-native species, Bioinvasion.

## Introdução

A carpa comum (*Cyprinus carpio*) foi a primeira espécie de peixe a ser domesticada no mundo, fato ocorrido na China durante a Antiguidade, onde exemplares capturados em ambiente natural eram mantidos em lagos artificiais para consumo humano ou como ornamentação (Li & Moyle, 1993, Oliveira, 2009). Posteriormente, essa espécie foi introduzida em vários países para fins de criação, sendo a principal responsável pela difusão da piscicultura no mundo (Pillay, 1993).

No Brasil, como na maioria dos países europeus e americanos, as primeiras iniciativas de criação de peixes ocorreram a partir da importação de espécies, como a carpa comum, a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), as tilápias e as carpas chinesas (Scorvo et al., 2010). No entanto, a atividade passou a ser praticada de forma comercial apenas na década de 1980, impulsionada por avanços como o domínio da reprodução induzida de peixes nativos reofílicos, o desenvolvimento da técnica de reversão sexual de tilápias e o surgimento das primeiras raças balanceadas para peixes (Ostrensky, Borghetti & Soto, 2008).

Atualmente, a piscicultura continental representa a principal atividade da aquicultura brasileira, com uma produção de 544,4 mil toneladas no ano de 2011, o que correspondeu a 86,6% do total produzido pela aquicultura. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), seguida do tambaqui (*Colossoma macropomum*), do híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* ♀ x *Piaractus mesopotamicus* ♂), das carpas e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) foram as principais espécies cultivadas (Brasil, 2013a).

As regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil têm suas produções baseadas especialmente em espécies não nativas, com destaque para o policultivo de carpas no Estado do Rio Grande do Sul e para a criação de tilápias, em viveiros escavados no Paraná e em Santa Catarina, e em tanques-rede de pequeno volume nas regiões Sudeste e Nordeste. As espécies nativas assumem maior importância nas outras regiões, com a produção de tambaqui, pacu e surubins (*Pseudoplatystoma* spp.) em viveiros escavados e açudes (Brasil, 2013b).

Esse panorama é ocasionado principalmente pela existência de restrições legais em relação à criação de espécies não nativas de peixes na maioria dos Estados das regiões Centro-Oeste e Norte, dentre eles, no Estado do

Pará. Desde 25 de janeiro de 2005, a Lei Estadual nº 6.713, que dispõe sobre a política pesqueira e aquícola do Pará, considera a criação de espécies não nativas em sistemas abertos como atividade ilegal (Pará, 2005). Essa legislação é mais restritiva do que as normas jurídicas que regem a aquicultura no âmbito federal, como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente [CONAMA] nº 413 de 26 de junho de 2009 e Portaria do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis [IBAMA] nº 145 de 29 de outubro de 1998, visto que, a primeira permite a criação de espécies não nativas autorizadas por meio de atos normativos federais, e a segunda, reconhece a ocorrência da tilápia do Nilo, da tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*), da carpa comum, da carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*), da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em unidades geográficas de referência (UGR) ou bacias hidrográficas que banham o Estado do Pará, o que possibilitaria a utilização dessas espécies em empreendimentos de piscicultura IBAMA (1998) e CONAMA (2009).

Essas legislações empregam o termo “espécie exótica” para designar espécies de origem ou ocorrência natural somente em águas de outros países, contudo convencionou-se substituí-lo pela denominação “espécie não nativa”, visando evitar ambiguidade em relação à beleza ou exuberância das espécies. Assim, a tilápia constitui-se, atualmente, na única espécie não nativa de interesse para os piscicultores paraenses, em especial para a criação em tanques-rede de pequeno volume (<6 m<sup>3</sup>), onde não ocorre reprodução e seus índices zootécnicos são melhores do que os obtidos com espécies nativas (De Carvalho, Souza & Cintra, 2013).

Mesmo proibida nessas condições, essa modalidade de criação é praticada principalmente em açudes localizados em propriedades particulares na mesorregião Nordeste paraense, onde os piscicultores produzem suas próprias formas jovens, geralmente sem a devida preocupação com aspectos genéticos e sem realizar reversão sexual. Outras espécies não nativas também já foram ou ainda são produzidas na região, como a carpa comum, que não agradou aos consumidores pelo sabor da carne e a quantidade de espinhas, e o peixe jaguar (*Parachromis managuensis*), que teve suas formas jovens comercializadas por um laboratório local como uma espécie de tilápia e até como

*black bass* (*Micropterus salmoides*) (Brabo, 2014).

Neste contexto, órgãos ambientais e especialistas da área temem possíveis impactos ambientais negativos de espécies não nativas sobre os ecossistemas locais, caso ocorra escape do cativeiro e estabelecimento de população em corpos d'água naturais. Assim, este estudo teve o objetivo de avaliar o potencial invasor da tilápia em microbacias hidrográficas do Nordeste paraense, podendo ser utilizado como ferramenta para fundamentar decisões de gestores públicos no tocante à legislação da atividade.

## Material e métodos

### Caracterização da área de estudo

O Pará é uma das 27 unidades federativas do Brasil, a segunda maior em extensão territorial, com área de 1.248.042 km<sup>2</sup>, dividido em 144 municípios e está situado na região Norte, nas coordenadas geográficas 01°27'21"S 048°30'16"W (Belém/Capital), tendo como limites: ao Norte a República do Suriname e o Amapá; o Oceano Atlântico, a Nordeste; o Maranhão, a Leste; o Tocantins, a Sudeste; o Mato Grosso, ao Sul; o Amazonas, a Oeste e Roraima e a República Cooperativa da Guiana, a Noroeste (Pará, 2014).

O estado é formado por seis mesorregiões, Metropolitana, Marajó, Sudeste, Sudoeste, Baixo Amazonas e Nordeste. Esta última tem como principais bacias hidrográficas, a do Araguaia-Tocantins e a do Atlântico Nordeste Ocidental e abrange 49 municípios, englobando cinco microrregiões: Bragantina, Cametá, Guamá, Salgado e Tomé-açu. Suas principais atividades econômicas são os extrativismos mineral e vegetal, a atividade pesqueira, as indústrias alimentícias e madeiras e a agropecuária (Pará, 2014).

### Coleta e análise de dados

No período de janeiro a dezembro de 2014, identificou-se a criação de tilápia em sistemas abertos em 26 empreendimentos localizados em 15 municípios do Nordeste paraense: Augusto Correa (01°01'27"S 046°39'14"W), Bonito (01°21'48"S 047°18'23"W), Bujaru (01°31'15"S 048°02'37"W), Cametá (02°15'15"S 049°30'44"W), Concórdia do Pará (01°59'30"S 047°56'58"W), Capanema (01°11'47"S 047°10'54"W), Capitão Poço (01°44'47"S 047°03'57"W), Igarapé-açu (01°07'40"S

047°36'56"W), Inhangapi (01°20'54"S 047°54'38"W), Peixe boi (01°13'27"S 048°17'38"W), Santo Antônio do Tauá (01°09'09"S 048°07'45"W), São Francisco do Pará (01°10'15"S 047°47'38"W), Santa Luzia do Pará (01°29'52"S 046°55'27"W), São Miguel do Guamá (01°37'40"S 047°28'55"W) e Tomé-açu (02°24'53"S 048°08'60"W). Procedeu-se a coleta de exemplares em todas as pisciculturas, visando identificá-los com auxílio de chave dicotômica e assegurar que se tratava de *Oreochromis niloticus*. Importante ressaltar que nenhum dos empreendimentos utilizava indivíduos revertidos sexualmente.

A ferramenta analítica *Fish Invasiveness Screening Kit* (FISK), desenvolvida pelo *Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science* [CEFAS] da Universidade da Flórida, Estados Unidos, foi utilizada para avaliar o potencial invasor da espécie, sendo preenchida com informações obtidas em revisão de literatura e entrevistas com 10 piscicultores, 10 extensionistas rurais e 10 pesquisadores. Essa avaliação consiste em um sistema de pontuação composto por 49 questões divididas nos assuntos: A) Biogeografia e histórico invasor - incluem questões sobre a domesticação e/ou criação 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 - abordam questões sobre a guilda alimentar (NQ=4), reprodução (NQ=7), mecanismos de dispersão (NQ=8), níveis de tolerância da espécie (NQ=5) e 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.cefass.co.uk/projects/risks-and-impacts-of-non-native-species/decision-supporttools.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, Garthwaite & Gozlan, 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). Por fim, a análise indica o setor mais afetado em caso de estabelecimento da espécie no ambiente natural.

## Resultados e discussão

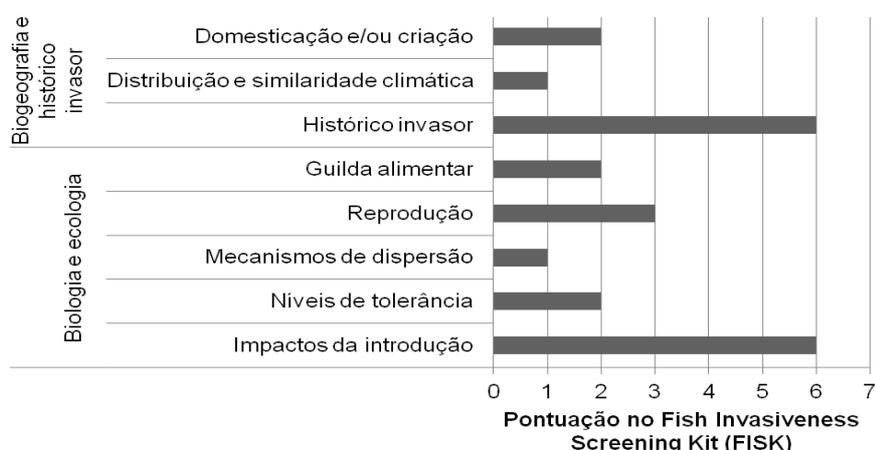
A tilápia foi avaliada como uma espécie não nativa de alto potencial invasor para as condições ambientais apresentadas pelas microbacias hidrográficas do Nordeste paraense (Pontuação=23). O histórico invasor (Pontuação=6) e os impactos da introdução (Pontuação=6) foram os fatores que mais contribuíram para essa classificação (Figura 1). Na análise, o nível de confiança foi calculado em 90% e o ambiente apontado como o setor mais afetado, em caso de estabelecimento de população nos cursos d'água naturais.

Apesar do resultado obtido e da criação de tilápia ocorrer há pelo menos 30 anos no Nordeste paraense, não há qualquer comprovação científica de populações estabelecidas ou impactos ambientais negativos da espécie aos ecossistemas locais, bem como não existe registro nas estatísticas oficiais da pesca extrativa do Estado.

Neste contexto, alguns piscicultores e extensionistas rurais relataram que a espécie é incapaz de sobreviver em ambientes lóticos, como rios e igarapés, alegando que os predadores naturais não permitem o estabelecimento de população e, no caso de igarapés, a baixa temperatura da água impossibilita a reprodução. Entretanto, entre os entrevistados, há quem sustente a hipótese de que a tilápia reproduziu com um ciclídeo nativo, dando origem a um híbrido, denominado popularmente de acará tilápia.

Antes da proibição da criação de espécies exóticas em sistemas abertos no Pará em 2005, a produção de tilápia foi incentivada por órgãos governamentais de fomento e de assistência técnica e extensão rural, inicialmente no povoamento de açudes e, mais recentemente, na piscicultura em tanques-rede de pequeno volume ou como espécie forrageira na alimentação de peixes carnívoros, especialmente do pirarucu (*Arapaima gigas*). Neste período, as duas principais unidades governamentais de fomento da atividade, a Estação de Piscicultura Orion Nina Ribeiro em Terra Alta e a Estação de Piscicultura de Santa Rosa em Santarém, atenderam a demanda de todas as mesorregiões do Estado por esta espécie, o que contempla as bacias hidrográficas Amazônica, Araguaia-Tocantins e Atlântico Nordeste.

**Figura 1** - Pontuação obtida por assunto na avaliação do potencial invasor da tilápia (*Oreochromis niloticus*) em microbacias hidrográficas do Nordeste paraense.



A principal origem das formas jovens e reprodutores destas espécies foi o Nordeste brasileiro, em especial o Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Ihering [CPAQ] do Departamento Nacional de Obras contra as

Secas [DNOCS], localizado no município de Pentecoste, no Ceará. Importante ressaltar que *Oreochromis niloticus* não foi a única espécie de tilápia introduzida no Pará, a tilápia galiléia (*Sarotherodon galilaeus*), a tilápia de Zanzibar

(*Oreochromis hornorum*), a tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*), a tilápia azul (*Oreochromis aureus*) e as linhagens Chitralada (Tailandesa) e Gift também já foram ou continuam sendo produzidas sem a devida autorização.

Assim, para que seja analisado o potencial invasor desta espécie, é fundamental compreender a diferença entre espécie não nativa, espécie estabelecida e espécie invasora. A tilápia é uma espécie não nativa por ser originária do continente africano. Pode ser considerada estabelecida, quando forem identificados exemplares em diferentes fases do ciclo de vida, for atestada a capacidade reprodutiva no novo habitat ou houver registro de produção pesqueira na estatística oficial. Quando esses animais, além de estabelecerem população no ambiente, comprometem a diversidade biológica nativa, passam a ser denominados de “espécies invasoras” (Lima et al., 2012).

Segundo Vitule (2009), os termos “espécie não nativa”, “espécie introduzida”, “espécie exótica”, “espécie alienígena”, “espécie não indígena” e “espécie alóctone”, do ponto de vista biológico possuem o mesmo significado, representando “toda e qualquer espécie transportada e introduzida pelo homem, em um ambiente fora do seu perímetro natural de distribuição, sendo essa introdução intencional ou acidental”. Ainda de acordo com o autor, uma definição mais elaborada para esses termos é: “espécie, subespécie ou o menor nível taxonômico identificável, encontrado fora de sua área de distribuição natural e potencial dispersão, incluindo qualquer indivíduo que possa sobreviver, reproduzir com sucesso e consequentemente perpetuar-se no meio introduzido”.

Para Vermeij (1996), o processo de invasão de uma espécie ocorre em três fases: (1) chegada, sendo importante conhecer a região doadora e os meios dispersores naturais; (2) estabelecimento, que se dá quando uma população imigrante consegue persistir, com reprodução e recrutamento local; (3) invasão ou integração, que é o momento em que a biota receptora responde evolutivamente e ecologicamente à espécie invasora. Nilsson (1982) sugere que existem apenas quatro alternativas para a espécie introduzida: (1) ela é rejeitada, por não existir um nicho vago ou por predadores dizimarem a população; (2) ela hibridiza com populações locais correlacionadas; (3) ela erradica estoques locais análogos ou alguma presa disponível; (4) ela encontra um

nicho vago dentro da comunidade receptora, se integrando a essa.

Dentre os exemplos de espécies invasoras que vêm causando danos econômicos e ambientais no território brasileiro, o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) e o caramujo africano (*Achatina fulica*) são alguns dos mais conhecidos. O primeiro foi introduzido por meio de navios vindos da Ásia, sendo identificado no Estado do Rio Grande do Sul, mas, já teve ocorrência registrada até no Pantanal. O segundo veio do Nordeste africano como alternativa para a criação de *Escargot* na década de 1980, contudo a atividade não se mostrou lucrativa e os animais foram descartados vivos no meio ambiente (Oliveira & Pereira, 2010).

No que diz respeito à bioinvasões no ambiente aquático, a pesca esportiva, a aquariofilia e principalmente a aquicultura são, atualmente, os principais meios de transferências intencionais em águas continentais (Vitule, 2009). No cenário aquícola brasileiro, as espécies não nativas mais produzidas são: a tilápia do Nilo, a carpa comum, a carpa capim (*Ctenopharyngodon idellus*), a carpa cabeça grande, a carpa prateada, o *black bass*, o bagre africano, o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), a truta arco-íris, o camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*), o camarão gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), a rã touro gigante (*Lithobates catesbeianus*) e a ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) (Brasil, 2013a).

Espécies nativas quando translocadas para bacias hidrográficas ou unidades geográficas de referência (UGR) onde não apresentam ocorrência natural, recebem a denominação de “espécie alóctone” pela legislação brasileira e também podem promover impactos ambientais negativos (IBAMA, 1998). Um caso emblemático é a translocação do tucunaré (*Cichla ocellaris*) e a introdução da tilápia do Nilo em rios, lagos e açudes no Nordeste brasileiro, o que segundo especialistas resultaram em diversas extinções de espécies (Rosa & Groth, 2004).

Outro exemplo é a translocação do tucunaré, do apaiari (*Astronotus ocellatus*) e da piranha vermelha (*Pygocentrus nattereri*) para criação ou incremento da pesca em lagoas do Estado de Minas Gerais, o que reduziu em 50% a riqueza de peixes nativos após dez anos. No Estado de São Paulo, são consideradas espécies invasoras: o apaiari, o tucunaré, o bagre africano, o *black bass*, a tuvira (*Gymnotus paraguayensis*), o pacu (*Metynnis maculatus*) e a pescada branca

(*Plagioscion squamosissimus*) (Reaser, Galindo-Leal & Ziller, 2005).

De acordo com Zengeya et al. (2013), a gravidade dos danos socioambientais e econômicos decorrentes da introdução de espécies não nativas é globalmente reconhecida, podendo afetar uma ampla gama de organismos em vários níveis biológicos. Esses impactos podem ser de caráter direto, através da competição por espaço e alimento com espécies nativas, ou indireto, ocorrendo por meio da dispersão de parasitas, alteração na qualidade da água, entre outros. Logo, compreender a magnitude dos impactos de espécies invasoras é de extrema importância para desenvolver e adotar políticas efetivas de conservação ou recuperação da biodiversidade nativa.

No caso específico da tilápia do Nilo, a ampla tolerância à variação de condições ambientais facilita a sua sobrevivência e consequente adaptação, bem como o hábito alimentar, a estratégia reprodutiva, o cuidado parental e o comportamento territorial. Essa territorialidade aliada à preferência por locais mais rasos para a desova podem prejudicar outras espécies de peixes, contribuindo para a diminuição de suas populações em caso de ambientes receptores. Essas características conferem a denominação de “invasor modelo” a esta espécie (Attayde et al., 2007, Zengeya et al., 2013).

Troca e Vieira (2012) alegaram que a tilápia do Nilo pode ocasionar redução dos estoques naturais e até extinções de espécies nativas, pois o amplo espectro alimentar inclui ovos e larvas de outros peixes, além de fito e zooplâncton. Miranda, Mazzoni e Silva (2010) afirmaram que um dos maiores impactos causados pela espécie, em caso de escape para o ambiente natural, é a diminuição da transparência da água, principalmente pelo consumo de plâncton, o que afeta a cadeia alimentar e as condições gerais do habitat.

Vicente e Alves (2013) relataram que a tilápia do Nilo apresenta crescimento populacional acelerado em zona de clima favorável, promovendo um alto grau de perturbação ambiental quando estabelece populações autossustentáveis fora de seu habitat natural. Troca e Vieira (2012), utilizando o protocolo *Fish Invasiveness Screening Kit* (FISK) para avaliar o potencial invasor desta espécie na região costeira do Rio Grande do Sul, encontraram a pontuação 38, o que representou o maior potencial entre dez espécies não nativas analisadas.

Apesar de existirem inúmeros estudos científicos que tratam dos impactos ambientais causados por espécies não nativas de peixes no território brasileiro, alguns apresentando aspectos positivos, como incremento da produção pesqueira, e outros alertando para a perda da biodiversidade local, devido principalmente ao aumento da concorrência por espaço e alimento no ambiente, é extremamente complexo prever o resultado de introduções ou translocações, bem como mitigar seus impactos após o estabelecimento de população (Souza, Calazans & Silva, 2009). Assim, os impactos ou danos sobre os ecossistemas aquáticos são extremamente particulares e ainda não foram totalmente elucidados, requerendo estudos mais aprofundados, especialmente no bioma amazônico.

### Considerações finais

Embora não exista população estabelecida ou impactos ambientais negativos nas microbacias hidrográficas do Nordeste paraense causados por *Oreochromis niloticus*, a espécie possui alto potencial invasor, respaldando a legislação aquícola estadual em vigor (Lei nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005) que, baseada no princípio da precaução, proíbe a criação de espécies não nativas de peixes em sistemas abertos.

Por fim, faz-se necessário a realização de estudos de prospecção nos cursos d'água localizados a jusante das pisciculturas com criação de tilápia, visando verificar a ocorrência desta espécie em ambiente natural, sua capacidade de reprodução e a presença de indivíduos em diferentes fases do ciclo de vida. Caso sejam efetuadas tais constatações, levantamentos de parâmetros físico-químicos de qualidade da água e da ictiofauna local, permitirão uma avaliação, pelo menos preliminar, dos impactos ambientais promovidos.

### Referências

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*, 1, 450-461.

- Brabo, M. F. (2014). Piscicultura no Estado do Pará: situação atual e perspectivas. *Actapesca*, 2, 1-7.
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (1998). *Portaria nº 145, de 29 de outubro de 1998*. Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais. Diário Oficial da União. Brasília/DF.
- Conselho Nacional de Meio Ambiente (2009). *Resolução nº 413, de 26 de junho de 2009*. Estabelece normas e critérios para o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília/DF.
- Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura (2013a). *Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011* (60p). Brasília/DF: República Federativa do Brasil.
- Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura (2013b). *Censo aquícola nacional, ano 2008* (336p). Brasília/DF: República Federativa do Brasil.
- 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*, 129, 32-45.
- 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*, 29, 457-467.
- De Carvalho, L. R. H., Souza, L. A. R. & Cintra, A. H. I. (2013). A aquicultura na microrregião do Guamá, Pará, Amazônia Oriental, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 56, 1-6.
- Li, H. W. & Moyle, P. B. Domestication of the carp *Cyprinus carpio* L. In: Kohler, C. C. & Hubert, W. A. (1993). Inland fisheries management in North America. *American Fisheries Society*, 287-307.
- Lima Jr., 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 e Conservação*, 10, 88-91.
- Miranda, C. J., Mazzoni, R. & Silva, A. E. C. (2010). Ocorrência da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) na microbacia do rio Mato Grosso, Saquarema, Estado do Rio de Janeiro. *Revista Saúde e Biologia*, 5, 47-50.
- Nilsson, N. A. (1982). The niche concept and the introduction of exotics (42, suppl.2, pp. 495-509). *Symposium on Stock Enhancement in the Management of Freshwater Fish*. Introductions and transplantations.
- Oliveira, C. R. (2009). O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, 2, 71-89.
- Oliveira, S. E. A & Pereira, D. G. (2010). Erradicação de espécies exóticas invasoras: múltiplas visões da realidade brasileira. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 21, 173-181.
- Ostrensky, A., Borghetti, J. R. & Soto, D. (2008). *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer* (1 ed., 276p.) Brasília/DF: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República.
- Pará. Governo do Estado (2005). *Lei nº 6.713 de 25 de janeiro de 2005*. Dispõe sobre a Política Pesqueira e Aquícola no Estado do Pará, regulando as atividades de fomento, desenvolvimento e gestão ambiental dos recursos pesqueiros e da aquicultura e dá outras providências. Belém, PA: Diário Oficial do Estado.
- Pará. Governo do Estado (2014). *O Estado do Pará*. Recuperado em 14 de agosto de 2014 de <http://www.pa.gov.br>.
- Pillay, T. V. R. (1993). *Aquaculture Principles and Practices* (v.1, 575p). Oxford: Fishing News Books: University Press.
- Reaser, J. K., Galindo-Leal, C. & Ziller, S. R. *Visitas indesejadas: a invasão de espécies exóticas*. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I. D. G. (Eds.) (2005). *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. São Paulo: Fundação S.O.S. Mata Atlântica

Rosa, R. S. & Groth, F. Ictiofauna dos ecossistemas de brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba. In: Pôrto, K. C., Cabral, J. J. P. & Tabarelli, M. (Eds) (2004). *Brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba*: Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Scorvo Filho, J. D., Frasca-Scorvo, C. M. D., Alves, J. M. C. & Souza, F. R. A. (2010). A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 112-118.

Souza, R. C. C. L., Calazans, S. H. & Silva, E. P. (2009). Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. *Ciência e Cultura*, 61, 35-41.

Troca, A. F. D. & Vieira, P. J. (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.

Vermeij, G. J. (1996). An agenda for invasion biology. *Biological conservation*, 78, 3-9.

Vicente, T. S. I. & Alves, F. E. C. (2013). Impact of introduced Nile tilapia *Oreochromis niloticus* on non-native aquatic ecosystems. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16, 121-126.

Vitule, J. R. S. (2009). Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, 4, 111-122.

Zengeya, A. T., Robertson, P. M., Booth, J. A. & Chimimba, T. C. (2013). Ecological niche modeling of the invasive potential of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in African river systems: concerns and implications for the conservation of indigenous congeners. *Biological Invasions*, 15, 1507-1521.

Recebido em: 17/05/2015

Aceito em: 03/07/2015