

Sociedade Brasileira de Ictiologia

Nota Técnica

Assunto: **Riscos ambientais do cultivo de tilápia em tanques redes**

Autores: **Angelo Antonio Agostinho, Oscar Barroso Vitorino Júnior, Fernando Pelicice**

Apresentação:

Esse documento foi elaborado em resposta às demandas oriundas dos processos que discutem a introdução da Tilápia-do-Nilo [*Oreochromis niloticus* (L.)] pelo Brasil, em particular nos estados de Mato Grosso, Tocantins e Amazonas.

Nessa nota técnica busca-se avaliar os riscos ambientais do cultivo de tilápia nilótica em tanques redes, tendo como base os resultados obtidos em estudos realizados em diversas bacias hidrográficas. São apresentadas evidências que demonstram, de forma inequívoca, a universalidade dos escapes dessa espécie dos tanques redes, a sua elevada capacidade de se estabelecer em novos ambientes, e os impactos socioambientais relevantes tanto da forma de cultivo como da espécie sobre a biota nativa e atividade pesqueira.

Introdução

As ações do homem na introdução de espécies e na regulação dos rios são as duas principais ameaças à biota de águas continentais, com potencial de perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos, e risco de extinção de espécies (Rahel *et al.* 2007; Johnson *et al.* 2008). Em geral, há um acentuado sinergismo entre essas ameaças, potencializando seus efeitos sobre comunidades e ecossistemas aquáticos. As alterações de habitats induzidas pelo controle da vazão dos rios, decorrente de represamentos, por exemplo, modificam a estrutura e composição da biota aquática, facilitando a estabelecimento de espécies não nativas (Havel *et al.* 2005).

Os reservatórios, de fato, têm constituído cenário propício para a disseminação de espécies exóticas. Os represamentos podem provocar introduções de maneira direta, como no alagamento de tanques de piscicultura e a dispersão de peixes para novas áreas como consequência do alagamento de barreiras naturais (Júlio Jr *et al.* 2009; Vitule *et al.* 2012). Além disso, os reservatórios são atrativos ao desenvolvimento de atividades com potencial de disseminar espécies exóticas. Entre essas está o de cultivo em tanques redes, objeto de intenso fomento pelos órgão e agentes públicos relacionados à produção. Com pesados investimentos federais (Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira-2015-2020; [http://seafoodbrasil.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Plano de Desenvolvimento da Aquicultura-2015-2020.pdf](http://seafoodbrasil.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Plano_de_Developolvimento_da_Aquicultura-2015-2020.pdf)), essa atividade conta com o apoio da mídia nacional e regional em todo o país, com foco claramente dirigido ao cultivo de tilápias.

Sociedade Brasileira de Ictiologia

Dado os impedimentos legais para o cultivo da tilápia em tanques redes em águas públicas onde não se encontra estabelecida, há uma notável pressão no sentido de flexibilizar as leis que regulam seu cultivo. Cita-se como exemplo o Projeto de Lei 5989-09, de autoria do Deputado Federal Nelson Meurer, que dá o “status” de nativa à tilápia (“cidadania”; Lima Jr *et al.* 2012; Pelicice *et al.* 2014); a resolução 413/2009-CONAMA, que facilita o processo de licenciamento de parques aquícolas (Azevedo-Santos *et al.* 2015; Lima *et al.* 2016); ou a Lei Estadual 76/2016, que permite o cultivo de espécies exóticas no Estado do Amazonas (Padial *et al.* 2016). É claro, portanto, o esforço e pressão do setor para viabilizar a tilapicultura pelo país.

O cultivo de peixes em tanques-redes é uma modalidade de produção que vem se expandindo no Brasil. É sabido que ela é uma atividade econômica promissora quando praticada em larga escala, porém pouco rentável em escala reduzida, dado os custos de produção e gargalos de mercado (Agostinho *et al.* 2007). Esse, no entanto, não é um tema que será tratado nesse Parecer, dado que tem sido bastante discutido em fóruns especializados, muitas vezes com exagero em relação à sua rentabilidade e sucesso. Nesse Parecer focaremos nos impactos socioambientais relativos à aquicultura com tanques-rede, especificamente aos problemas advindos com o cultivo de tilápias *Oreochromis niloticus*.

Impactos de tanques redes

Os impactos decorrentes de tanques redes podem ser classificados em três grupos (Agostinho, Okada, 1998), ou seja:

- (i) *a presença física*: as áreas mais favoráveis a instalação dos tanques são aquelas protegidas de ventos e correntes, geralmente a curta distância das margens e com profundidade moderada, preferidas pela pesca, passagem de embarcações e desembarque; são também as mais afetadas pelas oscilações de nível da represa. A presença dos tanques-redes tem efeito sobre a circulação de água, com consequências no transporte do oxigênio, sedimento, plâncton e larvas de peixes.
- (ii) *alterações na qualidade da água e na biota*: o alimento excedente e os excrementos dos peixes em alta concentração podem levar a problemas localizados com eutrofização das águas e possíveis florescimentos de algas, por vezes tóxicas (Linde *et al.* 2008, Pereira *et al.* 2013). Além de possíveis problemas com a qualidade da água, com prejuízos para o cultivo e os estoques nativos, a atração exercida pelo alimento sobre as espécies de peixes silvestres leva a concentrações de animais na área de cultivo, peixes piscívoros, aves, mamíferos e grandes reptéis (Strictar Pereira *et al.* 2010; Demétrio *et al.* 2012). Altas concentrações desses animais elevam a predação e os riscos de avarias às telas dos tanques, aumentam a incidência de parasitas (maior probabilidade de fechamento de ciclo de vida) e atraem pescadores com a possibilidade de gerar conflitos.

Sociedade Brasileira de Ictiologia

(iii) *introdução de espécies*: escapes de peixes dos cultivos para o ambiente circulante são inevitáveis e universais (Beveridge, 1987; Thorvaldsen *et al.* 2015), mesmo com rígidos controles (Jensen *et al.* 2010). Esses escapes podem acontecer durante diferentes fases do manejo dos tanques (Azevedo-Santos *et al.* 2011) ou por danos às malhas decorrentes de vendavais, animais de grande porte, troncos flutuantes, etc. Além disso, a introdução de espécies acompanhantes, infectando as espécies cultiváveis ou presente no meio usado para o transporte, é uma realidade. A possibilidade de disseminação de doenças introduzidas com a espécie cultivada é grande, dada a alta densidade de organismos na estação produtora de alevinos, e dentro e fora dos tanques.

Destes impactos, apenas aquele sobre a qualidade da água tem merecido atenção nos estudos de viabilidade de cultivo em tanques redes em novos ambientes. Nos tópicos seguintes outros aspectos serão abordados, tendo como foco o cultivo da tilápia *Oreochromis niloticus*.

Escapes de tanques redes são inevitáveis

O uso de espécies não nativas pela aquicultura é considerado a principal fonte de introduções de espécies em todo o mundo (Naylor *et al.* 2001). Isso não foi diferente em 54 reservatórios neotropicais, avaliados por Ortega *et al.* (2015), onde a piscicultura foi responsável pela introdução de 32 espécies, sendo a principal vetor dessas introduções em todas as bacias analisadas. Dessas espécies, a tilápia nilótica foi a mais amplamente disseminada, estando presente em metade dos reservatórios analisados.

Antes de se estabelecer e disseminar no ambiente natural, a espécie introduzida deve superar diversos obstáculos como a sobrevivência no novo ambiente, o sucesso na reprodução, viabilidade da prole e dispersão (Blackburn *et al.* 2011). O cultivo em tanques redes, ou mesmo em tanques escavados quando esses estão sujeitos à instabilidade hidrológica, elimina algumas etapas anteriores à chegada ou introdução que são cruciais no processo de invasão, com destaque para a supressão da barreira geográfica (captura e transporte) e escape do cativeiro para o ambiente (Leprieur *et al.* 2008; Wilson *et al.* 2009).

Os escapes da aquicultura são difíceis de serem evitados (Orsi, Agostinho 1999) e, no caso de tanques redes, como mencionado anteriormente, são inevitáveis (Beveridge, 1987; Agostinho *et al.*, 2007; Jensen *et al.* 2010). Escapes dos peixes cultivados são rotina nos sistemas de criação com tanques redes no Brasil (Azevedo-Santos *et al.* 2011; Britton, Orsi 2012) e qualquer outro lugar do mundo (Naylor *et al.* 2005; Jensen *et al.* 2010; Sepúlveda *et al.* 2013; Thorvaldsen *et al.* 2015), basicamente devido ao manejo inadequado do sistema ou acidentes.

Sociedade Brasileira de Ictiologia

Tilápias são invasoras eficientes

Tilápias são espécies caracterizadas pelo alto potencial invasor, podendo tornar-se dominantes nos ambientes que alcançam (Crutchfield 1995; Starling *et al.* 2002; Nico *et al.* 2007; Espínola *et al.* 2010). É comum que pequenos cursos de água de bacias com intensa atividade de piscicultura sejam compostos majoritariamente por tilápias (Fernandes *et al.* 2003). A literatura especializada apresenta vários casos de reservatórios onde ela apresentou um crescimento populacional exponencial (Minte-Veras, Petrere Jr. 2002; Agostinho *et al.* 2007). A participação de tilápias nos desembarques da pesca artesanal de reservatórios do Tietê podem superar 80% do total capturado (Minte-Veras, Petrere Jr. 2002; Novaes, Carvalho 2013), porém seu papel no rendimento total da pesca não é uma constante (McKaye *et al.* 1995; Agostinho *et al.* 2007).

Entre as características biológicas que conferem alta capacidade invasiva para as tilápias estão: (i) a estratégia de cuidado parental - alta sobrevivência de ovos e larvas no novo ambiente; (ii) a capacidade de desovas múltiplas - viabilidade sob condições variáveis; (iii) o comportamento territorialista; e (iv) a plasticidade no tamanho e idade de maturação gonadal ou na alimentação. Essa última característica permite que a tilápia ajuste a primeira maturação às condições locais, facultando uma maturação em até três meses, quando o tempo normal em sua área de distribuição natural é de 2-4 anos (Lowe-McConnell 2006). Desovas múltiplas pode prolongar o período de desova por todo o ano (Canonic *et al.* 2005; Daga, Gubiani 2012), o que faculta à prole explorar ampla janela temporal, aumentando a chance de recrutamento (Agostinho *et al.* no prelo). O territorialismo e a agressividade, também característicos da espécie, conferem maior capacidade de repelir outras espécies (Medeiros *et al.* 2007), incluindo grandes competidores (Sanches *et al.*, 2012; Agostinho *et al.* no prelo). O hábito onívoro também tem sido relacionado à eficiência na ocupação de novas áreas (Magalhães, Jacobi 2013; Ortega *et al.* 2015; Moyle, Light 1996, Tonella *et al.* 2017)

A ideia muito difundida de que a resistência ambiental de reservatórios (condições físicas e químicas, predação, competição) às invasões biológicas impediria o estabelecimento da tilápia nilótica não se sustenta nos fatos e pode ser claramente refutada pelo histórico da ocupação dessa espécie em reservatórios do rio Tietê (Agostinho *et al.*, 2007). Esse mesmo argumento chegou a ser consenso para o reservatório de Barra Bonita, onde a estocagem com a tilápia durante quase uma década (de 1979 a 1987) não teve resposta na pesca, sendo o programa interrompido. O mesmo fato era observado nos reservatórios a jusante, também participantes do programa de estocagem com tilápia. Após 10 anos (1998) desde a interrupção de sua estocagem, a espécie começou a ser registrada nos desembarques pesqueiros, ainda que de forma incipiente. Três anos depois essa espécie já participava com mais da metade dos desembarques (AES-Tietê, 2007; Agostinho *et al.* 2007). O tempo decorrido entre sua presença no reservatório e seu estabelecimento foi ainda maior nos demais reservatórios da bacia do Tietê. Essa invasão pela tilápia foi coincidente com a

Sociedade Brasileira de Ictiologia

proliferação de estabelecimentos de pesque e pague e do cultivo em tanques redes após o ano de 1998. É esperado que esse fato tenha sido responsável pelos escapes que aumentaram a pressão de propágulos e levaram ao estabelecimento e a invasão dessa espécie.

O cultivo de tilápias de apenas um sexo (cultivo monosexo), que em tese impediria sua procriação em ambientes naturais, também não é efetivo. Não há possibilidade de se obter 100% de alevinos de um único sexo (monosexo) em cultivos, tanto por falhas na sexagem como por falhas na reversão sexual. Isso pode ser atestado facilmente pela visualização de cardumes de alevinos nas margens de tanques de piscicultura ou de pesque-e-pagues que mantenham tilápia nilótica estocada como monosexo por mais de seis meses. Uma das razões de se esvaziar os tanques após cada ciclo de produção é exatamente eliminar os alevinos nascidos nos tanques que poderão competir com alimento na nova safra. De fato, a razão para se cultivar monosexo (machos) é a maior taxa de crescimento e não o esforço para uma produção ambientalmente sustentável.

A tilápia causa diversos impactos na biota nativa

Existe um corpo de evidências científicas que demonstram uma série de impactos promovidos pela tilápia nilótica quando liberada no ambiente silvestre (Canonico *et al.* 2005). Esta espécie pode afetar os diferentes níveis de organização ecológica, com perturbações sobre populações (patógenos, parasitas, abundância, distribuição), comunidades (diversidade, composição, teia trófica, extinção) e ecossistemas (fluxos de energia, ciclos biogeoquímicos). São comuns evidências sobre deslocamentos ou mesmo exclusão competitiva de espécies nativas, alterações na comunidade planctônica e na qualidade da água, com reflexos no tamanhos dos estoques pesqueiros e na pesca de espécies nativas.

São sumarizados abaixo alguns exemplos da literatura que tratam dos impactos da tilápia nilótica sobre a biodiversidade e ecossistemas no Brasil e na America Latina.

- Bittencourt *et al.* (2014) registraram a substituição de espécies nativas de ciclídeos pela tilápia *O. niloticus* em um corpo de água da bacia amazônica (Amapá). Esses autores destacam que a biomassa da invasora superou a do conjunto das 16 espécies de ciclídeos nativos (73%).
- Strecker (2006) relatam que a invasão de *Oreochromis* e *Astyanax* afetou populações endêmicas de *Cyprinodon* spp., sendo responsável pelo desaparecimento e possível extinção de *Cyprinodon beltrani*. Esse autor informa também que o aparecimento de infestação massivas de *Cyprinodon* spp. por um trematoda ectoparasita e um nematoda endoparasita foi constatado após a introdução da tilápia.
- Martin *et al.* (2010), em um estudo experimental, mostraram que a tilápia nilótica compete por locais estruturados com espécies nativas com a mesma preferência, e as deslocam para fora dessa área. Nos experimentos realizados com a inclusão de um

Sociedade Brasileira de Ictiologia

piscívoro, esse deslocamento torna a nativa mais susceptível à predação, reduzindo sua taxa de sobrevivência.

- Attayde *et al.* (2007) realizaram experimento com a manipulação da abundância de tilápia nilótica e o monitoramento da dinâmica do fito e zooplâncton, além da transparência. Os resultados demonstraram que, embora *O. niloticus* seja uma espécie onívora, teve um impacto negativo sobre a abundância do zooplâncton de maior porte (herbívoro) e um positivo sobre a densidade do fitoplâncton menor. Esses resultados indicam uma predominância no consumo de plâncton herbívoro, levando a proliferação de algas. Efeitos negativos sobre a densidade do zooplâncton de maior porte terminam por afetar o recrutamento de peixes, que também se alimentam desse item em suas fases iniciais de desenvolvimento.
- Sanches *et al.* (2012) demonstraram experimentalmente que *O. niloticus* foi competitivamente superior a um ciclídeo nativo (*Geophagus brasiliensis*), mesmo esse último sendo de tamanho maior. Esse fato e a alta sobreposição de nicho dessas espécies na natureza levaram os autores a sugerir a possibilidade da tilápia reduzir a viabilidade da espécie nativa e causar exclusão competitiva.
- Attayde *et al.* (2011), tendo como base uma série temporal de 30 anos de desembarque em um reservatório do nordeste, concluem que a estocagem de tilápia nilótica não elevou a biomassa total desembarcada, nem o número de pescadores ativos na pesca ou sequer a renda per capita da atividade. Entretanto, constatou-se uma queda significativa na captura por unidade de esforço de espécies nativas.
- Novaes, Carvalho (2013) Compararam a captura pesqueira em dois reservatórios na bacia do rio Paraná e concluíram que entre os ambientes analisados aqueles que não apresentavam espécies exóticas apresentaram maior valor agregado e sustentabilidade da atividade pesqueira.
- Côa *et al.* (2017) demonstraram que Unidades de Conservação, mesmo com eficiente controle de uso no ambiente terrestre, pode ser invadido pela tilápia nilótica, com riscos iminentes na alteração do ambiente aquático e na biodiversidade.
- Figueiredo, Giani (2005) em experimentos visando avaliar o impacto da tilápia nilótica sobre a qualidade da água, concluíram que essa espécie contribui para a eutrofização da água tanto por mecanismos top-down (seleção na dieta baseada no consumo de organismos maiores) como bottom-up (elevado suprimento de nutrientes na água).
- Starling *et al.* (2002) relataram que *O. niloticus* contribuiu substancialmente para a entrada de fósforo ao lago Paranoá, Brasília-DF, e que a remoção dessa espécie reduz as entradas em aproximadamente 12%.
- Agostinho *et al.* (2007) relataram que, com a introdução da tilapia nilótica, constatou-se um aumento inicial nos desembarques pesqueiros do reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê, que, no entanto, não se sustentou. Quatro anos depois, com a proliferação dessa invasora, a biomassa desembarcada caiu notavelmente, tanto na captura total como a captura por unidade de esforço.

Sociedade Brasileira de Ictiologia

- Demétrio *et al.* (2012) avaliando a influência de cultivos de tilápia nilótica sobre a dieta de peixes silvestres no reservatório de Rosana, rio Paranapanema, concluíram que a fauna associada aos tanques redes altera sua dieta, passando a se alimentar de ração artificial ou de microcrustáceos que se tornam muito abundante em razão da fertilização e proliferação de algas decorrente da liberação de nutriente.
- Pereira-Strictar *et al.* (2010) avaliaram os efeitos dos cultivos da tilápia em tanques redes sobre a dieta, atividade alimentar e condição nutricional de um insetívoro com zooplactivoria facultativa, a surumanha (*Auchenipterus osteomystax*), concluindo que houve um consumo predominante de zooplâncton e que o predomínio desse item na dieta foi concomitante com a queda na condição nutricional dos indivíduos.

Impactos socioambientais decorrentes da invasão da tilápia são registrados em diferentes países, conforme ilustramos brevemente abaixo:

- Palacio-Nuñez *et al.* (2010) relatam que *O. niloticus* apresenta sobreposição de habitat com muitas espécies de peixes nativas da planície mexicana, porém a sobreposição com outros ciclídeos foi mais forte.
- Zambrano *et al.* (2014), baseado no monitoramento da pesca, relatam o colapso de uma atividade de pesca promissora no Lago Patzcuaro, México, após a intensa proliferação de tilápia nilótica e carpa.
- No rio Mississipi, a competição com as espécies nativas por sítios de nidificação causou a redução da abundância de espécies nativas importantes para a pesca comercial (Canonico *et al.* 2005).
- Após ser introduzida no Muddy River, no sul do estado de Nevada, uma espécie do gênero *Oreochromis* ocupou toda a bacia em menos de 9 anos e o aumento de sua abundância foi correlacionado à diminuição da abundância de outras espécies importantes para a pesca que se tornaram ameaçadas (USFWS, 2002).

Assim, a literatura especializada demonstra claramente que, ao contrário do preconizado por produtores, comerciantes e técnicos envolvidos com a produção de tilápia, essa espécie pode proliferar em ambientes naturais, incluindo os Amazônicos, competir e deslocar espécies nativas, promover eutrofização, modificar a cadeia trófica e a dieta das espécies e afetar a composição e abundância dos estoques, com redução no rendimento pesqueiro.

A fauna acompanhante

O cultivo de tilápias pode acarretar na introdução de espécies secundárias, visto que escapes para o novo ambiente não se restringem a espécie de interesse ao cultivo. Peixes carregam outros organismos sobre o corpo, brânquias ou internamente. Além disso a água utilizada no

Sociedade Brasileira de Ictiologia

transporte desses pode conter outros organismos. Estes podem ser parasitas ou patógenos e serem também disseminadas no novo ambiente.

A literatura é farta em exemplos de espécies secundárias introduzidas juntamente com peixes. Alguns exemplos de espécies disseminadas em águas brasileiras são listados abaixo:

- o microcrustáceo *Daphnia lumholtzi* Sars, 1885 (Coelho, Henry, no prelo)
- o copepoda parasita *Lamproglana monodi* Capart, 1944 (Coelho, Henry, no prelo);
- o copépoda *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957 (Silva, Roche, 2017), que em sua área de origem é hospedeiro do agente da dracunculíase;
- o rotífero *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Peixoto *et al.* 2010).
- o crustáceo *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus, 1758) (Gabrielli, Orsi, 2000; Azevedo *et al.*, 2012)
- Cinco espécies de protozoários: *Trichodina compacta*, *Trichodina magna*, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Piscinoodinium pillulare* e *Epistylis* sp. (Zago *et al.* 2014)
- Cinco espécies de monogenóides: *Cichlidogyrus halli*, *Cichlidogyrus thurstonae*, *Cichlidogyrus* sp. 1, *Scutogyrus longicornis*, e *Gyrodactylus* sp. (Zago *et al.* 2014)

A disseminação dessas espécies pela piscicultura, da mesma maneira que os escapes dos peixes cultivados, não se restringe ao cultivo com tanques redes. Ela também foi constatada para o crustáceo *Lernaea cyprinacea* a partir do alagamento de tanques escavados durante cheias excepcionais (Orsi, Agostinho, 1999) ou pelos seus efluentes. O controle sanitário, em geral mencionado como atenuante desses problemas, não consegue detectar essas espécies com o protocolo vigente, tanto pela sofisticação necessária para o diagnóstico, como pelo intenso trânsito de alevinos e matrizes entre estações de piscicultura e produtores.

Considerações finais e conclusão

O cultivo de tilápia em águas públicas apresenta uma série de riscos à manutenção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos brasileiros. Por isso, não deveria ser considerado como modelo de desenvolvimento econômico, principalmente em países megadiversos. A região Neotropical abriga uma das maiores diversidade de espécies do mundo, com quase 5.000 espécies de peixes de água doce, a maior parte com potencial para uso na alimentação, entre outros. A expansão da tilapicultura causará efeitos socioambientais negativos ao país, principalmente se considerarmos que ela se somará a uma série de outras atividades humanas de elevado impacto (Pelicice *et al.* 2017).

Além disso, o Brasil é signatário da Convenção da Diversidade Biológica (1992), incorporada a legislação brasileira pelo Decreto Federal 2.519, de 16 de março de 1998. Por esses documentos, o Estado brasileiro deve “*impedir que se introduzam, controlar ou erradicar espécies exóticas que ameacem os ecossistemas, habitats ou espécies*”. Posteriormente, o

Sociedade Brasileira de Ictiologia

Decreto 4.339 (22 de agosto de 2002) estabeleceu que o Estado deve “promover a prevenção, erradicação e o controle de espécies exóticas invasoras que possam afetar a biodiversidade”. A restrição do uso desta espécie nos ambientes aquáticos aproxima o Brasil da recomendação feita pelos órgãos ambientais de outros países, como é o caso dos EUA para o qual a análise de impactos desta introdução pelo US Fish and Wildlife Service é clara (USFWS, 2011):

“Impactos de *O. niloticus* em sua distribuição introduzida incluem eutrofização dos corpos d’água através de suas influências na comunidade planctônica, competição com peixes nativos, hibridização e, em alguns casos, redução no sucesso de pesca. O risco geral representado pela espécie é alto.”

No sistema hidrográfico do rio Tocantins, como em outros do Norte e Centro-Oeste, embora a tilápia tenha sido detectada, ela ainda não é recorrente nas capturas e não deve estar estabelecida, provavelmente devido à resistência biótica imprimida pela elevada diversidade de espécies na bacia. Por sua vez, o aumento da pressão de propágulos pela introdução do sistema de cultivo de tanques redes deve diminuir a eficiência desta resistência em manter as populações da tilápia nilótica sob controle e tornar o cenário dos recursos pesqueiros mais preocupante, assim como ocorrido em outras bacias hidrográficas onde práticas que resultam na introdução de espécies foram amplamente realizadas como no rio Paraná (Agostinho *et al.* 2007).

Tendo como base o conhecimento científico disponível, pode-se concluir que a expansão do cultivo da tilápia *O. niloticus* em tanques redes em reservatórios brasileiros causará perturbações relevantes. A aquicultura brasileira opera em baixos padrões de sustentabilidade, pois o país é continental e a fiscalização limitada. Más práticas são comuns no manejo dos sistemas, como a falta de tratamento de efluentes. Além disso, não há tecnologia segura para o confinamento dos peixes nos tanques redes, sendo os escapes universais. Uma vez no ambiente há elevada possibilidade do estabelecimento da espécie nos reservatórios e a sua disseminação para outras áreas, com risco de impactos negativos sobre a biota regional.

Dado o exposto, conclui-se que vedar o cultivo de tilápia nilótica, *O. niloticus* em tanques redes em qualquer região do Brasil, especialmente nas bacias da Amazônia Legal e pantaneira, é uma decisão que deve ser motivada não apenas com base no princípio da precaução, mas pela inevitabilidade dos escapes e os riscos reais de instalação da espécie e impactos nos recursos pesqueiros.

Sociedade Brasileira de Ictiologia

Referências

- AES-Tietê. Programa de Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas e Reservatórios: Ictiofauna e Qualidade de Água. Promissão, SP: Eco Consultoria Ambiental e Comercio; 2007.
- Agostinho AA, Okada EK. A questão ambiental dos tanques redes. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia. 1998; 54: 6-7.
- Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá :EDUEM; 2007.
- Agostinho *et al.* *no prelo*. Introduced cichlids in the Americas: distribution patterns, invasion ecology, and impacts. In: Noakes DLG, Abate M, editors. The Behavior, Ecology and Evolution of Cichlid Fishes. London: Elsevier.
- Attayde JL, Okun N, Brasil J, Menezes R, Mesquita P. Impactos da introdução da tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do bioma caatinga. Oecologia Brasiliensis. 2007; 11(3): 450–461.
- Attayde JL, Brasil J, Menescal RA. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. Fish Manag Ecol. 2011; 18:437–443.
- Azevedo RKD, Abdallah VD, Silva RJD, Azevedo TM, Martins ML, Luque JL. Expanded description of *Lamproglana monodi* (Copepoda: Lernaevidae), parasitizing native and introduced fishes in Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária. 2012; 21(3): 263-269.
- Azevedo-Santos VM, Rigolin-Sá O, Pelicice FM. Growing, losing or introducing? Cage aquaculture as a vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil. Neotrop Ichthyol. 2011; 9(4):915–919.
- Azevedo-Santos VM, Pelicice FM, Lima DP, Magalhães ALB, Orsi ML, Vitule JRS, Agostinho AA. How to avoid fish introductions in Brazil: education and information as alternatives. Nat Conserv. 2015; 13:123-132.
- Beveridge, MCM. *Cage aquaculture*. Oxford: Fishing News Books; 1987.
- Bittencourt LS, Silva URL, Silva LMA, Dias MT. Impact of the invasion from Nile tilapia on natives Cichlidae species in tributary of Amazonas. Biota Amaz. 2014; 4:88–94.
- Blackburn TM, Pyšek P, Bacher S, Carlton JT, Duncan RP, Jarošík V, Wilson JRU, Richardson DM. A proposed unified framework for biological invasions. Trends Ecol Evol. 2011; 26(7):333-339.
- Britton JR, Orsi ML. Non-native fish in aquaculture and sport fishing in Brazil: Economic benefits versus risks to fish diversity in the upper River Paraná Basin. Rev Fish Biol Fish. 2012; 22:555–565.
- Canonico GC, Arthington A, Mccrary JK, Thieme ML. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst. 2005; 15:463–483.
- Coa F, Medeiros AMZ, Barbieri E. Record of Nile tilapia in the Mandira River, Cananéia, São Paulo State. Bol do Inst Pesca. 2017; 43:87–91.
- Coelho PN, Henry R. The small foreigner: new 14 laws will promote the introduction of non-native zooplankton in Brazilian aquatic 15 environments. Acta Limnol Bras. 2017; 29:e7.
- Crutchfield JU, Schiller DH, Herlong DD, Mallin MA. Establishment and impact of redbelly tilapia in a vegetated cooling reservoir. J Aquat Plant Manage. 1992; 30:28–35.
- Daga VS, Gubiani EA. Variations in the endemic fish assemblage of a global freshwater ecoregion: associations with introduced species in cascading reservoir. Acta Oecol. 2012; 41:9-105.
- Demétrio JA, Gomes LC, Latini JD, Agostinho AA. Influence of net Cage farming on the diet of associated wild fish in a Neotropical Reservoir. Aquaculture. 2012; 330-333:172-178.
- Espínola LA, Minte-Vera CV, Júlio-Júnior HF. Invasibility of reservoirs in the Paraná Basin, Brazil, to *Cichla kelberi* Kullander and Ferreira, 2006. Biol Invasions. 2010; 12(6):1873-1888.

Sociedade Brasileira de Ictiologia

- Fernandes R, Gomes LC, Agostinho AA. Pesque pague: negócio ou fonte de dispersão de espécies exóticas? *Acta Sci.* 2003; 25(1):115-120.
- Figueredo CC, Giani A. Ecological interactions between Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and the phytoplanktonic community of the Furnas Reservoir (Brazil). *Freshw Biol.* 2005; 50:1391–1403.
- Gabrielli MA, Orsi ML. Dispersion of *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus) (Crustacea, Copepoda) in the north area of the Paraná State, Brazil. *Rev Bras de Zoo.* 2000; 17(2), 395-399.
- Havel JE, Lee CE, Vander Zanden J. Do reservoirs facilitate invasions into landscapes? *Bioscience.* 2005; 55: 518-525.
- Jensen O, Dempster T, Thorstad EB, Uglem I, Fredheim A. Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: Causes, consequences and prevention. *Aquac Environ Interact.* 2010; 1:71–83.
- Johnson PTJ, Olden JD, Zanden MJ. Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. *Front Ecol Environ.* 2008; 6:357–363.
- Júlio-Júnior H, Tós CD, Agostinho AA, Pavanelli CS. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper Rio Paraná basin. *Neotrop Ichthyol.* 2009; 7:709–718.
- Leprieur F, Beauchard O, Blanchet S, Oberdorff T, Brosse S. Fish invasions in the world's river systems: when natural processes are blurred by human activities. *PLoS Biol.* 2008; 6(2):e28.
- Lima-Junior DP, Pelicice FM, Vitule JRS, Agostinho AA. Aquicultura, política e meio ambiente no Brasil: novas propostas e velhos equívocos. *Natureza & Conservação.* 2012; 10, 88-91.
- Lima LB, Oliveira FJM, Giacomini HC and Lima-Junior DP. Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil. *Reviews in Aquaculture.* 2016.
- Linde AR, Izquierdo JI, Moreira JC, Garcia-Vazquez E. Invasive tilapia juveniles are associated with degraded river habitats. *Aquat Conserv.* 2008; 18(6): 891-895.
- Lowe-McConnell RH. *The tilapia trail: the life story of a fish biologist.* Ascot: MPM Publishing; 2006.
- Magalhães ALB, Jacobi CM. Invasion risks posed by ornamental freshwater fish trade to southeastern Brazilian rivers. *Neotrop Ichthyol.* 2013; 11(2):433–441.
- Martin CW, Valentine MM, Valentine JF. Competitive interactions between invasive Nile tilapia and native fish: the potential for altered trophic exchange and modification of food webs. *PLoS One.* 2010; 5(12):e14395.
- McKaye KR, Ryan JD, Stauffer JR, Perez LJJ, Vega GI, van den Berghe EP. African tilapia in Lake Nicaragua: ecosystem in transition. *Bioscience.* 1995; 45(6):406–411.
- Medeiros APT, Chellappa S, Yamamoto ME. Agonistic and reproductive behaviors in males of red hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) x *O. mossambicus* (Peters, 1852) (Osteichthyes: Cichlidae). *Braz J Biol.* 2007; 67(4):701-706.
- Minte-Vera CV, Petrere M Jr. Artisanal fisheries in urban reservoir: a case study from Brazil (Billings Reservoir, São Paulo Metropolitan Region). *Fisheries Manag Ecol.* 2000; 7(6):537-549. doi:10.1046/j.1365-2400.2000.00218.x
- Moyle PB, Light T. Fish invasions in California: do abiotic factors determine success? *Ecology.* 1996; 77(6):1666-1670.
- Naylor RL, Williams SL, Strong DR. Aquaculture – a gateway for exotic species. *Science.* 2001; 294: 1655-1656.
- Naylor R, Hindar K, Fleming F, Goldberg R, Williams S, Volpe J, Whoriskey F, Eagle J, Kelso D, Mangel M. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience.* 2005; 55, 427-437.
- Nico LG, Beamish WH, Musikasinthorn P. Discovery of the invasive Mayan Cichlid fish "*Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862) in Thailand, with comments on other introductions and potential impacts. *Aquat Invasions.* 2007; 2(3):197–214. doi:10.3391/ai.2007.2.3.7

Sociedade Brasileira de Ictiologia

- Novaes JLC, Carvalho ED. Analysis of artisanal fisheries in two reservoirs of the upper Paraná River basin (Southeastern Brazil). *Neotrop Ichthyol.* 2013; 11(2):403-412.
- Orsi ML, Agostinho AA. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da Bacia do Rio Paraná, Brasil. *Rev Bras Zool.* 1999; 16(2):557-560.
- Ortega JCG, Julio Jr HF, Gomes LC, Agostinho AA. Fish farming as the main driver of fish introductions in Neotropical reservoirs. *Hydrobiologia.* 2015; 746(1):147-158.
- Padial A, Agostinho AA, Azevedo-Santos V, Frehse F, Lima Jr D, Magalhães A, Mormul R, Pelicice FM, Bezerra L, Orsi ML, Petrere Jr M, Vitule J. The "Tilapia Law" encouraging non-native fish threatens Amazonian River basins. *Biodiversity and Conservation.* 2017; 26(1):243-246.
- Palacio-Núñez J, Olmos-Oropeza G, Verdú JR, Galante E, Rosas-Rosas OC, Martínez-Montoya JF, Enríquez J. Traslape espacial de la comunidad de peces dulceacuícolas diurnos en el sistema de humedal Media Luna, Rioverde, S.L.P., México. *Hidrobiológica.* 2010; 20(1):21-30.
- Peixoto RS, Brandão LPM, Valadares CDF, Barbosa PMM. Occurrence of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) and *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957 in lakes of the Middle River Doce, MG, Brazil. *Acta Limnol Bras.* 2010; 22(3), 356-360.
- Pelicice FM, Vitule JRS, Lima DP Jr, Orsi ML, Agostinho AA. A serious new threat to Brazilian freshwater ecosystems: the naturalization of nonnative fish by decree. *Conserv Lett.* 2014; 7(1):55-60.
- Pelicice FM, Azevedo-Santos VM, Vitule JR, Orsi ML, Lima-Junior DP, Magalhães AL, Agostinho, AA. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. *Fish and Fisheries.* 2017; 18(6), 1119-1133.
- Pereira JS, Mercante CTJ, Lombardi JV, Vaz-dos-Santos AM, Carmo CFD, Osti JAS. Eutrophication process in a system used for rearing the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), São Paulo State, Brazil. *Acta Limnol Bras.* 2012; 24(4), 387-396.
- Strictar-Pereira L, Agostinho AA, Gomes LC. Cage culture with tilapia induces alteration in the diet of natural fish populations: the case of *Auchenipterus osteomystax*. *Braz J Biol.* 2010; 70:1021-1030.
- Rahel FJ. Biogeographic barriers, connectivity and homogenization of freshwater faunas: It's a small world after all. *Freshw Biol.* 2007; 52:696-710.
- Sanches FHC, Miyai CA, Costa TM, Christofoletti RA, Volpato GL, Barreto RE. Aggressiveness overcomes body-size effects in fights staged between invasive and native fish species with overlapping niches. *PLoS One.* 2012;7(1):e29746.
- Sepúlveda M, Arismendi I, Soto D. Escaped farmed salmon and trout in Chile: incidence, impacts and the need for an ecosystem view. *Aquac Environ Interac.* 2013; 4, 273-283.
- Silva, W.M. and Roche, K.F. Occurrence of the Afro-Asian species *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957 (Crustacea: Copepoda) in the Amazon River basin. *Braz J Biol.* 2016; doi: 10.1590/1519-6984.14515
- Starling F, Lazzaro X, Cavalcanti C, Moreira R. Contribution of omnivorous tilapia to eutrophication of a shallow tropical reservoir: evidence from a fish kill. *Freshw Biol.* 2002; 47(12):2443-2452. doi:10.1046/j.1365-2427.2002.01013.x
- Strecker U. The impact of invasive fish on an endemic *Cyprinodon* species flock (Teleostei) from Laguna Chichancanab, Yucatan, Mexico. *Ecol Freshw Fish.* 2006; 15:408-418. doi: 10.1111/j.1600-0633.2006.00159.x
- Strictar-Pereira L, Agostinho AA, Gomes LC. Cage culture with tilapia induces alteration in the diet of natural fish populations: the case of *Auchenipterus osteomystax*. *Braz J Biol.* 2010; 70:1021-1030
- Thorvaldsen T, Holmen IM, Moe HK. The escape of fish from Norwegian fish farms: Causes, risks and the influence of organizational aspects. *Mar Policy.* 2015; 55:33-38. doi: 10.1016/j.marpol.2015.01.008
- Tonella LH, Fugi R, Vitorino OB, Suzuki HI, Gomes LC, Agostinho AA. Importance of feeding strategies on the long-term success of fish invasions. *Hydrobiologia.* 2017; 1-14.

Sociedade Brasileira de Ictiologia

USFWS (US Fish and Wildlife Service). Tilapia removal program on the Virgin River, Clark County, Nevada, and Mohave County, Arizona. Las Vegas, Nevada. 2002.

USFWS (US Fish and Wildlife Service). Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Ecological Risk Screening Summary. 2011.

Vitule JRS, Freire CA, Vazquez DP, Nuñez MA, Simberloff D. Revisiting the potential conservation value of non-native species. *Conservation Biology*. 2012; 26(6), 1153.

Wilson JRU, Dormontt EE, Prentis PJ, Lowe AJ, Richardson DM. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends Ecol Evol*. 2009; 24(3):136-144.

Zago AC, Franceschini L, Garcia F, *et al.* Ectoparasites of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage farming in a hydroelectric reservoir in Brazil. *Braz J Vet Parasitol*. 2014; 23:171–178.

Zambrano L, Córdova-Tapia F, Pacheco-Muñoz R, Gálvez KL. La comunidad de peces del lago de Pátzcuaro. In: Delgadillo RH, Velázquez SV, editors. Estudio ecosistémico del lago de Pátzcuaro. Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable. Jiutepec: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2014. doi 10.13140/RG.2.1.2570.4487

Zhang X, Mei X, Gulati RD. Effects of omnivorous tilapia on water turbidity and primary production dynamics in shallow lakes: implications for ecosystem management. *Rev Fish Biol Fish*. 2017; 27:245–254.



SOCIEDADE
BRASILEIRA DE
ICTIOLOGIA

Maringá, 18 de dezembro de 2017

Angelo Antonio Agostinho, Dr

Professor Titular Aposentado da Universidade Estadual de Maringá
Prof. Voluntário do Progr. Pós Grad em Ecol.Amb.Aquat. Continentais
CRBio 08440/07-D

Oscar Barroso Vitorino

Biólogo/Analista no Instituto Natureza do Tocantins
CRBio 93196/04-D

Fernando Mayer Pelicice, Dr

Professor da Universidade Federal do Tocantins
E-mail: malabarb@ufrgs.br