

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/08/2018.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP



INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DA CORRENTE E DE VARIÁVEIS
LIMNOLÓGICAS NO DESENVOLVIMENTO DO *LIMNOPERNA FORTUNEI*

JÉSSICA PACHECO DE LIMA

JABOTICABAL – SP

2018



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP



INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DA CORRENTE E DE VARIÁVEIS
LIMNOLÓGICAS NO DESENVOLVIMENTO DO *LIMNOPERNA FORTUNEI*

JÉSSICA PACHECO DE LIMA

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Co-orientadora: Dra. Daercy Maria Monteiro de Rezende Ayroza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

JABOTICABAL – SP

2018

L732i Lima, Jéssica Pacheco de
Influência da velocidade da corrente e de variáveis limnológicas no desenvolvimento do *Limnoperna fortunei* / Jéssica Pacheco de Lima. – Jaboticabal, 2018
iii, 44 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2018

Orientador: Antonio Fernando Monteiro Camargo

Coorientadora: Daercy Maria Monteiro de Rezende Ayroza

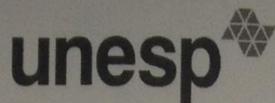
Banca examinadora: Gianmarco Silva David, Matheus Nicolino

Peixoto Henares

Bibliografia

1. Mexilhão-dourado. 2. Parâmetros limnológicos. 3. Fluxo da corrente. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639:564.1



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Unidade Complementar - Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DA CORRENTE E DE VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NO DESENVOLVIMENTO DO *LIMNOPERNA FORTUNEI*

AUTORA: JÉSSICA PACHECO DE LIMA

ORIENTADOR: ANTONIO FERNANDO MONTEIRO CAMARGO

COORIENTADORA: DAERCY MARIA MONTEIRO DE REZENDE AYROZA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AQUICULTURA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO MONTEIRO CAMARGO
Departamento de Ecologia / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Prof. Dr. MATHEUS NICOLINO PEIXOTO HENARES
Departamento de Agronomia / UNIFEB - Barretos/SP

Prof. Dr. GIANMARCO SILVA DAVID
Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Jaú / Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2018

OFEREÇO E DEDICO

A Deus, pelo dom da vida e porque com Ele tudo é possível.

Ao meu pai Valter (*in memoriam*) que sempre me guiou pelo caminho dos estudos, e a minha mãe Maria Conceição, que é a razão pela qual busco ser melhor a cada dia.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo, pela oportunidade, orientação, paciência e aprendizado transmitido.

À Dr. Daercy Maria Monteiro de Rezende Ayroza, pela amizade, colaboração, incentivo, respeito e co-orientação.

Ao pessoal da APTA – Assis, por todo apoio e carinho, em especial ao Anderson Carlos Ferreira e à Taissa Juliana de Melo, que foram fundamentais em todas as coletas de campo, além da paciência, amizade e apoio que sempre tiveram comigo.

Às pisciculturas Fernandes e Bernardes por todo apoio e troca de conhecimento.

Ao Dr. Clóvis Ferreira do Carmo e Luiz Evangelista pela ajuda nas análises limnológicas.

À Dr. Maria Letizia Petesse, pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao meu irmão William por acreditar em mim mais do que eu mesma e por me presentear com dois anjos Sophia e Vitória.

Aos amigos que direta e indiretamente foram fundamentais para essa conquista, em especial a Rachel Santini que me acolheu em Jaboticabal e se tornou uma parceira que pretendo levar para a vida toda e a Thais Grassi Gericó pelo companherismo de sempre.

Às famílias que são a minha estrutura: Pacheco, Lima, Gomes, Maximiano e Grassi.

APOIO FINANCEIRO

À CAPES, que financiou minha bolsa de mestrado.

À FAPESP, que financiou o projeto, Processo 2014/12553-7.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO	3
1. Invasão Biológica	3
2. Características do <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker 1857)	6
2.1 Classificação	6
2.2 Origem do <i>L. fortunei</i>	7
2.3 Infestação na América do Sul	7
2.4 Ciclo Reprodutivo	9
2.5 Tolerância ambiental	11
2.6 Meios de dispersão e fixação das larvas em substrato	12
2.7. Prejuízos da infestação por <i>L. fortunei</i>	14
MATERIAIS E MÉTODOS	15
3. Área de estudo.....	15
4. Seleção das áreas amostrais.....	16
5. Variáveis Limnológicas	18
6. Velocidade da corrente da água	19
7. Densidade de larvas de mexilhão-dourado.....	21
8. Número e tamanho dos mexilhões fixados aos substratos artificiais	22
9. Análise dos dados.....	24
RESULTADOS.....	24
DISCUSSÃO	31
CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência das variáveis limnológicas e da velocidade da corrente no desenvolvimento de *Limnoperna fortunei* e no recrutamento de novos indivíduos em áreas com tanques-rede, no Reservatório Canoas II, no Rio Paranapanema. Mensalmente de agosto/2016 a janeiro/2017 em campo foram realizadas medições de: transparência, oxigênio dissolvido potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. Além destes, a água foi coletada e armazenada em frascos para serem analisadas em laboratório: nitrogênio total, nitrito, nitrato, amônia, fósforo total, ortofosfato, cálcio, alcalinidade, dureza e clorofila *a*. Medições de velocidade da corrente da água foram obtidas utilizando um fluxômetro e um ADCP. As amostras de larvas de *L. fortunei* foram obtidas utilizando bomba de sucção e rede de plâncton de 40 µm. Foram confeccionados substratos de madeira em cruz para contagem e medição do tamanho de larvas fixados. As variáveis limnológicas foram investigadas por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). A comparação entre o comprimento dos indivíduos nas duas áreas avaliadas e a medição da velocidade de corrente com o ADCP foi realizada por meio de Box Whisker Plot. Os resultados de velocidade de corrente da água com o fluxômetro e a da relação entre densidade de larvas na coluna d'água e número de indivíduos fixados foi feita com o auxílio de gráficos. As variáveis limnológicas podem ter influenciado no desenvolvimento do *L. fortunei*, principalmente em TR2. Não ficou comprovado que a velocidade da água é um fator que promove a diferença no recrutamento de novos indivíduos de *L. fortunei*.

Palavras chave: Mexilhão-dourado, parâmetros limnológicos, fluxo da corrente.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of limnological variables and current velocity on the development of *Limnoperna fortunei* and the recruitment of new individuals in areas with network tanks in the Canoas II Reservoir on the Paranapanema River. Monthly from August / 2016 to January / 2017 in the field measurements were made of: transparency, dissolved oxygen potential hydrogen, electrical conductivity and total dissolved solids. In addition, water was collected and stored in bottles to be analyzed in laboratory: total nitrogen, nitrite, nitrate, ammonia, total phosphorus, orthophosphate, calcium, alkalinity, hardness and chlorophyll a. Water current velocity measurements were obtained using a flow meter and an ADCP. Samples of larvae of *L. fortunei* were obtained using a suction pump and 40 μm plankton net. Crosswood substrates were made for counting and measuring the size of fixed larvae. Limnological variables were investigated through Principal Component Analysis (PCA). The comparison between the length of the individuals in the two areas evaluated and the current velocity measurement with the ADCP was done by means of Box Whisker Plot. The results of current velocity of the water with the flowmeter and of the relation between larval density in the water column and number of fixed individuals was done with the aid of graphs. Limnological variables may have influenced the development of *L. fortunei*, especially in TR2. It has not been proven that water velocity is a factor that promotes the difference in the recruitment of new *L. fortunei* individuals.

Key words: Mexilhão-dourado, limnological parameters, current flow.

INTRODUÇÃO

1. Invasão Biológica

Invasão biológica pode ser entendida como o processo de introdução e adaptação de espécies que não fazem parte naturalmente de um dado ecossistema (Fernandes et al., 2012; Latini et al., 2016). Segundo PIMENTEL (2001), define-se como espécie exótica toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural e como espécie exótica invasora, a espécie exótica que ameaça ecossistemas, hábitat ou outras espécies.

As invasões biológicas são consideradas a segunda maior causa de perda de diversidade biológica, tanto em relação à fauna, flora, fungos quanto aos microorganismos, sendo que a primeira são as intervenções ocasionadas pelo homem (Darrigran, 2000; Ziller, 2001).

Nem toda espécie exótica se torna invasora. Para seu estabelecimento em um novo ambiente, uma espécie deve possuir algumas características, como: distribuição abundante na região de origem, ampla tolerância e adaptação aos fatores ambientais, ciclo de vida curto, rápido crescimento, maturidade sexual precoce, alta capacidade reprodutiva e falta de predador eficiente no seu controle (Morton, 1996; Pimentel, 2001; Mansur et al., 2004; Machado, 2009). Segundo KOLAR et al., (2001), o processo de invasão é dividido em cinco etapas: transporte, liberação, estabelecimento, dispersão e impacto, sendo que a espécie que transpassa com êxito as cinco fases é considerada espécie exótica invasora (Figura 1).

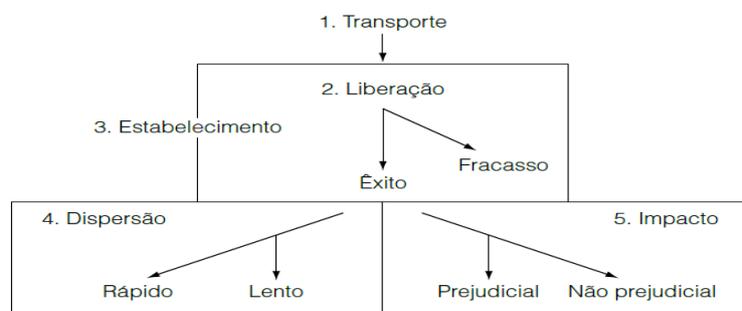


Figura 1. Etapas do processo de invasão

Fonte: Kolar et al., (2001).

Alguns ambientes são mais suscetíveis à invasão do que outros. Por exemplo, ambientes com menor diversidade e riqueza de espécies tem maior susceptibilidade às invasões. Além disso, quanto maior o grau de perturbação do ecossistema mais fácil será a dispersão e o estabelecimento de espécies exóticas. As espécies exóticas são beneficiadas pela degradação ambiental e são bem sucedidas em ambientes de paisagens alteradas (Sala et al., 2000; Ziller, 2001).

As espécies invasoras estão livres de competidores, predadores e parasitas de suas áreas de origem e teriam vantagens competitivas em relação às nativas. Além disso, o potencial invasor e a severidade dos impactos causados pelas invasões podem ser intensificados em razão das mudanças climáticas. A destruição das barreiras biogeográficas por meio da ação antrópica provocou uma forte aceleração no processo de invasões biológicas (Ziller, 2001; Fernandes et al., 2012).

Os reservatórios artificiais construídos para geração de energia servem como modelo de um ambiente que sofreu alterações antrópicas. Estas construções causam impactos ambientais, como a transformação de um ambiente lótico em lêntico, alteração do regime de pulsos dos rios e a fragmentação de populações migradoras (Agostinho et al., 2007; Santos et al., 2017). Além disso, aumentam as chances de estabelecimento de espécies exóticas devido à simplificação da comunidade nativa e a consequente redução da sua resistência às invasões por estes organismos (Agostinho et al., 2007; Mansur et al., 2009).

As exportações e importações de produtos através de navios sempre foram as principais fontes de dispersão de espécies através da fixação nos cascos, transporte de animais e plantas de outras regiões para comercialização e a água de lastro (Mansur, 2004). O lastro corresponde a utilização de algum tipo de material para dar peso e, consequentemente, sustentabilidade aos navios (Figura 2). Nos modelos mais antigos se utilizava lastros sólidos como areia e pedra, sendo que posteriormente com a modernização das embarcações, o lastro sólido foi substituído por lastros de água, pois estes são mais eficientes e de fácil acesso (Ruiz et al., 2000). Segundo OLIVEIRA et al., (2010), o uso da lastragem é o principal meio de introdução de organismos em ambientes aquáticos.



Figura 2. Representação do processo de lastrear um navio.

Fonte: <http://www.portodesantos.com.br/acoesCampanhas.php?pagina=02>

Entre as espécies de animais aquáticos invasores os moluscos bivalves se destacam. A classe bivalvia, também conhecida como Pelecypoda, inclui animais como ostras, vieiras e mexilhões. O nome bivalvia remete ao fato de a concha ser composta por duas valvas e Pelecypoda significa “pé em forma de machado”. Este táxon é registrado desde o período cambriano e, ainda que tenha alcançado picos de diversidade e distribuição no mesozoico, continua sendo um grupo muito diversificado e com ampla distribuição ecológica e geográfica (Ruppert, 1996).

Atualmente, uma das espécies exóticas invasoras que vem se disseminando rapidamente na América do Sul oriental e central, ocasionando prejuízos ambientais e econômicos, é o molusco bivalve *Limnoperna fortunei*, (Santos et al., 2012; Boltovskoy, 2015).

CONCLUSÕES

As variáveis limnológicas podem ter influenciado no desenvolvimento do *L. fortunei*, principalmente em TR2 onde foram observados os maiores valores de nutrientes.

Não ficou comprovado que a velocidade da água é um fator que promove diferença na fixação de novos indivíduos de *L. fortunei* nas áreas TR1 e TR2, provavelmente porque, embora as pisciculturas estejam localizadas em diferentes compartimentos do reservatório, respectivamente, região semi-lótica e lacustre, o reservatório Canoas II é do tipo semi-lótico e a diferença de velocidade só foi detectada com equipamento de alta precisão (ADCP).

Embora o número de larvas planctônicas na coluna d'água e de larvas plantigradas fixadas no substrato artificial terem sido reduzidos pode-se verificar

que para ambas as avaliações o maior número ocorreu no mês de dezembro/2016 o que demonstra que nesse mês houve um pico de reprodução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá. Eduem, p. 501, 2007.

APHA - American Public Health Association. Standart methods for the examination of water and wastewater. APHA, Washington, DC, USA, 20th edn. 2005.

AVELAR, W. E. P.; MARTIN, S.; VIANNA, M. Nova ocorrência de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) para o Estado de São Paulo. In: Encontro Brasileiro de Malacologia, Rio de Janeiro, Resumos. 2004.

AYROZA, D. M. M. R.; SCALOPPI, F. G.; AYROZA, L. M. S.; FURLANETO, F. P. B.; FERRAUDO, A. S.; MERCANTE, C. T. J. Environmental conditions, fish diseases, management and economic evaluation of tilapia cages in a Brazilian hydroelectric reservoir. In: Renae Wakefield. (Org.). Tilapia: Biology, Management Practices and Human Consumption. Nova York: Nova Publishers, Inc. ed. 1. v. 1. p. 119-145. 2014.

BOLTOVSKOY, D.; CATALDO, D. Population dynamics of *Limnoperna fortunei* na invase fouling mollusk in the lower Paraná river Argentina. Biofouling. v. 14, p. 255-263. 1999.

BOLTOVSKOY, D.; CORREA, N.; CATALDO, D.; SYLVESTER, F. Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Río de la Plata watershed and beyond. Biological Invasions. ed.8. v. 4. p. 947-963. 2006.

BOLTOVSKOY, D.; SYLVESTER, F.; OTAEGUI, A.; LEITES, V.; CATALDO, D. H. Environmental modulation of reproductive activity of the invasive mussel *Limnoperna fortunei*: implications for antifouling strategies. Austral Ecology, v. 34, p. 719–730. 2009a.

BOLTOVSKOY, D.; KARATAYEV, A.; BURLAKOVA, L.; CATALDO, D.; KARATAYEV, V.; SYLVESTER, F.; MARIÑELARENA, A. Significant ecosystem-wide effects of the swiftly spreading invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei*. Hydrobiologia (636). p. 271–284. 2009b.

BOLTOVSKOY, D. *Limnoperna fortunei*: The Ecology, Distribution and Control of a Swiftly Spreading Invasive Fouling Mussel. Springer Series in Invasion Ecology. v. 10. p. 486. 2015.

CALLIL, C. T.; GOMES, A. L. T.; SOARES, A. C. P. V. A gametogênese em *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). 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. P. Moluscos límnicos invasores no Brasil. Biologia, prevenção, controle. Redes Editora. Porto Alegre. p. 111–118. 2012.

CALLIL, C. T. Moluscos bivalves invasores na bacia do alto Paraguai: Pesquisa e Ação. In: Especies Invasoras Acuáticas y Aalud. M, K. C.; O, A.C. Universidad del Atlántico. Barranquilla-Colombia. ed. 1. 2016.

CAMPOS, M. C. S.; LANZE, R.; CASTRO, P. T. Hydrological stress as a limiting factor of the invasion of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) in the Upper Paraná River (Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia. vol. 24. n. 1. p. 64-82. 2012.

CATALDO, D.; BOLTOVSKOY, D. Yearly reproductive activity of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia) as inferred from the occurrence of its larvae in the plankton of the lower Paraná River and the Río de la Plata estuary (Argentina). Aquat Ecol. v.34. p. 307–317. 2000.

CATALDO, D.; BOLTOVSKOY, D.; HERMOSA, J. L.; CANZI, C. Temperature-dependent larval development rates of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae). J Molluscan Stud. v. 71. p. 41–46. 2005.

CHO, C. Y.; BUREAU, D. P. A. Review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. Aquaculture Research, v. 32. p. 349-360. 2001.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB. Brasília. 2011.

CORREA, N.; SARDIÑA, P.; PEREPELIZIN, P. V.; BOLTOVSKOY, D. *Limnoperna fortunei* Colonies: Structure, Distribution and Dynamics. In: *Limnoperna fortunei*: The Ecology, Distribution and Control of a Swiftly Spreading Invasive Fouling Mussel. Springer Series in Invasion Ecology. v. 10. p. 486. 2015.

DARRIGRAN, G.; PASTORINO, G. The recent introduction of Asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. The véliger, v. 38, p. 183-185. 1995.

DARRIGRAN, G.; DRAGO, I. E. Invasion of the exotic freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1876) (Bivalvia: Mytilidae) in South America. Nautilus, v. 114. n. 2. p. 69-73. 2000.

DARRIGRAN, G. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological Invasions. v.4. n.1-2. p.145-156. 2002.

DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C.; PENCHASZADEH, P. E.; TARABORELLI, C. Reproductive stabilization of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae) after ten years of invasion in the Americas. J Shellfish Res. v. 22. p. 141–146. 2003

DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C. Introdução a Biologia das Invasões O Mexilhão Dourado na América do Sul: biologia, dispersão, impacto, prevenção e controle. São Carlos, SP. Cubo Multimídia Ltda. 2009.

DEMETRIUS, S. M.; VEITENHEIMER-MENDES, I. L.; RICKES, E. M.; TIM, G. Registro de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) no município de Pelotas, sul do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Encontro Brasileiro de Malacologia. Rio de Janeiro. p. 213. 2003.

DUKE ENERGY INTERNACIONAL GERAÇÃO PARANAPANEMA. Plano de uso e ocupação dos reservatórios das UHEs Canoas I e Canoas II. p.89. 2001.

EZCURRA, D. I.; MARCHESE, M. WANTZEN, K. M. Benthos of a large neotropical river: spatial patterns and species assemblages in the Lower Paraguay and its floodplains. Arc Hydrobiol. v.160. n. 3. p. 347–374. 2004.

FACHINI, A.; GAZULHA, V.; PEDROSO, C. S. Os impactos do mexilhão-dourado sobre a comunidade planctônica. 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. P. Moluscos límnicos invasores no Brasil. Biologia, prevenção, controle. Redes Editora. Porto Alegre. p. 255–261. 2012.

FERREIRA, P. M. F.; BARBOSA, J. M.; SANTOS, E. L.; LIMA, M. R.; CABRAL, G. A. L. Efeito da temperatura sobre a taxa metabólica da carpa-comum (*Cyprinus carpio* LINNAEUS, 1758). Rev. Bras. Eng. Pesca. v.4. n. 2. p. 1-10. 2009.

FILIPPO, R. Mexilhão dourado nos ecossistemas brasileiros. Sepronews: Série meio ambiente. n. 3. p. 1-2. 2003.

GARCIA, D. A. Z.; ORSI, M. L.; CASIMIRO, A. C. R.; KURCHEVSKI, G. 2009. Registros de ocorrência de *Limnoperna fortunei* no médio e baixo Paranapanema: uma ameaça às suas águas. In: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; RIETZLER, A. C.; FENERICH-VERANI, N. & VERANI, J. R. Animal Invaders in São Paulo State Reservoirs. Oecologia Australis. v. 15, n. 3, p. 631-642. 2011.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHMSTAD, M. A. M. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. Oxford: Blackwell Scientific Publications. p. 213. 1978.

GOOGLE. Google Earth. Version 2017. Nota: Reservatório da Usina Hidrelétrica Canoas II, rio Paranapanema SP/PR. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. 2017.

KARATAYEV, A. Y.; PADILLA D. K.; MINCHIN, D.; BOLTOVSKOY D.; BURLAKOVA L. E. Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. Biological Invasions. v. 9. p. 161-180. 2007.

KOLAR, C. S.; LODGE, D. M. Progress in invasion biology: prediction invaders. Ecology e Evolution, v. 16. p. 199-204. 2001.

LATINI, A. O.; RESENDE, D. C.; POMBO, V. B.; CORADIN, L. Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Brasília: MMA, Série Biodiversidade, v. 39. p. 791. 2016.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. Numerical Ecology. Developments in > Environmental. Modelling, 20. New York: Elsevier, 853p. 1998.

LOPES, R. M.; VILLAC, M. C. Métodos. In: Lopes, R. M (Org.). Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Brasília: MMA/SBF. p. 19-28. 2009.

MACHADO, C. J. S.; OLIVEIRA, A. E. S. Espécies exóticas invasoras: problema nacional ainda pouco conhecido. Ciência e Cultura. v. 61. n. 1. p.22-23. 2009.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. Kendall: Titus Wilson & Son Ltd. Freshwater Biological Association Scientific Publication. v. 36. p. 117.1978.

MANSUR, M. C. D.; RICHINITTI, L. M. Z.; SANTOS, C. P. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), molusco bivalve invasor, na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, v. 7. n. 2. p. 147-150. 1999.

MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C. T.; CARDOSO, F. R. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 20. n. 1. p. 75-84. 2003.

MANSUR, M. C. D.; CALLIL, C. T.; CARDOSO, F. R.; IBARRA, J. A. A. Uma retrospectiva e Mapeamento da Invasão de Espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do Sudeste Asiático, na América do Sul. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. *Água de Lastro e Bioinvasão*. Rio de Janeiro. Interciência. Cap.5. p.39-58. 2004.

MANSUR, M. C. D.; PEREIRA, D.; SANTOS, C. P.; BERGONCI, P. E. A.; THORMANN, B. M.; TAKEDA, A. M. Colonização de substrato artificial de madeira pelo mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytiloidea, Mytilidae), no Delta do Rio Jacuí (RS, Brasil). *Biotemas*. v. 22. n. 1, p. 75-80. 2009.

MANSUR, M.C.D., SANTOS, C.P., PEREIRA, D., BERGONCI, P.E.A & C.T. CALLIL. Moluscos Límnicos – Bivalves In: LATINI, A. O.; RESENDE, D. C. POMBO, V. B.; CORADIN, L. Espécies exóticas invasoras de águas Continentais no Brasil. *Orgs. Série Biodiversidade*, 39. Brasília: MMA. p. 127-129. 2016.

MARKER, H. H.; NUSCH, E. A.; RAI, H.; RIEMANN, B. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: Conclusions and recommendations. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* v. 14. p. 91-106. 1980.

MATSUI, Y.; NAGAYA, K.; FUNAHASHI, G.; GOTO, Y.; YUASA, A.; YAMAMOTO, H.; OHKAWA, K.; MAGARA, Y. Effectiveness of antifouling coatings and water flow in controlling attachment of the nuisance mussel *Limnoperna fortunei*. *Biofouling*. v. 18. p. 137- 148. 2002.

MORTON, B. The population dynamics of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Bivalvia: Mytilacea) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Malacologia*. v. 16. p. 165–182. 1977.

MORTON, B. The aquatic nuisance species problem: a global perspective and review. In: Zebra mussels and aquatic nuisance species. Ann Arbor Press. Michigan, USA. p. 639. 1996.

NAKANO, D.; KOBAYASHI, T.; SAKAGUCHI, I. Differences in larval dynamics of golden mussel *Limnoperna fortunei* between dam reservoirs with and without an aeration system. Landsc Ecol Eng. v. 6. p.53–60. 2010.

OLIVEIRA, M. D.; PELLEGRIN, L. A.; BARRETO, R. R.; SANTOS, C. L.; XAVIER, I. G. Área de ocorrência do mexilhão dourado na bacia do alto Paraguai entre os anos de 1998 e 2004. EMBRAPA. Doc. n. 64, Corumbá. p. 19. 2004.

OLIVEIRA, M. D.; TAKEDA, A. M.; BARROS, L. F.; BARBOSA, D. S.; RESENDE, E. K. Invasion by *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) of the Pantanal wetland, Brazil. Biological Invasions. v. 8. p. 97–104. 2006.

OLIVEIRA, M. D.; HAMILTON, S. K.; JACOBI, C. M. Forecasting the expansion of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei* in Brazilian and North American rivers based on its occurrence in the Paraguay River and Pantanal wetland of Brazil. Aquat Invasions. v. 5. n. 1. p. 59–73. 2010.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F.; JACOBI, C. M.; HAMILTON, S. K. Abiotic factors controlling the establishment and abundance of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei*. Biol Invasions. v. 13. p. 717–729. 2011.

PILLAY, T. V. R. Aquaculture and the environment. Oxford: Blackwell Publishing. ed. 2. p. 196. 2004.

PIMENTEL, D.; MCNAIR, S.; JANECKA, J.; WIGHTMAN, J.; SIMMONDS, C.; O'CONNELL, C.; WONG, E.; RUSSEL, L.; ZERN, J.; AQUINO, T.; TSOMONDO, T. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. Agriculture, Ecosystems & Environment. v. 84. p. 1–20. 2001.

PINILLOS, A. C. M.; GOMES, A. L. T.; ULIANA, E. R.; CALLIL, C. T.; TAKEDA, A. M.; SILVA, R. R.; BRANDÃO, J. S. Aspectos reprodutivos de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) no rio Baía, Paraná. In: Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia. 2010.

REBOUÇAS, P. M.; LIMA, L. R.; DIAS, I. F.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. J Anim Behav Biometeorol. v.2, n.2. p.35-42. 2014.

RICCIARDI, A.; WHORISKEY, F. G.; RASMUSSEN, J. B. The role of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in structuring macroinvertebrate communities on hard substrata. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. v. 54. p. 2596–2608. 1997.

RODRIGUEZ, S. R.; OJEDA, P.F.; INESTROSA, N.C. Settlement of benthic marine invertebrates. *Marine Ecol Prog Ser*. v. 97. p.193–207. 1993.

RUIZ, G. M.; FOFONOFF, P. W.; CARLTON, J. T.; WONHAM, M. J. HINES, A. H. Invasion coastal marine communities in North America: Apparent patterns, processes, and biases. *Annual review of ecological systems*, v. 31. p. 481-531. 2000.

RUPPERT, E. E; BARNER, R. D. *Zoologia dos invertebrados*. São Paulo: Roca. ed. 6. 1996.

SALA, O. E.; CHAPIN, F. S.; ARMESTO, J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER- SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M.; WALL, D. H. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*. v. 287. p. 1770-1774. 2000.

SANDOVAL Jr. P.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O.; SALLUM, W. B.; SORANNA, M. R. G. S. *Manual de criação de peixes em tanques-rede*. Brasília. Codevasf. ed. 2. 2013.

SANTOS, C. P.; WÜRDIG, N. L.; MANSUR, M. C. Fases larvais do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 22. p. 702–708. 2005.

SANTOS, C. P.; MANSUR, M. C. D.; WURDIG, N. L. Variações no comprimento dos indivíduos de uma população do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae), ao longo do ano, na Praia do Veludo, Lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Braz J Biol*. v. 25. p. 389–396. 2008.

SANTOS, F. C.; MANSUR, M. C. D.; PEREIRA, D.; FERNANDES, L. V. G.; CAMPOS, S. C.; DANELON, O. M. Abordagem conceitual dos moluscos invasores nos ecossistemas límnicos brasileiros. 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. P. Moluscos límnicos invasores no Brasil. *Biologia, prevenção, controle*. Redes Editora. Porto Alegre. p. 19–24. 2012.

SANTOS, M. O.; BARRETO, I. D. C.; SILVA, I. M. L.; STOSIC, T. Avaliação das alterações hidrológicas da bacia do rio São Francisco causadas pela construção da usina hidrelétrica de Sobradinho. *Scientia Plena*. v. 13. n. 11. 2017.

SARDIÑA, P.; CATALDO, D.; BOLTOVSKOY, D. Effects of conspecifics on settling juveniles of the invasive golden mussel, *Limnoperna fortunei*. *Aquatic Sci.* V. 71. p. 479–486. 2009.

SYLVESTER, F.; DORADO, J.; BOLTOVSKOY, D.; JUÁREZ, A.; CATALDO, D. Filtration rates of the invasive pest bivalve *Limnoperna fortunei* as a function of size and temperature. *Hydrobiologia*. v. 534. p. 71–80. 2005.

SYLVESTER, F.; BOLTOVSKOY, D.; CATALDO, D. Fast response of freshwater consumers to a new trophic resource: Predation on the recently introduced Asian bivalve *Limnoperna fortunei* in the lower Parana River, South America. *Austral Ecol.* v. 32. p. 403–415. 2007.

STRICKLAND, J. D.; PARSONS, T. R. A manual of sea water analysis. *Bull. Fish.* ed. 2. v. 125. p. 1-185. 1960.

TAKEDA, A. M.; FUJITA, D. S.; FONTES JUNIOR, H. M. Bivalves invasores do Rio Paraná. In: *Encontro Brasileiro de Malacologia*. Rio de Janeiro. p. 247. 2003.

TAKEDA, A. M.; FUJITA, D. S. Experiência da procura e monitoramento no início da invasão de mexilhão-dourado no Rio Paraná e no reservatório de Itaipu. 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. P. Moluscos límnicos invasores no Brasil. *Biologia, prevenção, controle*. Redes Editora. Porto Alegre. p. 207–217. 2012.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, Amsterdam. v. 10. p. 109-122. 1981.

ZILLER, S.R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência Hoje*. v.30, p.77-79. 2001.