

Efeito do macrofouling sobre a comunidade de invertebrados aquáticos

Claudia T. Callil, Vera Uhde & Edson V. Massoli Jr.

Ao longo dos vinte anos de invasão de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na América do Sul, muitos esforços têm sido empregados para monitorar a dispersão (Pastorino et al. 1993; Mansur et al. 2003; Darrigran & Damborenea, 2005; Darrigran et al. 2007; Oliveira, 2009) e os impactos causados nos diferentes ecossistemas invadidos (Boltovskoy et al. 2006; Sylvester et al. 2007; Sardiña, 2008, Marçal & Callil, 2008 e Darrigran & Damborenea, 2011).

A magnitude dos impactos do mexilhão dourado no ambiente está relacionada com o tamanho populacional e a suscetibilidade do sistema à invasão (Hicks, 2004). As densidades são altas no início da invasão, e com o tempo, vão reduzindo até alcançar um equilíbrio estável (Mansur, 2003). A atividade de filtração exercida por *L. fortunei* afeta diretamente atributos físicos da coluna d'água como fluxo (Boltovskoy et al. 2006), transparência e penetração de luz (Sylvester et al. 2005; Boltovskoy et al. 2009). O sedimento recebe um aporte de matéria orgânica proveniente da atividade de filtração e deposição de partículas (Ricciardi et al. 1997; Boltovskoy et al. 2006, 2009) e os diferentes substratos ocupados por *L. fortunei* tornam-se mais heterogêneos, através da criação de novos micro-habitats intersticiais entre as valvas, possibilitando proteção contra predadores e maximização da utilização do espaço (Sylvester et al. 2007; Sardiña et al. 2008).

As modificações físicas observadas na coluna d'água, no sedimento e nos substratos afetam indiretamente as comunidades biológicas (Darrigran & Damborenea, 2011). Cataldo & Boltovskoy (2000) relatam que a comunidade de algas pode ser afetada de forma positiva ou negativa. A maior penetração de luz na coluna d'água pode promover um aumento na densidade de populações fitoplanctônicas e no crescimento de plantas submersas (Boltovskoy et al. 2009). Por outro lado, a atividade de filtração de densas populações de *L. fortunei* pode também diminuir a quantidade de fitoplâncton na coluna d'água que pode ser convertido em biomassa ou ainda ser depositado no substrato por meio das fezes e pseudofezes (Figura 1).

A Introdução de *L. fortunei* no rio Paraguai ocorreu em 1999 através da navegação fluvial que age como dispersor de adultos e larvas planctônicas em rios e lagos no Pantanal (Mansur et al. 2004; Oliveira et al. 2006). Por conta da pouca disponibilidade de substratos duros no Pantanal, o mexilhão dourado utiliza raízes e estolões de macrófitas aquáticas para se fixar (Callil et al. 2006). A arquitetura e o habitat formado pelas raízes das macrófitas aquáticas favorecem o crescimento de perifiton (Toft et al. 2003; Poi de Neiff & Neiff, 2006) e aumentam a complexidade estrutural na região litorânea de lagoas, que abriga os invertebrados nativos e o bioinvasor *L. fortunei* (Oliveira et al. 2006).

O interesse em entender o efeito da presença de *Limnoperna fortunei* na estrutura da comunidade de invertebrados, associada à macrófitas aquáticas flutuantes no Pantanal, motivou o desenvolvimento do estudo de Marçal & Callil (2008) em lagos rasos adjacentes ao rio Paraguai, MT. Desta maneira, discutiremos os resultados de Marçal & Callil (2008) juntamente com Darrigran et al. (1998) referentes ao efeito de *L. fortunei* sobre a comunidade de invertebrados aquáticos. Traçaremos um paralelo com os dados disponíveis na literatura para *Dreissena polymorpha*, uma vez que, as informações disponíveis para o mexilhão zebra podem ser utilizadas para prever impactos causados pelo mexilhão dourado. Embora os mecanismos impostos por cada espécie serem similares, o resultado final dentro da comunidade pode ser bem diferente, dependendo das restrições do ecossistema e das espécies que compõe a comunidade (Boltovskoy et al. 2006).

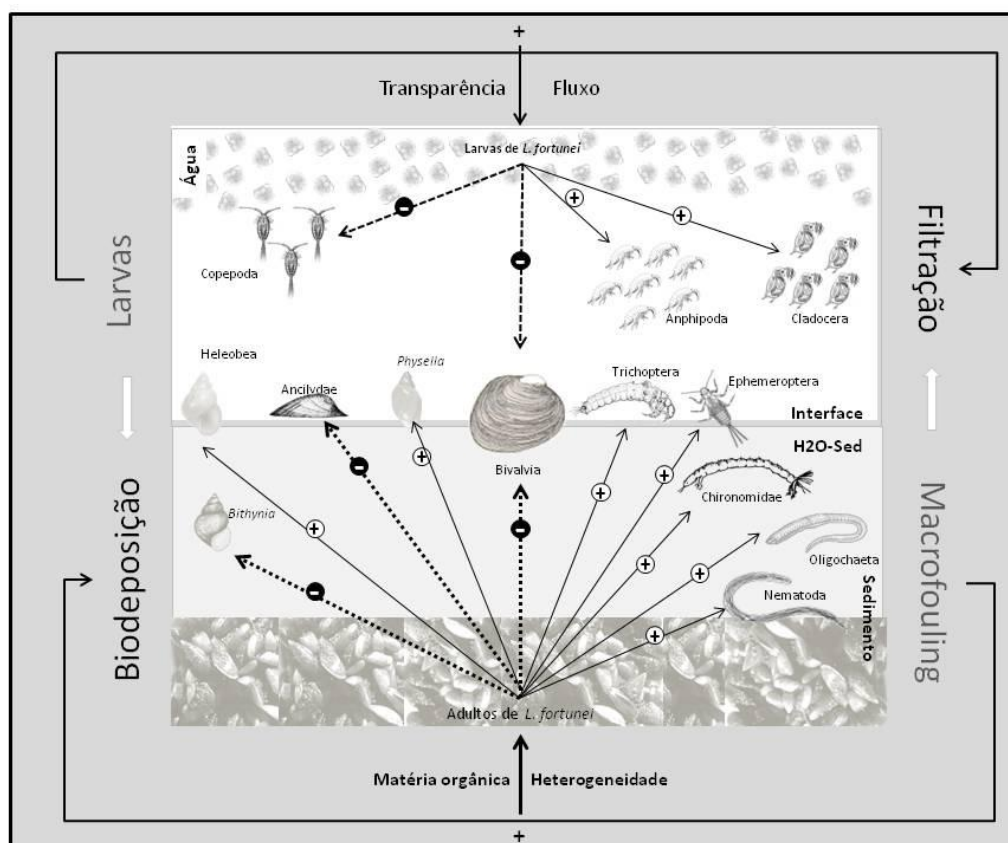


Figura 1 – Fluxograma ilustrando os efeitos de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) sobre as comunidades aquáticas na coluna d'água e no sedimento.

Interferência de L. fortunei na comunidade de Invertebrados Aquáticos

Nematoda

Nematódeos de vida livre são muito abundantes e diversos nos sistemas aquáticos, além de estarem presentes em todos os tipos de habitats límnicos (Abebe et al. 2008). Em locais com presença do mexilhão dourado este grupo é beneficiado e aumenta sua densidade, como observado por Darrigran et al. (1998) e Marçal & Callil (2008) (Figura 02A). O mesmo efeito positivo sobre os nematódeos também pode ser observado em locais invadidos pelo mexilhão zebra (*Dreissena polymorpha*) (Zaiko et al. 2009) (Figura 02A). Este aumento significativo na densidade média dos nematódeos pode estar relacionado à maior quantidade de matéria orgânica e bactérias, associadas nas fezes e pseudofeces depositadas pelos mexilhões sobre a superfície do sedimento (Dermott & Kerec, 1997), além de outros fatores específicos inerentes a cada local invadido (Radziejewska et al. 2009).

Annelida

Oligochaeta

A Classe Oligochaeta, juntamente com as larvas de Chironomidae, são os principais componentes da fauna de invertebrados, em diferentes tipos de habitats, que compõe as comunidades bentônicas em ambientes lênticos e lóticos (Harman, 1982).

No rio de La Plata, Argentina, a densidade média de Oligochaetas aumentou significativamente com a presença de *Limnoperna fortunei* (Darrigran et al. 1998),

enquanto que em lagoas marginais ao rio Paraguai nenhum efeito foi observado, a densidade média de Oligochaetas entre locais invadidos não apresentou uma variação expressiva (Marçal & Callil, 2008) (Figura 02B). Estudos realizados com *Dreissena polymorpha* demonstram relações positivas (Atalah et al. 2010; Ricciard et al. 1997) e neutras (Zaiko et al. 2009) do mexilhão zebra com a densidade de Oligochaeta (Figura 02B).

O efeito positivo do mexilhão dourado sobre a densidade de Oligochaetas é atribuído a biodeposição de nutrientes através das fezes e pseudofezes (Ricciard et al., 1997). A atividade de filtração remove grandes quantidades de matéria orgânica particulada da coluna d'água e as depositam no sedimento, aumentando a fonte de alimentação para Oligochaetas (Sephton et al. 1980; Gonzalez & Downing, 1999). Outro fator que contribui para favorecimento dos Oligochaetas é a baixa disponibilidade de oxigênio nos espaços intersticiais das conchas, devido à decomposição bacteriana dos biodepósitos (Darrigran & Damborenea, 2011).

Estudos que demonstraram relações neutras entre a presença do invasor e a densidade de Oligochaetas atribuem esse resultado ao comportamento específicos de cada espécie (Karateyev et al. 2010). Influências antropogênicas também podem afetar na densidade de Oligochaetas. Nalepa et al. (2003) argumentam que os efeitos do mexilhão zebra nos Oligochaetas são insignificantes em comparação com os efeitos do nível de fósforo na água.

Hirudinea

Hirudinea é uma classe representante do filo Annelida, formada predominantemente por invertebrados de água doce, que podem ser encontrados em todo o mundo (Klemm, 1972). Nos locais invadidos pelo mexilhão dourado e mexilhão zebra a densidade média dos hirudíneos aumenta (Figura 02C). Esse efeito está correlacionado com o aumento da abundância de invertebrados nas agregações de mexilhões, o que gera conseqüentemente, o aumento da disponibilidade alimentar das espécies carnívoras, como os hirudíneos (Zaiko et al. 2009).

Mollusca

Gastropoda

Os Gastrópodes correspondem à maior e mais bem sucedida classe dentro do filo Mollusca, principalmente pela grande variedade de habitats que ocupam e papéis funcionais que desempenham (Meier-Brook, 1984). Em locais invadidos por mexilhão dourado foram observados diferentes efeitos sobre a densidade da classe Gastropoda. Darrigran et al. (1998), em estudo realizado na rio da Prata, observou uma relação positiva entre mexilhão dourado e gastrópodes. Já Marçal & Callil (2008) no Pantanal, demonstraram uma relação negativa. Em estudos realizados com o mexilhão zebra, também foram registrados efeitos positivos (Horvath et al. 1999; Mortl, 2003) e negativos (Zaiko et al. 2009) (Figura 02D).

Os diferentes efeitos nas densidades, tanto na presença de mexilhão dourado como para mexilhão zebra, podem estar relacionados com os papéis funcionais de cada espécie de gastrópode. *Physella* sp. (Pulmonata; Physidae) alimenta-se principalmente como um raspador, sendo beneficiada com a presença do mexilhão, que estimula o crescimento de algas através de claridade da água. Enquanto *Bithynia tentaculata* (Prosobranchiata; Bithyniidae) é filtradora, e dessa forma compete por comida com mexilhões zebra (Mortl, 2003). Darrigran et al. (1998) também registrou que algumas espécies endêmicas, como *Gundlachia concentrica* (Ancylidae) e *Chilina fluminea* (Chiliniidae) que eram abundantes antes da invasão diminuíram em números ao longo do tempo, enquanto *Heleobia piscium* (Cochliolidae) aumentou em proporção direta com a densidade de *L. fortunei*.

Bivalvia

Em relação aos demais Bivalves, organismos principalmente filtradores, nas lagoas marginais ao rio Paraguai invadidas por *L. fortunei* a densidade apresentou um discreto aumento (Figura 01E). Em locais invadidos por *Dreissena polymorpha* podemos observar que ocorreu tanto efeito positivo como negativo sobre outros bivalves (Figura 02E). A redução na abundância de bivalves tem sido geralmente registrada (Ward & Ricciardi, 2007; Zaiko et al. 2009) na presença de mexilhões zebra. Segundo Karateyev et al. (2007) os Unionoides ligados com mexilhão zebra podem ter dificuldade de enterrar e movimentar a concha através do sedimento. A ligação dos mexilhões pode impedir os Unionoides de abrir suas conchas para a respiração, alimentação e reprodução.

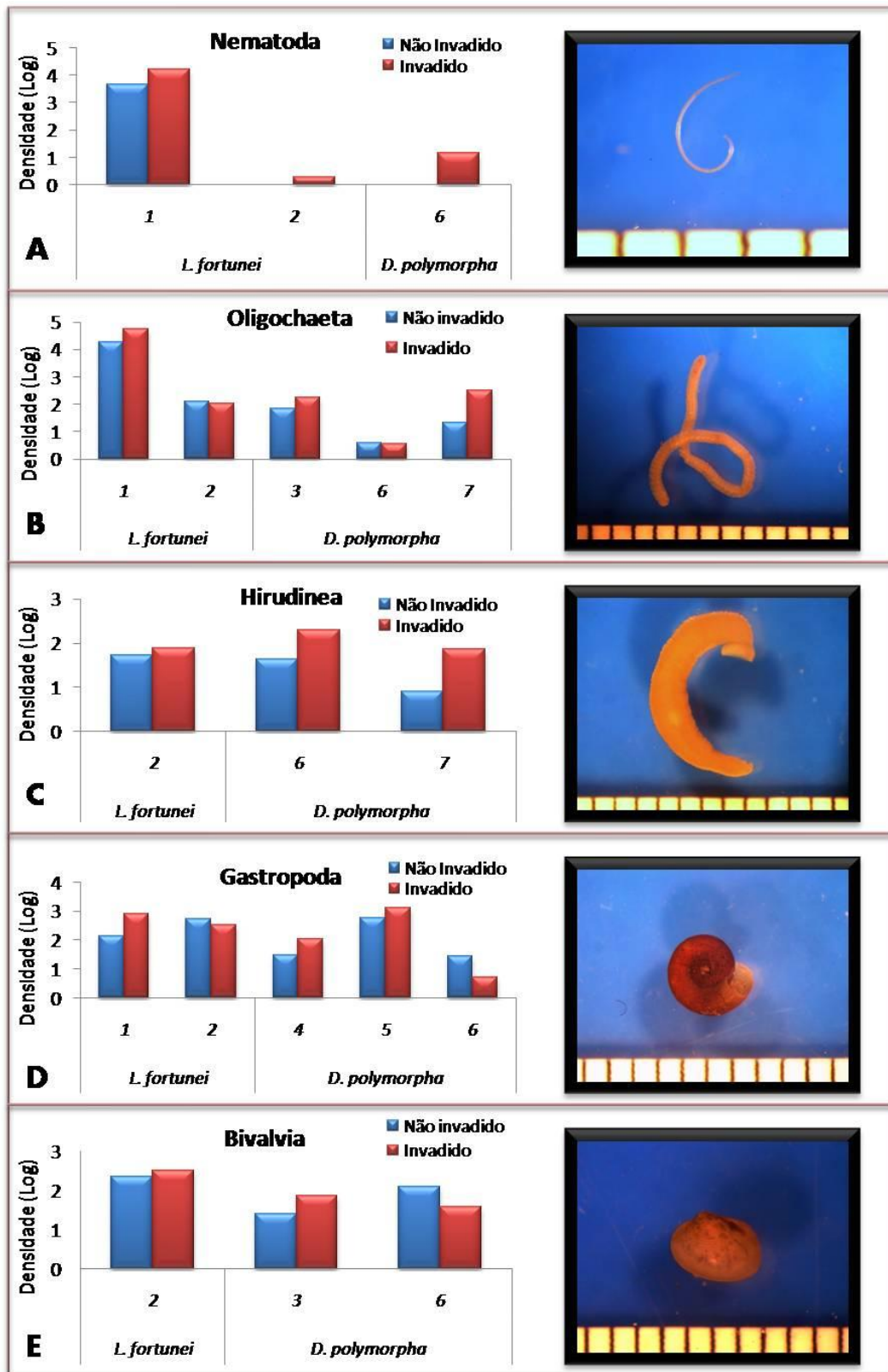


Figura 02 – Variação na densidade média de invertebrados aquáticos em locais invadidos e não invadidos por *Limnoperna fortunei* e *Dreissena polymorpha*. A = Nematoda, B = Oligochaeta, C = Hirudinea, D = Gastropoda, E = Bivalvia. Os números representam as fontes dos dados: 1 = Darrigran et al. (1998), 2 = Marçal & Callil (2008), 3 = Atalah et al. (2010), 4 = Horvath et al. (1999), 5 = Mortl (2003), 6 = Zaiko et al. (2009), 7 = Ricciard et al. (1997). Os valores de densidade foram logaritimizados para permitir a comparação entre as fontes de dados.

Crustacea

Os micro-crustáceos planctônicos são representados neste trabalho pelos grupos Amphipoda, Cladocera, Copeoda e Isopoda. A presença de *Limnoperna fortunei* provocou apenas uma leve redução na densidade destes micro-crustáceos (Figura 02A). Enquanto que na presença de *Dreissena polymorpha* ocorreu sempre um efeito positivo, com aumento da densidade (Atalah et al. 2010, Mortl, 2003, Zaiko et al. 2009) (Figura 03A).

A maior complexidade estrutural do habitat, gerada pela presença dos mexilhões, proporciona aos micro-crustáceos maior chance de fugir da predação, já que fazem parte da dieta de vários outros organismos, e desta forma aumentam suas densidades (Beekey et al. 2004). Gonzalez & Downing (1999) argumentam que *Gammarus roeseli* (Amphipoda) também é beneficiado pela biodeposição de *D. Polymorpha*, portanto, o aumento da matéria orgânica também afeta a densidade destes organismos.

Insecta

A classe Insecta ou Hexapoda, que contém mais de 750.000 espécies descritas é o maior grupo de animais no mundo. Embora sejam essencialmente animais terrestres, os insetos também ocupam habitats aquáticos, principalmente na fase imatura (Ruppert & Barnes, 1996).

Chironomidae

As larvas da família Chironomidae possuem elevada diversidade e densidade em ecossistemas de água doce, participando significativamente na composição da biota aquática (Callil & Cruz, 2009). Em locais invadidos pelo mexilhão dourado a densidade de larvas de Chironomidae não variou (Darrigran et al. 1998) ou até sofreu efeito negativo (Marçal & Callil, 2008) (Figura 02B). Enquanto que na presença do mexilhão zebra o efeito na densidade de larvas de Chironomidae foi sempre positivo (Figura 03B).

O aumento na densidade de larvas de Chironomidae pode ser determinado pela menor capacidade de forrageamento dos peixes, devido à maior complexidade estrutural do local (Beekey et al. 2004). Assim como os micro-crustáceos que possuem maior chance de fugir dos predadores, as larvas de Chironomidae, como *Chironomus*, também encontram refúgio entre as conchas e acabam beneficiadas. Para Botts et al. (1996) e Mortl (2003) o aumento da densidade pode estar relacionado a maior fonte de alimentação gerada pela biodeposição das fezes e pseudofezes do mexilhão zebra.

Coleoptera

Os coleópteros aquáticos ocupam uma ampla variedade de ambientes aquíferos, incluindo lagos, riachos e estuários (Benetti et al. 1998). Nas lagoas marginais ao rio Paraguai invadidas por *L. fortunei* a densidade de coleópteros sofreu efeito negativo, diminuindo significativamente (Marçal & Callil, 2008) (Figura 03C). Ao contrário, a ordem coleóptera parece ser beneficiada com a invasão de *D. polymorpha*, tanto Horvath et al. (1999) e Zaiko et al. (2009) registraram a presença de coleópteros somente depois da presença do mexilhão zebra (Figura 03C).

Ephemeroptera

As larvas de Ephemeroptera habitam principalmente rios de regiões tropicais e subtropicais (Tundisi & Tundisi, 2008), e são comumente utilizadas como indicadores ambientais, devido à sua exigência por águas bem oxigenadas (Callil & Cruz, 2009). Sua densidade média não varia com a presença ou ausência do bioinvasor *Limnoperna fortunei* (Figura 03D). Enquanto que na presença de *D. polymorpha*, larvas de Ephemeroptera sofrem efeito positivo, aumentando sua densidade média (Figura 03D).

Larvas de Ephemeroptera são raspadoras de superfície (Tundisi & Tundisi, 2008), desta maneira, podem ser beneficiadas com a presença do mexilhão zebra, que altera a disponibilidade de nutrientes nos habitat por deposição de fezes e pseudofezes (Mortl, 2003). A depuração dos nutrientes de mexilhão zebra também pode conseguir estimular o crescimento de perifiton e assim atrair raspadores (Ricciard et al. 1997).

Trichoptera

Larvas de Trichoptera, assim como Ephemeroptera, são utilizadas como indicadoras ambientais, devido suas exigências por águas bem oxigenadas. Uma característica marcante deste grupo é a capacidade de construção de abrigos fixos, casas e tubos (Callil & Cruz, 2009). Na presença de *L. fortunei* diminuiu sua densidade média, sofrendo efeito negativo (Figura 03E). Enquanto que na presença de *D. polymorpha* o efeito foi sempre positivo, aumentando a densidade média de larvas de Trichoptera (Figura 03E).

A densidade de larvas de Trichoptera pode variar dependendo da influência específica de cada espécie. Grandes larvas, como Polycentropodidae, são territoriais e evitam receber água previamente filtrada por seus vizinhos, dessa forma, competem com mexilhões por posições ótimas no substrato (Ricciard et al. 1997). Por outro lado, pequenas larvas podem ser beneficiadas ao explorar as correntes de filtração do mexilhão zebra. Larvas *Brachycentrus* orientam-se para a abertura anterior e ficam expostas à corrente de filtração do mexilhão zebra; nesta posição, as larvas são capazes de fazer a filtração de partículas de alimentos recebidos. (Ricciard et al. 1997).

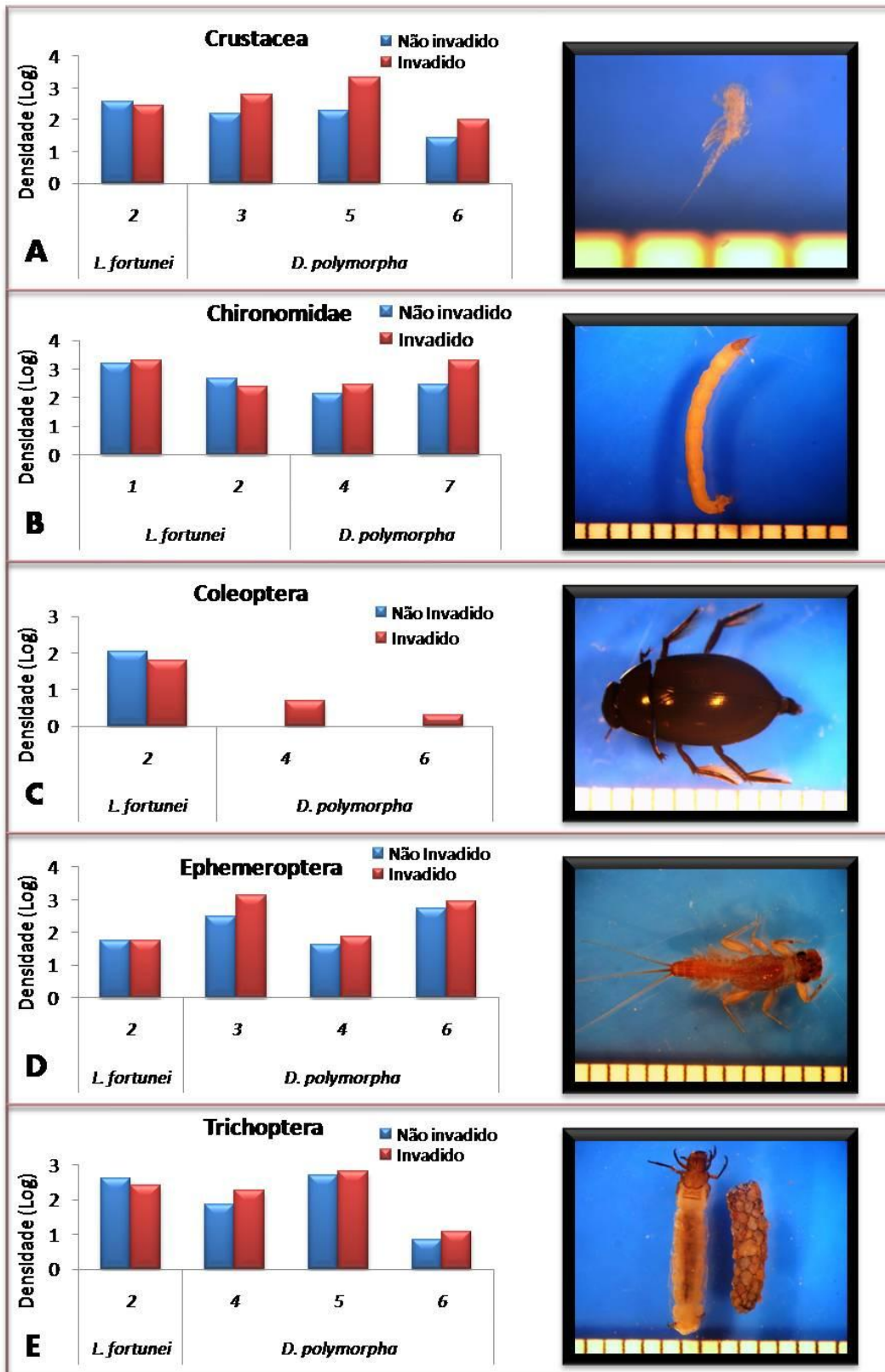


Figura 03 – Variação na densidade média de invertebrados aquáticos em locais invadidos e não invadidos por *Limnoperna fortunei* e *Dreissena polymorpha*. A = Crustacea, B = Chironomidae, C = Coleoptera, D = Ephemeroptera, E = Trichoptera. Os números representam as fontes dos dados: 1 = Darrigran et al. (1998), 2 = Marçal & Callil (2008), 3 = Atalah et al. (2010), 4 = Horvath et al. (1999), 5 = Mortl (2003), 6 = Zaiko et al. (2009), 7 = Ricciard et al. (1997). Os valores de densidade foram logaritimizados para permitir a comparação entre as fontes de dados.

Considerações Finais

A análise da literatura disponível sobre a relação entre *L. fortunei* e a comunidade de invertebrados aquáticos mostra que os efeitos podem ser positivos ou negativos dependendo do grupo taxonômico considerado. A comparação entre os dados de *L. fortunei* em diferentes regiões da América do Sul e *Dreissena polymorpha* na América do Norte e Europa, demonstra padrões distintos de efeitos sobre a comunidade de invertebrados aquáticos.

Apesar da irregularidade dos efeitos, observamos um padrão de favorecimento para os grupos Nematoda, Annelida e Chironomidae, atribuído pela maioria dos autores, ao incremento de matéria orgânica oriunda das fezes e pseudofezes, bem como o aumento da complexidade estrutural dos substratos causado pela presença do macrofouling. Tal padrão de favorecimento não é observado para o estudo realizado por Marçal & Callil (2008) em lagoas no Pantanal.

Os efeitos divergentes observados para *L. fortunei* no Pantanal podem estar associados a fatores como o tempo de invasão, que é menor em comparação as demais regiões consideradas. Outro diferencial é a disponibilidade sazonal das macrófitas aquáticas, que constituem o principal substrato para colonização. Devido a essas restrições, a população de mexilhão tem suas densidades limitadas, provavelmente minimizando os impactos sobre as comunidades nativas.

Contudo, consideramos que a ação de *L. fortunei* sobre as comunidades de invertebrados podem ocorrer de maneira muito variável, dependendo do comportamento e nicho trófico dos organismos que compõe a comunidade, bem como a restrições do ambiente para o desenvolvimento da população do invasor. Destacamos ainda a necessidade da realização de monitoramento contínuo da invasão de *L. fortunei* na bacia do Alto Paraguai, bem como estudos com delineamentos amostrais que permitam identificar os efeitos específicos desse invasor sobre diferentes nichos tróficos dos sistemas.

Referências Bibliográficas

Abebe, E.; Decramer, W.; De Lay, P. 2008. Global diversity of nematodes (Nematoda) in freshwater. **Hydrobiologia** **595**:67-78.

Atalah, J.; Kelly-Quinn, M.; Irvine, K.; Crowe, T. P. 2010. Impacts of invasion by *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) on the performance of macroinvertebrate assessment tools for eutrophication pressure in lakes. **Hydrobiologia** **654**:237–251

Beekey, M.A.; McCabe, D.J.; Marsden. 2004. Zebra mussel colonization of soft sediments facilitates invertebrate communities. **Freshwater Biology** **49**(5):535-545.

Benetti, C.J.; Fiorentin, G.L.; Régil Cueto, J.A.; Pacho Miguel, R.R. 1998. Coleopteroфаuna aquática na Floresta Nacional de Francisco de Paula, RS, Brasil. **Acta. Biol. Leopold.** **20**:91-101

Boltovskoy, D.; Correa, N.; Cataldo, D.; Sylvester, F. 2006. Dispersion and impact of invasive freshwater bivalves: *Limnoperna fortunei* in the Río de la Plata watershed and beyond. **Biological Invasions** **8**: 947–963.

Boltovskoy, D.; Karatayev, A.; Burlakova, L.; Cataldo, D.; Karatayev, V.; Sylvester, F.; Mariñelarena, A. 2009. Significant ecosystem-wide effects of the swiftly spreading invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei*. **Hydrobiologia** **636**: 271–284.

Botts, P.S.; Patterson, B.A.; Schloesser, D.W. 1996. Zebra mussel effects on benthic invertebrates: physical or biotic? **Journal of the North American Benthological Society** **15**:179–184.

Callil, C.T.; Cruz, R.F. 2009. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de alterações ambientais. p. 84-94. In: Figueiredo, D.M; Salomão, F.X.T. (Eds). **Bacia do Rio Cuiabá: Uma abordagem socioambiental**. EdUFMT, Cuiabá, Brasil, 216p.

Cataldo, D.; Boltovskoy, D. 2000. 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 Rio de la Plata estuary (Argentina). **Aquatic Ecology** **34**:307–317.

Darrigran, G.; Martin, S.M.; Gullo, B.; Armendariz, L. 1998. Macroinvertebrados associated to the byssus of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Pelecipoda, Mytilidae) Río de la Plata, Argentina. **Hydrobiologia** **367**: 223–230.

Darrigran, G.; Damborenea, G. 2005. A South American bioinvasion case history: *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), the Golden Mussel. **American Malacological Bulletin** **20**: 105–112.

Darrigran, G.; Damborenea, C.; Greco, N. 2007. Freshwater invasive bivalves in man-made environments: A case study of larvae biology of *Limnoperna fortunei* in a Hydroelectric Power Plant in South America. **AMBIO** **36**: 575–579.

Darrigran, G.; Damborenea, C. 2011. Ecosystem Engineering Impact of *Limnoperna fortunei* in South America. **Zoological Science** **28**:1–7.

Dermott, R.; Kerec, D. 1997. Changes to the deepwater benthos of eastern Lake Erie since the invasion of *Dreissena*: 1979–1993. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** **54**:922–930.

Gonzalez, M.J.; Downing, A. 1999. Mechanisms underlying amphipod responses to zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion and implications for fish-amphipod interactions. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** **56**:679–685.

Harman, W.J. 1982. The aquatic Oligochaeta (Aeolosomatidae, Opisthocystidae, Naididae) of Central America. **Southwestern Naturalist** **27** (3): 287-298

Hicks, G. 2004. Turning the Tide: Is aquatic bioinvasers research heading in the right direction? **Aquatic Invaders** **15**: 9–20.

Horvath, T.G.; Martin, K.M.; Lamberti, G.A. 1999. Effect of Zebra Mussels, *Dreissena polymorpha*, on Macroinvertebrates in a Lakeoutlet Stream. **The American Midland Naturalist** **142**(2):340-347.

Klemm, D.J. 1972. The leeches (Anelida, Hirudinea) of Michigan. **Michigan Academy** **4**(4):405–444.

Karatayev, A.Y.; Boltovskoy, D.; Padilla, D.K.; Burlakova, L.E. 2007. The invasive bivalves *Dreissena polymorpha* and *Limnoperna fortunei*: parallels, contrasts, potential spread and invasion impacts. [The Journal of Shellfish Research](#) **26**: 205–213.

Karatayev, A.; Burlakova, E.L.; Karatayev, V. A.; Boltovskoy, D. 2010. *Limnoperna fortunei* x *Dreissena polymorpha*: Population density and benthic community impacts of two invasive freshwater bivalves. **Journal of Shellfish Research** **29**:985–984.

Mansur, M.C.; Santos, C.P.; Darrigran, G.; Heydrich, I.; Callil, C.T.; Cardoso, F.R. 2003. Primeros datos quali-cuantitativos do mexilhao-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e no Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. **Revista Brasileira de Zoologia** **20**: 75–84.

Mansur, M.C.D.; Callil, C.T.; Cardoso, F.R.; Santos, C.P.; Ibarra, J.A.A. 2004. Uma retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do sudeste asiático, na América do Sul. p.39-58. In Silva, J.S.V.; Souza, R.C.C.L. (Eds). **Água de lastro e bioinvasão**. Interciência, Rio de Janeiro, Brasil.

Marçal, S.F.; Callil, C.T. 2008. Structure of invertebrates community associated with *Eichhornia crassipes* Mart. (Solms-Laubach) after the introduction of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in the Upper Paraguay River, MT, Brazil. [Acta Limnologica Brasiliensia](#) **20**(4):359-371.

Meier-Brook, C. 1984. A preliminary biogeography of freshwater pulmonate gastropods. p. 23-37. In: Solem, A.; Bruggen, C. (Eds). **World-Wide Snails: Biogeographical Studies on non-marine Mollusca**. Brill & Backhuys, Leiden.

Mörthl, M.; Rothhaupt, K. 2003. Effects of Adult *Dreissena polymorpha* on Settling Juveniles and Associated Macroinvertebrates. **Hydrobiologia** **88**(6):561-569.

Nalepa, T.F.; Fanslow, D.L.; Lansing, M.B.; Lang, G.A. 2003. Trends in the benthic macroinvertebrate community of Saginaw Bay, Lake Huron, 1987–96: responses to phosphorus abatement and the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*. **Journal of Great Lakes Research** **29**:14–33.

Pastorino, G.; Darrigran, G.; Martin, S.; Lunaschi, L. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1957) (Mytilidae) Nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. **Neotropica** **39**:101-102.

Poi de Neiff, A.; Neiff, J.J. 2006. Riqueza de especies y similaridad entre invertebrados que viven en macrófitas de la planicie de inundación del río Paraná. **Interciencia** **31**(3):220–225.

Radziejewska, T.; Fenske, C.; Wawrzyniak, W.; Riel, P.; Wozniczka, A.; Gruszka, P. 2009. The zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and the benthic community in a coastal Baltic lagoon: another example of enhancement? **Marine Ecology** **30**:138–150.

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

Ruppert, E.E.; Barnes, D.R. 1996. **Zoologia dos Invertebrados**. Rocca, São Paulo, 1029p.

Sephton, T.W.; Paterson, C.G.; Fernando, C.H. 1980. Spatial interrelationships of bivalves and nonbivalve benthos in a small reservoir in New Brunswick, Canada. **Canadian Journal of Zoology** **58**:852-859.

Sardiña, P.; Cataldo, D.; Boltovskoy, D. 2008. The effects of the invasive mussel, *Limnoperna fortunei*, on associated fauna in South American freshwaters: importance

of physical structure and food supply. **Fundamental and Applied Limnology** 173: 135–144.

Sylvester, F.; Dorado, J.; Boltovskoy, D.; Juárez, A.; Cataldo, D. 2005. Filtration rates of the invasive pest bivalve *Limnoperna fortunei* as a function of size and temperature. **Hydrobiologia** 534: 71–80.

Sylvester, F.; Boltovskoy, D.; Cataldo, D. 2007. 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 Ecology** 32: 403–415.

Oliveira, M.D.; Takeda, A.M.; Barros, L.F.; Barbosa, S.D.; Rezende, E.K. 2006. Invasion by *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) of the Pantanal wetland, Brazil. **Biological Invasions** 8(1):97-104.

Oliveira, M. D. 2009. **Fatores atores reguladores e distribuição potencial do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker 1857) na bacia do alto rio Paraguai e outros rios brasileiro**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre. Universidade Federal de Minas Gerais.100p

Toft, J.D.; Simenstead, A.D.; Cordell, J. R.; Grimaldo, L. F. 2003. The effects of introduced water hyacinth on habitat structure invertebrates assemblages, and fish diets. **Estuaries** 26(3):746-758.

Tundisi, J. G; Tundisi, T. M. 2008. **Limnologia**. Oficina de Textos, São Paulo. 632p.

Ward, J.M.; Ricciardi, A. 2007. Impacts of *Dreissena* invasions in benthic macroinvertebrate communities: a meta-analysis. **Diversity and Distributions** 13:155–165.

Zaiko, A.; Daunys, D.; Olenin, S. 2009. Habitat engineering by the invasive zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas) in a boreal coastal lagoon: impact on biodiversity. **Helgol Mar Res.** 63:85–94.