

LIMNOPERNA FORTUNEI (DUNKER, 1857), O MEXILHÃO DOURADO E ATUAL DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA NO BRASIL



<https://doi.org/10.56238/arev6n2-010>

Data de submissão: 02/09/2024

Data de publicação: 02/10/2024

Danilo Henrique Monteiro Marangoni

Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Instituto de Ciências Biológicas e Naturais
E-mail: danilom.henrique@hotmail.com

Paulo Santos Assis

Prof. Titular
Doutor em Metalurgia na Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule/Aachen
Universidade Federal de Ouro Preto
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/7360474381329605>
E-mail: assis@ufop.edu.br

Pedro Machado Pelli

Graduando em Medicina
Universidade de Ribeirão Preto
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1960116562246739>
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1848-3529>
E-mail: pedrompelli@gmail.com

Afonso Pelli

Prof. Titular, Doutor em Aquicultura
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Instituto de Ciências Biológicas e Naturais
LATTES: <https://lattes.cnpq.br/3020343973167468>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8279-2221>
E-mail: afonsopelli@gmail.com

RESUMO

A introdução de espécies exóticas em múltiplos ecossistemas aquáticos é considerada uma das principais razões da perda global de biodiversidade. Exemplo comum de inserção de espécies exóticas é o movimento de espécies promovido por descargas de água de lastro de navios, que é considerado responsável pela introdução do *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), o Mexilhão Dourado, na América do Sul. O estudo do mexilhão dourado é relevante para propor medidas de controle, visando a redução dos impactos ambientais, sociais e econômicos. Considerando o atual cenário, o objetivo desse artigo foi realizar a revisão sobre as características do mexilhão dourado e avaliar a distribuição geográfica nas Bacias Hidrográficas do Brasil. Foi realizado levantamento de publicações nas bases de dados publicações de 2002 até 2023 em inglês, espanhol e português pelo Portal da CAPES, Scielo e Google Acadêmico. Foram selecionados documentos científicos que demonstrassem alternativa de controle da espécie. Os documentos reunidos foram avaliados quanto a sua contribuição. O mexilhão dourado é um molusco aquático bivalve, com duas valvas simétricas encaixadas dorsalmente. São organismos

que possuem brânquias, sifão inalante e exalante, pé e bisso. O Brasil possui doze bacias hidrográficas, sendo que em sete delas já foram registradas a presença do animal. Os autores apresentam uma revisão sistemática e novo mapa para a expansão do mexilhão dourado no Brasil.

Palavras-chave: Espécies Exóticas. Biodiversidade. Gestão Ambiental. Moluscos Invasores.

1 INTRODUÇÃO

A introdução de espécies exóticas em múltiplos ecossistemas aquáticos é considerada uma das principais razões da perda global de biodiversidade^{1,2}. Esse fenômeno é caracterizado como invasão biológica, que é considerada um problema real pela comunidade científica por causar impactos significativos ao ambiente³.

Existem discussões sobre a real definição de espécies invasoras⁴ definem estas espécies como seres que adquirem vantagem competitiva sobre as outras, sem obstáculos naturais que impediriam sua proliferação podendo se dispersar e estabelecer facilmente em outros ambientes.

Lopes e Villac criaram um conceito de espécies exóticas e invasoras que é utilizado na tomada de decisão quanto a esta questão⁵. A espécie exótica é aquela registrada fora da sua área de distribuição original. A espécie nativa se refere a espécie que vive em sua região de origem; e a espécie criptogênica tem origem biogeograficamente desconhecida ou incerta, sem evidência clara se é nativa ou exótica.

Quanto as definições para categorias de espécies exóticas, segundo Lopes e Villac, seriam:

- a) Espécie contida: definidas quando espécies exóticas se encontram em ambientes artificiais, controlados, isolado total ou parcialmente do ambiente natural;
- b) Espécie detectada: espécie detectada em ambiente natural. Porém sem aumento posterior de sua abundância ou quando foi um registro isolado (sem informações subsequentes de sua espécie);
- c) Espécie estabelecida: espécie detectada de forma recorrente, com ciclo completo na natureza e indícios de aumento populacional ao longo do tempo, porém sem apresentar impactos ecológicos ou socioeconômicos aparentes;
- d) Espécie invasora: aquela que possui abundância ou dispersão geográfica que interferem na capacidade de sobrevivência de outras espécies, ou quando causam impactos socioeconômicos, ambientais ou à saúde humana.

Para que um organismo exótico tenha sucesso na invasão de um ecossistema, ele precisa ultrapassar barreiras geográficas, tolerar variações físico-químicas do local e ainda se nutrir de forma eficiente. A ausência ou restrições de predadores e parasitos naturalmente irá interferir no eventual sucesso do invasor^{1,6}.

Os moluscos compõem um importante grupo no nosso cotidiano. São utilizados como alimento em diversas partes do mundo (Fig. 01), constituindo em fonte nobre de proteína de origem animal⁷.

Figura 1. Exemplos de conchas de moluscos bivalves utilizados na alimentação humana, no Brasil e em outros países, como Itália, França e Espanha.



Fonte: autoria própria.

Ocupam diferentes nichos, incluindo marinhos, dulcícolas e terrestres. Podem apresentar diferentes formas de obter recurso, podendo ser predador, herbívoro, raspador, filtrador ou detritívoro. Essas características estão relacionadas com o sucesso adaptativo do grupo, compondo um dos maiores grupos de invertebrados, logo após os Hexapoda⁷⁻⁹.

Em virtude da plasticidade deste grupo, o número de espécies descritas até o momento gira em torno de 240.000, incluindo as viventes e fósseis^{7,10-12}.

Além da importância na alimentação humana e animal, desempenham importantes papéis nos ecossistemas. Além disso são utilizados em vestuários, medicina curativa, estudos ambientais (como biomonitoramento, bioindicadores e toxicológicos), biogeográficos, comportamentais, filogenéticos e moleculares^{8-10,13-18}. Várias espécies são utilizadas como ornamentais em várias regiões do Brasil e do mundo (Figura 02).

Em compensação, existem espécies que causam impactos negativos como o *Limnoperma fortunei* e o *Biomphalaria spp.*, considerado um sério problema de saúde pública, responsável pela infecção de 230 a 250 milhões de pessoas em todo mundo^{7,8,13}.

Figura 2. Exemplar de *Physa acuta* Drapramurd, 1805, em aquário ornamental na Cidade de Uberaba, no Triângulo Mineiro em Minas Gerais, em 2023.



Fonte: gentilmente cedida pela Profa. Dra. Ana Carolina Borella Marfil Anhô.

Limnoperma fortunei apresenta alta tolerância a vários ambientes, associadas às atividades humanas, constituindo assim uma ameaça para os ecossistemas aquáticos¹⁹⁻²¹.

Exemplo comum é o movimento de espécies promovido por descargas de água de lastro, que é considerado responsável pela inserção do mexilhão dourado na América do Sul^{1,22,23}. A espécie, originária de rios e córregos da China e Sudeste Asiático, foi identificada pela primeira vez em 1991 ao longo das margens do Rio da Prata na Argentina^{6,24}.

O lastro é um material usado para dar peso, e manter a estabilidade dos navios. Nos primeiros modelos de navios cargueiros era utilizado lastro sólido como pedras, areia ou metais. Atualmente, as embarcações utilizam água como lastro, o que facilitou o trabalho de carga e descarrega, sendo mais econômico e eficiente do que o lastro sólido²⁵.

O processo de troca da água de lastro promovida por embarcações nos portos é realizado quando um navio está descarregando ou carregando. Seus tanques recebem água de lastro para manter sua estabilidade, e durante seu carregamento, a água do porto de origem é lançada ao mar²⁵.

A dispersão regional ocorre por diversas vias; como movimentação de pequenas embarcações, durante a retirada e transporte de areia de um ambiente já invadido; durante o transporte de alevinos para abastecimento de empreendimentos de aquicultura ou através do transporte de água²⁶.

Para propor medidas de controle e prevenção é necessário estudar o local em que o animal está estabelecido pois cada região tem características próprias. Para plantas industriais que utilizam água

in natura, o tratamento físico é indicado. Para criação de peixes em tanques-redes, o método de tratamento será diversificado em função de outras espécies que estão envolvidas no processo.

A prevenção ou a rápida detecção de invasões é economicamente viável comparado com gerenciamento pós-invasão; mas isso requer conhecimento detalhado das vias de introdução e tolerância ambiental^{27,28}. Uma das alternativas é modelar o potencial de distribuição da espécie em estudo com base em seu nicho ecológico para prever a propagação de espécies invasivas²⁹.

Pensando nesse cenário o presente artigo teve como objetivo realizar a revisão bibliográfica sobre as características do mexilhão dourado para avaliar a distribuição geográfica do animal nas Bacias Hidrográficas do Brasil.

2 METODOLOGIA

Para realizar a avaliação do mexilhão dourado entre as bacias hidrográficas brasileiras, foi realizado um levantamento de publicações nas bases de dados para publicações de 2002 até 2023, em inglês, espanhol e português, pelo Portal da CAPES, Scielo e Google Acadêmico.

Foram selecionados documentos que demonstrassem uma alternativa de controle do mexilhão dourado ou que estivessem relacionados a morfologia, historicidade, levantamentos biogeográficos, dispersão e fisiologia. O processo de avaliação de elegibilidade consistiu em duas fases: triagem documental com leitura do título e resumo, e fase de confirmação na qual foi lida a íntegra do artigo.

Para a elaboração da estratégia de busca, foram definidos termos de busca acrescentados por meio do operador lógico booleano “AND”. Foram reportados os dados encontrados na revisão da literatura. O mapeamento foi composto por quatro estágios:

1. Identificação das bacias hidrográficas contaminadas com o mexilhão dourado.
2. Realizada triagem sobre os documentos e verificar se é mencionado a data que o corpo hídrico foi infestado com a praga. Caso não fosse mencionado, foi utilizado no mapa o ano de publicação da referência.
3. Averiguação da qualidade dos documentos selecionados na segunda etapa.
4. Disposição dos dados no mapa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Américas, a Família Mytilidae apresenta formas nativas marinhas e estuarinas, com a exceção do *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), o mexilhão dourado, que é o único exemplar do grupo encontrado em águas doces^{30,31}. A concha do Bivalve é composta por três camadas³²:

- Interna, chamada nacarada, que fica em contato com as partes moles do animal (manto), de coloração branca e roxa;
- Média, chamada camada prismática ou óstraco; e
- Externa (Figura 3), chamada orgânica ou perióstraco, fina, lisa e brilhante, variando de castanho escuro a amarelo, constituída principalmente por material orgânico.

Na parte interna do mexilhão (Figura 4), no manto, existem duas cavidades, onde se encontram o pé, a massa visceral e as brânquias. Na base do pé são produzidos os filamentos de bisso, formados por fibras de colágeno, a partir de uma região produtora composta por canalículos. O mexilhão-dourado possui fios de bisso, similarmente a um mexilhão marinho, porém, não suporta alta salinidade³³.

O mexilhão dourado é um molusco aquático bivalve, classificado assim por apresentar uma única concha formada por duas valvas simétricas encaixadas dorsalmente. São organismos que possuem brânquias, sifão inalante e exalante, boca, estômago, músculos e ligamentos adutores, pé e bisso²¹.

Figura 3. Exemplar adulto e jovens do mexilhão dourado, o *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), mantido em aquários, com condições ambientais parcialmente controladas, no Laboratório de Ecologia & Evolução Nico Nieser, da UFTM, em Uberaba/MG. Matrizes coletadas no Rio Grande, próximo à Usina Hidroelétrica de Volta Grande, no Município de Água Comprida/MG.



Fonte: autoria própria.

A charneira dorsal é uma estrutura derivada do perióstraco, por onde as conchas se interagem uma com a outra. Os Músculos adutores, de tamanhos desiguais, são responsável pelo fechamento das valvas, enquanto os ligamentos da charneira (interno e externo) abrem as valvas^{34,35}.

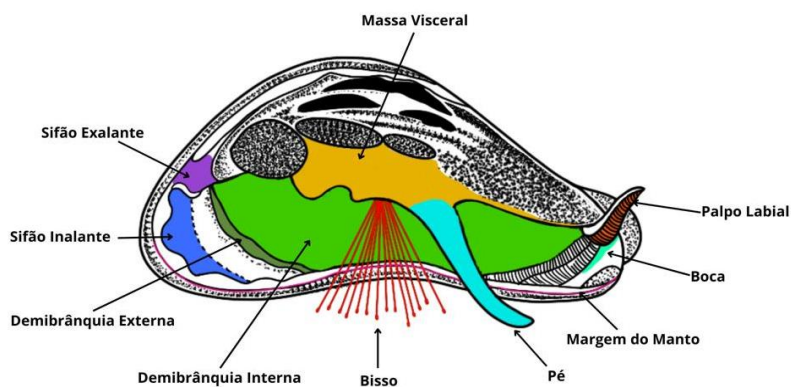
Para o estudo de impactos causados pelo mexilhão dourado é essencial o entendimento dos seus mecanismos de filtração e seleção de partículas. Nos bivalves filtradores a entrada de água ocorre

pelo sifão inalante e a saída ocorre com as fezes pelo sifão exalante, assim como ocorre com outros bivalvos³⁶.

A seleção das partículas ocorre no manto, na massa visceral, pé, brânquias e nos palpos labiais. O mexilhão dourado conduz as partículas filtradas em correntes de aceitação, que vão para a boca do bivalve para serem ingeridas, e correntes de rejeição, que vão para o sifão exalante para serem expulsas³⁷. O mexilhão-dourado se alimenta de outros animais, como Rotifera, Nematoda, Cladocera, Copepoda, Ostracoda, do próprio mexilhão dourado e do fitoplâncton^{19,37,38}.

As correntes ciliares no manto (incluindo o sifão), na massa visceral e no pé são de rejeições e movem as partículas para serem acumuladas na região posterior da massa visceral, deixando a cavidade do manto livre de partículas indesejáveis. Logo após, as partículas são direcionadas para as demibrânqueas internas, ventral ou dorsal, em direção aos sulcos alimentares³⁹.

Figura 4. Anatomia interna do *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), o mexilhão dourado.



Fonte: Gentilmente desenhado por Beatriz G. Lopes, a partir de várias fontes.

As ações de prevenção são importantes para conter a dispersão do mexilhão-dourado para as bacias hidrográficas ainda não contaminadas. Devem envolver diferentes atores da sociedade e serem implementadas anteriormente à detecção da espécie invasora, com a finalidade de alertar para os principais vetores de dispersão, que são em sua maioria, decorrentes de atividades humanas⁴⁰.

O controle populacional do mexilhão-dourado é focado principalmente em instalações industriais, podendo ser planejado por meio de duas abordagens. Estas podem ser através do tratamento proativo; no qual dosagens de moluscicidas são aplicadas para controlar o assentamento de larvas, por meio de aplicações intermitentes, contínuas ou semicontínuas. Essa abordagem é adotada desde o início do período de liberação de larvas no plâncton. O tratamento também pode ser reativo, no qual o alvo são os indivíduos adultos. Pode ser aplicado no final de uma estação reprodutiva ou de forma

periódica. Ambas as abordagens necessitam de monitoramento para o acompanhamento das flutuações populacionais de larvas e adultos^{41,42}.

Atualmente, no continente sul americano, além da Argentina o mexilhão dourado infestou países como o Uruguai, Paraguai, Bolívia e Brasil. A distribuição geográfica do mexilhão dourado no Brasil tem sido avaliada por meio de diversos registros de sua presença nos ambientes⁴³.

Os métodos de detecção da presença do mexilhão dourado mais utilizados foram a observação da presença de adultos por meio da inspeção de blocos submersos, realizada manualmente ou com uso de dragas, pela inspeção de exposições rochosas ao longo da costa e no leito do rio e/ou reservatório, além de serem coletados também em lagos e lagoas marginais⁴⁴.

O Brasil possui doze bacias hidrográficas, sendo que em sete delas (Uruguai, Atlântico Sul, Paraná, Paraguai, São Francisco, Atlântico Sudeste e Atlântico Nordeste Oriental) já foram registradas a presença do animal (Figura 5)^{28,45}.

Outros métodos também são utilizados para a identificação do mexilhão dourado no ambiente. Os mais usuais após a identificação visual do animal adulto, é a coleta de plâncton e consequente identificação das diferentes fases de desenvolvimento do mexilhão, porém recentemente o uso da técnica do DNA ambiental tem revolucionado os estudos⁴⁶.

Entre 2016 a 2020 foram identificados três novos registros do mexilhão dourado nas 60 publicações disponíveis, este registro foi publicado em 2019 e refere-se a 10 espécimes do mexilhão dourado coletados em outubro de 2010 na baía-estuário complexo dos canais de Santos, São Vicente e Bertioga⁴⁵.

No Estado de São Paulo, a presença do mexilhão dourado é relatada em hidrelétricas que utilizam água do rio Paraná, como nas Usinas Hidrelétricas (UHE) Ilha Solteira, Porto Primavera e Jupia, e do Paranapanema, na UHE Rosana⁴⁷.

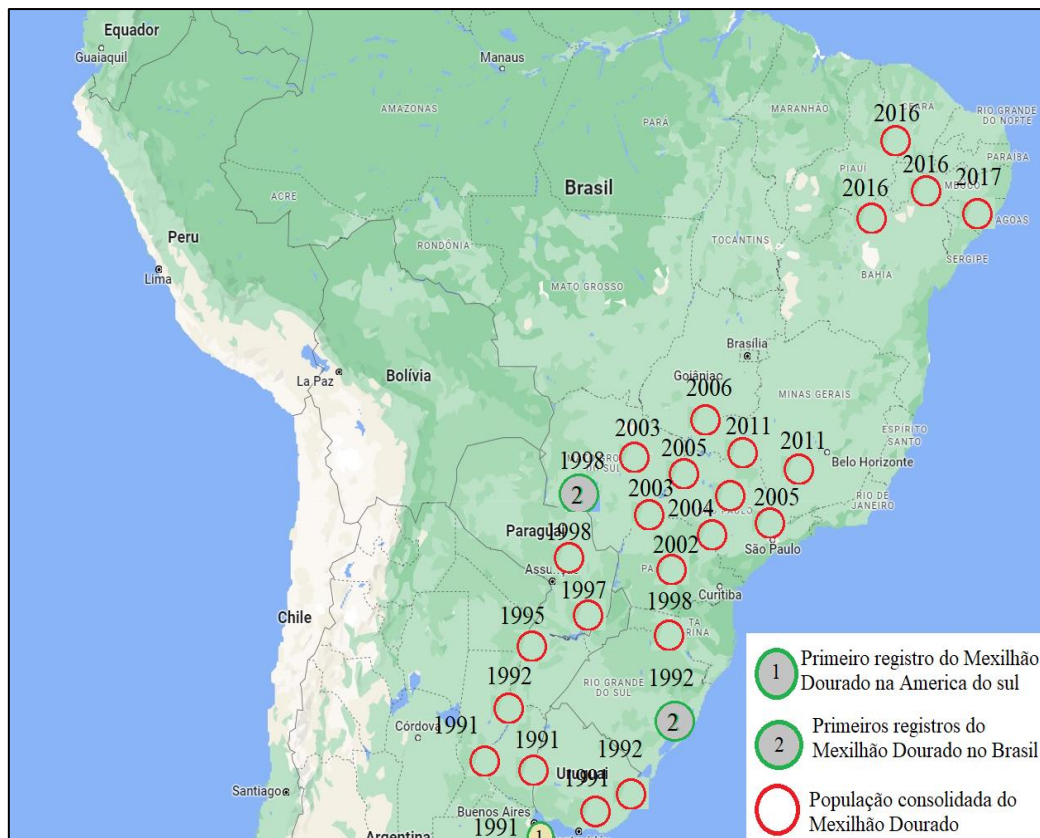
Dispersando-se ao longo do sistema hidroviário Paraná/Tietê, o mexilhão dourado expandiu em direção norte alcançando os estados de Minas Gerais e Goiás, no qual sua presença foi registrada em 2004 no rio Paranaíba⁴⁸.

No Alto Paraguai em 2004 já havia sido detectada a presença do mexilhão dourado em toda a extensão desse rio, desde sua foz, em Pylar (Paraguai), até o rio Apa, que fica na extremidade da bacia estudada, comprovando que a dispersão da espécie é facilitada pela integração entre corpos hídricos de diferentes sistemas⁴⁹.

O mexilhão dourado foi registrado no rio Grande em 2011, no reservatório de Volta Grande SP/MG, embora o rio Grande não apresenta características de uma hidrovia navegável para embarcações comerciais, devido à presença de barramentos em cascata, foram registrados a presença

da espécie em grande parte do rio Grande, nos reservatórios de Porto Colômbia, Mascarenhas de Moraes e Marimondo. Tal fato pode ser explicado por outros vetores de dispersão, presentes nestes rios, como barcos de pesca, piscicultura e uso de areia retirada de locais infestados⁴⁸.

Figura 5. Mapa do histórico da invasão, no Brasil e na América do Sul, do *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), o Mexilhão Dourado, indicando a sequência histórica dos registros observados na literatura.



Fonte: modificado a partir de imagem disponibilizada pelo Google, 2023.

O Rio São Francisco, é uma das mais importantes bacias hidrográficas do país, abastece mais de 500 municípios, desde a sua nascente, na Serra da Canastra, em Minas Gerais, até o Oceano Atlântico, percorrendo os estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Grandes obras de engenharia foram e estão sendo realizadas em seu curso, sendo as mais importantes, as usinas hidroelétricas e as obras de transposição⁵⁰.

Os registros de ocorrência do mexilhão dourado na bacia do São Francisco aceleram sua dispersão por águas de transposição, visto sua impressionante adaptabilidade e ciclos reprodutivos larvais bem-sucedidos⁵¹.

Foram encontrados exemplares de mexilhão nos sistemas de captação e transposição de água no Canal do Sertão, em 2021, nas estruturas metálicas da estação elevatória de bombeamento as margens do lago da UHE de Apolônio Sales e na ponte sobre o Canal⁵⁰.

4 CONCLUSÃO

Acredita-se que o mexilhão dourado, em virtude de suas características bióticas, apresenta a tendência de vir a se distribuir por toda a América do Sul, ocupando os mais diversos ambientes aquáticos. Os padrões atuais observados indicam que o mexilhão dourado deverá se distribuir por todas as bacias hidrográficas, nos trechos mais caudalosos e calhas principais, sem eventualmente ocupar as nascentes ou ambientes de primeiras ordens.

Até o momento não existe mecanismo eficaz de controle do mexilhão dourado. Talvez em pequenos espaços possa ser possível gerir o manejo e conviver com a situação. Após sua introdução pouco ou quase nada tem sido feito, não apenas no Brasil, mas em todo o mundo.

REFERÊNCIAS

- Bellay S, Rosa FR, Bozza AN, Fernandes SEP, Silveira MJ. Introdução de espécies em ecossistemas aquáticos: causas, prevenção e medidas de controle. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*. 2016; 9: 181-201. Available from: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n1p181-201>
- Liu C, He D, Chen Y, Olden JD. Species invasions threaten the antiquity of China's freshwater fish fauna. *Diversity and Distributions*. 2017; 23: 556-566. Available from: <https://doi.org/10.1111/ddi.12541>.
- Freire CG, Marafon AT. Espécies de moluscos invasores nos ecossistemas aquáticos brasileiros e seu impacto no meio ambiente. *InterfaceHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*. 2018; 13.
- Valéry L, Fritz H, Lefeuvre JC, Simberloff D. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions*. 2008; 10: 1345-1351. Available from: [10.1007/s10530-007-9209-7](https://doi.org/10.1007/s10530-007-9209-7).
- Lopes RM, Villac MC. Métodos. In: Ministério do Meio Ambiente (ed.). *Informe Sobre Espécies Exóticas Invasoras Marinhas no Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2009. p. 19-28. Available from: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/fauna-e-flora/lopes-et-al-2009_informe-sobre-as-especies-exoticas-invasoras-marinha-no-brasil.pdf
- Pessotto MA, Nogueira MG. More than two decades after the introduction of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) in La Plata Basin. *Brazilian Journal of Biology*. 2018; 78: 773-784. Available from: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.180789>
- Camargo PRS, Barreiros LFG, Barbosa NPU, Cardoso AV, Assis PS, Pelli A. Estado atual de conhecimento das principais características dos Moluscos. *Brazilian Journal of Development*. 2021; 7: 40950-40963. Available from: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-519>.
- Pelli A, Santos F M, Abrão S A S, Camargo P R S, Barbosa N P U, Assis PS. Efeitos de lâmpadas, com diferentes comprimentos de onda, sobre o molusco gastrópode *Physa acuta*. *RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT*. 2022; 11: e53311932126. Available from: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32126>.
- Pelli A, Abrão S A S, Camargo P R S, Marangoni D H M, Assis P S. Toxicity of sewage from the city of Uberaba to the golden mussel: *Limnoperna fortunei*. In: Cohen, S.; Weiner, S. A unique methionine-rich protein - aragonite crystal complex: structure and mechanical functions of the *Pinctada fucata* bivalve hinge ligament. *Acta biomaterialia*. 2022; 1: 140-148. Available from: <https://doi.org/10.56238/eyohsc1-015>.
- Moreira AMS, Freitas ETF, Reis MP, Nogueira JM, Barbosa NPU, Reis ALM, Pelli A, Camargo PRS, Cardoso AV, Paula RS, Jorge EC. Acute Exposure to Two Biocides Causes Morphological and Molecular Changes in the Gill Ciliary Epithelium of the Invasive Golden Mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). *ANIMALS*. 2023; 13: 3258-. Available from: <https://doi.org/10.3390/ani13203258>
- Camargo PRS, Pelli A. Abiotic dynamics in an area of occurrence of the golden mussel: *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), in a stretch of the Rio Grande. *CONCILIUM (ENGLISH LANGUAGE EDITION)*. 2023; 23: 164-177. Available from: <https://doi.org/10.53660/CLM-1872-23M67>

Camargo PRS, Silva RG, Barbosa NUP, Cardoso AV, Assis PS, Pelli A. O que se sabe sobre interação parasitária no *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na Bacia do Baixo Rio Grande. *Research, Society and Development*. 2022; 11: e51811730214. Available from: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30214>

Camargo PRS, Neves NM, Anjos MR, Barbosa NPU, Cardoso AV, Assis PS, et al. Pode o mexilhão dourado reproduzir em laboratório? *CONJECTURAS*. 2021; 21: 1-16. Available from: <https://doi.org/10.53660/CONJ-307-301>.

Camargo P R S, Faria J C N, Silva M F, Sampaio T M, Filho CRM, Fernandes G H M, et al. Toxicidade do glifosato em *Physa acuta* Draparnaud, 1805, em condições não controladas de laboratório. *INTERAÇÃO (CURITIBA)*. 2021; 21: 579-590. Available from: <https://doi.org/10.53660/inter064-SS03>.

Camargo P R S, Barbosa N U P, Cardoso AV, Assis PS, Pelli A. Diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório de Volta Grande, Bacia do Baixo Rio Grande. *Research, Society and Development*. 2022a; 11. Available from: <https://doi.org/10.33448/rsd-v>.

Assis PS, Pelli A, Gois GA, Carvalho AC, Araujo GS. Ultrasonic Waves for the Control of *Limnoperna Fortunei* – The Golden Mussel. *CONCILIUM (ENGLISH LANGUAGE EDITION)*. 2023; 23: 1-19. Available from: <https://doi.org/10.53660/CLM-1161-23D48>

Camargo PRS, Barbosa NUP, Cardoso AV, Assis PS, Pelli A. Diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório de Volta Grande, Bacia do Baixo Rio Grande. *Research, Society and Development*. 2022; 11: e51711730213. Available from: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30213>

Camargo PRS, Barreiros LFG, Barbosa NPU, Cardoso AV, Assis PS, Pelli A. Golden mussel geographic distribution paradox: how can stream theories explain? *International Journal of Hydrology*. 2022; 6: 73-77. Available from: <https://doi.org/10.15406/ijh.2022.06.00304>

Ávila-Simas S, Reynalte-Tataje D, Zaniboni-Filho E. Fish predators of the golden mussel *limnoperna fortunei* in different environments in a south american subtropical river. *Boletim do Instituto de Pesca*. 2019. Available from: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.2.484>.

Xia Z, Barker J, Zhan A, Haffner G, MacIsaac H. Golden mussel (*Limnoperna fortunei*) survival during winter at the northern invasion front implies a potential high-latitude distribution. *Diversity and Distributions*. 2021; 27: 1422-1434. Available from: <https://doi.org/10.1111/ddi.13289>.

Maroñas M, Darrigran G, Sendra E, Breckon G. Shell growth of the golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), in the Río de la Plata, Argentina. *Hydrobiologia*. 2003; 495: 41-45. Available from: <https://doi.org/10.1023/A:1025463523364>.

Barbosa FG, Melo AS. Modelo preditivo de sobrevivência do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) em relação a variações de salinidade na Laguna dos Patos, RS, Brasil. *Biota Neotropica*. 2009; 9(3): 409-412.

Gattás F, DE Stafano LG, Vinocur A, Dordet F, Espinosa MS, Pizarro H, Cataldo D. Impact of interaction between *Limnoperna fortunei* and Roundup Max® on freshwater phytoplankton: An in situ

approach in Salto Grande reservoir (Argentina). *Chemosphere*. 2018;209:748-757. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.129>.

Ernandes-Silva J, Pinha GD, Mormul RP. Environmental variables driving the larval distribution of *Limnoperna fortunei* in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2017; 29: e108.

Santos LGAS, Lamonica MN. Água de lastro e bioinvasão: introdução de espécies exóticas associada ao processo de mundialização. *Vértices*. 2008; 10: 141-152. Available from: <https://doi.org/10.5935/1809-2667.20080012>.

Belz CE, Boeger WA, Alberti SM, Patella L, Vianna RT. Prospecção do molusco invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) em reservatórios e sistemas de usinas hidrelétricas da Companhia Paranaense de Energia–Copel. *Acta Biologica Leopoldensia*. 2005; 27(2): 123-126.

Kramer AM, Annis G, Wittmann ME, Chadderton WL, Rutherford ES, Lodge DM, Mason L, Beletsky D, Riseng C, Drake JM. Suitability of Laurentian Great Lakes for invasive species based on global species distribution models and local habitat. *Ecosphere*. 2017; 8(7): e01883. Available from: <https://doi.org/10.1002/ecs2.1883>.

Ribolli J, Cassol S, Silva SH, Filho EZ, Zacchi FL, Matto JJ, Cardoso GFM, Nuñez APO. Optimized and validated protocol to the detection of the invasive bivalve *Limnoperna fortunei* from eDNA plankton samples. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2021. Available from: <https://doi.org/10.1590/S2179-975X7620>.

Oliveira MD, Calheiros DF, Jacobi CM, Hamilton SK. Abiotic factors controlling the establishment and abundance of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei*. *Biological Invasions*. 2011; 13: 717-729. Available from: 10.1007/s10530-010-9862-0

Barbosa F. The scientific literature on *Limnoperna fortunei* from 1982 to 2012. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2014; 86(3): 1373-84. Available from: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130281>.

Xu M, Wang Z, Zhao N, Pan B. Growth, reproduction, and attachment of the golden mussel (*Limnoperna fortunei*) in water diversion projects. *Acta Ecologica Sinica*. 2015; 35: 70-75. Available from: <https://doi.org/10.1016/J.CHNAES.2015.06.006>.

Yao Z, Xia M, Li H, Chen T, Ye Y, Zheng H. Bivalve Shell: Not an Abundant Useless Waste but a Functional and Versatile Biomaterial. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2014; 44: 2502-2530. Available from: <https://doi.org/10.1080/10643389.2013.829763>.

Sylvester F, Cataldo D, Notaro C, Boltovskoy D. Fluctuating salinity improves survival of the invasive freshwater golden mussel at high salinity: implications for the introduction of aquatic species through estuarine ports. *Biological Invasions*. 2013; 15: 1355-1366. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0373-z>.

Kahler G, Fisher F, Sass R. The chemical composition and mechanical properties of the hinge ligament in bivalve molluscs. *The Biological bulletin*. 1976; 151(1): 161-81. Available from: <https://doi.org/10.2307/1540712>.

Suzuki M, Kubota K, Nishimura R, Negishi L, Komatsu K, Kagi H, et al. A unique methionine-rich protein - aragonite crystal complex: structure and mechanical functions of the *Pinctada fucata* bivalve hinge ligament. *Acta biomaterialia*. 2019. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.10.008>.

Safana AI, Imam TS. Bioaccumulation of heavy metals and oxidative stress biomarkers response in *Anodonta marginata* from river Challawa Kano state, Nigeria. *Biological and Environmental Sciences Journal for the Tropics*. 2023; 20(1): 77-94. Available from: <https://www.ajol.info/index.php/bestj/article/view/248523>

Xia Z, Cao X, Hoxha T, Zhan A, Haffner G, MacIsaac H. Functional response and size-selective clearance of suspended matter by an invasive mussel. *The Science of the total environment*. 2019; 134679. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134679>.

Iummato M, Sabatini S, Cacciatore L, Cochón A, Cataldo D, Molina M, et al. Biochemical responses of the golden mussel *Limnoperna fortunei* under dietary glyphosate exposure. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2018; 163: 69-75. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.07.046>.

Freitas ETF, Moreira AMS, Paula RS, Andrade GR, Carvalho MD, Assis PS, Jorge EC, Cardoso AV. Ultrastructure of the gill ciliary epithelium of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857), the invasive golden mussel. *BMC Zoology*. 2022; 7. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40850-022-00107-y>.

Darrigran G, Archuby F, Mansur MCD. Manejo integrado de espécies invasoras. *Moluscos Límnicos Invasores no Brasil*. Porto Alegre: Redes Editora; 2012.

Boltovskoy D, Xu M, Nakano D. Impacts of *Limnoperna Fortunei* on Man-Made Structures and Control Strategies: General Overview. In: Boltovskoy D, editor. *Springer Handbook of Marine Biotechnology*. 2015: 375-393. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-319-13494-9_21.

Paula R, Reis M, Andrade G, Souza C, Cardoso A, Jorge E. A Case for the Continued Study of the Golden Mussel Invasion of Brazil: Efficient Detection and Containment of *Limnoperna fortunei* Dispersion Involves Multiple Approaches and Different Actors. *Open Access Journal*. 2021; 13. Available from: <https://doi.org/10.19080/OFOAJ.2021.13.555868>.

Boltovskoy D, Correa NE. Ecosystem impacts of the invasive bivalve *Limnoperna fortunei* (golden mussel) in South America. *Hydrobiologia*. 2015; 746: 81-95.

Boeger WA, Pie MR, Falleiros RM, Ostrensky A, Darrigran G, Mansur MCD, Belz CE. Testing a molecular protocol to monitor the presence of golden mussel larvae (*Limnoperna fortunei*) in plankton samples. *Journal of Plankton Research*. 2007; 29: 1015-1019.

Hermes-Silva S, Ribolli J, Ávila-Simas S, Zaniboni-Filho E, Cardoso GFM, Nuñez APO. *Limnoperna fortunei* - Updating the geographic distribution in the Brazilian watersheds and mapping the regional occurrence in the Upper Uruguay River basin. *Biota Neotropica*. 2021; 21 (3). Available from: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1175>

Capurro L, Brugnoli E, Díaz-Ferguson E, Martínez C. Detection of *Limnoperna fortunei* DNA From Plankton Samples: A New Protocol. *European Journal of Biology and Biotechnology*. 2023; 4(2): 451. Available from: DOI: 10.24018/ejbio.2023.4.2.451

Minillo A, Casali MP, Isique WD, Leite MA, Rocha O. Acumulação de microcistinas no mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* e riscos para a biota aquática. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. 2016; 41: 42-57. Available from: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820160051>.

Rosa DM, Assis PS. *Limnoperna fortunei* no Brasil: histórico de dispersão, biologia populacional, impactos e controle. *Ciências Ambientais Recursos Hídricos*. 2020. Available from: https://www.researchgate.net/publication/344190923_Limnoperna_fortunei_no_Brasil_historico_de_dispersao_biologia_populacional_impactos_e_controle.

Pestana D, Ostrensky A, Tschá MK, Boeger WA. Prospecção do molusco invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) nos principais corpos hídricos do estado do Paraná, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 2010; 50 (34): 553-559. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492010003400001>

Santos AME, Junior NT, Souza RFM. Ocorrência do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*, Dunker 1857) no Canal do Sertão, Delmiro Gouveia-AL, Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*. 2022. Available from: <https://doi.org/10.21168/reg.v19e18>.

Silva JE, Ragonha FH, JATI S, Takeda AM. *Limnoperna fortunei* Dunker, 1857 larvae in different environments of a Neotropical floodplain: relationships of abiotic variables and phytoplankton with different stages of development. *Revista Brasileira de Biologia*. 2016; 76(1): 154-161. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.15514>.