



## Espécies Exóticas e Alóctones da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Implicações para a Conservação

Mariana Bissoli de Moraes<sup>1</sup>, Carla Natacha Marcolino Polaz<sup>1</sup>, Erica Pellegrini Caramaschi<sup>2</sup>,  
Sandoval dos Santos Júnior<sup>1</sup>, Guilherme Souza<sup>3</sup> & Fabrício Lopes Carvalho<sup>4</sup>

Recebido em 28/05/2015 – Aceito em 07/04/2016

**RESUMO** – A introdução de espécies, seja intencional ou acidental, é uma das principais causas das alterações na distribuição natural dos organismos, acarretando sérios declínios populacionais de espécies nativas. Peixes exóticos começaram a ser introduzidos no Brasil a partir de 1940, com o objetivo de desenvolver a aquicultura no país. Ocorreram também translocações de espécies de uma bacia hidrográfica a outra, sobretudo de peixes da bacia Amazônica para outras regiões brasileiras. Um dos efeitos negativos das introduções está relacionado ao patrimônio genético de populações selvagens, com a possibilidade de haver hibridações que diminuem a variabilidade genética natural. Isso pode acarretar na incidência de híbridos férteis, ameaçando, assim, o estoque parental a médio ou longo prazos. Outros efeitos ecológicos negativos são a introdução potencial de patógenos, a alteração estrutural das teias tróficas e a possível depleção de populações nativas por competição ou predação. Tendo em vista a importância desse assunto e seus efeitos no ambiente aquático continental, é apresentada uma lista de espécies aquáticas exóticas e alóctones da bacia do rio Paraíba do Sul, localizada na região Sudeste do Brasil. Foram registradas 62 espécies de peixes, com predominância das ordens Cypriniformes, Characiformes e Cichliformes; três espécies de moluscos bivalves e três espécies de crustáceos decápodes. Muitas das espécies exóticas e alóctones de peixes são criadas em tanques de pisciculturas na região, sendo introduzidas em rios da bacia por eventuais escapes ou por soltura deliberada, devido ao grande interesse pela pesca esportiva e amadora. Outras são híbridas de espécies exóticas e nativas, como o tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) e a pintachara (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. fasciatum*). Outras introduções são oriundas de atividades relacionadas à aquariorfilia, com o registro de populações de peixes e moluscos já estabelecidas na bacia, e do lagostim *Procambarus clarkii*. Moluscos bivalves foram introduzidos por água de lastro de navios. O camarão-gigante-da-Malásia, *Macrobrachium rosenbergii*, foi introduzido para criação a partir da década de 1980 e também tem sido registrado ocasionalmente na bacia. Além desta, uma espécie alóctone de camarão, *M. jelskii*, é registrada no Paraíba do Sul. O dourado *Salminus brasiliensis*, por sua vez, ocorre em todas as porções da bacia e tem populações estabelecidas de longa data. Existem poucos programas de controle de espécies invasoras em águas brasileiras, sendo uma alternativa o incentivo à pesca direcionada às espécies introduzidas, apesar de não haver garantias de que a integridade biótica do ambiente seja

### Afiliação

- <sup>1</sup> Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental (CEPTA)/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Pirassununga/SP, Brasil, Caixa Postal 64, CEP: 13.630-970.
- <sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Rio de Janeiro/RJ, Brasil, Caixa Postal 68020, CEP: 21.941-902.
- <sup>3</sup> Associação dos Pescadores e Amigos do Rio Paraíba do Sul/Projeto Piabanha, Itaocara/RJ, Brasil, CEP: 28.570-000.
- <sup>4</sup> Universidade Federal do Sul da Bahia/UFSB, Centro de Formação em Ciências e Tecnologias Agrofloretais – CFCTA, Grupo de Pesquisa em Carcinologia e Biodiversidade Aquática/GPCBio, Ilhéus/BA, Brasil, CEP: 45.662-200.

### E-mails

maribissol@gmail.com, carla.polaz@icmbio.gov.br, erica.caramaschi@gmail.com, sandoval.santos@icmbio.gov.br, guilhermesouza.bio@gmail.com, flcarvalho@ufsb.edu.br

restabelecida após a erradicação do invasor. Para espécies não-nativas oriundas da aquariofilia e da pesca esportiva, há sugestões recentes para prevenir/reduzir a invasão. O monitoramento da fauna aquática não-nativa é reconhecido como de extrema importância para prever a dispersão e tentar evitá-la.

**Palavras-chave:** Biodiversidade; conservação; bacia do rio Paraíba do Sul; introdução de espécies; organismos aquáticos.

**ABSTRACT** – Introduction of species, intentional or accidental, is one of the major causes of alteration in the natural distribution of organisms, provoking serious population decline of native species. Exotic species of fishes were introduced in Brazil since the 1940's, aimed mostly at the development of aquaculture in the country. Species translocations from a river basin to another also occurred, primarily from the Amazon River basin to other Brazilian regions. One of the negative effects of species introduction is related to the genetic patrimony of natural populations, with the possibility of occurring hybridization that decrease natural genetic variability. This can result in the emergence of fertile hybrids, threatening the parental stock for medium to long term. Other negative ecological effects are the potential introduction of pathogens, structural changes in trophic webs and potential depletion of native populations by competition or predation. In view of the importance of this issue and its effects in freshwater environment, a list of invasive species of the Paraíba do Sul river basin, southeastern Brazil, is presented. Sixty-two species of fishes were recorded, with a predominance of the Cichliformes, Characiformes and Cypriniformes, three bivalve mollusk species and three species of a decapod crustacean. Many of the invasive fish species are reared in pisciculture tanks in the region, being introduced by eventual escapes or direct releases, due to great interest of sport and amateur fishing. Other species are hybrids of invasive and native fish species, such as the tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) and pintachara (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. fasciatum*). Other introductions result from aquarium activities, with records of established populations of fishes and mollusks, and the crayfish *Procambarus clarkii*. Bivalve mollusks were introduced by ballast water of ships. The Malaysia Giant crustacean (*Macrobrachium rosenbergii*) was introduced for aquaculture in the 1980's, and has been recorded in the basin occasionally. In addition to this, an allochthonous species of shrimp, *M. jelskii*, is also recorded in Paraíba do Sul river basin. The golden dorado *Salminus brasiliensis*, in turn, occurs all over the basin, with populations established since long ago. There are few eradication programs for invasive species in Brazilian waters, and the encouragement of directional fishing of invasive species may be an alternative, even though environmental biotic integrity might not be reestablished after eradication of the invader. For non-native species from aquarium and sport fishing, there are recent suggestions to prevent/reduce invasion. Monitoring the non-native aquatic fauna is recognized as extremely important in both predicting and trying to avoid its dispersion.

**Keywords:** Biodiversity; conservation; Paraíba do Sul river; invasive alien species; aquatic organisms.

**RESUMEN** – La introducción de especies exóticas, accidental o intencional, es una de las principales causas de los cambios en la distribución de las especies, causando seria reducción poblacional de especies nativas. En Brasil, especies de peces exóticos fueron introducidas por primera vez en los años 1940, con el principal objetivo de desarrollo de la acuicultura en el país. También hubo la translocación de especies de una cuenca fluvial a otra, principalmente peces de la cuenca del Amazonas a otras regiones de Brasil. Uno de los efectos negativos de las introducciones se relaciona con el patrimonio genético de las poblaciones nativas, con posibilidad de ocurrencia de hibridaciones que reducen la variabilidad genética natural. Esto puede resultar en la incidencia de híbridos fértiles, eliminando, así, la manada de origen. Otros efectos ecológicos negativos son la introducción potencial de agentes patógenos, los cambios estructurales en las redes tróficas y potencial de agotamiento de las poblaciones nativas por competición o depredación. Dada la importancia de este tema y sus efectos en el medio ambiente acuático de agua dulce, es presentada una lista de las especies invasoras de la cuenca del río Paraíba do Sul, sudeste de Brasil. En total se incluyen 62 especies de peces, con predominio de las órdenes Cichliformes, Characiformes y Cypriniformes, tres especies de moluscos bivalvos, y tres especie de crustáceo decápodos. Muchos de los peces invasores son creados en tanques de piscicultura en la región, que se introducen por posibles fugas o por liberación deliberada en los ríos, debido al grande interés de la pesca deportiva y aficionada. Algunos son híbridos de especies exóticas y nativas, como tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*) y pintachara (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. fasciatum*). Otras introducciones son derivados de actividades del acuario, con récord de poblaciones de peces y moluscos establecidos en la cuenca, y el langostín *Procambarus clarkii*.

Moluscos bivalvos se introduziram mediante el agua de lastre de buques. El gigante crustáceo de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) fue introducido para la creación a partir de los años 1980, y también fue registrado ocasionalmente en la cuenca. Además, una especie alóctona de camarón, *M. jelskii*, también es registrada en la cuenca del río Paraíba do Sul. Entretanto, el dorado *Salminus brasiliensis* ocurre en todas partes de la cuenca y tiene poblaciones establecidas de larga data. Hay pocos programas de erradicación de especies invasoras en las aguas brasileñas, y el incentivo a la pesca dirigida de especies introducidas es una alternativa, aunque no hay garantía de que la integridad biótica del medio ambiente sea otra vez establecida. Para las especies no nativas de acuarios y de la pesca deportiva, hay propuestas recientes para prevenir/reducir la invasión. El monitoreo de la fauna acuática no nativa es reconocida como sumamente importante para predecir la dispersión y tratar de evitarlo.

**Palabras clave:** Biodiversidad; conservación; cuenca del río Paraíba do Sul; introducción de especies; organismos acuáticos.

## Introdução

A introdução acidental ou intencional de espécies em ambientes distintos de sua distribuição natural (atual ou pretérita) é uma das principais ameaças à biodiversidade e às funções ecossistêmicas (e.g. Agostinho *et al.* 2005, Rocha 2008, Hermoso *et al.* 2011), sendo a segunda causa mais comum de extinções recentes de espécies de vertebrados (Bellard *et al.* 2016), acarretando em homogeneização biótica (Rahel 2002). Os efeitos das introduções no patrimônio genético de populações selvagens podem ser deletérios, com a possibilidade de haver hibridações que diminuem a variabilidade genética natural e aumentam o risco da incidência de híbridos férteis, ameaçando, assim, o estoque parental (Holcik 1991, Lee 2002). Além disso, podem ocorrer outros efeitos genéticos nas populações, que só serão vislumbrados a longo prazo (Souza *et al.* 2009).

Com relação aos efeitos ecológicos, a introdução de espécies em ambiente distinto ao de sua distribuição natural pode ocasionar também a introdução de patógenos, a desestruturação da teia trófica e a depleção das populações nativas pela competição por recursos (alimentares, abrigo, local de desova) ou por predação (Agostinho & Júlio Jr. 1996, Delariva & Agostinho 1999).

Invasões biológicas são processos complexos, podendo ser divididas em diferentes partes: transporte ou dispersão para uma nova região, solturas ou escapes na natureza, estabelecimento, propagação e integração ou impacto (Kolar & Lodge 2001). Espécie exótica ou alóctone é definida como “espécie, subespécie ou a menor subdivisão de um táxon identificável [...] encontrada fora de sua área de distribuição natural e/ou histórica (atual ou precedente) ou de potencial dispersão”, transportada pelo ser humano e solta, intencional ou acidentalmente (IUCN 2006, modificado por Vitule & Prodocimo 2012). Para o presente estudo, as espécies alóctones foram consideradas como sendo as nativas de outras bacias hidrográficas do Brasil, e espécies exóticas foram consideradas as espécies não-nativas do Brasil. O estabelecimento de populações de espécies exóticas ou alóctones em um novo ambiente depende de diversos fatores, como sobreposição de nichos, eficiência reprodutiva, clima e habitat apropriado, e utilização de recursos subexplorados (Alcaraz *et al.* 2005, Stohlgren *et al.* 2006). Quando instaladas, espécies introduzidas podem alterar a distribuição natural de espécies nativas e ocasionar sérios declínios populacionais (Rocha 2008). Alcaraz *et al.* (2005) compararam variáveis qualitativas (utilização em aquicultura, nível trófico, tipo de cobertura do solo, presença ou ausência de vegetação ripária, entre outras) e quantitativas (fecundidade, comprimento total, máxima latitude registrada, temperatura da água, abundância etc.) de espécies introduzidas e de nativas para buscar uma maior compreensão sobre o processo de invasão biológica. Outros estudos seguiram a mesma linha de comparação de variáveis qualitativas e quantitativas (Kolar & Lodge 2001, Hermoso *et al.* 2011). Vitule & Prodocimo (2012), por sua vez, revisaram a questão da introdução de espécies não-nativas e invasões biológicas e organizaram o histórico da temática de invasões biológicas, com definições e conceitos ecológicos. Também propuseram uma série de categorias, a partir dos estágios das invasões biológicas, em termos de interrupção no processo ou viabilização, para os passos subsequentes no processo de invasão.

Ambientes aquáticos tendem a ser mais suscetíveis do que ambientes terrestres a introduções de espécies exóticas invasoras, definidas como aquelas que ameaçam ecossistemas, habitats ou espécies (CDB 1992), geralmente por causa da alteração frequente e da degradação eventual de habitats (Cohen & Carlton 1998, Rahel 2002, Marchetti *et al.* 2004). A invasão biológica e a alteração de hábitat podem ter efeitos sinérgicos (Didham *et al.* 2007). Em um ambiente ecologicamente degradado, o estabelecimento de populações invasoras é favorecido pela sensibilidade de espécies nativas às alterações de hábitat, pelo aumento da exposição à predação de juvenis ou adultos nativos, devido à diminuição de abrigos e refúgios, no caso de espécies carnívoras ou piscívoras introduzidas, entre outros efeitos (Hermoso *et al.* 2011). Outro exemplo é a redução da heterogeneidade de habitats por barramentos de corpos d'água, que tornam ambientes lóticos em lênticos, favorecendo espécies de hábitos pelágicos (Havel *et al.* 2005, Johnson *et al.* 2008), como da ordem Cichliformes (peixes ciclídeos), que contém muitas espécies com potencial invasor (*e.g.* as diferentes espécies de tilápias), ou espécies de peixes ornamentais não-nativas pré-adaptadas a ambientes lacustres (Magalhães 2010).

Humanos são obviamente o principal vetor na introdução de novas espécies, devido à sua alta capacidade de transporte/deslocamento e ao processo de globalização (Kolar & Lodge 2001, Rahel 2002, Hermoso *et al.* 2011), que intensificaram o movimento de espécies não-nativas (Essl *et al.* 2011). Segundo revisão feita por García-Berthou (2007), a maioria dos estudos de invasão biológica sobre as fases de transporte e soltura identificou a afinidade taxonômica, a associação ao homem e o tamanho do peixe como elementos preditores. Algumas famílias ou táxons de animais possuem, claramente, mais espécies invasoras (Olden *et al.* 2006), que podem ser introduzidas, principalmente, para sua utilização econômica, como alimento (empreendimentos aquícolas), uso ornamental (aquariofilia) ou para lazer (notadamente a pesca esportiva; Agostinho & Júlio Jr. 1996, Alcaraz *et al.* 2005, García-Berthou 2007).

No Brasil, as introduções de espécies exóticas aquáticas datam das primeiras décadas de sua colonização, com a introdução do molusco *Perna perna* através da água de lastro de navios (Souza *et al.* 2003, 2004, 2005). No ano de 1913, foi introduzida a truta *Oncorhynchus mykiss*, primeira espécie exótica de peixe em águas territoriais brasileiras (Welcome 1988, Souza *et al.* 2009). A partir da década de 1940, espécies exóticas de peixes começaram a ser translocadas com o objetivo principal de desenvolvimento da aquicultura no país (Delariva & Agostinho 1999). Ocorreram também translocações de espécies de uma bacia hidrográfica a outra, sobretudo de peixes da bacia Amazônica para outras regiões brasileiras, para fins de pesca esportiva e produção de pescado (Agostinho *et al.* 1994). Sabe-se que a aquicultura expandiu a procura pelo pescado em regiões onde não havia capacidade para a pesca comercial de espécies de água doce (Agostinho & Júlio Jr. 1996).

Com uma área de 55.300km<sup>2</sup>, a bacia do rio Paraíba do Sul é a segunda maior bacia de um conjunto denominado Leste Brasileiro, drenando os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (ANA 2015). Essa bacia abriga biodiversidade em situação de elevada ameaça, por estar localizada entre os maiores centros urbano-industriais do país. Dentre os principais impactos estão degradação ambiental, construção de barragens, destruição das matas ciliares, lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento, mineração e introdução de espécies exóticas e alóctones. Aproximadamente 40 espécies de vertebrados ameaçados de extinção, dentre peixes e uma espécie de quelônio, ocorrem na bacia, além de um conjunto praticamente desconhecido de invertebrados, representados especialmente por camarões de água doce e outros artrópodes (Polaz *et al.* 2011).

Em função da gama de impactos aos quais a bacia está submetida e de sua relevância biológica e social, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), tendo como suporte legal, à época, a Portaria n° 131/2010, definiu uma estratégia para recuperação das espécies aquáticas ameaçadas de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul, na forma de um Plano de Ação Nacional (Polaz *et al.* 2011). Essa Portaria foi, posteriormente, substituída e atualizada pela Portaria ICMBio n° 107/2012, quando mais espécies de invertebrados aquáticos de interesse para a conservação foram incluídas nas ações do Plano.



O Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Aquáticas Ameaçadas de Extinção da Bacia do Rio Paraíba do Sul (PAN Paraíba do Sul), coordenado pelos Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental (CEPTA) e de Répteis e Anfíbios (RAN), ambos vinculados ao ICMBio, está em vigor desde 2010, tendo como objetivo geral “Recuperar e manter as espécies aquáticas ameaçadas de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul, nos próximos 10 anos”. Nele, estão contempladas uma espécie de cágado e 11 espécies de peixes ameaçadas de extinção, constantes na lista oficial de espécies ameaçadas da fauna aquática do Brasil (Portaria MMA nº 445/2014). Além disso, o PAN Paraíba do Sul abrange mais sete espécies beneficiadas da fauna aquática, ou seja, aquelas que foram categorizadas como Dados Insuficientes (DD) ou Quase Ameaçadas (NT), segundo os critérios da IUCN (2001), sendo uma espécie de peixe, três espécies de crustáceos e três de moluscos continentais.

Um dos principais desafios à conservação de espécies ameaçadas de extinção é a introdução de espécies exóticas/alóctones. O objetivo específico 7 do PAN Paraíba do Sul trata essa questão: “Difundir informações de alerta visando reduzir o alastramento de espécies alóctones, exóticas ou híbridas na bacia do rio Paraíba do Sul”. Em consonância com esse objetivo, o presente estudo cumpre parte do estabelecido na ação 7.1: “Inventariar e mapear a presença de espécies alóctones, exóticas e/ou híbridas na bacia do rio Paraíba do Sul, na natureza e em cativeiro”. Ainda, este trabalho pretende organizar o conhecimento disponível sobre a presença de espécies animais aquáticas exóticas e alóctones na bacia do rio Paraíba do Sul.

## Materiais e métodos

Membros e colaboradores do Grupo de Assessoramento Técnico (GAT) do PAN Paraíba do Sul elaboraram, em conjunto, uma lista de espécies aquáticas exóticas e alóctones da bacia. A lista foi produzida a partir da revisão de dados secundários de relatórios de monitoramento dos reservatórios de Jaguari e Paraibuna da CESP/SP, no período de 2005 a 2012, do relatório de Furnas-Engevix/FUJB-UFRJ, relativo ao levantamento e distribuição de espécies entre Três Rios e Campos dos Goytacazes no período de 1988 a 1991, e de relatórios do INEA/RJ, em adição aos dados de coletas de pesquisadores, consultas a livros e artigos científicos, e comunicação pessoal dos pesquisadores D. Caneppele (Companhia Energética de São Paulo – CESP Paraibuna), E. P. Caramaschi (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ), F. Carvalho (Universidade do Sul da Bahia – UFSB), O. T. Oyakawa (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo – MZUSP) e G. Souza (Projeto Piabanha, organização não-governamental).

Os dados compilados são de caráter qualitativo, sendo apresentados nome científico, família (Eschmeyer *et al.* 2016, para peixes) e ordem (Nelson *et al.* 2016, para peixes), nome popular, localidade, tipo de ocorrência (alóctone ou exótica) e *status* da população (estabelecida, não estabelecida ou indefinida). O *status* das populações das espécies introduzidas foi obtido por meio de dados secundários de relatórios, sendo eventualmente complementado com dados de monitoramento empreendidos no âmbito do PAN Paraíba do Sul (Projeto Piabanha/ICMBio/AGEVAP nº 010/2012 – “Monitoramento biológico de espécies aquáticas ameaçadas de extinção na bacia do rio Paraíba do Sul: desenvolvimento de sistema piloto e implementação de Plano de Ação”).

## Resultados e discussão

No total, foram identificadas 62 espécies não-nativas/introduzidas de peixes, distribuídas dentre as seguintes ordens: Anabantiformes (8,1%), Cichliformes (17,7%), Characiformes (21,0%) Cypriniformes (25,8%), Cyprinodontiformes (11,3%), Osteoglossiformes (1,6%), Perciformes (1,6%) e Siluriformes (12,9%). Além disso, três espécies de moluscos, sendo um gastrópode e dois bivalves, e três espécies de crustáceos decápodes também tiveram ocorrência confirmada na bacia (Tabela 1).

Tabela 1 – Lista de espécies não-nativas da bacia do rio Paraíba do Sul, contendo nome científico (espécie ou híbrido), nome popular, família, localidade, tipo de ocorrência (alóctone ou exótica) e status da população (estabelecida, não estabelecida ou indefinida). DIF = Domínio das Ilhas Fluviais, localizado no trecho entre os municípios de São Sebastião do Paraiba e São Fidélis.

Nome científico Espécie / híbrido	Nome Popular	Localidade	Referência	Ocor- rência		Status da população		
				Alóctone	Exótica	Estabelecida	Não estabelecida	Indefinida
<b>TELEOSTEI</b>								
<b>ORDEM ANABANTIFORMES</b>								
<b>Família Osphronemidae</b>								
<i>Macropodus opercularis</i> (Linnaeus, 1758)	peixe-do-paraíso	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x			x
<i>Trichogaster chuna</i> (Hamilton, 1822)	colisa, colisa-mel	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x			x
<i>Trichogaster lalius</i> (Hamilton, 1822)	colisa-anã, colisa lalia	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x			x
<i>Trichopodus pectoralis</i> (Regan 1910)	tricogáster-cobra	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x			x
<i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770)	tricogáster, tricogáster-azul	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x			x
<b>ORDEM CICHLIFORMES</b>								
<b>Família Cichlidae</b>								
<i>Cichla kelberi</i> (Kullander & Ferreira, 2006)	tucunaré-amarelo	Calha do rio Paraíba do Sul	Relatórios Monitoramento INEA (Araújo <i>et al.</i> 2012)	x				
<i>Cichla ocellaris</i> (Bloch & Schneider, 1801)	tucunaré-amarelo	DIF e rio Pomba, calha do PBS acima de Ilha dos Pombos, rio Muriaé em Itaperuna, rio Pomba em Astolfo Dutra (MG)	Relatório ENGEVIX-FURNAS-UFRJ 1989-1991; E. Caramaschi e G. Souza (com. pess.)	x		x		
<i>Cichla sp.*</i>	tucunaré	Reservatórios de Jaguari e Paraibuna (SP)	Relatórios de Monitoramento CESP		x	x		
<i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)	tilápia	Lagoa de Cima, Reservatórios de Jaguari e Paraibuna (SP), rio Piabanha, rio Muriaé em Itaperuna, lagoa marginal em Sapucaia, Ribeirão do Peixe em Além Paraíba (MG), Córrego dos Pereiras em Carmo (Rj), rio Glória em Muriaé (RJ)	Relatórios Monitoramento CESP, Relatório ENGEVIX-FURNAS-UFRJ 1989-1991; E. Caramaschi e G. Souza (com. pess.)		x	x		
<i>Hemichromis bimaculatus</i> (Gill, 1862)	jóia, ciclideo-jóia	Sub-bacia rio do Glória/bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x			x

<i>Laetacara curviceps</i> (Ahl, 1923)		Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010	x				x
<i>Mikrogeophagus ramirezi</i> (Myers & Harry, 1948)	ramirezi, ramirezi-comum	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010	x	x			x
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	tilápia-do-Nilo	DIF, Rio Dois Rios, Laje do Muriaé, Lagoa de Cima e Rio Imbé, Reservatório de Jaguari (SP), Ribeirão do Peixe em Além Paraíba (MG), Córrego das Flores em Carmo (RJ), lagoa do Jacu em Campos dos Goytacazes (RJ)	Relatórios Monitoramento CESP, Relatório ENGEVIX-FURNAS-UFRJ 1989-1991		x	x		
<i>Parachromis managuensis</i> (Günther, 1867)	jaguar, gapote	Calha do rio Paraíba do Sul	Relatórios Monitoramento INEA (Araújo <i>et al.</i> 2012)		x			
<i>Pelvicachromis pulcher</i> (Boulenger, 1901)	kribensis, krib	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x			x
<i>Pterophyllum scalare</i> (Schultze, 1823)	acará-bandeira	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010	x				x
<b>ORDEM CHARACIFORMES</b>								
<b>Família Anostomidae</b>								
<i>Leporinus macrocephalus</i> (Garavello & Britski, 1988)	piauçu	Laje do Muriaé, Domínio das Ilhas Fluviais (DIF)	G. Souza (com. pess.)	x				x
<b>Família Bryconidae</b>								
<i>Brycon amazonicus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	matrinxã	DIF	G. Souza (com. pess.)	x				x
<i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes, 1850)	piracanjuba	DIF	G. Souza (com. pess.)	x				x
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1826)	dourado	DIF e rio Pomba, RPS em Sapucaia, Além Paraíba, Volta Grande, Itaocara e São Fidélis, rio Pomba em Cataguases, rio Novo, rio Dois Rios, rio Grande, rio Muriaé, canal da lagoa da Cataia (Campos dos Goytacazes)	Relatório ENGEVIX-FURNAS-UFRJ 1989-1991; E. Caramaschi e G. Souza (com. pess.)	x		x		
<b>Família Characidae</b>								
<i>Gymnocorymbus ternetzi</i> (Boulenger, 1895)	tetra-negro	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010	x				x
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	mato-grosso	DIF, Lagoa de Cima, Laje do Muriaé, Córrego do Tanque (Carmo, RJ); rio Muriaé em Itaperuna, Lagoa do Jacu e Lagoa da Cataia em Campos dos Goytacazes	Relatório ENGEVIX-FURNAS-UFRJ 1989-1991; E. Caramaschi e G. Souza (com. pess.)	x		x		
<i>Pseudocorynopoma heterandria</i> (Eigenmann 1914)	lambari	Médio rio Paraíba do Sul	Salgado <i>et al.</i> 2014	x				
<b>Família Serrasalminidae</b>								
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)	tambaqui	DIF	G. Souza (com. pess.)	x				x

<i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)	pacu-CD	Rio Dois Rios, Lagoa de Cima e rio Imbé, Reservatórios de Jaguari e Paraibuna (SP), PBS em Três Rios (RJ)	Relatórios de Monitoramento CESP, Relatório ENGEVIX-FURNAS-UFRJ 1989-1991	x		x			
<i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818)	pirapitinga-do-norte	DIF	G. Souza (com. pess.)	x				x	
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	pacu, pacu-caranha	Reservatório de Paraibuna (SP)	Relatórios de Monitoramento CESP		x	x			
<i>Colossoma macropomum</i> X <i>Piaractus mesopotamicus</i>	tambacu	DIF	G. Souza (com. pess.)					x	
<b>Família Parodontidae</b>									
<i>Apareiodon</i> sp.	charutinho	DIF, rio Dois Rios, rio Piabanha, Baixo Paraíba	E. Caramaschi e G. Souza (com. pess.)	x		x			
<b>ORDEM CYPRINIFORMES</b>									
<b>Família Cobitidae</b>									
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor, 1842)	dojo, dojô, peixe-cobra	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<b>Família Cyprinidae</b>									
<i>Barbodes semifasciolatus</i> (Günther, 1868)	barbo-dourado, barbo-chinês	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	japonês	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	carpa-capim	DIF	G. Souza (com. pess.)			x		x	
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	carpa-comum	DIF, Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	G. Souza (com. pess.)			x		x	
<i>Danio rerio</i> (Hamilton, 1822)	paulistinha	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Dawkinsia tambraparniei</i> (Silas, 1954)	barbo-arulius-“falso”	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Devario malabaricus</i> (Jerdon, 1849)	danio-chigante	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	cabeça grande	DIF	G. Souza (com. pess.)			x		x	
<i>Oliotius oligolepis</i> (Bleeker, 1853)	barbo	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Pethia conchoni</i> (Hamilton, 1822)	barbo-rosado	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Pethia nigrofasciata</i> (Günther, 1868)	barbo, barbo-listado	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Pethia ticto</i> (Hamilton, 1822)	barbo-ticto	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Puntigrus tetrazona</i> (Bleeker, 1855)	barbo-sumatra	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	
<i>Puntius titteya</i> (Deraniyagala, 1929)	barbo-titeia, barbo-cereja	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010			x		x	



<i>Tanichthys albonubes</i> (Lin, 1932)	tanictis, néon- chinês	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x				x
<b>ORDEM CYPRINODONTIFORMES</b>									
<b>Família Poeciliidae</b>									
<i>Poecilia latipinna</i> (Lesueur, 1821)	molinésia- latipina	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x				x
<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	guppy, barrigudinho, lebiste	DIF, rio Dois Rios, Laje do Muriaé, Lagoa de Cima e rio Imbé, rio Piabanha, 40 localidades entre Três Rios e Campos dos Goytacazes	Relatório ENGEVIX- FURNAS-UFRJ 1989-1991; E. Caramaschi e G. Souza (com. pess.)		x				
<i>Poecilia sphenops</i> (Valenciennes, 1846)	molinésia-negra, molinésia-preta	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x				x
<i>Poecilia velifera</i> (Regan, 1914)	molinésia- velifera	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x				x
<i>Xiphophorus hellerii</i> (Heckel, 1848)	espada, espadinha	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x				x
<i>Xiphophorus maculatus</i> (Günther, 1866)	plati	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x				x
<i>Xiphophorus variatus</i> (Meek, 1904)	plati, plati- variatus	Sub-bacia rio do Glória/Bacia do Muriaé (MG)	Magalhães, 2010		x				x
<b>ORDEM OSTEOGLOSSIFORMES</b>									
<b>Família Arapaimidae</b>									
<i>Arapaima gigas</i> (Schinz, 1822)	pirarucu	DIF	G. Souza (com. pess.)	x					x
<b>ORDEM PERCIFORMES</b>									
<b>Família Sciaenidae</b>									
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	pescada-do- Piauí	DIF, Reservatório de Jaguari (SP)	Relatórios Monitoramento CESP, G. Souza (com. pess.)		x	x			
<b>ORDEM SILURIFORMES</b>									
<b>Família Callichthyidae</b>									
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	camboatá, tamoatá	Comum na bacia do rio Paraíba do Sul, ocorre no DIF, rio Dois Rios, Lagoa de Cima e rio Imbé, calha do PBS em Três Rios, Além Paraíba e Campos dos Goytacazes. Ocorre também no Alto Paraná e rio Caceribu, que desemboca na Baía de Guanabara	Relatório ENGEVIX- FURNAS-UFRJ 1989-1991, E. Caramaschi, O. Oyakawa e G. Souza (com. pess.)		?		x		
<b>Família Clariidae</b>									
<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	bagre-africano	DIF, rio Dois Rios, Laje do Muriaé, Lagoa de Cima e rio Imbé, PBS em São Fidélis	E. Caramaschi e G. Souza (com. pess.)		x	x			
<b>Família Pimelodidae</b>									
<i>Pimelodus fur</i> (Lütken 1874)	mandi-prata	Trecho médio-inferior do rio Paraíba do Sul	Bizeril 1999, Araújo <i>et al.</i> 2001, Teixeira <i>et</i> <i>al.</i> 2005	x					x

<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède 1803)	mandi	Rio Muriaé, Reservatório de Paraibuna (SP), rio Piabanha, rio Paraibuna, rio PBS em Três Rios, Sapucaia, Além Paraíba, jusante de Ilha dos Pombos, Coronel Teixeira e São Fidélis, ribeirão do Peixe (Além Paraíba, MG), rio Paquequer (Carmo, RJ), rio Angu (Volta Grande, MG), rio Pomba em Baltazar e em Cataguazes, rio Muriaé em Itaperuna, lagoa do Jacu (Campos dos Goytacazes)	Relatórios Monitoramento CESP e INEA (Araújo <i>et al.</i> 2012), Relatório ENGEVIX-FURNAS-UFRJ 1989-1991,	x		x			
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	pintado	Calha do rio Paraíba do Sul	Relatórios Monitoramento INEA (Araújo <i>et al.</i> 2012)	x					
<i>Pseudoplatystoma</i> sp.	?	Calha do rio Paraíba do Sul	Relatórios Monitoramento INEA (Araújo <i>et al.</i> 2012)	x					
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> x <i>P. fasciatum</i>	pintachara	DIF	G. Souza (com. pess.)						x
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i> x <i>Leiarius marmoratus</i>	cachara x jundiá-da-amazônia	DIF	G. Souza (com. pess.)						x
<b>MOLLUSCA</b>									
<b>CLASSE BIVALVIA</b>									
<b>Família Corbiculidae</b>									
<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)	berbigão-asiático	Bacia do rio Paraíba do Sul	Santos <i>et al.</i> 2012		x	x			
<b>Família Mytilidae</b>									
<i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker, 1857)	mexilhão-dourado	Bacia do rio Paraíba do Sul	Santos <i>et al.</i> 2012		x	x			
<b>CLASSE GASTROPODA</b>									
<b>Família Thiaridae</b>									
<i>Melanoides tuberculata</i> (Müller, 1774)	caramujo-trombeta	Bacia do rio Paraíba do Sul	Santos <i>et al.</i> 2012		x	x			
<b>CRUSTACEA</b>									
<b>ORDEM DECAPODA</b>									
<b>Família Cambaridae</b>									
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	lagostim-vermelho	Taubaté (SP)	Magalhães <i>et al.</i> 2005		x				x
<b>Família Palaemonidae</b>									
<i>Macrobrachium jelskii</i> (Miers, 1877)	camarão-fantasma	Cambuci (RJ)	Vera-Silva <i>et al.</i> 2016, F. Carvalho (com. pess.)	x		x			
<i>Macrobrachium rosenbergii</i> (De Man, 1879)	gigante-da-Malásia, camarão-gigante-da-Malásia	São Fidelis (RJ)	Magalhães <i>et al.</i> 2005, F. Carvalho (com. pess.)		x		x		

A bacia do rio Paraíba do Sul possui, aproximadamente, 167 espécies de peixes, dentre as quais, de acordo com o presente levantamento, 37,13% são exóticas ou alóctones. Muitas dessas espécies de peixes são criadas em tanques de pisciculturas na região, sendo introduzidas por escapes, através do eventual rompimento da parede de viveiros ou da inundação dos mesmos por transbordamentos fluviais ou, ainda, das solturas deliberadas nos rios, devido ao grande interesse de pesca (Agostinho & Júlio Jr. 1996). Algumas formas introduzidas são híbridas de espécies exóticas e nativas, como o tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*) e a pintachara (*Pseudoplatystoma corruscans* x *P. fasciatum*).

A alta taxa de ocorrência de espécies ornamentais exóticas provenientes da aquariofilia introduzidas na bacia do rio Paraíba do Sul (mais de 50% – Tabela 1) está associada à existência do maior parque aquícola de peixes ornamentais do Brasil na porção mineira da bacia (Magalhães *et al.* 2002). O parque compreende 12 municípios na Zona da Mata, representando 60% da produção nacional de peixes ornamentais, com mais de 500 produtores (Rasguido & Albanez 2000, Vidal Júnior & Costa 2000, SEBRAE 2014). Estudos demonstraram que algumas dessas espécies, como *Puntius ticto*, *P. tetrazona*, *Poecilia latipinna*, *P. velifera*, *Cyprinus carpio*, *Gymnocorymbus ternetzi*, *Metynnis lippincottianus*, *Mikrogeophagus ramirezi*, *Laetacara curviceps*, *Pterophyllum scalare*, *Xyphohiporus hellerii* e *X. maculatus*, já se reproduzem no ambiente natural (Magalhães *et al.* 2002, Magalhães & Jacobi 2008).

A popularidade da criação de peixes em aquários é grande, porém muitas vezes é uma atividade onerosa e difícil, devido ao rápido crescimento dos indivíduos e à agressividade de algumas espécies (Magalhães & Jacobi 2013). Sendo assim, muitos donos de aquários desfazem-se dos peixes, bem como de outros grupos utilizados na aquariofilia, como os crustáceos, lançando-os diretamente em corpos d'água naturais ou artificiais, contribuindo para a introdução de espécies exóticas e alóctones (Fuller *et al.* 1999, Semmens *et al.* 2004). Diante dessa situação, Magalhães & Jacobi (2013) elaboraram um modelo simples de risco de invasão biológica de peixes ornamentais em alguns rios de Minas Gerais, dentre eles o rio Muriaé, afluente do rio Paraíba do Sul. O estudo foi baseado em características biológicas (tolerância a pouco oxigênio dissolvido e variação de temperatura, tipo de dieta, cuidado parental ou fecundidade) e histórico de invasão, popularidade e disponibilidade no mercado, e característica abióticas dos rios (oxigênio dissolvido e temperatura da água). Como resultado, os autores registraram 345 espécies de peixes ornamentais a venda em lojas de aquariofilia, pertencentes a 48 famílias de Teleostei, sendo que 332 espécies são não-nativas dos rios abordados no estudo. No rio Muriaé, foram registradas 52 espécies, sendo oito nativas e 44 não-nativas, pertencentes a 15 famílias. Baseado no modelo proposto, apenas sete espécies de peixes não-nativos poderiam, potencialmente, invadir e estabelecer-se em rios, caso fossem soltos por aquaristas. Para o rio Muriaé, cinco espécies teriam alto risco de invasão, dentre as quais quatro constam na lista apresentada neste estudo (*Carassius auratus*, *X. hellerii*, *P. reticulata* e *P. latipinna*). O modelo de Magalhães & Jacobi (2013) excluiu outras espécies ornamentais (*M. anguillicaudatus*, *X. hellerii*, *G. ternetzi*, *Pethia conchonius* e *T. trichopterus*), que também estão presentes na lista da bacia do rio Paraíba do Sul, apesar de o *status* de suas populações ser ainda indefinido.

De maneira similar, o molusco gastrópode *Melanoides tuberculata* foi introduzido acidentalmente no Brasil pelo comércio aquarista (Vaz *et al.* 1986 *apud* Santos *et al.* 2012). Por ser uma espécie bentônica e ter a capacidade de formar populações extremamente densas, *M. tuberculata* afeta diretamente espécies de macroinvertebrados bentônicos (Moreno & Callisto 2006). A espécie também é capaz de produzir material fino particulado por meio de partículas compactadas de substratos (Dudgeon 1982 *apud* Santos *et al.* 2012), alterando os processos de sedimentação e turbação (Santos *et al.* 2012). Os moluscos bivalves nativos da Ásia, *Corbicula fluminea* e *Limnoperna fortunei*, em contrapartida, foram introduzidos na América do Sul por água de lastro de navios. Ambas as espécies possuem hábitos gregários, sendo que *L. fortunei* forma densas incrustações, enquanto *C. fluminea* não forma aglomerados, vivendo livremente enterrada no substrato, fixando-se a ele pelos fios de bisso fortes e resistentes (Santos *et al.* 2012).

O camarão-gigante-da-Malásia, *Macrobrachium rosenbergii*, por sua vez, foi introduzido no Brasil para estudos sobre sua criação em 1977 (Cavalcanti 1998), que se difundiu a partir da década de 1980, por ser uma atividade muito lucrativa e com grande aceitação no mercado externo (Cavalcanti 1998, Magalhães *et al.* 2005, Souza *et al.* 2009). A informação disponível sobre o primeiro exemplar de *M. rosenbergii* na bacia do rio Paraíba do Sul data de setembro de 2011, e é proveniente da Associação de Pescadores de São Fidélis/RJ (F. Carvalho, com. pess.). É uma espécie anfídroma, isto é, necessita de ambientes marinhos ou estuarinos para completar o ciclo de vida durante a fase larval, o que parece impedir o estabelecimento de populações em áreas sem conexão próxima com o mar. Embora não existam evidências de população estabelecida na bacia, esse risco não pode ser negligenciado, uma vez que espécies com ciclos de vida similares são registradas na região onde *M. rosenbergii* foi coletado por pescadores (Carvalho *et al.*, no prelo).

O lagostim *Procambarus clarkii*, nativo da América do Norte, foi introduzido no Brasil provavelmente como espécie ornamental, sendo reproduzida ilegalmente em pequenos viveiros domésticos (Magalhães *et al.* 2005). O registro da espécie na bacia do Paraíba do Sul, a partir de um exemplar coletado em 2003, também pode estar associado à comercialização como espécie ornamental, uma vez que esta foi coletada em área urbana na cidade de Taubaté/SP. Não foram encontrados registros posteriores publicados. Entretanto, o monitoramento da ocorrência dessa espécie na bacia deve ser priorizado, pois *P. clarkii* possui facilidade de estabelecimento nas condições encontradas no território nacional e grande capacidade de geração de impactos (Loureiro 2013).

O camarão *Macrobrachium jelskii* é uma espécie de pequeno porte, endêmica da América do Sul, e com ampla distribuição no território brasileiro. A espécie não depende de águas marinhas ou estuarinas para completar o seu ciclo de vida, ao contrário do que ocorre com *M. rosenbergii*, o que favorece o estabelecimento de populações em áreas onde *M. jelskii* foi introduzida. Estudo recente indica a presença de duas linhagens intraespecíficas – uma restrita à região costeira nos estados de Sergipe, Bahia e Espírito Santo, e outra com origem provavelmente amazônica, que teria sido introduzida em diversas bacias brasileiras, incluindo a do Paraíba do Sul (Vera-Silva *et al.* 2016). Observações em campo indicam que a espécie está estabelecida na bacia do Paraíba do Sul (F. Carvalho, com. pess.). Entretanto, não existem dados sobre impactos dessas populações alóctones de *M. jelskii* no Brasil.

Em todas as porções da bacia foi verificada a ocorrência de espécies exóticas ou alóctones, inclusive algumas com populações já estabelecidas. A comparação dos presentes dados com os do estudo coordenado por E. P. Caramaschi, com levantamento e distribuição da ictiofauna da bacia do rio Paraíba do Sul no trecho entre Três Rios e Campos dos Goytacazes/RJ, realizado de 1989 a 1991 (Furnas-Engevix/FUJB/UFRJ 1991), é reveladora (ou indicativa) do agravamento da situação atual. No estudo foram registradas 88 espécies, das quais apenas sete eram de peixes alóctones/exóticos, dentre elas o dourado *Salminus brasiliensis*. As espécies tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, *Coptodon rendalli*, *Cichla cf. ocellaris*, *Metynnis lippincottianus* e a carpa-capim *Ctenopharingodon idella* (esta identificada posteriormente, segundo comunicação pessoal de E.P. Caramaschi) foram supostamente provenientes de tanques marginais de piscicultura. Das outras espécies, *Xiphophorus* sp. foi considerada procedente de despejo de aquaristas, e *Poecilia reticulata*, resultado da aclimação da espécie em toda a área litorânea, com posterior expansão para o rio Paraíba do Sul (Furnas-Engevix/FUJB/UFRJ 1991).

O dourado, *Salminus brasiliensis*, cuja introdução data da década de 1940, a partir de exemplares reproduzidos na Estação Experimental de Biologia e Pesca (EEBP), em Pirassununga/SP, é um bom exemplo de espécie com população estabelecida. Nomura (1978) relatou uma soltura de 500 exemplares de 25cm, em 1946, entre Guaratinguetá e Taubaté/SP. Por ser carnívoro e apresentar rápido crescimento (Barbieri *et al.* 2004), suas populações se mantiveram, competindo por alimento e habitats com espécies de peixes nativas do Paraíba do Sul (Salgado *et al.* 1997, Araújo *et al.* 2010, Quanta-Sigma 2012). A competição por recursos alimentares e espaço é

favorecida pela ausência de predadores e patógenos naturais (Delariva & Agostinho 1999). Essa característica, associada muitas vezes à predação de espécies nativas, altera a composição das populações selvagens a curto prazo (Delariva & Agostinho 1999, Agostinho & Júlio Jr. 1996). Segundo Bizerril (1999), pescadores da bacia relataram a redução dos estoques de *Brycon opalinus* (pirapitinga-do-sul), espécie nativa ameaçada de extinção, concomitantemente ao aumento da população de *Salminus brasiliensis*.

Processo similar teria ocorrido com o curimatá nativo, *Prochilodus vimboides*, cada vez mais raro, em relação ao seu pretense equivalente ecológico introduzido na bacia, *P. scrofa* (e.g. Bizerril 1999). Entretanto, após revisão taxonômica, Castro & Vari (2004) consideraram *P. scrofa* como sinônimo júnior de *P. lineatus*, que se distribui amplamente pelas bacias dos rios Paraná-Paraguai, na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. Castro & Vari (2004) também indicaram que *P. scrofa* foi coletada nas proximidades do Rio de Janeiro na descrição da espécie (Steindachner 1881), sendo sua localidade-tipo “[...] talvez no rio Paraíba do Sul, restrita ao Brasil [...]” (Castro & Vari 2004, pág. 107). Os autores analisaram exemplares de *Prochilodus* procedentes do rio Paraíba do Sul e da região da Lagoa dos Patos e concluíram que, apesar de variações geográficas, todos pertenciam a *P. lineatus*. Entretanto, deixaram em aberto se sua ocorrência na bacia do rio Paraíba do Sul seria natural ou fruto da introdução pela ação humana, já que a bacia não possui ligação atual com a bacia do rio Paraná. Com a análise da distribuição de *Prochilodus vimboides*, da mesma família, e que ocorre tanto na bacia do rio Paraná quanto na bacia do rio Paraíba do Sul, a hipótese de uma continuidade pretérita entre os dois sistemas hidrográficos foi corroborada, e os autores acreditam, portanto, na hipótese de ocorrência natural de *P. lineatus* no rio Paraíba do Sul. Com base nesse estudo, a espécie não foi incluída na lista da Tabela 1, a despeito das suspeitas de alguns pesquisadores e pescadores de que *P. lineatus* seja uma espécie introduzida na região.

Outras espécies de peixes sobre as quais pairam dúvidas sobre sua condição de nativa ou não nativa na bacia do Paraíba do Sul são *Hoplosternum littorale* (Callichthyidae), *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae) e *Metynnis lippincottianus* (Serrasalmididae). Apesar da distribuição de *H. littorale* ser reportada por Reis *et al.* (2003) como sendo toda a América do Sul cis-Andina ao norte de Buenos Aires, e por Eschmeyer *et al.* (2016) como sendo amplamente distribuída na América do Sul e introduzida na Flórida (EUA), o registro de *H. littorale* na bacia do rio Paraíba do Sul, bacia do Paraná e bacia do São Francisco é recente (Oliveira e Moraes Jr. 1997), sendo que os primeiros exemplares foram capturados na bacia do rio Paraíba do Sul em 1988, nos trechos médio e inferior. Esses autores consideram que, por se tratar de uma espécie que atinge 18cm de comprimento padrão, o fato de não ter sido assinalada é digno de nota, pois não passaria despercebida a tantos coletores que já percorreram essas áreas, admitindo a hipótese de introdução. Mariguela *et al.* (2013), em estudo de filogenia molecular e biogeografia histórica de Callichthyinae, consideram que as espécies desse grupo, não sendo migradoras, têm sua mobilidade e potencial de dispersão limitado. Assim, a ampla distribuição de *Hoplosternum* em diversas drenagens sugere uma história complexa de vicariância e amplitude de expansão.

De acordo com Lundberg & Littmann (2003), a distribuição de *Pimelodus maculatus* (mandi-amarelo) é restrita às bacias do rio São Francisco e do Paraná, ao passo que *Pimelodus fur* (mandi-prata) ocorre no rio das Velhas, bacia do São Francisco. Assim, *P. maculatus* e *P. fur* também são espécies possivelmente introduzidas na bacia do Paraíba do Sul. Curiosamente, enquanto é consensual a percepção de que o mandi-amarelo foi introduzido na bacia, pouco se discute sobre a presença do mandi-prata. É provável que estudos de biogeografia histórica, similares ao efetuado em Callichthyinae, elucidem essa questão.

Por fim, Ota (2015) revisou recentemente a taxonomia do gênero *Metynnis* e propôs uma árvore filogenética com base em dados morfológicos. Segundo a autora, a espécie que ocorre na bacia do Paraíba do Sul não é *Metynnis maculatus*, mas sim *Metynnis lippincottianus*, uma congênere bastante similar e comumente confundida com *M. maculatus*, por apresentar também



máculas escuras no flanco; porém, *M. maculatus* apresenta escamas menores e mais numerosas. *Metynnis maculatus* é frequentemente citada em artigos e inventários ao longo da bacia do Paraíba do Sul como sendo uma espécie alóctone ao sistema, mas há incertezas. *Metynnis lippincottianus* ocorre na bacia do rio Amazonas e em riachos da Guiana Francesa (Jégu 2003), com a distribuição ampliada aos riachos do Maranhão e nordeste brasileiro (Ota 2015). Segundo Ota (2015), o que se pode afirmar é que não existem registros sobre a ocorrência de *Metynnis* nas bacias do alto rio Paraná, São Francisco e em alguns rios costeiros que não sejam do nordeste médio-oriental antes da década de 1990. Isso pode ser um indício de que a espécie possa ter sido introduzida na bacia do rio Paraíba do Sul. A autora supõe que alevinos de *Metynnis* possam ter sido confundidos com alevinos de *Piaractus mesopotamicus*, que possuem maior interesse comercial, e foram soltos erroneamente em atividades de repovoamento/peixamento.

### Atributos legais da legislação brasileira

A legislação brasileira possui mecanismos para coibir e punir a introdução de espécies exóticas ou alóctones em território brasileiro, pois ações desse tipo podem provocar perda de biodiversidade e alterar o equilíbrio dos ecossistemas, violando o direito fundamental, assegurado pela Constituição Federal, de que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (artigo 225 da CFB 1988) (Freitas & Serrano Jr. 2011). O artigo 225 da Constituição Federal também estabelece que “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”. Ainda nesse contexto, Freitas & Serrano Jr. (2011) ressaltam o artigo 14 da Lei nº 6.938/1981: “É o poluidor obrigado, independentemente de existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados por sua atividade”. A invasão biológica também é considerada poluição de acordo com o artigo 3º da Lei Federal nº 6.938/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente). Mais especificamente, o Brasil assinou em 1992 a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) durante a Rio 92 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que em seu artigo 8º discorre sobre impedimento, controle e erradicação de espécies exóticas. Esse artigo foi incorporado à legislação nacional pelo Decreto Federal nº 2.519/1998.

A Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/1998) também proíbe, em seu artigo 38, “Importar ou exportar quaisquer espécies aquáticas, em qualquer estágio de desenvolvimento, bem como introduzir espécies nativas, exóticas ou não autóctones em águas jurisdicionais brasileiras, sem autorização ou licença do órgão competente, ou em desacordo com a obtida”. Prevê-se nesse mesmo artigo “Multa de: R\$ 3.000,00 (três mil reais) a R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais), com acréscimo de R\$ 20,00 (vinte reais) por quilo ou fração do produto da pescaria, ou por espécime quando se tratar de espécies aquáticas, oriundas de produto de pesca para ornamentação”.

Na resolução Conama nº 413/2009, que estabelece o licenciamento ambiental da aquicultura no Brasil, está incluída a definição de espécie exótica e alóctone. Essa resolução também estabelece a utilização de espécies alóctones ou exóticas, em seu artigo 14, sendo que “A atividade de aquicultura somente será permitida quando houver a utilização de espécies autóctones ou nativas, ou, no caso de espécies alóctones ou exóticas, quando constar de ato normativo federal específico que autorize a sua utilização”.

Outro instrumento legal que rege a introdução de espécies exóticas ou alóctones é a Portaria Ibama nº 145/98 (alterada pela Portaria Ibama nº 27/2003), que 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. Essa portaria contém uma lista de espécies alóctones e exóticas da fauna aquática detectadas para cada bacia hidrográfica do Brasil. Além disso, em seu artigo 3º, proíbe a introdução de espécies de peixes de água doce.

A Lei nº 11.959/2009, que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, em seu artigo 22, diz que “(...) na criação de espécies exóticas, é responsabilidade do aquicultor assegurar a contenção dos espécimes no âmbito do cativeiro, impedindo seu acesso às águas de drenagem de bacia hidrográfica brasileira”. Porém, conforme evidenciado no artigo de Lima Jr. *et al.* (2012), o Projeto de Lei nº 5989/2009, com redação final aprovada pela Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC), que incentiva a criação de espécies não-nativas em tanques-rede equiparando-as às espécies nativas do local, atualmente aguarda apreciação pelo Senado Federal, restringindo a proibição de soltura em ambiente natural apenas de organismos geneticamente modificados. Segundo Lima Jr. *et al.* (2012), o referido projeto de lei negligencia o conhecimento já disponível, em escala global, sobre os problemas acarretados por invasões biológicas, ao assumir claramente a opção por uma possível produção econômica a qualquer custo ambiental. Os autores ainda destacam que a magnitude dos impactos ambientais decorrentes de espécies invasoras depende da dinâmica demográfica e da pressão de propágulos, podendo ocorrer explosão populacional e colonização de ambientes contíguos. Esses impactos são potencializados em reservatórios, ambiente-alvo do projeto de lei mencionado, sendo, portanto, esse PL um retrocesso à conservação da biodiversidade de águas continentais brasileiras e aos bens e serviços ecossistêmicos e às futuras gerações (Lima Jr. *et al.* 2012).

Infelizmente, a falta de fiscalização do cumprimento das leis ambientais ainda é um sério problema no Brasil. É necessário realizar, urgentemente, o mapeamento dos empreendimentos aquícolas da bacia do rio Paraíba do Sul, para verificar se estão em situação regular, principalmente com relação às medidas de prevenção de escapes. Segundo análise feita por Freitas & Serrano Jr. (2011), é dever do Poder Público prevenir e impedir a propagação de espécies exóticas invasoras, por meio de inspeções e fiscalizações, do licenciamento ambiental, de exigência de estudo prévio de impacto ambiental, no plano preventivo, bem como da utilização de meios repressivos como multa, interdição de atividades nocivas, perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais, perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento de créditos oficiais.

### **Programas de erradicação de espécies invasoras no Brasil**

Existem poucos programas de controle de espécies invasoras em águas brasileiras, por ser mais oneroso erradicá-las do que prevenir sua introdução. A prevenção da introdução de espécies invasoras é corroborada pelo Princípio da Precaução e Prevenção, determinado no Direito Ambiental (Freitas & Serrano Jr. 2011). Vitule & Prodócimo (2012) afirmam que, *a priori*, qualquer espécie introduzida pode vir a constituir uma invasão biológica, dependendo das escalas temporal, espacial e ecológica (grau de integridade e diversidade das espécies nativas). Desde 2001, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) vem desenvolvendo ações com diversos atores da sociedade, voltadas à prevenção das introduções, detecção precoce, monitoramento, controle e erradicação de espécies exóticas invasoras. A primeira “Reunião de trabalho sobre espécies exóticas invasoras” foi realizada em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com a colaboração do Programa Global para Espécies Exóticas Invasoras (GISP). Em 2003, diante da falta de referências bibliográficas e de pesquisas no Brasil relacionadas ao assunto, o MMA, por meio do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), coordenou a elaboração do “Primeiro Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras” (MMA 2006).

Um importante passo que resultou dessas ações foi a criação da Câmara Técnica Permanente sobre Espécies Exóticas Invasoras (CTPEEI), no âmbito da Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio) (Deliberação Conabio nº 49/2006). Seu principal produto foi a elaboração da “Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras”, aprovada pela Conabio por meio da Resolução nº 5/2009. A estratégia inclui elementos de prevenção, controle, políticas e instrumentos legais, conscientização pública, capacitação técnica, pesquisa e financiamento. Prevê também o estabelecimento de ações prioritárias a serem desenvolvidas e/ou apoiadas pelo MMA, ou por

meio de suas autarquias vinculadas, Ibama, ICMBio e Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), bem como por outros órgãos do Governo Federal, com recomendações dos mecanismos de ação a serem empregadas na prevenção, erradicação, mitigação e controle de espécies exóticas invasoras, sejam exóticas ao país ou ao ecossistema (MMA 2006).

O Paraná foi pioneiro na tentativa de controlar a dispersão de espécies invasoras ao publicar uma lista de 57 espécies de plantas e 26 de animais considerados exóticos aos ecossistemas do estado, coordenada pelo Instituto Ambiental do Paraná (AIP) e reconhecida pela Portaria IAP nº 95/2007. Além disso, o Programa de Erradicação de Espécies Exóticas Invasoras do IAP, realizado no Parque Estadual de Vila Velha, em Ponta Grossa/PR, é referência em toda a América Latina no estabelecimento de procedimentos técnicos para controle de espécies exóticas invasoras (IAP 2012), podendo servir como modelo para a erradicação de espécies invasoras na bacia do rio Paraíba do Sul.

### Considerações finais

A lista de espécies aquáticas exóticas e alóctones da bacia do rio Paraíba do Sul, proposta e compilada pelos membros do GAT do PAN Paraíba do Sul, é um instrumento crucial para a implementação de ações para a conservação da fauna aquática nativa da bacia, já que o conhecimento sobre quais espécies foram introduzidas pode favorecer o mapeamento e o controle da dispersão. Uma alternativa para reverter ou amenizar os efeitos negativos da invasão biológica seria desenvolver programas de educação ambiental que tratem do problema da introdução de espécies não-nativas voltados a diferentes públicos, com vistas à sensibilização de toda a comunidade na defesa da qualidade do meio ambiente (Milaré 2007). O monitoramento da fauna aquática não-nativa também é de extrema importância para acompanhar populações invasoras e evitar a dispersão para outros corpos hídricos. Magalhães & Jacobi (2013) propuseram a identificação de espécies com altos riscos de invasão, no caso de ornamentais, e o monitoramento de eventos que podem conduzir a introduções (como novas espécies oferecidas no mercado aquarista, alterações ambientais e crescimento urbano). Modelos simples de avaliação de riscos podem prever riscos de invasão biológica e são alternativas para orientar as políticas de gestão (Bomford & Glover 2004). Magalhães & Jacobi (2013) também enfatizam a necessidade da regulação do comércio aquarista e do comércio virtual, e de sua atuação como componente de conscientização do problema da introdução de espécies não-nativas. Os autores propuseram medidas como a comercialização apenas de indivíduos com características morfológicas conspícuas (como listras, cores fortes, olhos saltados), pois são mais suscetíveis à predação por espécies nativas, além da veiculação de informações aos aquaristas sobre as características das espécies quando na sua forma jovem e adulta, reduzindo a rejeição e soltura posterior em rios pelos compradores (Magalhães & Jacobi 2013).

O incentivo à pesca de espécies exóticas também é uma iniciativa válida, sendo uma proposta feita pelo GAT do PAN Paraíba do Sul, apesar de não haver garantias de que a integridade biótica do ambiente seja novamente estabelecida, mesmo no caso de erradicação dos invasores. Além disso, endemismo geográfico e altas taxas de especiação deveriam ser levados em conta em políticas conservacionistas que pretendam impedir a invasão, principalmente, pela pesca esportiva (Vitule *et al.* 2014). O grau de degradação do ambiente também deveria ser considerado em análises desse tipo, já que ambientes degradados podem favorecer o estabelecimento de espécies não-nativas (Olyarnik *et al.* 2009, Crooks *et al.* 2011).

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos membros do Grupo de Assessoramento Técnico do PAN Paraíba do Sul pela contribuição na compilação dos dados; aos participantes do Projeto CEIVAP (Projeto

Piabanha/ICMBio/AGEVAP nº 010/2012 – “Monitoramento biológico de espécies aquáticas ameaçadas de extinção na bacia do rio Paraíba do Sul: desenvolvimento de sistema piloto e implementação de Plano de Ação”); à CESP Paraíba e ao INEA/RJ, pelo envio de relatórios institucionais; ao Ricardo M. C. Castro e Fábio Di Dario, pela revisão e pelas contribuições ao texto; à Rafaela Ota pelos esclarecimentos sobre a espécie *Metynnis lippincottianus*.

## Referências Bibliográficas

ANA – Agência Nacional das Águas. 2015. **Bacia do rio Paraíba do Sul**. <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/outorgaefiscalizacao/RioParaibadoSul.aspx>> (Acesso em abril de 2015).

Agostinho, A.A.; Júlio, H.F. & Petreire Júnior, M. 1994. Itaipu Reservoir (Brasil) impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. p. 171-184. In: Cowx, I.G. (Ed.). **Rehabilitation of freshwater fisheries**. Fishing News Books. 486p.

Agostinho, A.A. & Júlio Jr, H.F. 1996. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. **Ciência Hoje**, 21(124): 36-44.

Agostinho, A.A.; Thomaz, S.M. & Gomes, L.C. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. **Conservation Biology**, 19(3): 646-652.

Alcaraz, C.; Vila-Gispert, A. & García-Berthou, E. 2005. Profiling invasive fish species: the importance of phylogeny and human use. **Diversity and Distributions**, 11: 289-298.

Araújo, F.G.; Fichberg, I.; Pinto, B.C.T. & Peixoto, M.G. 2001. Variações espaciais na assembléia de peixes no Rio Paraíba do Sul (Barra Mansa, Barra do Pirai), Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Bras. Zool.**, 18 (2): 483-492.

Araújo, J.R.S.; Nunan, G.W. & Moura, W.O.R. 2010. **Crítérios e Procedimentos para o Monitoramento da Ictiofauna do rio Paraíba do Sul no Trecho Funil – Santa Cecília**. Instituto Estadual do Ambiente – INEA. Caderno Técnico. Revisão 4. 54 p.

Barbieri, G.; Salles, F.A.; Cestarolli, M.A., & Teixeira-Filho, A.R. 2004. Estratégias reprodutivas do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimbata, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 26(2): 169-174.

Bellard, C.; Cassey, P. & Blackburn, T.M. 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biol. Lett.**, 12: 20150623.

Bizerril, C.R.S.F. 1999. A ictiofauna da bacia do rio Paraíba do Sul. Biodiversidade e padrões espaciais de distribuição. **Brazil. Arch. Biol. Technol.**, 45(2): 125-156.

Bizerril, C.R.S.F. & Primo, P.R.B. 2001. **Peixes de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro**. SEMADS/GTZ, 417p.

Bomford, M. & Glover, J. 2004. **Risk assessment model for the import and keeping of exotic freshwater and estuarine finfish**. Canberra, Bureau of Rural Sciences, 125p.

Carvalho, F.L.; Souza, G. & Mantelatto, F.L. **no prelo**. Crustáceos decápodes dulcícolas na bacia do rio Paraíba do Sul. In: Monitoramento biológico: uma avaliação multidisciplinar pró-preservação da fauna aquática e das funções ecossistêmicas do Domínio das Ilhas Fluviais do rio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro: Multifoco.

Castro, R.M.C. & Vari, R.P. 2004. Detritivores of the South American fish family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi; Characiformes). A phylogenetic and revisionary study. **Smithsonian Contributions to Zoology**, 622(1-5): 1-189.

Cavalcanti, L.B. 1998. Histórico. In: Valenti, W.C. **Carcinicultura de água doce: tecnologia para a produção de camarões**. Brasília, 393p.

- CDB – Convenção da Diversidade Biológica. 1992. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 19p.
- Cohen, A.N. & Carlton, J.T. 1998. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. **Science**, 279: 555-558.
- Crooks, J.A.; Chang, A.L. & Ruiz, G.M. 2011. Aquatic pollution increases the relative success of invasive species. **Biol Invasions**, 13: 165-176.
- D'Antonio, C.; Meyerson, L.A. & Denslow, J. 2001. Exotic species and conservation. 59-80. In: Soulé, M.E. & Orians, G.H (eds.). **Conservation Biology Research Priorities for the Next Decade**. Island Press, 207p.
- Delariva, R.L. & Agostinho, A.A. 1999. Introdução de espécies: uma síntese comentada. **Acta Scientiarum**, 21(2): 255-262.
- Didham, R.K.; Tylanakis, J.M.; Gemmill, N.J.; Rand, T.A. & Ewers, R.M. 2007. Interactive effects of habitat modification and species invasion on native species decline. **Trends in Ecology and Evolution**, 22: 489-496.
- Eschmeyer, W.N.; Fricke, R. & van der Laan, R. 2016. **Catalog of Fishes electronic version**. <<http://researcharchive.calacademy.org/research/Ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>> (Acesso em junho de 2016).
- Essl, F.; Dullinger, S.; Rabitsch, W.; Hulme, P.E.; Hülber, K.; Jarošík, V.; Kleinbauer, I.; Krausmann, F.; Kühn, I.; Nentwig, W.; Vilà, M.; Genovesi, P.; Gherardil, F.; Desprez-Loustau, M.L.; Roques, A. & Pyšek, P. 2011. Socioeconomic legacy yields an invasion debt. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 108: 203-207.
- Freitas, V.P. & Serrano Jr., O. 2011. Poluição Ambiental por Espécies Exóticas Invasoras. **Lusíada. Direito e Ambiente**, 2: 263-285.
- Fuller, P.L.; Nico, L.G. & Williams, J.D. 1999. **Nonindigenous fish introduced into inland waters of the United States**. American Fisheries Society.
- FURNAS-ENGEVIX/FUJB-UFRJ. 1991. **Levantamento da ictiofauna do rio Paraíba do Sul e ciclo reprodutivo das principais espécies no trecho compreendido entre Três Rio e Campos**. Volume I, Levantamento e Distribuição da Ictiofauna, Furnas Centrais Elétricas, 273 p.
- García-Berthou, E. 2007. The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far? **Journal of Fish Biology**, 71(D): 33-55. <<http://www.blackwell-synergy.com>> (Acesso em abril 2015).
- Havel, J.E.; Lee, C.E. & Zanden, M.J.V. 2005. Do reservoirs facilitate invasions into landscapes? **BioScience**, 55: 518-525.
- Hermoso, V.; Clavero, M.; Blanco-Garrido, F. & Prenda, J. 2011. Invasive species and habitat degradation in Iberian streams: an analysis of their role in freshwater fish diversity loss. **Ecological Applications**, 21(1): 175-188.
- Holcik, J. 1991. Fish introductions in Europe with particular reference to its Central and Eastern part. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 48(1): 13-23.
- Instituto Ambiental do Paraná – IAP. 2012. **Programa de erradicação de espécies exóticas invasoras em Vila Velha entra em nova fase**. <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/noticias/makepdf.php?storyid=267>> (Acesso em maio de 2015).
- IUCN 2001. **IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1**. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. 32p.
- Jégu, M. 2003. Subfamily Serrasalminae. Pp. 182-196. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. Jr. (eds). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Edipucrs, Porto Alegre, 729p.
- Johnson, P.T.J.; Olden, J.D. & Zanden, M.J.V. 2008. Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 6: 357-363.



- Kolar, C.S. & Lodge, D.M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. **Trends in Ecology and Evolution**, 16: 199-204.
- Lee, C.E. 2002. Evolutionary genetics of invasive species. **Trends Ecol. Evol.**, 17(8): 386-391.
- 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**, 10(1): 88-91.
- Loureiro, T.G. 2013. **Investigação sobre o status de invasão da espécie exótica invasora *Procambarus clarkii* Girard, 1852 (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 86p.
- Lundberg, J.G. & Littmann, M.W. 2003. Family Pimelodidae. Pp. 432-446. In: Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. Jr. (eds). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Edipucrs, 29p.
- Magalhães, A.L.B.; Amaral, I.B.; Ratton, T.F. & Brito, M.F.G. 2002. Ornamental exotic fishes in the Glória reservoir and Boa Vista Stream, Paraíba do Sul river basin, state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia, Série Zoologia**, 15: 265-278.
- Magalhães, A.L.B. & Jacobi, C.M. 2008. Ornamental exotic fish introduced into Atlantic Forest water bodies, Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, 3(2): 73-77
- Magalhães, A.L.B. 2010. **Efeitos da introdução de peixes ornamentais não-nativos em bacias hidrográficas de Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre), Universidade Federal de Minas Gerais, 129 p.
- Magalhães, A.L.B. & Jacobi, C.M. 2013. Invasion risks posed by ornamental freshwater fish trade to southeastern Brazilian rivers. **Neotropical Ichthyology**, 11(2): 433-441.
- Magalhães, C.; Bueno, S.L.S.; Bond-Buckup, G.; Valenti, W.C.; Silva, H.L.M.; Kiyohara, F.; Mossolin, E.C. & Rocha, S.S. 2005. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. **Biodiversity and Conservation**, 14: 1929-1945.
- Marchetti, M.P.; Moyle, P.B. & Levine, R. 2004. Invasive species profiling? Exploring the characteristics of non-native fishes across invasion stages in California. **Freshwater Biology**, 49: 646-661.
- Mariguela, T.C.; Alexandrou, M.A.; Foresti, F. & Oliveira, C. 2013. Historical biogeography and cryptic diversity in the Callichthyinae (Siluriformes, Callichthyidae). **J. Zoolog. Syst. Evol. Res.**, 1-8.
- Milaré, E. 2007. **Direito do Ambiente: A Gestão Ambiental em foco: Doutrina, jurisprudência, glossário**. 5ª ed. Revista dos Tribunais, 136p.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2006. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 24 p.
- Moreno, P. & Callisto, M. 2006. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, 560: 311-321.
- Nelson, J.S.; Grande, T.C. & Wilson, M.V.H. 2016. **Fishes of the World**. 5 ed. J.Wiley & Sons Inc, 651 p.
- Nomura, H. 1978. **Ictiologia e Piscicultura**. Livraria Nobel. 118p.
- Olden, J.D.; Poff, N.L.R. & Bestgen, K.R. 2006. Life-history strategies predict fish invasions and extirpations in the Colorado River basin. **Ecological Monographs**, 76: 25-40.
- Oliveira, J.C. & Moraes Jr., D.F. 1997. Presença de *Hoplosternum* Gill, 1858 (Teleostei, Siluriformes, Callichthyidae) nas bacias dos rios São Francisco, Paraíba do Sul e alto Paraná: primeiros registros e comentários. **Boletim do Museu Nacional-Nova Série Zoologia**, 383: 1-8.
- Olyarnik S.V.; Bracken M.E.S.; Byrnes J.E.; Hughes A.R.; Hultgren K.M. & Stachowicz J.J. 2009. Ecological factors affecting community invasibility. In: Rilov, G. & Crooks, J.A. (eds). **Biological invasions of marine ecosystems: ecological, management, and geographic perspectives**. Springer, Heidelberg, pp 587-617.

- Ota, R.P. 2015. **Revisão taxonômica e Filogenia morfológica de *Metynnis Cope, 1878* (Characiformes: Serrasalminidae)**. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior). Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas – INPA. 478 p.
- Polaz, C.N.M.; Bataus, Y.L.S.; Desbiez, A. & Reis, M.L. (orgs.) 2011. **Plano de ação nacional para a conservação das espécies aquáticas ameaçadas de extinção da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, Brasília, 140 p.
- QUANTA Geração S.A. – SIGMA Pesquisas&Projetos LTDA. 2012. **Estudo de Impacto Ambiental da Pequena Central Hidrelétrica Piabanha**. 535p.
- Rahel, F.J. 2002. Homogenization of freshwater faunas. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 33: 291-315.
- Rasguido, J.E.A. & Albanez, J.R. 2000. Piscicultura em Minas Gerais. **Revista Informativo Agropecuário**, 21: 32-37.
- Reis, R.E. 2003. Family Callichthyidae. Pp. 292-310. *In*: Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. Jr. (eds). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Edipucrs, Porto Alegre, 729p.
- Rocha, G.R.A. 2008. The introduction of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) into Brazilian inland waters: a growing threat. **Neotropical Ichthyology**, 6(4): 693-696.
- Salgado, A.F.G.; Chain, M.G. & Girardi, L. 1997. A **conservação da piabanha (*Brycon insignis*) na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Relatório Técnico-CESP, São Paulo, 28p.
- Salgado, F.L.K.; Terra, G.S.; da Silva, C.E.O. & Araújo, F.G. 2014. Occurrence of *Pseudocorynopoma heterandria* Eigenmann, 1914 (Characidae) in Paraíba do Sul River Basin (Southeastern Brazil). **J. Appl. Ichthyol.** 31(2015), 390-392.
- Santos, S.B.; Thiengo, S.C.; Fernandez, M.A.; Miyahira, I.C.; Gonçalves, I.C.B.; Ximenes, R.F.; Mansur, M.C.D. & Pereira, D. 2012. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. *In*: Mansur, M.C.D.; Santos, C.P.; Pereira, D.; Paz, I.C.P.; Zurita, M.L.L.; Rodriguez, M.T.R.; Nehrke, M.V. & Bergonci, P.E.A. (orgs.) **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, Pp. 25-49.
- Semmens, B.X.; Buhle, E.R.; Salomon, A.K. & Pattengill-Semmens, C.V. 2004. A hotspot of non-native marine fishes: evidence for the aquarium trade as an invasion pathway. **Marine Ecology Progress Series**, 266: 239-244.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2014. **Riqueza em Água Doce**. Notícia divulgada dia 14/10/2014. Disponível em <http://www.mg.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/MG/Riqueza-em-%C3%A1gua-doce> (Acesso em maio de 2015)
- Souza, R.C.C.L.; Fernandes, F.C. & Silva, E.P. 2003. A study on the occurrence of the brown mussel *Perna perna* on the sambaquis of the Brazilian coast. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**. 13: 3-24.
- Souza, R.C.C.L.; Fernandes, F.C. & Silva, E.P. 2004. Distribuição atual do mexilhão *Perna perna* no mundo: um caso recente de bioinvasão. *In*: Silva, J.S.V. & Souza, R.C.C.L. (Org.). **Água de lastro e bioinvasão**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, Pp. 157-172.
- Souza, R.C.C.L.; Silva, E.P. & Fernandes, F.C. 2005. Sambaqui: um baú de preciosas informações. **Ciência Hoje**. 214: 72-74.
- Souza, R.C.C.L.; Calazans, S.H. & Silva, E.P. 2009. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Cienc. Cult.**, 61(1): 35-41.
- Steindachner, F. 1881. Beitrage zur kenntniss der Flussfische Sudamerikas, II. **Denkschriften der Akademie der Wissenschaften** (Wien), 43: 103-146, plates 1-7.
- Stohlgren, T.J.; Barnett, D.; Flather, C.; Fuller, P.; Peterjohn, B.; Kartesz, J. & Master, L.L. 2006. Species richness and patterns of invasion in plants, birds and fishes in the United States. **Biological Invasions**, 8: 427-447.
- Teixeira, T.P.; Pinto, B.C.T.; Terra, B.F.; Estiliano, E.O.; Gracia, D. & Araújo, F.G. 2005. Diversidade das assembléias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul. **Iheringia, Sér. Zool.**, 95 (4): 347-357.



Vera-Silva, A.L.; Carvalho, F.L. & Mantelatto F.L. 2016. Distribution and genetic differentiation of *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Natantia: Palaemonidae) in Brazil reveal evidence of non-natural introduction and cryptic allopatric speciation. **Journal of Crustacean Biology**, 36: 373-383.

Vidal Júnior, M.V. & Costa, S.M. 2000. A produção de peixes ornamentais em Minas Gerais. **Revista Informativo Agropecuário**, 21: 44-47.

Vitule, J.R.S. & Prodocimo, V. 2012. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. **Estud. Biol., Ambiente Divers.**, 34(83): 225-237.

Vitule, J.R.S.; Bornatowski, H.; Freire, C.A. & Abilhoa, V. 2014. Extralimital introductions of *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) (Teleostei, Characidae) for sport fishing purposes: a growing challenge for the conservation of biodiversity in neotropical aquatic ecosystems. **BioInvasions Records**, 3(4): 291-296.

Welcome, R.L. 1988. International introductions of inland aquatic species. FAO – Food and Agriculture Organization, **Fish.Tech.** Paper, 294: 1-318.

Revista Biodiversidade Brasileira – BioBrasil. 2017, n. 1.

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR/issue/view/44>

**Biodiversidade Brasileira** é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886