



INVESTIGAÇÃO SOBRE O COMÉRCIO ILEGAL DE *Procambarus clarkii* GIRARD, 1852 (DECAPODA: CRUSTACEA) NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Luciana Rodrigues Smialoski^{1*}, Maurício Pereira Almerão^{1,2}

¹ Universidade La Salle, Curso de Ciências Biológicas, Av. Victor Barreto, 2288, CEP: 92010-000, Canoas, RS, Brasil.

² Universidade La Salle, Programa de Pós Graduação em Avaliação de Impactos Ambientais, Av. Victor Barreto, 2288, CEP: 92010-000, Canoas, RS, Brasil.

E-mails: lucianasmialoski@yahoo.com.br (*autor correspondente); mauricio.almerao@unilasalle.edu.br.

Resumo: A temática das invasões biológicas tem sido muito debatida nos últimos 20 anos. Estudos demonstram que uma das principais vias de introdução de espécies aquáticas é de origem antrópica, principalmente para fins alimentícios e aquariorfilia. Das 481 espécies exóticas invasoras (EEI) já identificadas no Brasil, *Procambarus clarkii*, conhecido como lagostim-vermelho-da-Louisiana, é uma das mais preocupantes por possuir diversas características biológicas e ecológicas que a torna um invasor perigoso. Apesar de ter seu cultivo e venda proibidos no Brasil desde 2008, há indícios de comércio ilegal. O objetivo do presente estudo foi investigar o comércio ilegal da espécie em estabelecimentos comerciais na Região Sul do Brasil. A coleta de dados foi conduzida através de buscas livres na internet por estabelecimentos comerciais relacionados ao ramo da aquariorfilia e posterior contato com os mesmos. No total foram investigados 221 estabelecimentos comerciais dos quais 40 declararam comercializar a espécie. Foi constatado um comércio mais intenso no Paraná (50%), seguido pelo Rio Grande do Sul (32,5%) e por Santa Catarina (17,5%). Somente um estabelecimento que comercializa a espécie mencionou estar ciente da restrição, mas permanece vendendo a espécie. Em relação a características do comércio (número de indivíduos disponíveis a pronta-entrega e preço médio de venda), houve diferenças entre os estados. No Brasil, o comércio ilegal é tido como a principal fonte de novas introduções desta espécie na natureza. Sabidamente, quando uma espécie é adquirida no comércio e por algum motivo, não é mais desejada, há grandes chances de ser solta na natureza. A falta de fiscalização dos estabelecimentos comerciais contribui para a não modificação deste cenário. Sugere-se uma revisão nas listas oficiais de EEI dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul para inserção do lagostim-vermelho-da-Louisiana como espécie de alto risco de invasão.

Palavras-chave: espécie não-nativa; impactos ambientais negativos; via de introdução.

INVESTIGATION ON THE ILLEGAL TRADE OF PROCAMBARUS CLARKII GIRARD, 1852 (DECAPODA: CRUSTACEA) IN THE SOUTHERN REGION OF BRAZIL: Biological invasions have been very debated in the last 20 years. Studies show that one of the main pathways of introducing aquatic species is of anthropic origin, mainly for food and aquarium purposes. In Brazil, 481 invasive alien species (IAS) were identified, with *Procambarus clarkii* (red swamp crayfish) one of the most worrying species due to several biological and ecological characteristics that make it a dangerous invader. Despite its cultivation and sale being banned in Brazil since 2008, there are indications of illegal trade. The aim of this study was to investigate the illegal trade of the species in commercial establishments in southern Brazil. Data collection was conducted through free internet searches for commercial establishments related to the field of aquarism

and subsequent contact with them. In total, 221 commercial establishments were investigated, of which 40 declared to commercialize the species. A more intense trade was found in the Paraná state (50%), followed by Rio Grande do Sul (32.5%) and Santa Catarina (17.5%). Some of the establishments that commercialize the species mention being aware of the restrictions, but they continue to sell the species. Regarding the characteristics of the commerce (number of individuals available for immediate delivery and average sale price), there were differences between the states. Illegal trade is considered the main pathway of new introductions of this species into nature. It is well known that when a species is acquired in the trade and for some reason it is no longer wanted, there is a great chance of being released into the wild. The lack of inspection of commercial establishments contributes to the non-modification of this scenario. A review of the official IAS lists in Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul states is suggested for the inclusion of the red swamp crayfish as a species of high risk of invasion.

Keywords: non-native species; negative environmental impacts; introduction pathway.

INTRODUÇÃO

As invasões biológicas tornaram-se uma temática muito debatida nos últimos 20 anos, especialmente pelos inúmeros impactos negativos trazidos pelas espécies exóticas invasoras (EEI) (Lowry *et al.* 2013), incluindo aqueles relacionados à custos econômicos elevados pela presença de EEI em novas áreas (Heringer *et al.* 2021). Dentre os diversos aspectos relacionados à presença de EEI em uma nova área geográfica as vias de introdução constituem-se em uma faceta para a qual tem sido dada bastante atenção, especialmente em um mundo globalizado (Hulme 2009). A espécie humana possui um papel decisivo na translocação de EEI, que pode ocorrer de forma involuntária (*e.g.* transportadas em águas de lastro de navios) ou voluntária (*e.g.* plantas introduzidas para fins de paisagismo) (Vitule & Prodócimo 2012). A mediação humana no processo de invasão pode ser bastante complexa, possuindo diferentes características, dependendo da espécie (Blackburn *et al.* 2011). Dessa forma, é de suma importância o melhor entendimento dessas características, para que o processo de invasão possa ser melhor monitorado (Latombe *et al.* 2013). A aquariofilia é, reconhecidamente, uma via de introdução voluntária de EEI de vertebrados e invertebrados marinhos e de água doce, sendo muitas dessas comercializadas em lojas relacionadas a esse ramo (Padilla & Williams 2004) e que precisa ser melhor investigada.

No Brasil, até o momento, já foram registradas aproximadamente 481 EEI (I3N-BRASIL 2021), das quais, um número relevante de espécies aquáticas

foi introduzido via comércio em estabelecimentos do ramo da aquariofilia (Magalhães *et al.* 2017, Lima Junior *et al.* 2018). Um dos casos preocupantes é o lagostim-vermelho-da-Louisiana, *Procambarus clarkii* (Decapoda: Crustacea). Trata-se de uma espécie nativa da América do Norte (Estados Unidos e México) que foi introduzida em praticamente todos os continentes (exceto nos pólos ártico e antártico), especialmente para fins de aquicultura (Loureiro *et al.* 2015a), com alta plasticidade ecológica, fato que permite um rápido e efetivo estabelecimento de novas populações (Savini *et al.* 2010). Nas regiões introduzidas, tornou-se uma EEI, causando uma série de impactos ecológicos e econômicos negativos (Souty-Grosset *et al.* 2016). Segundo Anastácio & Marques (1997), lagostim-vermelho-da-Louisiana é responsável por diversos danos às oriziculturas na região de Baixo Mondego em Portugal. Nesse país, a espécie foi encontrada pela primeira vez em 1979, e em 1990 já foram relatados danos graves a esta cultura. Além disso, foram observados impactos ecológicos negativos relacionados à invasão dessa espécie como, por exemplo, alterações na estrutura trófica da comunidade aquática, através da competição por recursos e do seu comportamento agressivo (Gherardi & Cioni 2004). A espécie também pode ser portadora de doenças e microrganismos, como a “praga do lagostim” (*Aphanomyces astaci*), ao qual a espécie é imune, mas que é potencialmente patogênica a outras espécies de crustáceos (Diéguez-Uribeondo & Söderhäll 1993). Esse oomiceto é responsável pela drástica diminuição de populações de espécies endêmicas de lagostins na Europa (Evans & Edgerton 2002).

O histórico de invasão da espécie no Brasil data do início dos anos 2000, quando algumas populações foram registradas na Bacia do Rio Tietê, no estado de São Paulo (Magalhães *et al.* 2005; Silva & Bueno 2005). Em 2015, o número de populações registradas para a Bacia do Tietê aumentou para 17 localidades (Loureiro *et al.* 2015b). Mais recentemente, a espécie foi registrada na Bacia do Rio Paranapanema, no estado do Paraná (Antunes *et al.* 2020). Apesar da legislação proibir o comércio da espécie (IBAMA, Portaria nº 5 de 2008), muitos estabelecimentos comercializavam no ano de 2013, no estado de São Paulo (Loureiro *et al.* 2015b) e ainda eram comercializados em 2021 neste estado (Almerão MP observação pessoal), sendo a aquarofilia considerada a principal via de introdução da espécie no Brasil (Loureiro *et al.* 2015b). A existência de populações ferais na Região Sul do Brasil é desconhecida. Entretanto, esta região apresenta, justamente, zonas de média e alta adequabilidade para a ocorrência da espécie (Palaoro *et al.* 2013). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar o comércio ilegal da espécie em estabelecimentos relacionados ao ramo da aquarofilia na região Sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, a coleta de dados ocorreu através de buscas livres na internet por estabelecimentos comerciais (lojas especializadas em aquarofilia e *pet shops*) localizados nos estados da região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). As buscas foram realizadas no período de 05 de março a 23 de abril de 2021, utilizando, além do buscador da *Google*, as redes sociais *Instagram*, *Facebook* e *Youtube*. Para tanto, foram utilizadas as seguintes palavras chaves: aquarismo; aquarofilia; crustáceos; crustáceos para aquários; crustáceos de água doce; crustáceos ornamentais; lagostim; lagostim vermelho; peixes ornamentais; aquários; *Procambarus clarkii*.

A partir destas buscas, foi criado um banco de dados com as informações básicas dos estabelecimentos comerciais: nome, cidade e telefone. Em seguida, todos os estabelecimentos foram contatados através de ligações telefônicas ou mensagens via aplicativo *Whatsapp*. Nesse primeiro contato, foi demonstrado o interesse na compra de indivíduos da espécie, de forma que não

levantasse suspeitas de se tratar de uma pesquisa e assim, evitar uma possível omissão dos dados por parte do estabelecimento. Caso o estabelecimento informasse que a espécie era comercializada, outras informações eram solicitadas, como: preço de venda, quantos indivíduos estariam disponíveis no estabelecimento e foto de exemplar presente no estabelecimento para confirmar se tratar da espécie ou, se necessário, foi enviada ainda uma imagem da espécie oriunda da internet para vias de confirmação. Além disso, para aqueles estabelecimentos que confirmaram o comércio da espécie, foram solicitadas outras informações, como: local(is) onde esses animais são cultivados e quem era o fornecedor. Já nos casos em que as respostas eram negativas para a venda, foi questionado se a pessoa saberia informar onde era possível comprar, recebendo assim indicação de outros estabelecimentos.

RESULTADOS

No total, foram levantados 252 estabelecimentos comerciais na Região Sul do Brasil. Destes, para 31 estabelecimentos não foi possível realizar qualquer contato (não responderam ou os números telefônicos estavam desatualizados). Os estabelecimentos contatados (221) estão distribuídos em 85 municípios da Região Sul do Brasil (7% do total de municípios da região), representando uma população total de aproximadamente 13 milhões de habitantes (50% do total de habitantes da região; IBGE 2010).

Dos estabelecimentos contatados, 181 declararam não comercializar a espécie (81,9%) (Tabela 1). Dos 40 estabelecimentos com registro de comércio da espécie, 20 (50%) estão localizados no estado do Paraná, 13 (32,5%) no estado do Rio Grande do Sul e 7 (17,5%) no estado de Santa Catarina.

Do total de estabelecimentos levantados, 7,24% mencionaram que é proibido o comércio da espécie. Desses, 1,81% citaram a Portaria do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e 0,5% (um estabelecimento), mesmo sabendo da proibição, afirmou comercializar a espécie.

Dos 40 estabelecimentos que confirmaram o comércio da espécie, 47,50% possuem indivíduos para a venda a pronta entrega, enquanto os demais

Tabela 1. Número total de estabelecimentos (NE) que comercializam *Procambarus clarkii* por estado da Região Sul. IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. RS = Rio Grande do Sul; SC = Santa Catarina; PR = Paraná.

Table 1. Total number of establishments (NE) selling *Procambarus clarkii* by state in the Southern Region. IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. RS = Rio Grande do Sul; SC = Santa Catarina; PR = Paraná.

Estado	NE contatados	NE comercializam	NE citam algum tipo de proibição e não comercializam	NE citam a portaria do IBAMA e não comercializam	NE citam proibições e comercializam
RS	114	13	5	2	1
SC	46	7	4	1	0
PR	61	20	7	1	0
Total	221	40	16	4	1

(52,50%) trabalham sob encomenda. Quanto ao preço de venda, este variou de R\$12,00 a R\$40,00. No preço médio, foi observado uma grande variação entre os estados do Rio Grande do Sul e Paraná, quando comparado ao estado de Santa Catarina (Tabela 2).

Quanto ao questionamento sobre possíveis locais de cultivo da espécie, todos aqueles estabelecimentos que confirmaram o comércio da espécie responderam que não tem conhecimento sobre tais locais, e que os exemplares são transportados aos estabelecimentos pelos distribuidores.

DISCUSSÃO

O presente estudo evidenciou um importante comércio ilegal do lagostim-vermelho-da-Louisiana (*Procambarus clarkii*) na região Sul do Brasil. Imagina-se que existam muitos outros locais na própria região que não foram levantados e que, potencialmente, possam comercializar a espécie, uma vez que o estudo se limitou a estabelecimentos resultantes de buscas na internet. Além disso, projetando a problemática para outras regiões do Brasil, o comércio da espécie pode ser ainda maior. Por exemplo, a Região Sudeste, com aproximadamente 85 milhões de habitantes (IBGE 2010) e muitos estabelecimentos de aquarofilia (Geller *et al.* 2020), pode possuir um comércio maior do que o registrado neste trabalho.

O comércio da espécie foi mais frequente em estabelecimentos no estado do Paraná, seguido

pelo Rio Grande do Sul e por Santa Catarina. Não há razões aparentes que expliquem esta maior comercialização no estado do Paraná. Outra faceta importante do comércio de *P. clarkii* é que muitos indivíduos estão disponíveis para pronta-entrega, podendo indicar a existência de uma demanda contínua na comercialização da espécie. Além disso, os valores de comercialização podem indicar o interesse dos consumidores, pois os mesmos são regulados pela oferta/demanda do mercado.

As atividades de aquarofilia demonstram um perigo iminente de introdução também de outras espécies exóticas, como peixes ornamentais, sendo as regiões Sul e Sudeste do Brasil as de maior concentração de aquaristas (Geller *et al.* 2020). Na literatura, existem muitos relatos de EEI que, na medida que não são mais desejadas pelos seus compradores, são soltas na natureza (ICMBio 2020). Essa é a principal explicação para a introdução de *P. clarkii* no Brasil. Na cidade de São Paulo, por exemplo, a espécie possui populações muito numerosas em diferentes parques municipais (Loureiro *et al.* 2015a), indicando serem estes locais de soltura preferencial por parte da população. Recentemente, Antunes *et al.* (2020) identificaram 13 indivíduos de *P. clarkii* em um viveiro de peixes, localizados na cidade de Ribeirão Claro, estado do Paraná. Os autores indicaram que os primeiros indivíduos observados foram liberados na natureza logo após serem comprados em *pet shops* no estado de São Paulo. A presença de *P. clarkii* em viveiros de peixes também já

Tabela 2. Preço médio de venda e número total de indivíduos (volume) à venda de *Procambarus clarkii* na região Sul do Brasil. Porcentagem referem-se aqueles estabelecimentos que comercializam a espécie a pronta-entrega. RS = Rio Grande do Sul; SC = Santa Catarina; PR = Paraná.

Table 2. Average sale price and total number of individuals (volume) of *Procambarus clarkii* trade in southern Brazil. Percentage refers to those establishments that sell the species on immediate delivery. RS = Rio Grande do Sul; SC = Santa Catarina; PR = Paraná.

Estado	Preço médio de venda	% de estabelecimentos que comercializam a espécie a pronta-entrega	Nº total indivíduos (volume) disponíveis a pronta-entrega
RS	R\$ 24,1	15,0%	20
SC	R\$ 14,0	5,0%	4
PR	R\$ 25,7	27,5%	37
Total	R\$ 21,3	47,5%	61

havia sido observada, indicando que este tipo de ambiente pode ser também escolhido para a soltura de indivíduos (Loureiro *et al.* 2015a). Independentemente do local de soltura, é fato que este é uma prática conhecida e no caso de *P. clarkii* pode ser decisiva no estabelecimento de novas populações. Uma vez estabelecida, a espécie possui muitas características que a possibilitam prosperar no novo ambiente como a alta fecundidade, crescimento rápido, início precoce da maturidade sexual, agressividade, capacidade de escavar tocas e de sobreviver à seca e uma dieta onívora generalista, que facilita a adaptação a diferentes corpos d'água (Correia 2002).

Por fim, em muitos casos, a Resolução nº 05 de 2008 do IBAMA não tem sido suficiente para o impedimento do comércio da espécie. Um comerciante, inclusive, cita a proibição, mas comercializa mesmo assim. Faulkes (2018), em estudo sobre a venda *online* de espécies de lagostins de água doce, evidenciou que a existência de legislação não tem impedido o comércio *online* de espécies em províncias do Canadá. Além disso, a falta de capacidade de fiscalização de estabelecimentos que comercializam esta e outras espécies por parte dos órgãos ambientais regionais já é algo bem conhecido (Oliveira & Saldanha 2009). As listas regionais de EEI têm sido os principais instrumentos para proibições relacionadas a essas espécies. No estado de Santa Catarina, o *P. clarkii* já consta, desde 2016, na lista oficial elaborada pelo órgão ambiental IMA (Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina), na categoria de Espécies para aquários. Dessa forma, sugere-se a revisão das listas oficiais

dos estados do Rio Grande do Sul e Paraná com a inclusão da espécie em uma categoria de potencial invasor.

As invasões biológicas são processos dinâmicos com resultados que podem ser exponenciais, por isso, o método mais efetivo ainda é a prevenção e principalmente, a fiscalização rigorosa do comércio ilegal, das importações e transporte de animais, a fim de reduzir a disponibilidade do acesso, manuseio e soltura incorretos dos indivíduos. Os resultados apresentados ainda alertam para a necessidade de investigações mais aprofundadas, tanto quanto ao comércio ilegal quanto as suas consequências.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade La Salle pelo suporte administrativo e apoio ao desenvolvimento de pesquisas.

REFERÊNCIAS

- Anastácio, P. M., & Marques, J. C. 1997. Crayfish, *Procambarus clarkii*, effects on initial stages of rice growth in the lower Mondego River Valley (Portugal). *Freshwater Crayfish*, 11, 608–617.
- Antunes, M., Silva, A. R., & Fransozo, M. L. N. 2020. Range expansion of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in southern Brazil. *Nauplius*, 28, 1–6. DOI: 10.1590/2358-2936e2020037.
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J.T., Duncan, R.P., Jarošík, V., Wilson, J.R.U., & Richardson, D.M. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends*

- in *Ecology & Evolution*, 26(7), 333–339. DOI: 10.1016/j.tree.2011.03.023.
- Brasil. 2010. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Quarto relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica: Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. p. 295.
- CDB. 2002. Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), Decisão VI/23, 2002. Disponível em <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197>. Acessado em 03 junho 2021.
- Correia, A. M. 2002. Niche breadth and trophic diversity: feeding behavior of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) towards environmental availability of aquatic macroinvertebrates in a rice field (Portugal). *Acta Oecologica*, 23(6), 421–429. DOI: 10.1016/S1146-609X(02)01166-9.
- Diéguez-Uribeondo, J., & Söderhäll, K. 1993. *Procambarus clarkii* as a vector for the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* Schikora. *Aquaculture Research*, 24(6), 761–765. DOI: 10.1111/j.1365-2109.1993.tb00655.x.
- Evans, L. H., & Edgerton, B. F. 2002. Pathogens, parasites and commensals. In: Holdich, D. M. (Ed.). *Biology of Freshwater Crayfish*. pp. 377–438. Oxford, Ed. Blackwell Science.
- Faulkes, Z. 2018. Prohibiting pet crayfish does not consistently reduce their availability online. *Nauplius*, 26, 1–11. DOI: 10.1590/2358-2936e2018023.
- Geller, I. V., Garcia, D. A. Z., Yabu, M. H. S., Pereira, A. D., Ferraz, J. D., Fernandes, A. G. J., Magalhães, A. L. B., & Orsi, M. L. 2020. Aquarismo no Brasil: do simples ao complexo e o descarte de espécies não nativas. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 131, 33–52.
- Gherardi, F., & Cioni, A. 2004. Agonism and interference competition in freshwater decapods. *Behaviour*, 141(10), 1297–1324. DOI: 10.1163/1568539042729702.
- Heringer, G., Angulo, E., Ballesteros-Mejia, L., Capinha, C., Courchamp, F., Diagne, C., Duboscq-Carra, V., Nuñez, M., & Zenni, R. (2021). The economic costs of biological invasions in Central and South America: a first regional assessment. *Neobiota*, 67, 401–426. DOI: 10.3897/neobiota.67.59193.
- Hulme, P. E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46(1), 10–18. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x.
- IAT. 2016. Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Paraná, Brasil. Disponível em www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/folder_web_geral.pdf. Acessado em 10 julho 2021.
- IBAMA. 2008. Portaria N° 5, de 28 de janeiro de 2008. Disponível em <https://tinyurl.com/23z5b3yu>. Acessado em 02 junho 2021.
- IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiras. CENSO, 2010 Disponível em <https://www.ibge.gov.br/>. Acessado em 03 junho 2021.
- ICMBio. 2020. Por que não soltar animais exóticos na natureza? Disponível em <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/11220-por-que-nao-soltar-animais-exoticos-na-natureza>. Acessado em 28 junho 2021.
- IMA. 2016. Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras do Estado de Santa Catarina, Brasil. Disponível em <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/biodiversidade/biodiversidade/especies-exoticas-invasoras>. Acessado em 10 julho 2021.
- IUCN. 2006. IUCN Red List of Threatened Species reveals ongoing decline of the status of plants and animals. Disponível em <https://www.sciencedaily.com/releases/2006/05/060502085941.htm>. Acessado em 02 junho 2021.
- I3N Brasil. 2021. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras I3N Brasil. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Florianópolis – SC. Disponível em <http://bd.institutohorus.org.br/www/>. Acessado em 10 julho 2021.
- Latombe, G., Pyšek, P., Jeschke, J.M., Blackburn, T.M., Bacher, S., Capinha, C., Costello, M.J., Fernández, M., Gregory, R.D., Hobernp, D., Hui, C., Jetz, W., Kumschick, S., McGrannachan, C., Pergl, J., Roy, H.E., Scalera, R., Squires, Z.E., Wilson, J.R.U., Winter, M., Genovesi, P., & McGeoch, M.A. 2017. A Vision for Global

- Monitoring of Biological Invasions. *Biological Conservation*, 213(B), 295–308. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.06.013.
- Lima-Junior, D. P., Magalhães, A. L. B., Pelicice, F. M., Vitule, J. R. S., Azevedo-Santos, V. M., Orsi, M. L., Simberloff, D., & Agostinho, A. A. 2018. Aquaculture expansion in Brazilian freshwaters against the Aichi Biodiversity Targets. *Ambio*, 47, 427–440. DOI: 10.1007/s13280-017-1001-z.
- Loureiro, T. G., Anastácio, P. M. S. G., Araujo, P. B., Souty-Grosset, C., & Almerão, M. P. 2015a. Red Swamp crayfish: biology, ecology and invasion—an overview. *Nauplius*, 23(1), 1–19. DOI: 10.1590/s0104-64972014002214.
- Loureiro, T. G., Anastácio, P. M. S. G., Bueno, S. L. S., Araujo, P. B., Souty-Grosset, C., & Almerão, M. P. 2015b. Distribution, introduction pathway, and invasion risk analysis of the North American crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) in Southeast Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 35(1), 88–96. DOI: 10.1163/1937240X-00002307.
- Lowry, E., Rollinson, E. J., Laybourn, A. J., Scott, T. E., Aiello-Lammens, M. E., Gray, S. M., Mickley, J., & Gurevitch, J. 2013. Biological invasions: a field synopsis, systematic review, and database of the literature *Ecology and Evolution*, 3(1), 182–196. DOI: 10.1002/ece3.431.
- 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 & Conservation*, 14, 1929–1945. DOI: 10.1007/s10531-004-2123-8.
- Magalhães, A. L. B., Orsi, M. L., Pelicice, F. M., Azevedo-Santos, V. M., Vitule, J. R. S., Lima-Junior, D. P., & Brito, M. F. G., 2017. Small size today, aquarium dumping tomorrow: sales of juvenile non-native large fish as an important threat in Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 15(4), e170033. DOI: 10.1590/1982-0224-20170033.
- Oliveira, A. E. S., & Machado, C. J. S. 2009. Quem é quem diante da presença de espécies exóticas no Brasil? Uma leitura do arcabouço institucional-legal voltada para a formulação de uma Política Pública Nacional. *Ambiente & Sociedade (Brasil)*. 12(02), 373–387. DOI: 10.1590/S1414-753X2009000200011.
- Padilla, D. K., & Williams, S. L. 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(3), 131–138. DOI: <https://doi.org/dtgd4x>.
- Palaoro, A.V., Dalosto, M. M., Costa, G. C., & Santos, S. 2013. Niche conservatism and the potential for the crayfish *Procambarus clarkii* to invade South America. *Freshwater Biology*, 58(7): 1379–1391. DOI: 10.1111/fwb.12134.
- Savini, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Marchini, A., Tricarico, E., Gherardi, F., Olenin, S., & Gollasch, S. 2010. The top 27 animal alien species introduced into Europe for aquaculture and related activities. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(S02), 1–7. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2010.01503.x.
- SEMA. 2015. Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201706/28164322-exoticas-invasoras-versaodigital.pdf>. Acessado em 11 julho 2021.
- Silva, H. L. M., & Bueno, S. L. S. 2005. Population size estimation of the exotic crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in the Alfredo Vopi City Park, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(1), 93–98. DOI: 10.1590/S0101-81752005000100012.
- Souty-Grosset, C., Anastácio, P. M., Aquiloni, L., Banha, F., Choquer, J., Chucholl, C., & Tricarico, E., 2016. The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologia*, 58, 78–93. DOI: 10.1016/j.limno.2016.03.003.
- Vitule, J. R. S., & Prodócimo, V. 2012. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. *Estudos de Biologia*, 34(83), 225–237. DOI: 10.7213/estud.biol.7335.

Submitted: 12 August 2021

Accepted: 8 May 2022

Published online: 27 July 2022

Associate Editor: Renato Martins