

ROSPECÇÃO DE MOLUSCOS EXÓTICOS NA BACIA DO BAIXO RIO GRANDE

PAULO RICARDO DA SILVA CAMARGO

Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brasil

PAULO SANTOS ASSIS

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

AFONSO PELLI

Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.
afonso.pelli@uftm.edu.br

Resumo: A invasão de espécies exóticas representa uma ameaça significativa à biodiversidade global, rivalizando com as atividades antropogênicas. Moluscos invasores notáveis na América do Sul incluem *Corbicula fluminea*, *Limnoperna fortunei* e *Melanoides tuberculata*. Estas espécies causam danos ambientais e econômicos. Este estudo concentrou-se em moluscos exóticos da Bacia do Baixo Rio Grande. Amostragem realizada em sete pontos em cinco municípios de Minas Gerais e São Paulo em dezembro de 2020. Envolveu análise in situ de parâmetros físicos e químicos, juntamente com coleta de sedimentos para identificação de moluscos. Os resultados indicaram ausência de moluscos nos pontos 1, 3, 6 e 7. O ponto 2 abrigou as três espécies: *L. fortunei* (250 indivíduos), *M. tuberculata* (52 indivíduos) e *C. fluminea* (5 indivíduos). Os pontos 4 e 5 hospedaram *C. fluminea* e *M. tuberculata*. Alta turbidez, baixo pH e baixa temperatura foram identificados como fatores limitantes para a distribuição de moluscos, enquanto temperaturas mais altas e menor turbidez favoreceram espécies exóticas. As atividades agrícolas e a introdução de matéria orgânica provavelmente contribuem para a proliferação de espécies exóticas. A profundidade influenciou a presença de moluscos exóticos, com pontos mais rasos apoiando o estabelecimento. A compreensão dessas variáveis é crucial para o manejo de espécies invasoras em ecossistemas aquáticos

Palavras chave: Zoobentos, espécie invasora, impacto ambiental.

PROSPECTING FOR EXOTIC MOLLUSCS IN THE LOWER RIO GRANDE BASIN

Abstract: The invasion of non-native species poses a significant threat to global biodiversity, rivaling anthropogenic activities. Noteworthy invasive mollusks in South America include *Corbicula fluminea*, *Limnoperna fortunei* and *Melanoides tuberculata*. These species inflict both environmental and economic harm. This study focused on exotic mollusks in the Lower Rio Grande Basin. Sampling conducted at seven points across five municipalities in Minas Gerais and São Paulo in December 2020. Involved in situ analysis of physical and chemical parameters, alongside sediment collection for mollusk identification. Results indicated the absence of mollusks at points 1, 3, 6, and 7. Point 2 harbored all three species: *L. fortunei* (250 individuals), *M. tuberculata* (52 individuals), and *C. fluminea* (5 individuals). Points 4 and 5 hosted *C. fluminea* and *M. tuberculata*. High turbidity, low pH, and low temperature were identified as limiting factors for mollusk distribution, whereas high-er temperatures and lower turbidity favored exotic species. Agricultural activities and the introduction of organic matter likely contribute to their proliferation. Depth influenced the presence of exotic mollusks, with shallower points supporting establishment. Understanding these variables is crucial for managing invasive species in aquatic ecosystems.

Key words: zoobenthos, invasive species, environmental

INTRODUÇÃO

A invasão biológica é uma das principais ameaças à biodiversidade global, rivalizando apenas com as atividades antropogênicas em termos de impacto negativo (Thomaz et al., 2015; Reid et al., 2018). No âmbito dessa preocupação, a introdução de espécies exóticas emerge como um dos desafios mais urgentes, especialmente em ecossistemas aquáticos continentais, onde representa uma ameaça séria à diversidade biológica (Boltovskoy & Correa, 2015; Linares et al., 2019).

Na América do Sul, destacam como exemplos de moluscos exóticos invasores o *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), o *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) e o *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774). O *C. fluminea*, oriundo dos rios chineses, foi introduzido na Bacia do Rio da Prata por meio da água de lastro de navios mercantes na década de 70 (Castillo et al., 2007; Crespo et al., 2015). Similarmente, o *L. fortunei*, também originário da China, foi introduzido na mesma região na década de 90, seguindo padrões semelhantes de dispersão (Pastorino et al., 1993; Boltovskoy & Cataldo, 1999; Xu, 2015). O *M. tuberculata*, nativo de regiões da Ásia e África Oriental, foi trazido para a América do Sul na década de 60 por meio de atividades aquaristas (Vaz et al., 1986).

Essas espécies invasoras têm sido associadas a danos ambientais significativos, como a redução da diversidade das comunidades planctônicas e bentônicas (Lozano, Sharold, Nalepa, 2001; Raw et al., 2016; Linares et al., 2017; Ferreira-Rodríguez; Sousa; Pardo, 2018), além de causarem impactos econômicos expressivos. Por exemplo, o *L. fortunei* forma aglomerados que obstruem equipamentos hidráulicos, resultando em prejuízos anuais estimados entre 6 e 8 milhões de dólares (Xu et al., 2014; Rebelo, 2018).

Após várias décadas da introdução, esses moluscos têm proliferado nas bacias hidrográficas sul-americanas, incluindo vastas extensões territoriais brasileiras, onde se estabeleceram em diversas bacias das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (Fernandez; Thiengo; Simone, 2003; Mansur, 2003; Barbosa et al., 2016; Coelho et al., 2018; Ibama, 2020; Leal et al., 2021).

A distribuição generalizada desses organismos está intrinsecamente ligada não apenas à sua biologia, mas também às atividades antrópicas, como exemplo, a fácil navegação de barcos entre as bacias hidrográficas (Vaz et al., 1986; Pastorino et al., 1993; Belz et al., 2012).

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma prospecção de moluscos exóticos em diferentes trechos da Bacia do Baixo Rio Grande, contribuindo para uma melhor compreensão e gestão dessas es-

pécies invasoras em ecossistemas aquáticos continentais.

MATERIAL E MÉDOTOS

Foram realizadas coletas em sete pontos na Bacia do Baixo Rio Grande, distribuídos em cinco municípios entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. As amostragens bióticas e abióticas ocorreram no mês de dezembro de 2020, divididas em quatro companhas. Na amostragem abiótica, foram realizadas análises dos parâmetros físico e químico in loco, com a utilização da sonda HORIBA U50. Para as amostragens bióticas, em cada ponto foram coletados sedimentos com uma concha de mão com um raio de 7,5 cm (método dipping) e condicionados em sacos plásticos de 20 cm x 15 cm, e adicionado 50 ml de formol. Em laboratório o material foi lavado e triado com tamises de 2, 1 e 0,5 mm. Para a identificação dos moluscos foi utilizado o livro chave de Mansur (2012) com auxílio de estereomicroscópio.

RESULTADOS

A Figura 1 e Tabela 1 apresentam a localização geodésica e vista parcial dos locais amostrados. Neste trecho o Rio Grande é divisa entre os Estados de Minas Gerais e São Paulo. Foi percorrido um trecho de aproximadamente 80 km de extensão, ao longo do Rio Grande.

Não foram detectados moluscos nos pontos 1, 3, 6 e 7. O ponto 2 exibiu a presença das três espécies exóticas: *L. fortunei* (250 indivíduos), *M. tuberculata* (52 indivíduos) e *C. fluminea* (5 indivíduos). No ponto 4, apenas *C. fluminea* foi encontrado, totalizando 28 exemplares. No ponto 5, foram observados 6 exemplares de *C. fluminea* e 1 de *M. tuberculata* (Tab. 2).

O ponto 1 apresentou valores inferiores para os parâmetros físicoquímicos temperatura, pH, potencial de oxirredução, oxigênio dissolvido e totais de sólidos dissolvidos em comparação aos demais pontos de coleta. No entanto, a turbidez observada neste ponto foi a mais elevada entre todos os pontos analisados (Tab.3).

DISCUSSÃO

Os parâmetros físicoquímicos que poderiam limitar a distribuição e abundância local dos moluscos incluem alta turbidez, baixo pH e baixa temperatura (Tab. 2 e Tab. 3). Em contraste, maiores temperaturas e menores níveis de turbidez (Tab. 2 e Tab. 3) podem favorecer a presença de espécies exóticas. Assim, essas variáveis podem influenciar o estabelecimento das espécies observadas nos pontos 2, 4 e 5.





Fig. 1 - Bacia do Baixo Rio Grande e seus respectivos pontos de amostragem.

Fig. 1 - Lower River Grande Basin and its respective sampling points.

55

Tab. 1 - Estações amostradas na área de influência da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, em dezembro de 2020 e localização geodésica das estações de amostragem demarcadas na área de interesse.

Tab. 1 - Stations sampled in the area of influence in the Volta Grande Power Plant, december 2020 and geodetic location of the sampling stations demarcated in the area of interest.

ESTAÇÃO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO
Ponto 1	Córrego Gameleira/Uberaba-MG	S 19°57'17" W 47°53'57"
Ponto 2	Rio grande/ Água Comprida-MG	S 20°05'33" W 48°06'18"
Ponto 3	Rio grande/ Igarapava-SP	S 20°05'13" W 47°45'52"
Ponto 4	Rio grande/ Delta-MG	S 19°59'03" W 47°47'18"
Ponto 5	Rio grande/Delta-MG	S 20°00'38" W 47°52'28"
Ponto 6	Rio grande/Água comprida-MG	S 20°04'22" W 48°10'32"
Ponto 7	Rio grande/Miguelópolis-SP	S 20°02'57" W 48°13'12"

Outra variável que pode favorecer as espécies exóticas são as atividades agrícolas no entorno da bacia, que carreiam matéria orgânica para o sistema. O Ponto 2, em particular, pode ter uma maior contribuição alótone em relação aos demais pontos amostrados, possibilitou a presença das três espécies exóticas (Tab. 3). O carreamento de matéria orgânica (e.g., restos vegetais) proporciona a presença do *M.*

tuberculata. Além disso, os nutrientes alóttones promovem e sustentam elevadas taxas de produção, favorecendo a comunidade planctônica (e.g., fitoplâncton e zooplâncton), que serve como importante fonte trófica para espécies como *L. fortunei* e *C. fluminea*.

Nesse contexto, Linares et al. (2020) destacam que a turbidez e as atividades antrópicas (e.g., uso e ocupação do solo) são as va-

Tab.2 - Resultados de densidade, em indivíduos/m², obtidos na análise da comunidade zoobentônica.
Tab. 2 - Density results, in individuals/m², obtained in the zoobenthic community analysis.

TAXA			ESTAÇÕES						
Ordem	Família	Espécie	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Mytiloida	Mytilidae	<i>L. fortunei</i>	250						*
Veneroida	Corbiculidae	<i>C. fluminea</i>		5		28	6		
Mesogastropoda	Thiaridae	<i>M. tuberculata</i>		52			1		

Nota: * Visualização de galho à deriva com aglomerados de *L. fortunei*

Note: * Visualization of drifting branch with clusters of *L. fortunei*.

Tab. 3 - Parâmetros físicos e químicos da água amostrada, nos pontos de coleta 1 a 7. Temp: temperatura (°C); pH: potencial hidrogeniônico; Cond.: condutividade elétrica (µS/cm); Turb: turbidez (UNT); OD: oxigênio dis-solvido (mg/L); Sól.: sólidos totais dissolvidos (µg/L) e Sal.: salinidade (‰).

Tab. 3 - Physical and chemical parameters of the water sampled at collection points 1 to 7. Temp: temperature (°C); pH: hydrogen potential; Cond: electrical conductivity (µS/cm); Turb: turbidity (UNT); DO: dissolved oxygen (mg/L); Sol: total dissolved solids (µg/L) and Sal: salinity (‰).

	°C	pH	POR	Cond.	Turb.	OD	TDS
Ponto 1	23,0	6,47	146	39	128,0	7,9	25
Ponto 2	28,0	6,62	147	57	8,8	10,2	31
Ponto 3	26,2	6,60	205	47	7,5	12,6	31
Ponto 4	26,2	6,60	209	47	7,2	10,8	31
Ponto 5	26,7	6,47	168	73	32,6	9,8	47
Ponto 6	26,9	6,63	275	48	24,0	9,1	31
Ponto 7	28,6	7,65	438	47	24,3	10,3	31

56

riáveis que mais influenciaram a presença de *L. fortunei* no reservatório de Volta Grande, localizado no mesmo rio do presente estudo. Além disso, a profundidade é outra variável promissora que pode influenciar a presença e abundância dos moluscos exóticos. Os Pontos 2, 4, 5 e 7 apresentaram profundidades de aproximadamente 60 cm, enquanto os demais pontos apresentavam profundidades superiores a 2 m. A profundidade interfere no alcance da radiação

solar. Consequentemente, influencia a produção primária, sendo uma variável importante para determinar a distribuição e abundância dos bivalves (Cataldo et al., 2012; Mansur et al., 2012). De forma concisa, a variabilidade ambiental discutida por Amo et al., 2021 pode influenciar na presença de moluscos exóticos.

É fundamental destacar que a ocorrência de moluscos exóticos na Bacia do Baixo Rio Grande ocorreu provavelmente em função de

atividades antrópicas. A estabilização das populações das três espécies (*C. fluminea*, *L. fortunei* e *M. tuberculata*) está vinculada à história evolutiva do grupo. Este apresenta notável diversidade morfológica e plasticidade adaptativa (Camargo et al., 2021). Adicionalmente, outro fator que pode explicar a estabilidade desse grupo em novos ambientes é a lei da tolerância. Segundo esse princípio, não apenas uma variável, mas um conjunto de variáveis (bióticas e abióticas) deve oferecer uma faixa de condições adequadas para a presença dos organismos (Odum & Warret, 2004; Verberk et al., 2016; Grant & Kalisz, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se inferir que a presença de moluscos exóticos está associada à variabilidade ambiental e às atividades antrópicas. Parâmetros como pH, profundidade e turbidez demonstram ser variáveis potenciais de influência na presença desses moluscos. Além disso, é importante destacar que outras variáveis não abordadas neste estudo, como a quantificação de nutrientes de origem alóctone e autóctone, interações intra e interespecíficas, e a dinâmica do nível hídrico do reservatório, podem influenciar a ocorrência dos moluscos exóticos.

AGRADECIMENTOS

57

Os autores agradecem ao Instituto de Ciências Biológicas e Naturais da Universidade Federal do Triângulo Mineiro pelas facilidades concedidas. Ao Projeto de P&D UFOP/ANEEL GT604, gerido pela Fundação Gorceix pelo provimento de Bolsa de estudos, nível de mestrado e pós-doutorado, ao Programa de PósGraduação em Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e ao Centro de Bioengenharia de Espécies Invasoras de Hidrelétricas – CBEIH.

REFERÊNCIAS

- Amo, V.E.; J. Fernandes Silva; D.A. Moi & R.P. Mormul.** 2021. Hydrological connectivity drives the propagule pressure of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) in a tropical riverfloodplain system. *Hydrobiologia*, 848: 112.
- Barbosa, N.P.U.; F.A. Silva; M.D. Oliveira; M.A.S. Neto; M.D. Carvalho & A. V. Cardoso.** 2016. Che. J. Bio.12: 16.
- Belz, C.E.; G. Darrigran; O.S.M. Netto; W.A. Boeger & P.J.R. Junior.** 2012. Analysis of four dispersion vectors in inland waters: the case of the invading bivalves in South America. *J. She. Res.* 31: 777–784.
- Boltovskoy, D. & D. Cataldo.** 1999. Population dynamics of *Limnoperna fortunei*, an invasive fouling mollusc, in the lower Paraná river (Argentina). *Biofouling*. 14: 255–263.
- Boltovskoy, D. & N. Correa.** 2015. Ecosystem impacts of the invasive bivalve *Limnoperna fortunei* (golden mussel) in South America. *Hydrobiologia*. 746: 81–95.
- Camargo, P.R.S.; L.F.G. Barreiros; N.P.U. Barbosa; A.V. Cardoso; P.S. Assis & A. Pelli.** 2021. Estado atual de conhecimento das principais características dos moluscos. *Braz. J. Dev.* 7: 4095040963.
- Castillo, A.R.; L.R. Bortoluzzi & E.V. Oliveira.** 2007. Distribuição e densidade populacional de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1744) do Arroio Imbaá, Rio Uruguai, Uruguiana, Brasil. *Bio. Pam.* 5: 2529.
- Cataldo, D.; O.I. Farrell; E. Paolucci; F. Sylvester & D. Boltovskoy.** 2012. Impact of the invasive golden mussel (*Limnoperna fortunei*) on phytoplankton and nutrient cycling in South America. *Aqu. Inv.* 7: 91–100.
- Coelho, P.N.; M.A. Fernandez; D.A.S. Cesar; M.C. Ruocco & R. Henry.** 2018. Updated distribution and range expansion of the gastropod invader *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) in Brazilian waters. *Bio. Rec.* 7: 405409.
- Crespo, D., M. Dolbeth; S. Leston; R. Sousa & M.A. Pardal.** 2015. Distribution of *Corbicula fluminea* in the invaded range: a geographic approach with notes on species traits variability. *Bio. Inv.* 17: 2087–2101.
- Fernandez, M.A.; S.C. Thiengo & L.R.L. Simone.** 2003. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. *The Nautilus*. 117: 78–82.
- Ferreira Rodriguez, N.; R. Souza & I. Pardo.** 2018. Negative effects of *Corbicula fluminea* over native freshwater mussels. *Hydrobiologia*. 810: 8595.
- Grant, A.G. & S. Kalisz.** 2019. Do selfing species have greater niche breadth? Support from ecological niche modeling. *Evolution*. 74: 7388.



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) no Brasil. Brasília, DF: IBAMA, 2020. <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/mexilhao-dourado/2020/2020110Plano_Mexilhao_Dourado.pdf>. Acessado em 26 abr 2021.

Leal, M.F.; L.R.L. Simone; A.C.F. Lacerda; E.L. Silva; T.G. Pinheiro. 2021. Current distribution of the invasive mollusk *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia, Cyrenidae) in Brazil, including a new record from the state of Piauí. Check List. 17: 151157.

Linares, M.S.; W. Assis; R.R.C. Solar; R.P. Leitão; R.M. Hughes & M. Callisto. 2019. Small hydropower dam alters the taxonomic composition of benthic macroinvertebrate assemblages in a neotropical river. Riv. Res. App. 35: 725735.

Linares, M.S.; M. Callisto & J.C. Marques. 2017. Invasive bivalves increase benthic communities complexity in neotropical reservoirs. Eco. Ind. 75: 279285.

Linares, M.S.; D.R. Macedo; R.L. Massarac & M. Callisto. 2020. Why are they here? Local variables explain the distribution of invasive mollusk species in neotropical hydropower reservoirs. Eco. Ind. 117: 16.

Lozano, S.J.; J.V. Scharold & T.F. Nalepa. 2001. Recent declines in benthic macroinvertebrate densities in lake Ontario. Can. J. Fis. Aquat. Sci. 58: 518–529.

Mansur, M.C.D.; C.P. Santos; G. Darrigran; I. Heydrich; C.T. Callil & F.R. Cardoso. 2003. Primeiros dados qualitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna do Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. Ver. Bras. Zoo. 20: 75–84.

Mansur, M.C.D.; C.P. Santos; D. Pereira; I.C.P. PAZ.; M.L.L. Zurita; M.T.M.R. Rodriguez; M. V. Nehrke & P.E.A. Bergonci. 2012. Moluscos Límnicos Invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. Porto Alegre, Redes Editora.

Odum, E.P.; Warret, G. 2004. Fundamentos de Ecologia México.D.F, Thomson Editores.

Pastorino, G.; G.A. Darrigran; S.M. Martín & L. Lunaschi. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. Neotropica. 39: 101–102.

Raw, J.L.; R. Perissimoto; N.A.F. Miranda & N. Peer. 2016. Feeding dynamics of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774). J. Mol. Stu. 82: 328335.

Rebelo, M.F.; L.F. Afonso; J.A. Americo; L. Silva; J.L.B. Neto; F. Dondero & Q. Zhang. 2018. A sustainable synthetic biology approach for the control of the invasive golden mussel (*Limnoperna fortunei*). <<https://peerj.com/preprints/27164.pdf>>. Acesso em 25 mai 2021.

Reid, A.J.; A.K. Carlson; A.F. Creed; E.J. Eliason; P.A. Gell; P.T.J. Johnson, K. A. Kidd; T. J. MacCormack; J. D. Olden; S. J. Ormerod; J. P. Smol; W. W. Taylor; K. Tockner; J. C. Vermaire; D. Dudgeon & S. J. Cooke. 2018. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. Bio. Rev. 94: 849873.

Thomaz, S.M.; R.P. Mormul & T.S. Michelan. 2015. Propagule pressure, invasibility of freshwater ecosystems by macrophytes and their ecological impacts: a review of tropical freshwater ecosystems. Hydrobiologia. 746: 3959.

Vaz, J.F.; H.M.S. Teles; M.A. Correa & S.P.S. Leite, 1986. Ocorrência no Brasil de Thiara (Melanoides) tuberculata (O.F. Müller, 1774) (Gastropoda, Prosobranchia), primeiro hospedeiro intermediário de Clonorchis sinensis (Cobbold, 1875) (Trematoda, Plathyhelminthes). Rev. Sau. Pub. 20: 318322.

Verberk, W.C.E.P.; J. Overgaard; R. Ern; M. Bayley; T. Wang; L. Boardman & J.S. Terblanche 2016. Does oxygen limit thermal tolerance in arthropods? A critical review of current evidence. Comp. Bio. Phy. 192: 6478.

Xu, M.; G. Darrigran; Z. Wang; N. Zhao & C.C. Lin. 2014. Experimental study on control of *Limnoperna fortunei* biofouling in water transfer tunnels. J. Hyd. Res. 20: 111.

Xu, N. 2015. Distribution and spread of *Limnoperna fortunei* in China. In: *Limnoperna fortunei* the ecology, distribution and control of a swiftly spreading invasive fouling mussel. Switzerland: Springer.

Editor Científico/ Scientific Editor: Clever Gomes Cardoso, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

Recebido / Recibido / Received: 16.10.2024

Revisado / Revised: 20.02.2025

Aceito / Aceptado /Accepted: 24.02.2025

Publicado / Published: 05.10.2025

DOI:10.5216/rbn.v22i2.78470

Dados disponíveis / Datos disponibles / Available data: Repository not informed