

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

Luciani Figueiredo Santin

**POTENCIAL DE DISPERSÃO DE MOLUSCOS E
MACROINVERTEBRADOS DE ÁGUA DOCE POR PEIXES
NEOTROPICAIS**

Santa Maria, RS
2016

Luciani Figueiredo Santin

**POTENCIAL DE DISPERSÃO DE MOLUSCOS E MACROINVERTEBRADOS DE
ÁGUA DOCE POR PEIXES NEOTROPICAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em **Ciências Biológicas – Área de Biodiversidade Animal**.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Carla Bender Kotzian

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Figueiredo Santin, Luciani
POTENCIAL DE DISPERSÃO DE MOLUSCOS E
MACROINVERTEBRADOS DE ÁGUA DOCE POR PEIXES NEOTROPICAIS
/ Luciani Figueiredo Santin.- 2016.
56 p.; 30 cm

Orientadora: Carla Bender Kotzian
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, RS, 2016

1. Gastropoda 2. Bivalvia 3. Trichoptera 4. Hirudinea
5. Bacia do Rio Paraná I. Bender Kotzian, Carla II.
Título.

Luciani Figueiredo Santin

**POTENCIAL DE DISPERSÃO DE MOLUSCOS E MACROINVERTEBRADOS
DE ÁGUA DOCE POR PEIXES NEOTROPICAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **mestre em Ciências Biológicas** – Área em Biodiversidade Animal.

Aprovado em 31 de março de 2016:



Carla Bender Kotzian, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Ana Beatriz Barros de Moraes, Dra. (UFSM)



Carlos Eduardo Belz, Dr. (UFPR)

Santa Maria, RS, Brasil
2016

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais Leodir José Santin e Valdemarina Figueiredo Santin,
todo meu esforço sempre foi por vocês*

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho se deu, principalmente, pelo apoio, auxílio e compreensão de várias pessoas. Agradeço, imensamente, a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão de minha dissertação, em especial:

À professora Carla Bender Kotzian, minha orientadora, pelo conhecimento transmitido, pela confiança em mim depositada e por todo auxílio, essencial, durante este período.

Ao professor Everton Rodolfo Behr, meu co-orientador, por ter me ensinado tanto sobre peixes e o quão são interessantes, pelas conversas científicas motivadoras e pela amizade.

Ao professor Bernardo Baldisserotto pelo empréstimo do espaço no laboratório para a permanência dos peixes, assim como das caixas d'água e de todo material utilizado durante os experimentos.

Ao professor Sandro Santos pelo empréstimo dos aquários para criação de moluscos e pelo espaço no laboratório para a criação dos mexilhões.

A todos os pescadores de Manoel Viana, Agudo, Porto Xavier e Cachoeira do Sul, que com muita boa vontade, auxiliaram tanto na obtenção dos peixes. Em especial, a pessoas queridas como Sr. careca, Sr. Hernes, Sr. Oldemar, Sr. Ivo Taube e Janete.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Animal, por disponibilizarem todos os recursos, essenciais, para a realização deste trabalho e serem fundamentais em minha formação profissional.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos motoristas da UFSM, por toda ajuda e boa vontade durante as viagens.

À professora e amiga Marilise Krugel, pela ajuda com o COMUT e pelo empenho em me auxiliar na busca de material científico.

Ao amigo Mateus Pires, pelo auxílio nas análises estatísticas.

À colega e amiga Bruna Biassi, por toda ajuda e apoio durante este período, pelos bolos no café da tarde e as boas risadas, enfim pela grande amizade.

À amiga e colega Anne Sophie Almeida, por sempre ter sido tão prestativa comigo, pelo auxílio nas dúvidas de estatísticas, e pela valiosa amizade.

Aos colegas da 1005 Jonas Rosoni, Diego Dellazzana e Morgana Streck, pela amizade, companheirismo, pelas conversas descontraídas e risadas.

Às colegas de laboratório Bruna Braun, Luiza Waechter e Ana Clara, pela convivência e por sempre serem tão queridas.

À colega e amiga Thais Battistella, por ser tão prestativa comigo e ter me auxiliado com os moluscos e peixes. Obrigada por toda ajuda.

À colega e amiga Aline Dalcul pela valiosa amizade e por ser um exemplo de determinação.

Aos meu pais Leodir e Valdemarina, por todo apoio, preocupação e amor, tudo que fiz sempre foi por vocês.

Aos meus quatro irmãos Lucélia, Larise, Laura e Lucas, por todo amor, carinho e incentivo que me deram, vocês são essenciais na minha vida. Em especial ao meu irmão Lucas pela grande ajuda nas atividades de trabalho de campo.

Ao meu amor William Barth, por sempre estar do meu lado e me fazer acreditar que sou capaz. Obrigada por todo carinho, amor e preocupação e por ser tão especial na minha vida.

Por último, não menos importante, agradeço a Deus por estar sempre comigo e me dar forças para nunca desistir.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

POTENCIAL DE DISPERSÃO DE MOLUSCOS E MACROINVERTEBRADOS DE ÁGUA DOCE POR PEIXES NEOTROPICAIS

AUTORA: Luciani Figueiredo Santin
ORIENTADORA: Carla Bender Kotzian

Na região Neotropical, moluscos podem ser um item alimentar frequente na dieta de muitos peixes. Contudo, a possibilidade de peixes malacófagos atuarem como importantes dispersores passivos de moluscos nos rios da região não está bem documentada. Neste estudo, a capacidade de moluscos sobreviverem à passagem pelo trato digestório de *Pimelodus pintado*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus obtusidens* e *Rhinodoras dorbignyi*, quatro espécies comuns nos rios da região sul do Brasil, foi avaliada. Três métodos de estudo foram utilizados: análise de conteúdo intestinal, análise de conteúdo fecal e experimento de oferta de diferentes táxons/morfotipos de moluscos em laboratório. Os resultados obtidos mostraram que, apesar de as espécies estudadas se alimentarem de grande variedade de moluscos, aparentemente, preferem predação moluscos com conchas finas. Contudo, apenas moluscos com concha espessa (*Heleobia* spp, *Potamolithus* spp e *Corbicula fluminea*) foram encontrados vivos no reto ou nas fezes. Destes, nem todos foram capazes de sobreviver por mais de 12 horas, após serem removidos do reto ou das fezes, e condicionados em recipientes contendo água e oxigênio. Isto sugere que outros fatores devem estar envolvidos na capacidade de sobrevivência dos moluscos. Adicionalmente, observou-se que a presença de fortes dentes orais incisivos em peixes como *L. obtusidens*, determinou a fragmentação de muitas conchas. Dessa forma, a ausência desse tipo de dente no trato digestório dos peixes é um fator importante para a sobrevivência de muitos moluscos. Na região Neotropical, apenas peixes sem dentes orais incisivos, como *P. pintado*, *I. labrosus* e *R. dorbignyi* podem ser considerados dispersores passivos de alguns táxons de moluscos e, ainda, de larvas de *Hidropsyche* e de sanguessugas. Possivelmente, estas três espécies também estão envolvidas na disseminação do bivalve asiático invasor, *C. fluminea*, em diversos riachos não navegáveis do sul do Brasil.

Palavras-chave: Gastropoda. Bivalvia. Trichoptera. Hirudinea. Bacia do Rio Paraná

ABSTRACT

NEOTROPICAL FISHES AS POTENTIAL DISPERSERS FOR FRESHWATER MOLLUSKS AND OTHER MACROINVERTEBRATES

AUTHOR: Luciani Figueiredo Santin

SUPERVISOR: Carla Bender Kotzian

Mollusks can be a very frequent feeding item in the diet of many species of fishes inhabiting the Neotropical region. However, the possibility of malacofagous fishes act as important passive dispersors for native and exotic mollusks in rivers of this region is poorly documented. In this study, mollusks ability to survive of passing through the digestive system of *Pimelodus pintado*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus obtusidens* and *Rhinodoras dorbignyi*, four species common in Southern Brazilian rivers, was evaluated. Three study methods, namely, intestinal content analysis, faecal content analysis and a laboratorial experiment, in which different mollusk taxa/morphotypes were offered to fishes, were used. Results obtained showed that the studied fish species apparently predate especially thin-shelled morphotypes, although generally feeding on a variety of mollusk taxa/morphotypes. However, only thick-shelled morphotypes (*Heleobia* spp., *Potamolithus* spp., and *Corbicula fluminea*) were found alive in the fish rectum or feces. Individuals found alive not always survived more than 12 hours after having been placed on recipients containing water and oxygen. This result suggests that other factors should be involved in mollusks ability to survive. The absence of strong incisiform oral teeth in fish digestive tract is important for the survival of many mollusks, because their presence, such as in *L. obtusidens*, determinate the fragmentation of many shells. Thus, only *P. pintado*, *I. labrosus* and *R. dorbignyi*, which do not show this tooth type, could be considered as passive dispersors of some mollusk taxa, and of some *Hidropsyche* larvae and leeches in rivers of the Neotropical region. Possibly, these fish species were also involved in the invasion of many non-navigable streams in southern Brazil, by the Asiatic bivalve *C. fluminea*.

Keywords: Gastropoda. Bivalvia. Trichoptera. Hirudinea. Paraná River Basin

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Mapa da localização dos pontos amostrados.....26
- Figura 2- Ilustração esquemática do método usado para o estudo de oferta de moluscos.....31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos morfotipos de exemplares de moluscos.....	28
Tabela 2 - Caracterização dos morfotipos e número de exemplares de moluscos ofertados para cada espécie de peixe estudada.....	30
Tabela 3 - Abundância total e amplitude de tamanho, em cm, dos espécimes de peixes coletados.....	32
Tabela 4 - Número de indivíduos de diferentes táxons/morfotipos de moluscos encontrados nas diferentes porções do trato digestório de <i>Pimelodus pintado</i> , <i>Iheringichthys labrosus</i> , <i>Leporinus obtusidens</i> e <i>Rhinodoras dorbignyi</i>	33
Tabela 5 - Amplitude de tamanho, em cm, dos indivíduos de peixes utilizados no experimento de oferta de moluscos.....	36
Tabela 6 - Amplitude de tamanho, em mm, dos exemplares de moluscos ofertados às espécies de peixes.....	36
Tabela 7 - Número de exemplares predados (P), defecados mortos (DM) ou vivos (DV), e sobreviventes por mais de 12 horas (SB), em estudo experimental de oferta de moluscos de diferentes morfotipos para <i>P. pintado</i> (PP), <i>I. labrosus</i> (IL) <i>L. obtusidens</i> (LO) e <i>R. dorbignyi</i> (RD).....	37

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS	16
ARTIGO: Potencial de dispersão de moluscos e macroinvertebrados de água doce por peixes neotropicais.....	20
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO	22
MATERIAIS E MÉTODOS	25
Obtenção e caracterização dos peixes estudados.....	25
Método de estudo.....	27
Análise de dados.....	32
RESULTADOS	32
DISCUSSÃO	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
AGRADECIMENTOS.....	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE – Imagens de algumas metodologias empregadas no estudo	55
Imagem 1- Aquários utilizados para criação de moluscos para o experimento de oferta de alimento	55
Imagem 2- Caixas d’água, nas quais os peixes foram mantidos durante o experimento de oferta de moluscos	55
Imagem 3- Pesqueiro no rio Uruguai, no qual os peixes eram trazidos pelos pescadores para análise de conteúdo intestinal	56
Imagem 4- Pescadores durante a captura dos peixes.....	56

INTRODUÇÃO GERAL

A dispersão de moluscos pode ocorrer de forma ativa ou passiva (ALONSO; CASTRO-DÍEZ, 2008; BILTON; FREELAND; OKAMURA, 2001; KAPPES; HAASE, 2012). A primeira implica movimentação ativa do animal e depende de fatores intrínsecos (e.g., tamanho corporal, sexo e período reprodutivo do indivíduo) e extrínsecos (e.g., tipo de substrato, disponibilidade de alimentos, competição, predação, abundância de vegetação aquática, velocidade da água) (KAPPES; HAASE, 2012; LANZER, 2001). Contudo, a dispersão ativa é considerada espacialmente limitada, importante apenas em escala espacial local (RIBI, 1986), uma vez que moluscos se movem muito lentamente (KAPPES; HAASE, 2012). A segunda forma, ou dispersão passiva, está associada à movimentação do organismo pela ação de agentes externos (BELZ et al., 2012; BROWN, 2007). A dispersão passiva é muito mais rápida, quando comparada com a dispersão ativa, uma vez que os agentes externos são capazes de aumentar o alcance de dispersão de gastrópodes e bivalves (KAPPES; HAASE, 2012). Os agentes externos podem ser ventos, tempestades, correnteza d'água, eventos de inundação ou, ainda, vetores naturais (e.g., peixes, aves, mamíferos, répteis e anfíbios; DARWIN, 1882; VAN LEEUWEN et al., 2013) ou antrópicos (e.g., água de lastros e cascos de navios, barcos de pesca esportiva, transporte de areia, aquicultura; BELZ et al., 2012; BOLTOVSKOY et al., 2006). Adicionalmente, a dispersão passiva permite a colonização de ambientes distantes dos habitados pelas populações originais (RICKLEFS, 2012). Vetores naturais podem aumentar a capacidade de dispersão de gastrópodes em até dez vezes e de bivalves em cerca de 100 vezes em relação à dispersão ativa (KAPPES; HAASE, 2012). Vetores antrópicos podem proporcionar alcance de dispersão ainda maior, acelerando a dispersão, principalmente de espécies exóticas (ALONSO; CASTRO-DÍEZ, 2008; FERNANDES et al., 2012; LANZER, 2001).

O conhecimento sobre a dispersão de moluscos através de outros animais é antigo. Charles Darwin, em visita ao Brasil, observou a dispersão de pequenos moluscos de água doce por longas distâncias, aderidos aos pés de algumas aves (DARWIN, 1859). De fato, vários vertebrados (e.g., mamíferos, anfíbios, insetos, alguns répteis) têm sido citados como vetores de moluscos límnicos na literatura (DARWIN, 1859,1882; VAN LEEUWEN et al., 2013; WADA; KAWAKAMI; CHIBA, 2012; WOOD et al., 2008). Contudo, os vetores mais estudados são os peixes (BRUCE; MOFFITT, 2009; GRAF, 2000; HAYNES; TAYLOR; VARLEY, 1985; LOO; KELLER; LEUNG, 2007; MANSUR et al., 2012; PEREIRA et al.,

2013; STRAYER, 2008) e aves (BROWN, 2001; CADÉE, 2011; DARWIN, 1859, 1878; GREEN; FIGUEROLA, 2005; WESSELINGH; CADÉE; RENEMA, 1999).

Os peixes podem dispersar moluscos, passivamente, de duas maneiras. O molusco pode ser ingerido como alimento e, posteriormente, defecado vivo ou pode aderir-se ao corpo do peixe, desprendendo-se depois de certo tempo (KAPPES; HAASE, 2012). A maioria dos bivalves Unionoida, os mexilhões de água doce, utiliza o segundo mecanismo para sua dispersão, o qual é considerado essencial para a dispersão de muitas de suas espécies (STRAYER, 2008). O estágio larval dos Unionoida pode ser parasitário (GRAF, 2000), e a larva - que pode ser do tipo gloquídio ou lasídio - se fixa em escamas, nadadeiras ou brânquias do peixe hospedeiro, o qual, realiza a dispersão das mesmas (AVELAR, 1999; MANSUR et al., 2012). Contudo, estudos têm mostrado que a ingestão e posterior defecação constituem uma forma frequente de dispersão de moluscos límnicos (AARNIO; BONDORFF, 1997; BROWN, 2007; BRUCE; MOFFITT, 2009; GATLIN; SHOUP; LONG, 2013; HAYNES; TAYLOR; VARLEY, 1985; MACK; ANDRASO, 2015; NORTON, 1988). Esse segundo método pode ser responsável, também, pela dispersão de espécies invasoras de moluscos, como *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) e *Limnoperma fortunei* (Dunker, 1857) (BELZ et al., 2012; CANTANHÊDE et al., 2008; GATLIN; SHOUP; LONG, 2013).

A maioria dos estudos existentes sobre dispersão de moluscos por peixes malacófagos, ou moluscívoros, baseia-se no fato de moluscos serem encontrados com concha e partes moles intactas no sistema digestório. Poucos estudaram a real capacidade de os moluscos sobreviverem às enzimas do trato digestório (HAYNES; TAYLOR; VARLEY, 1985; NORTON, 1988) e, menos ainda, a possibilidade de permanecerem vivos após a defecação. Estudos experimentais, com diferentes espécies de peixes, em que moluscos foram fornecidos ou predados no ambiente natural, revelaram a presença de moluscos ainda vivos sendo expelidos com as fezes (AARNIO; BONDORFF, 1997; BROWN, 2007; BRUCE; MOFFITT, 2009; HAYNES; TAYLOR; VARLEY, 1985; MACK; ANDRASO, 2015; NORTON, 1988). A resistência às rigorosas condições do trato digestório tem sido atribuída à presença de concha, especialmente se espessa; de opérculo em alguns gastrópodes e, ainda, à habilidade de interromperem a respiração (AARNIO; BONDORFF, 1997; NORTON, 1988). Dessa forma, nem sempre a malacofagia é um aspecto negativo para os moluscos, já que alguns possuem habilidade de resistir ao processo digestório (BELZ et al., 2012; MACK; ANDRASO, 2015). Se o molusco predado, e que possui pouca mobilidade, for capaz de resistir à digestão, e o peixe predador tiver grande mobilidade ou se tratar de uma espécie

migratória, a predação poderá ser convertida em um processo de dispersão passiva (WADA; KAWAKAMI; CHIBA, 2012). Assim, o alcance de dispersão do molusco corresponderá à do peixe predador (HAAG; WARREN, 1998; STRAYER, 2008).

No Brasil, a malacofagia, ou seja, o hábito de consumir moluscos tem sido registrado em várias espécies de peixes, de famílias como Anostomidae, Pimelodidae, Doradidae, Potamotrygonidae, Synbranchidae, Atherinopsidae, Callichthyidae, Cichlidae, e Heptapteridae, embora nem todas sejam, exclusivamente, malacófagas (BEDÊ et al., 1993; FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2008; HAHN; FUGI, 2007; HARTZ et al., 2000; KÜTTER; BEMVENUTI; MORESCO, 2009; LONARDONI et al., 2006; MONTENEGRO et al., 2011; RODRIGUES; BEMVENUTI, 2001; VEITENHEIMER; MANSUR, 1975; VOLKMER-RIBEIRO; GROSSER, 1981; ZARDO; BEHR, 2013). Diversos estudos relatam o hábito de consumir moluscos na dieta natural de peixes de ambientes límnicos neotropicais. Contudo, a maioria dos estudos refere-se apenas a presença de “moluscos” ou gastrópodes e bivalves (FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN et al., 2008; HAHN et al., 1997; HAHN; FUGI, 2007; ZARDO; BEHR, 2013), sem identificá-los até família e, menos ainda, até gênero ou espécie. Entre os gastrópodes já foram registrados Ampullariidae (*Pomacea* Perry, 1811), Hydrobiidae (*Heleobia* Stimpson, 1865; *Potamolithus* Pilsbry, 1896), Planorbidae (*Drepanotrema* sp.; *Biomphalaria* Preston, 1910), Thiariidae (*Aylacostoma* sp.) e a espécie invasora *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774) (AGOSTINHO et al., 2009; CATANHÊDE et al., 2008; HARTZ et al., 2000; KOTZIAN; FAGUNDES; BEHR, 2005; KÜTTER; BEMVENUTI; MORESCO, 2009). Entre os bivalves, as famílias Mycetopodidae (*Anodontites felix* Pilsbry 1896), Hyriidae (*Diplodon charruanus* Orbigny 1835; *D. delodontus* Lamarck, 1819), Sphaeriidae (*Eupera* Bourguignat, 1854) e Corbiculidae (*Neocorbicula* sp.), e ainda as espécies exóticas *Corbicula fluminea*, *C. largilliert* (Philippi, 1844) (Corbiculidae) e *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) também já foram relatadas (AGOSTINHO et al., 2009; CATANHÊDE et al., 2008; HARTZ et al., 2000; KOTZIAN; FAGUNDES; BEHR, 2005; KÜTTER; BEMVENUTI; MORESCO, 2009; OLIVEIRA et al., 2010; VEITENHEIMER; MANSUR, 1975). Assim, o conhecimento sobre o papel dos peixes como dispersores de moluscos nos Neotrópicos é impreciso, uma vez que 373 espécies nativas (SIMONE, 2006) e nove exóticas (SANTOS et al., 2012) são registradas no país. Além disso, a introdução de espécies invasoras de moluscos pode alterar o hábito alimentar de muitos de peixes, os quais podem passar a se alimentar com mais frequência destas espécies (OLIVEIRA et al., 2010).

Estudos experimentais, atestando a capacidade de sobrevivência dos moluscos à predação por peixes, são inexistentes no Brasil. Nos escassos estudos que relatam a presença de moluscos intactos no conteúdo estomacal (CATANHÊDE et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010), a sobrevivência dos mesmos não é observada, apenas sugerida (CATANHÊDE et al., 2008). Apesar do relato de que moluscos vivos foram presenciados na porção final do intestino de uma espécie de peixe, em um estudo de análise de conteúdo intestinal (BELZ et al., 2012), não se pode afirmar a sobrevivência dos mesmos, uma vez que os moluscos poderiam não resistir até o momento de serem expelidos com as fezes. Cabe ressaltar que, em estudos recentes sobre a composição da dieta de peixes nativos, é notória a crescente inclusão de espécies de moluscos exóticos (*C. fluminea*, *C. largilliert*, *L. fortunei* e *M. tuberculatus*) em peixes como *Pterodoras granulosus* “armau”, *Rhinodoras dorbigny* “armado”, *Pimelodus maculatus* “pintado amarelo”, *P. pintado* “pintado”, *Iheringichthys labrosus* “mandi”, *Leporinus obtusidens* “piava”, *Hoplias malabaricus* “traira” e *Rhamdia quelen* “jundiá” (AGOSTINHO et al., 2009; LOPES; VIEIRA, 2012; MASDEU et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2010). Atualmente, esses invasores estão presentes na alimentação da maioria das famílias de peixes presentes no Brasil (CATALDO, 2015; LOPES; VIEIRA, 2012). Além disso, estudos em andamento (KOTZIAN; FAGUNDES; BEHR, 2005) indicam que, dependendo de características morfológicas (e.g., concha fina x espessa, presença ou não de opérculo) alguns moluscos são mais danificados durante a passagem pelo trato digestivo. Alguns revelaram a presença de exemplares de *C. fluminea* com as valvas ilesas e ainda fechadas, sugerindo possível sobrevivência à passagem pelo sistema digestório (CATANHÊDE et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010). Adicionalmente, exemplares de *L. fortunei* foram encontrados vivos na porção final do intestino, o que sugere que os mesmos poderiam ser dispersos dessa maneira (BELZ et al., 2012) Observações como estas sugerem que peixes de rios brasileiros podem ter na dispersão de moluscos invasores.

O presente estudo tem como objetivo geral conhecer o potencial de dispersão de moluscos de água doce por peixes malacófagos neotropicais. Os objetivos específicos do estudo são: i) conhecer quais espécies de moluscos são itens alimentares mais frequentes de peixes malacófagos, comuns no Brasil; ii) avaliar quais dos táxons/morfotipos de moluscos predados pelos peixes são capazes de sobreviver, não só à passagem pelo trato digestivo, mas também à eliminação pelas fezes; e iii) testar a capacidade de sobrevivência de algumas espécies e morfotipos de moluscos à passagem pelo trato digestório dos peixes estudados, através de estudos em laboratório.

REFERÊNCIAS

- AARNIO, K.; BONSDORFF, E. Passing the gut of juvenile flounder, *Platichthys flesus*: differential survival of zoobenthic prey species. **Marine Biology**, n. 129, p. 11-14, 1997.
- AGOSTINHO, C. S. et al. Feeding ecology of *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae) in the Lajeado Reservoir, Tocantins, Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 99, n. 3, p. 301-306, 2009.
- ALONSO, A.; CASTRO-DÍEZ, P. What explains the invading success of the aquatic mud snail *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca)? **Hydrobiologia**, v. 614, p. 107-116, 2008.
- AVELAR, W. E. P. Moluscos bivalves. In: ISMAEL, D.; VALENTINI, W. C., MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Coord.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: invertebrados de água doce**. São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), 1999. p. 65-68.
- BELZ, C. E. et al. Analysis of four dispersion vectors in inland waters: the case of the invading bivalves in South America. **Journal of Shellfish Research**, v. 31, n. 3, p. 777-784, 2012.
- BEDÊ, L. C. et al. Alimentação de peixes do reservatório da Pampulha, Belo Horizonte, MG, com ênfase na malacofagia. **Ceres**, v. 40, p. 429-437, 1993.
- BILTON, D. T.; FREELAND, J. R.; OKAMURA, B. Dispersal in freshwater invertebrates. **Annual Review Ecology Systematics**, v. 32, p. 159-181, 2001.
- BOLTOVSKOY, D. et al. Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperma fortunei* in the Rio de la Plata Watershed and beyond. **Biological Invasions**, v. 8, p. 947-963, 2006.
- BROWN, M. K. Mollusca: Gastropoda. In: THORP, J. H.; COVICH, A. P. (Coord.). **Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates**. San Diego: Academic Press, 2001. p. 1005.
- BROWN, R. J. Freshwater mollusks survive fish gut passage. **Arctic**, v. 60, n. 2, p. 124-128, 2007.
- BRUCE, R. L.; MOFFITT, C. M. Survival and passage of ingested New Zealand mudsnails through the intestinal tract of the rainbow trout. **North American Journal of Aquaculture**, v. 71, p. 287-301, 2009.
- CADÉE, G. C. Hydrobia as “Jonah in the whale”: shell repair after passing through the digestive tract of shelducks alive. **Palaios**, v. 26, p. 245–249, 2011.
- CANTANHÊDE, G. et al. Invasive molluscs in the diet of *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (Pisces, Doradidae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 17, p. 47-53, 2008.

CATALDO, D. Trophic relationships of *Limnoperna fortunei* with adult fishes. In: BOLTOVSKOY, D. (Coord.). ***Limnoperna fortunei, Invading Nature***. Buenos Aires: Springer Series in Invasion Ecology, 2015. 463p.

DARWIN, C. **The origin of species**. London, John Murray, 1859. 547p.

DARWIN, C. R. Transplantation of shells. **Nature**, v. 18, p. 120-121, 1878.

DARWIN, C. On the dispersal of freshwater bivalves. **Nature** 25: 529-530, 1882.

FAGUNDES, C. K.; BEHR, E. R.; KOTZIAN, C. B. Diet of *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes, Pimelodidae) in the Ibicuí River, Southern Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 98, n. 1, p. 60-65, 2008.

FERNANDES, F. C. et al. Abordagem conceitual dos moluscos invasores nos ecossistemas límnicos brasileiros. In: MANSUR, M. C. D. et al. (Coord.). **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 19-23.

GATLIN, M. R.; SHOUP, D. E.; LONG, J. M. Invasive zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and Asianclams (*Corbicula fluminea*) survive gut passage of migratory fish species: implications for dispersal. **Biological Invasions**, v. 15, p. 1195-1200, 2013.

GRAF, D. L. The Etherioidea revisited a phylogenetic analysis of hyriid relationships (Mollusca: Bivalvia: Paleoheterodonta: Unionoidea). **Occasional Papers of the Museum of Zoology**, n. 729, p 1–21, 2000.

GREEN, A. J.; FIGUEROLA, J. Recent advances in the study of long-distance dispersal of aquatic invertebrates via birds. **Diversity and Distributions**, v. 11, p. 149-156, 2005.

HAAG, W. R.; WARREN, M. L. Jr. Role of ecological factors and reproductive strategies in structuring freshwater mussel communities. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 55, p. 297–306, 1998.

HAHN, N. S. et al. Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. M. et al. (Coord.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 460.

HAHN, N. S.; FUGI, R. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 469-480, 2007.

HARTZ, S. M.; SILVEIRA, C. M.; CARVALHO, S.; VILLAMIL, C. Alimentação de Piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes, Anostomidae), no Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 6, n. 1, p. 141-150, 2000.

HAYNES, A.; TAYLOR, B. J. R.; VARLEY, M. E. The influence of the mobility of *Potamopyrgus jenkinsi* (Smith, E. A.) (Prosobranchia: Hydrobiidae) on its spread. **Archiv fur Hydrobiologie**, v. 103, n. 4, p. 497-508, 1985.

- KAPPES, H.; HAASE, P. Slow, but steady: dispersal of freshwater molluscs. **Aquatic Sciences**, v. 74, p. 1-14, 2012.
- KOTZIAN, C. B.; FAGUNDES, C. K.; BEHR, E. R. Some taphonomic signatures of freshwater mollusks shells predated by fishes in southern Brazil. In: VI Congresso Latino-Americano de Paleontologia, 2005, Aracajú/SE. Anais/RS. 2005.
- KÜTTER, M. T.; BEMVENUTI, M. A.; MORESCO, A. Feeding strategy of the Jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Heptapteridae) in costal lagoons of southern Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, p. 41-47, 2009.
- LANZER, R. M. Distribuição, fatores históricos e dispersão e moluscos límnicos em lagoas do sul do Brasil. **Biociências**, v. 9, n. 2, p. 63-84, 2001.
- LONARDONI, A. P. et al. Hábitos alimentares e sobreposição trófica das raias *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná; Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 3, p. 195-202, 2006.
- LOO, S. E.; KELLER, R. P.; LEUNG, B. Freshwater invasions: using historical data to analyse spread. **Diversity and Distributions**, v. 13, p. 23-32, 2007.
- LOPES, M.; VIEIRA, J. Predadores potenciais para o controle do mexilhão-dourado. In: MANSUR, M. C. D. et al. (Coord.). **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 632.
- MACK, T. N.; ANDRASO, G. Ostracods and other prey survive passage through the gut of round goby (*Neogobis melanostomus*). **Journal of Great Lakes Research**, v. 41, p. 303-306, 2015.
- MANSUR, M. C. D. et al. **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. 632p.
- MASDEU, M. et al. Feeding habits and morphometry of *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) in the Uruguay river (Uruguay). **Neotropical Ichthyology**, v. 9, n. 3, p. 657-664, 2011.
- MONTENEGRO, L. A. et al. Biologia alimentar do mussum, *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795) (Osteichthyes: Synbranchidae) no açude Marechal Dutra localizado no semiárido brasileiro. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 2, p. 52-60, 2011.
- NORTON, S. F. Role of the gastropods shell and operculum in inhibiting predation by fishes. **Science**, v. 24, p. 92-94, 1988.
- OLIVEIRA, C. R. C. et al. Fish as controllers of invasive mollusks in a Neotropical Reservoir. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 8, n. 2, p. 140-144, 2010.
- PEREIRA, D. et al. Bivalve distribution in hydrographic regions in South America: historical overview and conservation. **Hydrobiologia**, v. 718, p. 1-30, 2013.
- RIBI, G. Within-lake dispersal of the prosobranch snails, *Viviparus ater* and *Potamopyrgus jenkinsi*. **Oecologia**, v. 69, p. 60-63, 1986.

RICKLEFS, R. E. 2012. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 506 p.

RODRIGUES, F. L.; BEMVENUTI, M. A. Hábito alimentar e osteologia da boca do peixe rei, *Odontesthes humensis* de Buen (Atheriniformes, Atherinopsidae) na Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 793-802, 2001.

SANTOS, S. B. et al. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: MANSUR, M. C. D. et al. (Coord.). **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 25-49.

SIMONE, L. R. L. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. São Paulo: EGB/Fapesp. 2006. 390 p.

STRAYER, D. L. **Freshwater Mussel Ecology: A Multifactor Approach to Distribution and Abundance**. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 2008. 204p.

VAN LEEUWEN, C. H. A. et al. How did this snail get here? Several dispersal vectors inferred for an aquatic invasive species. **Freshwater Biology**, v. 58, p. 88-99, 2013.

VEITENHEIMER, I. L.; MANSUR, M. C. D. Primeiras observações de bivalves dulciaquícolos como alimento de “Armado amarillo”, *Rhinodoras d’orbignyi* (KROYER, 1855) BLEEKER, 1862. **Iheringia**, Série Zoologia, n. 46, 25-31, 1975.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; GROSSER, K. Gut contents of *Leporinus obtusidens* "sensu" Von Ihering (Pisces, Characoidei) used in a survey for freshwater sponges. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 41, p. 175-183, 1981.

WADA, S., KAWAKAMI, K.; CHIBA, S. Snails can survive passage through a bird’s digestive system. **Journal of Biogeography**, v. 39, p. 69-73, 2012.

WESSELINGH, F. P., CADÉE, G. C.; RENEMA, W. Flying high: on the airborne dispersal of aquatic organisms as illustrated by the distribution histories of the gastropod genera *Tryonia* and *Planorbarius*. **Geologie en Mijnbouw**, v. 78, p. 165–174, 1999.

WOOD, L. R. et al. Interactions between freshwater mussels and newts: a novel form of parasitism? **Amphibia-Reptilia**, v. 29, p. 457-462, 2008.

ZARDO, E. L.; BEHR, E. R. Dieta e ritmo circadiano da atividade alimentar do Tamoatá *Hoplosternum littorale* no Rio Vacacaí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Uniara**, v. 16, p. 55-65, 2013.

POTENCIAL DE DISPERSÃO DE MOLUSCOS E MACROINVERTEBRADOS DE
ÁGUA DOCE POR PEIXES NEOTROPICAIS

Luciani F. Santin¹, Carla B. Kotzian², Everton R. Behr³

¹ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade Animal, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil
(lusantin.bio.ufsm@gmail.com)

² Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade Animal e Departamento de Ecologia e Evolução, CEP 97105-900, Santa
Maria, RS, Brasil (modri_zralok@hotmail.com)

³ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade Animal e Departamento de Zootecnia, CEP 97105-900, Santa Maria, RS,
Brasil (everton_behr@hotmail.com)

RESUMO

Na região Neotropical, moluscos podem ser um item alimentar frequente na dieta de muitos peixes. Contudo, a possibilidade de peixes malacófagos atuarem como importantes dispersores passivos de moluscos nos rios da região não está bem documentada. Neste estudo, a capacidade de moluscos sobreviverem à passagem pelo trato digestório de *Pimelodus pintado*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus obtusidens* e *Rhinodoras dorbignyi*, quatro espécies comuns nos rios da região sul do Brasil, foi avaliada. Três métodos de estudo foram utilizados: análise de conteúdo intestinal, análise de conteúdo fecal e experimento de oferta de diferentes táxons/morfotipos de moluscos em laboratório. Os resultados obtidos mostraram que, apesar de as espécies estudadas se alimentarem de grande variedade de moluscos, aparentemente, preferem predação moluscos com conchas finas. Contudo, apenas moluscos com concha espessa (*Heleobia* spp, *Potamolithus* spp e *Corbicula fluminea*) foram encontrados vivos no reto ou nas fezes. Destes, nem todos foram capazes de sobreviver por mais de 12 horas, após serem removidos do reto ou das fezes, e condicionados em recipientes contendo água e oxigênio. Isto sugere que outros fatores devem estar envolvidos na capacidade de sobrevivência dos moluscos. Adicionalmente, observou-se que a presença de fortes dentes orais incisivos em peixes como *L. obtusidens*, determinou a fragmentação de muitas conchas. Dessa forma, a ausência desse tipo de dente no trato digestório dos peixes é um fator importante para a sobrevivência de muitos moluscos. Na região Neotropical, apenas peixes sem dentes orais incisivos, como *P. pintado*, *I. labrosus* e *R. dorbignyi* podem ser considerados dispersores passivos de alguns táxons de moluscos e, ainda, de larvas de *Hidropsyche* e de sanguessugas. Possivelmente, estas três espécies também estão envolvidas na disseminação do bivalve asiático invasor, *C. fluminea*, em diversos riachos não navegáveis do sul do Brasil.

Palavras-chave: Gastropoda. Bivalvia. Trichoptera. Hirudinea. Bacia do Rio Paraná.

ABSTRACT

Mollusks can be a very frequent feeding item in the diet of many species of fishes inhabiting the Neotropical region. However, the possibility of malacofagous fishes act as important passive dispersers for native and exotic mollusks in rivers of this region is poorly documented. In this study, mollusks ability to survive of passing through the digestive system of *Pimelodus pintado*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus obtusidens* and *Rhinodoras dorbignyi*, four species common in Southern Brazilian rivers, was evaluated. Three study methods were used: intestinal content analysis; faecal material analysis and a laboratorial experiment in which different mollusk taxa/morphotypes were offered to fishes. Results obtained showed that the fish species studied apparently predate especially thin-shelled morphotypes, although generally feeding on a variety of mollusk taxa/morphotypes. However, only thick-shelled morphotypes (*Heleobia* spp, *Potamolithus* spp, and *Corbicula fluminea*) were found alive in the fish rectum or feces, and not always they survived by more than 12 hours, after being conditioned in recipients containing water and oxygen. This result suggests that other factors should be involved in mollusks ability to survive. The absence of strong incisiform oral teeth in fish digestive tract is important for the survival of many mollusks, because their presence, such occurs in *L. obtusidens*, determinate the fragmentation of many shells. Thus, only *P. pintado*, *I. labrosus* and *R. dorbignyi*, which do not show this tooth type, could be considered as passive dispersers of some mollusk taxa, and of some *Hidropsyche* larvae and leeches in rivers of the Neotropical region. Possibly, these fish species were also involved in the invasion of many non-navigable streams in southern Brazil, by the Asiatic bivalve *C. fluminea*.

Key words: Gastropoda, Bivalvia, Trichoptera, Hirudinea, Paraná River Basin

INTRODUÇÃO

A dispersão passiva é um método importante para aumentar a distribuição geográfica de animais de locomoção lenta, como ocorre com muitos moluscos límnicos (KAPPES; HAASE, 2012). A dispersão passiva é muito mais rápida, quando comparada com dispersão ativa, uma vez que os agentes externos podem se deslocar mais rápido aumentando o alcance dispersão de gastrópodes e bivalves (KAPPES; HAASE, 2012). De maneira geral, essa forma de dispersão permite a colonização de ambientes distantes dos habitats pelas populações originais (RICKLEFS, 2012).

A dispersão passiva está associada à movimentação do organismo pela ação de agentes externos (BELZ et al., 2012; BILTON; FREELAND; OKAMURA, 2001; BROWN, 2007). O transporte passivo de invertebrados aquáticos pode ocorrer tanto dentro como fora do corpo d'água (KAPPES; HAASE, 2012). Dentro d'água, fatores como o fluxo hídrico podem conduzir o organismo rio abaixo, enquanto certos vetores, como os peixes, podem promover o deslocamento rio acima. Eventos naturais como ventos, tornados, inundações e chuvas podem aumentar muito a velocidade d'água, auxiliando na dispersão de muitos invertebrados, principalmente, dos que participam do zooplâncton (HAVEL; SHURIN, 2004). No transporte passivo fora do corpo d'água, o deslocamento é promovido pela ação exclusiva de vetores naturais ou antrópicos (KAPPES; HAASE, 2012). Vetores animais são importantes agentes de dispersão passiva e incluem tanto vertebrados quanto invertebrados (BILTON; FREELAND; OKAMURA, 2001; HAVEL; SCHURIN, 2004). Vetores antrópicos, representados principalmente por embarcações aquáticas, são conhecidos por acelerar a dispersão de diversas espécies invasoras, como as de moluscos, via água de lastro ou, ainda, aderidos ao casco ou misturados ao lixo trazido por essas embarcações (BELZ et al., 2012; BOLTOVSKOY et al., 2006; CARLTON; GELLER, 1993).

A observação de que vetores animais podem ser responsáveis pela dispersão passiva de invertebrados é muito antiga (DARWIN, 1859; 1878; 1882). Insetos, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos têm sido citados como vetores de dispersão de bivalves e gastrópodes límnicos (MAGUIRE, 1963; REES, 1952; WADA; KAWAKAMI; CHIBA, 2012; WALTHER et al. 2008). Entretanto, os peixes são os organismos mais estudados e parecem ser os principais vetores de dispersão destes invertebrados, estando envolvidos na aceleração da dispersão de espécies exóticas (GATLIN; SHOUP; LONG, 2013; NORTON, 1988). Eles também podem dispersar outros invertebrados aquáticos, como copépodes,

ostracodes, ácaros e dípteros e, ainda, sementes de vegetais (AARNIO; BONSDORFF, 1997; MACK; ANDRASO, 2015; STEVAUX; NEGRELLE; ZANETTE, 1994). A dispersão pode se dar por fixação dos organismos em certas partes do corpo dos peixes (e.g., larvas de Chironomidae (HENRIQUES-OLIVEIRA; NESSIMIAN, 2009; SYDOW et al., 2008)). Um dos principais exemplos de dispersão passiva por aderência é o da dispersão de ‘mexilhões de água doce’ (bivalves Unionoida). Certas formas larvais dos mexilhões (e.g., gloquídio em Hyriidae; lasídio em Mycetopodidae) possuem estruturas de fixação (e.g., órgãos adesivos, ganchos) que utilizam para prenderem-se a brânquias, nadadeiras ou escamas, das quais se soltam, posteriormente, caindo no substrato (MANSUR et al., 2012; STRAYER, 2008).

A dispersão de invertebrados límnicos por peixes também pode se dar por ingestão seguida de defecação (ingestão/defecação). Dípteros e crustáceos vivos já foram encontrados nas fezes de certos peixes (AARNIO; BONSDORFF, 1997; MACK; ANDRASO, 2015; VINYARD, 1979). Moluscos límnicos também podem ser dispersados por peixes, através deste processo (BROWN, 2007). Embora o registro desta forma de dispersão para moluscos seja antigo (BONDESEN; KAISER, 1949) e o processo, aparentemente, frequente (AARNIO; BONSDORFF, 1997; BROWN, 2007; MACK; ANDRASO, 2015), ainda não está bem documentado. Por outro lado, estudos sobre dieta, nos quais indivíduos com concha e partes moles intactas são encontrados no intestino de algumas espécies de peixes, têm levado alguns autores a sugerir que os moluscos seriam capazes de sobreviver à passagem pelo trato digestório (BONDESEN; KAISER, 1949; BROWN, 2007; CANTANHÊDE et al., 2008).

Trabalhos dedicados, especificamente, à dispersão de moluscos, nos quais a identidade de gêneros e espécies dos moluscos é mencionada, e a sobrevivência, após serem defecados, observada, são escassos e restritos ao Hemisfério Norte. Além disto, dois destes estudos tratam de espécies marinhas de peixes (AARNIO; BONSDORFF, 1997; NORTON, 1988) e cinco, de espécies límnicas (BROWN, 2007; BRUCE; MOFFITT, 2009; GATLIN; SHOUP; LONG, 2013; HAYNES; TAYLOR; VARLEY, 1985; MACK; ANDRASO, 2015). Nestes estudos, a capacidade de os moluscos sobreviverem à passagem pelo trato digestório e à eliminação junto das fezes tem sido atribuída à presença de concha, especialmente se espessa; de opérculo em alguns gastrópodes e, ainda, à habilidade de interromperem a respiração (AARNIO; BONSDORFF, 1997; NORTON, 1988). Por outro lado, a configuração do trato digestório dos peixes parece afetar a capacidade de atuarem como dispersores. A presença de fortes dentes orais incisivos e faríngeos podem quebrar as conchas, impossibilitando a sobrevivência (OCCHI; OLIVEROS, 1974). Estes estudos também

informam que, do total de exemplares predados pelos peixes, o número de sobreviventes, geralmente, é pequeno (e.g., AARNIO; BONSDORFF, 1997; MACK; ANDRASO, 2015), e que o tamanho dos moluscos predados pode estar, positivamente, relacionado ao tamanho do peixe (MONTALTO et al., 1999).

Na região Neotropical, os moluscos podem ser um item alimentar frequente na dieta de muitos peixes (e.g., Anostomidae, Doradidae e Pimelodidae (HAHN et al., 1997; MASTRARRIGO, 1950; SABAJ; FERRARIS, 2003). O armado (*Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1833); Doradidae) é considerado malacófago por excelência, pois moluscos são itens predominantes em sua dieta (AGOSTINHO et al., 1997). A piava (*Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837); Anostomidae) também é bastante conhecida pelo consumo expressivo de moluscos (MASTRARRIGO, 1950; MONTALTO et al., 1999). Adicionalmente, moluscos também podem representar itens alimentares frequentes e abundantes na dieta de outras espécies de peixes, como na de certos Potamotrygonidae, Cichlidae, Symbranchidae, Atherinopsidae e Callichthyidae (BEDÊ et al., 1993; HAHN et al., 1997; KÜTTER; BEMVENUTI; MORESCO, 2009; OLAZARRI, 1961; RODRIGUES; BEMVENUTI, 2001; SILVA; UIEDA, 2007). Contudo, poucos estudos registraram a presença de moluscos intactos ou vivos na porção final do intestino destes peixes. Exemplares do bivalve invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1957) foram encontrados vivos no intestino de *P. granulosus* (BELZ et al., 2012), enquanto conchas intactas de outro bivalve invasor, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), foram encontradas no intestino de *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) (Pimelodidae), *P. granulosus*, e *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837 (Serrasalmidae) (CANTANHÊDE et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010). Dessa forma, alguns autores têm sugerido que certos peixes neotropicais poderiam ser dispersores de moluscos, via ingestão/defecação (BELZ et al., 2012; CANTANHÊDE et al., 2008; KOTZIAN; SIMÕES, 2006; OLIVEIRA et al., 2010), embora nenhum deles tenha estudado a capacidade de os moluscos encontrados sobreviverem a este processo, ou seja, de permanecerem vivos, após removidos do trato digestório ou das fezes.

Moluscos límnicos estão entre os grupos mais ameaçados de extinção nos ecossistemas de água doce (RICCIARDI; RASMUSSEN, 1999). Na região Neotropical, o conhecimento sobre a vulnerabilidade das espécies ainda não está bem documentado (ERTHAL; KOTZIAN; SIMÕES, 2011), em parte devido à falta de conhecimento sobre a identidade, distribuição espacial e ecologia das espécies (PEREIRA et al., 2013). Contudo, o represamento de rios e, possivelmente, a invasão de espécies exóticas tem sido indicados

como um dos principais fatores responsáveis por esta situação (MANSUR et al., 2003; MANSUR et al., 2012). Dessa forma, é importante e urgente realizar estudos sobre dispersão de moluscos na região Neotropical.

O presente estudo procura contribuir para o conhecimento sobre a dispersão passiva de moluscos em rios neotropicais. A capacidade de sobrevivência de moluscos à passagem pelo trato digestório de certos peixes e, conseqüentemente, a capacidade de certas espécies de peixes atuarem como dispersoras de moluscos, em rios da região sul do Brasil, é aqui avaliada, através de diferentes metodologias. Particularmente, este estudo procura avaliar quais dos táxons/morfotipos de moluscos predados pelos peixes são capazes de sobreviver, não só à passagem pelo trato digestivo, mas também à eliminação pelas fezes. A hipótese de trabalho é de que táxons/morfotipos de moluscos que possuem conchas espessas e/ou gastrópodes operculados terão maior chance de sobreviver, do que aqueles que possuem concha fina e/ou sem opérculo. Este trabalho procura, ainda, observar se alguns táxons/morfotipos são mais predados do que outros, bem como confirmar a importância da configuração do trato digestório (presença de fortes dentes orais incisivos e faríngeos) dos peixes para a sobrevivência dos moluscos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção e caracterização dos peixes estudados

Os peixes estudados foram pescados no estado do Rio Grande do Sul, nos rios Jacuí (bacia do Guaíba), Ibicuí e Uruguai (bacia do rio Uruguai). No rio Jacuí, foram obtidos em pesqueiros localizados nos municípios de Cachoeira do Sul (30°03'19,13"S; 52°53'39,50"W) e Agudo (29°28'46,43"S; 53°16'56,28"W), e nos rios Ibicuí e Uruguai, em pesqueiros localizados nos municípios de Manoel Viana (29°35'43,89"S; 55°28'45,90"W) e Porto Xavier (27°52'40,64"S; 55°09'56,34"W) (Figura 1). Todos os indivíduos estudados foram obtidos por pescadores profissionais, sendo capturados entre abril/ 2015 e janeiro/ 2016, entre 07:00 e 22:00 horas, com linha de mão e espinhel, conforme as leis vigentes (Licença para estudo e transporte de exemplares SISBIO n. 44902).

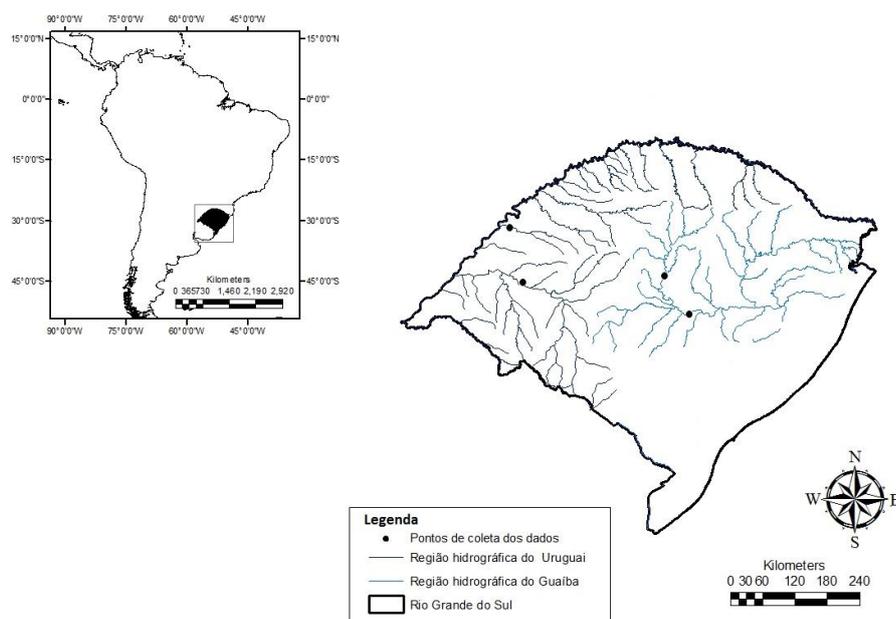


Figura 1- Mapa da localização dos pontos amostrados no estudo.

Com base no conhecimento prévio existente sobre o hábito alimentar dos peixes da região (e.g. FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2007, 2008), quatro espécies foram escolhidas para estudo. i) *Pimelodus pintado* Azpelicueta, Lundberg & Loureiro, 2008 (Pimelodidae) é um bagre (*long-whiskered catfishes*), popularmente, conhecido como pintado. A espécie é migratória e nativa da bacia do Guaíba e de pequenas bacias litorâneas no estado do Rio Grande do Sul (ALVES; FONTOURA, 2009; BECKER et al., 2013). A espécie alcança 28,5 cm de comprimento total e é onívora, com comportamento generalista (AZPELICUETA et al., 2008; LOLIS; ANDRIAN, 1996). ii) *Iheringichthys labrosus* também é um bagre, conhecido, popularmente, como mandzinho, burrinho ou cabeça seca na região de estudo. A espécie não é considerada migratória e, no Rio Grande do Sul, é registrada na bacia do rio Uruguai (ABES et al., 2001; FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2008). O burrinho alcança 29,7 cm de comprimento total, é bentófago e alimenta-se, principalmente, ao amanhecer (FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2008). A dieta é composta, predominantemente, por insetos, moluscos, nematoides e microcrustáceos (FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2008; FUGI; HAHN; AGOSTINHO, 1996). iii) *Leporinus obtusidens* é um Anostomidae (*headstander*), popularmente, chamado de piava na região de estudo. A espécie é migratória e possui ampla distribuição, com registros em diversas bacias brasileiras (rios Paraná, da Prata, Paraguai, Uruguai, São Francisco, Parnaíba, região hidrográfica do Guaíba; <http://www.fishbase.org>). Os indivíduos de *L. obtusidens* alcançam mais de 76 cm de

comprimento total e podem pesar 5 kg (ZANIBONI-FILHO et al., 2004). Seu hábito alimentar é onívoro e moluscos podem ser um item expressivo de sua dieta (OCCHI; OLIVEROS, 1974; VOLKMER-RIBEIRO; GROSSER, 1981). iv) *Rhinodoras dorbignyi* Kner, 1865 é um Doradidae (*thorny catfishes*), popularmente conhecido como armado, armado amarelo ou marieta (<http://www.fishbase.org>). A espécie ocorre na bacia do rio Paraná e, no Rio Grande do Sul, é encontrada na bacia do rio Uruguai (FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2007; LUZ-AGOSTINHO et al., 2006). O armado é migrador e pode alcançar 50 cm de comprimento total. Com hábito bentófago, sua alimentação é constituída por invertebrados, principalmente insetos (FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2007), mas moluscos podem ser muito frequentes (VEITENHEIMER; MANSUR, 1975).

Métodos de estudo

Três métodos foram utilizados para avaliar a capacidade de sobrevivência dos moluscos à passagem pelo trato digestório e, conseqüentemente, a capacidade das espécies de peixes, aqui estudadas, serem dispersoras de moluscos. i) A Análise de conteúdo intestinal foi realizada para se avaliar quais dos táxons/morfotipos predados pelos peixes, no dia em que foram capturados, chegaram vivos ao reto e, destes, quais seriam capazes de sobreviver, após serem removidos, cirurgicamente, do trato digestório. Esta análise também teve intuito de maximizar o uso dos peixes obtidos nos pesqueiros, já que a maioria não pode ser utilizada nos demais métodos de estudo. ii) A Análise de conteúdo de fezes foi realizada para se avaliar quais dos táxons/morfotipos predados pelos peixes, no dia em que foram capturados, seriam defecados vivos e, destes, quais seriam capazes de sobreviver, após serem removidos das fezes. iii) O Experimento de oferta de moluscos foi realizado com intuito de se ampliar a diversidade de táxons/morfotipos disponíveis para predação, uma vez que, na natureza, a dieta dos peixes depende da disponibilidade local e momentânea de alimento. Dessa forma, procurou-se avaliar quais, entre os diversos táxons/morfotipos existentes na região de estudo, seriam capazes de serem defecados vivos e sobreviver. Através deste método, também se procurou minimizar o efeito do tamanho dos peixes sobre o tamanho dos táxons/morfotipos predados, utilizando-se indivíduos de uma mesma espécie com tamanhos similares.

Nenhum exemplar de peixe foi utilizado em mais de um método de estudo. As espécies e o número de exemplares de peixes usados em cada metodologia variaram, dependendo do resultado da pesca, bem como da capacidade de aclimatação dos mesmos em laboratório, conforme descrito a seguir.

1. Análise de Conteúdo Intestinal

O trato digestório dos exemplares que chegaram vivos ou moribundos aos pesqueiros foi removido com auxílio de tesoura. A parede do reto (= 2,5 cm finais do comprimento do intestino) de cada exemplar foi seccionada, para remoção de moluscos e outros organismos. Os organismos encontrados foram colocados em placas de Petri, com água proveniente de poços ou do próprio rio, e aqueles que exibiam sinais vitais eram transferidos, imediatamente, para recipientes de plástico com água e oxigenação. Posteriormente, foram conduzidos para o laboratório, onde também foram mantidos em recipientes plásticos com oxigenação, por um período igual ou superior a 12 horas, para observação da capacidade de sobrevivência. Outras porções do trato digestório, como o estômago, também foram seccionadas. Moluscos e outros organismos presentes foram removidos e acondicionados em recipientes devidamente etiquetados, contendo etanol 70%. Em laboratório, todos os moluscos foram quantificados e identificados até gênero ou espécie, com auxílio de estereomicroscópio e bibliografia especializada (Simone, 2006). Além disso, os moluscos também foram classificados em morfotipos, os quais foram estabelecidos com base no formato, na espessura da concha, e na presença de opérculo (Tabela 1). Os demais organismos encontrados vivos também foram quantificados e identificados até o menor nível taxonômico possível.

Tabela 1- Caracterização dos morfotipos de exemplares de moluscos. Obs.: Cada morfotipo corresponde a um código, o qual está, aqui, representado por algarismos cardinais.

Molusco	Morfotipo	Código
Gastropoda		
<i>Uncancylus</i>	Concha fina cônica sem opérculo	1
<i>Hebetancylus</i>	Concha fina cônica sem opérculo	1
<i>Anisancylus</i>	Concha fina cônica sem opérculo	1
<i>Biomphalaria</i>	Concha fina espiralada sem opérculo	2
<i>Pomacea</i>	Concha fina espiralada com opérculo	3
<i>Chilina</i>	Concha espessa espiralada sem opérculo	4
<i>Potamolithus</i>	Concha espessa espiralada com opérculo	5
<i>Heleobia</i>	Concha espessa espiralada com opérculo	5

Bivalvia		
<i>Limnoperna fortunei</i>	Concha fina	6
<i>Eupera</i>	Concha fina	6
Unionoidea (embrião)	Concha fina	6
<i>Corbicula fluminea</i>	Concha espessa	7
Unionoidea (adulto)	Concha espessa	7

2. Análise de Conteúdo das Fezes

Assim que chegaram aos pesqueiros, os peixes foram distribuídos, individualmente, em caixas d'água de 40 litros, com água de poço artesiano e aeração. Antes de serem colocados nas caixas, todos foram examinados, para remoção de eventuais organismos aderidos aos seus corpos (MACK; ANDRASO, 2015). Em cada caixa, uma tela com malha de 3 cm foi colocada próximo ao fundo, para evitar o contato do peixe com as fezes, depois que estas fossem expelidas. Dessa forma, impediu-se que organismos defecados vivos fossem ingeridos novamente. Os peixes foram mantidos nas caixas por um período de 12 horas, e as fezes examinadas. Organismos encontrados nas fezes que exibiam algum sinal de vida foram postos em recipientes de plástico, com água e aeração. Nestes, foram mantidos por um período igual ou superior a 12 horas, para observação da capacidade de sobrevivência.

3. Experimento de oferta de moluscos

As espécies de peixes, o número de indivíduos de cada espécie e o número de indivíduos distribuídos em cada caixa com água variou, conforme a capacidade de adaptação e sobrevivência dos indivíduos em laboratório. Desta forma, nove exemplares de *P. pintado* e nove de *R. dorbignyi*, e dois exemplares de *L. obtusidens* e dois de *I. labrosus* foram utilizados neste experimento. Indivíduos de *P. pintado*, *L. obtusidens* e *I. labrosus* foram condicionados individualmente e de *R. dorbignyi* em trios, em caixas de polietileno de 250 litros com aeradores, cobertas por tampas, a fim de respeitar o fotoperíodo das espécies. Durante todo o período de estudo, a temperatura foi mantida em 24°C, o oxigênio dissolvido, entre 6.5 e 7 mg/L, e o pH próximo a 7. Os níveis de amônia não foram mensurados, uma vez que altas concentrações foram evitadas através da troca diária de, no mínimo, metade da água

de cada caixa. Antes da realização dos experimentos, os peixes foram aclimatados por, aproximadamente 15 dias. Nesse período foram alimentados com ração comercial ou oligoquetas vivos (minhocas).

Diferentes táxons/morfotipos de moluscos foram coletados em rios e açudes vizinhos aos locais de captura dos peixes. Os moluscos utilizados no experimento foram escolhidos com base nas suas abundância e frequência nos locais de coleta, bem como facilidade de amostragem. Indivíduos de *Limnoperna fortunei* foram obtidos também no interior das unidades de resfriamento de água da UHE Dona Francisca. Dessa forma, sete táxons, representando cinco morfotipos diferentes, foram utilizados (Tabela 2). Exemplos destes moluscos foram mantidos vivos em laboratório, em aquários com água, oxigenação e alimento (alface, macrófitas aquáticas ou repolho verde para gastrópodes e água com sedimento para bivalves), durante a realização do experimento. Diversas coletas foram feitas ao longo do período de experimento. Com base no tamanho dos moluscos encontrados no trato digestório dos peixes, na análise de conteúdo intestinal, comprimento máximo das conchas ofertadas não ultrapassou 2,1 cm. O comprimento máximo das conchas (maior dimensão linear) foi medido com auxílio de papel milimetrado, acoplado ao lado externo de uma placa de Petri.

O número de exemplares de cada táxon/morfotipo ofertado para cada exemplar ou grupo de exemplares de cada espécie variou. Desta forma, um total de 40 exemplares de moluscos, pertencentes aos diferentes morfotipos, foi utilizado em cada caixa contendo exemplares individuais de peixes (*P. pintado*, *L. obtusidens* e *I. labrosus*) e 135 (45 exemplares por peixe) em cada caixa contendo trios de peixes (*R. dorbignyi*) (Tabela 2).

Tabela 2- Caracterização dos morfotipos e número de exemplares de moluscos ofertados para cada espécie de peixe estudada (*P. pint* = *P. pintado*; *I. labr* = *I. labrosus*; *L. obtu* = *L. obtusidens*; *R. dorb* = *R. dorbignyi*; - = molusco não fornecido).

Morfotipo/código	Molusco	<i>P. pint</i> (N=9)	<i>I. labr</i> (N=2)	<i>L. obtu</i> (N=2)	<i>R. dorb</i> (N=9)
Gastropoda					
Concha fina cônica sem opérculo	<i>Uncancylus</i>	16	-	-	35
	<i>Hebetancylus</i>	74	20	20	55
Concha fina espiralada sem opérculo	<i>Biomphalaria</i>	-	-	-	45
Concha fina espiralada com opérculo	<i>Pomacea</i>	90	20	20	90
Concha espessa espiralada com opérculo	<i>Potamolithus</i>	90	20	20	63
	<i>Heleobia</i>	-	-	-	27
Bivalvia		-	-	-	-

Concha fina	<i>L. fortunei</i>	90	20	20	90
		360	80	80	405

Os moluscos foram ofertados ao entardecer (período entre as 18:00 e 19 horas), sendo colocados sobre uma tela com malha de três mm existente no fundo de cada caixa (Figura 2). Ao amanhecer (período entre 7:00 e 7:30 da manhã), esta tela era removida para a retirada dos moluscos não predados pelos peixes durante a noite e, depois, era colocada novamente no fundo das caixas. Em seguida, uma segunda tela, com malha de aproximadamente 3 cm, era colocada cerca de dez cm acima da tela do fundo (Figura 2). A segunda tela permitiu que as fezes e moluscos eliminados pelos peixes durante o dia fossem depositados na tela do fundo, mas impedia que os peixes ingerissem, novamente, moluscos defecados vivos. Após um período de 12 horas ou mais, ao amanhecer ou durante o dia, as telas de fundo eram retiradas para a captura dos moluscos eliminados nas fezes. Os exemplares encontrados eram removidos e colocados em pequenos aquários com aeração, por um período igual ou superior a 12 horas, para observação da capacidade de sobrevivência. A oferta de moluscos para cada exemplar ou trio de peixes teve duração de três a dez dias.

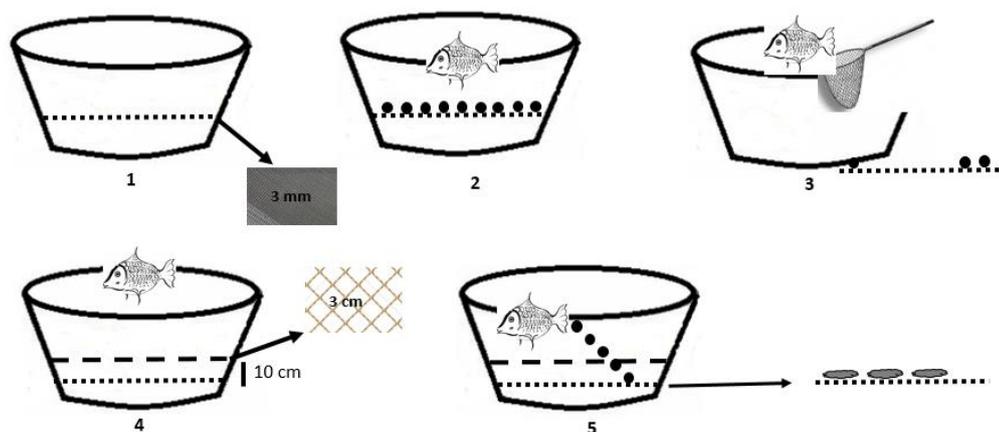


Figura 2- Ilustração esquemática do método usado para o estudo de oferta de moluscos: caixa d'água com arco com tela de 3 mm colocada em seu interior (1); moluscos ofertados, ao entardecer, ao peixe (2); peixe retirado da caixa com os moluscos não predados (3); arco de malha de 3 mm recolocado na caixa e segundo arco com tela de 3 cm posto logo acima do primeiro, peixe recolocado na caixa (4); peixe defeca moluscos ingeridos, que passam pela tela do arco de maior diâmetro e ficam sobre a tela do arco de menor diâmetro (5).

Análise de dados

Para verificar se a porcentagem de táxons/morfotipos de moluscos encontrados vivos diferiu daqueles encontrados mortos no reto dos indivíduos de cada espécie de peixe, na análise de conteúdo intestinal foi utilizado χ^2 (Qui-quadrado) com tabela de contingência 2 x 2 (ZAR, 1996). Para comparar diferenças de porcentagem de sobrevivência entre diferentes táxons/morfotipos estudados nesta mesma análise, nas diferentes espécies de peixes, foi utilizado χ^2 (Qui-quadrado) por aderência. Para verificar diferenças de consumo, nas quatro espécies estudadas, entre os morfotipos de concha fina e de concha espessa, no experimento de oferta de moluscos, foi utilizado o teste *t-pareado*, com nível de significância de 5%. Para o teste foram usados valores em porcentagem correspondentes ao somatório de indivíduos fornecidos com concha fina ou espessa, independentemente, do táxon ao qual pertenciam. Para verificar se os indivíduos de *P. pintado*, *R. dorbigniy*, *L. obtusidens* e *I. labrosus* utilizados no experimento de oferta de alimento tinham tamanho, significativamente similares foi realizado o teste de Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de 5%, seguida pelo Teste de Tukey, após a logaritimização dos dados (ZAR, 1996).

RESULTADOS

Um total de 196 espécimes de peixes, com tamanhos variando de 13 a 54 cm, foi obtido pelos pescadores (Tabela 3). Os maiores tamanhos (comprimento total) em média foram atingidos pelos exemplares de *L. obtusidens*, enquanto as demais espécies atingiram tamanhos médios menores e mais semelhantes (Tabela 3).

Tabela 3- Abundância total e amplitude de tamanho, em centímetros, dos espécimes de peixes coletados. Obs. N total= número de espécimes de cada espécie de peixe; Comp. máx. = comprimento total máximo; Comp. mín. = comprimento total mínimo; DP= desvio padrão.

	<i>P. pintado</i>	<i>I. labrosus</i>	<i>L. obtusidens</i>	<i>R. dorbignyi</i>
N total	86	83	15	12
Comp. máx.	28	28	54	22
Comp. mín.	13	14	30	13
Média	20,80	20,13	43,06	16,83
DP	3,35	3,69	7,81	3,17

1. Análise de Conteúdo Intestinal

Nos 67 indivíduos de *P. pintado* examinados, que continham pelo menos um molusco em alguma região do trato digestório, 811 indivíduos de moluscos foram encontrados e atribuídos a quatro táxons e três morfotipos (Tabela 4). *Potamolithus* (gastrópode operculado com concha espessa) foi o molusco mais abundante (48,21%), seguido do bivalve com concha fina, *L. fortunei* (42,78%) (Tabela 4). A maioria dos indivíduos de moluscos apresentava concha inteira, raramente quebrada ou amassada, e muitas vezes o opérculo estava presente em exemplares de *Heleobia* e *Potamolithus*. Na porção do reto, 315 moluscos foram encontrados em 49 peixes. Destes, apenas 12,06% apresentaram sinais vitais, e foram representados por exemplares de *Heleobia* (27,27%) e *Potamolithus* (19,46%), ou seja, exclusivamente por gastrópodes operculados com concha espessa (Tabela 4). Não foram constatadas diferenças significativas de sobrevivência entre *Heleobia* e *Potamolithus* ($\chi^2=1,30$, gl=1, p= 0,25). No máximo, 20 indivíduos vivos foram encontrados por exemplar de peixe. Todos os indivíduos encontrados vivos sobreviveram por mais de 12 horas, após serem retirados do trato digestório. A porcentagem de indivíduos vivos de *Heleobia* e *Potamolithus* encontrados no reto de *P. pintado* não diferiu da porcentagem dos indivíduos destes táxons encontrados mortos ($\chi^2= 0,62$; gl= 1; p= 0,42). Em 36 peixes, numerosos fragmentos de *L. fortunei* foram encontrados tanto no estômago quanto no reto. Além dos moluscos, 49 larvas de *Helicopsyche* (Trichoptera, Helicopsychidae) foram encontradas vivas no reto de oito pintados, as quais permaneceram vivas por mais de 12 horas.

Tabela 4. Número de indivíduos de diferentes táxons/morfotipos de moluscos encontrados nas diferentes porções do trato digestório de *Pimelodus pintado*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus obtusidens* e *Rhinodoras dorbignyi*. Obs. ST = estômago e intestino (exceto o reto), RE = reto; (N) = número de exemplares com moluscos; /n= número de exemplares de moluscos encontrados vivos no reto; (n/id) = não identificado. Obs. O número após o nome dos moluscos corresponde ao seu morfotipo conforme Tabela 1.

PEIXES	<i>P. pintado</i> (N=67)		<i>I. labrosus</i> (N=59)		<i>L. obtusidens</i> (N=13)		<i>R. dorbignyi</i> (N=1)	
	ST	RE	ST	RE	ST	RE	ST	RE
MOLUSCOS								
<i>Pomacea</i> ³	0	0	3	2/0	0	0	0	0

<i>Anisancylus</i> ¹	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria</i> ²	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chilina</i> ⁴	0	0	0	0	0	3/0	0	0
<i>Heleobia</i> ⁵	39	33/9	20	11/1	0	0	0	0
<i>Potamolithus</i> ⁵	242	149/29	125	13/0	422	14/0	0	0
<i>Eupera</i> ⁶	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Diplodon</i> ⁷	0	0	0	0	1	1/0	0	0
<i>Unionoida</i> ^{6,7} (n/id)	0	0	3	0	53	4/0	0	0
<i>Corbicula fluminea</i> ⁷	0	1/0	1893	769/178	1	1/0	0	1/0
<i>Limnoperna fortunei</i> ⁶	215	132/0	0	0	353	0/0	0	0
TOTAL	496	315/38	2049	796/179	830	23/0	0	1/0

Cinquenta e nove indivíduos de *I. labrosus* apresentaram moluscos no trato digestório, os quais foram representados por 2.845 moluscos atribuídos a oito táxons e sete morfotipos (Tabela 4). O bivalve com concha espessa, *C. fluminea*, foi o molusco mais abundante, correspondendo a 93,56% do total de moluscos encontrados. A maioria das conchas estava com as valvas articuladas, abertas ou entreabertas, e sem danos visíveis (e.g. corroídas ou quebradas). Dos 796 moluscos encontrados no reto de 44 peixes, apenas 22,36% foram encontrados vivos (Tabela 4). Estes foram representados, predominantemente, por *C. fluminea* (23,14%) e por um exemplar de *Heleobia* (9%) (Tabela 4). Entre os dois táxons de moluscos encontrados vivos a sobrevivência diferiu ($\chi^2=6,22$, gl=1, $p<0,01$), sendo maior para *C. fluminea* do que para *Heleobia*. O número total de táxons de moluscos vivos, encontradas no reto de *I. labrosus*, (*Heleobia* e *C. fluminea*) não diferiu do total de moluscos encontrados mortos nesta porção do intestino ($\chi^2= 0,85$; gl= 1; $p= 0,35$). No máximo, 32 indivíduos vivos foram encontrados por exemplar de peixe. Todos os moluscos encontrados vivos sobreviveram por mais de 12 horas, após serem retirados do reto.

No único indivíduo de *R. dorbignyi* utilizado nesta análise, apenas uma concha (indivíduo morto) de *C. fluminea* foi encontrada em todo o trato digestório (Tabela 4).

Nos 13 indivíduos de *L. obtusidens* estudados, foi encontrado um total de 854 moluscos no trato digestório (Tabela 4), mas poucas conchas encontravam-se inteiras. Foi possível identificar a presença de seis táxons representados, principalmente, por *Potamolithus* (51,17%) e por *L. fortunei* (41,33%), os quais representam morfotipos de gastrópodes operculados com concha espessa e de bivalves com concha fina, respectivamente. No reto de

seis dos 13 indivíduos de *L. obtusidens* estudados, todos os indivíduos dos seis táxons de moluscos presentes, estavam mortos.

2. Análise de fezes

Nas fezes de 10 indivíduos de *P. pintado*, apenas 15 indivíduos de moluscos (*Heleobia*, *Potamolithus* e *L. fortunei*) foram encontrados, todos mortos. Nas fezes de 22 indivíduos de *I. labrosus*, 636 moluscos foram encontrados. Destes, 591 foram atribuídos à *C. fluminea*, 43 à *Potamolithus* e um à *Heleobia*, todos eles representantes de morfotipos com concha espessa. Dos exemplares de *C. fluminea*, 193 (32,66%) estavam vivos, enquanto sete (16,2%) indivíduos de *Potamolithus* apresentaram sinais vitais. O único indivíduo de *Heleobia* encontrado estava vivo. Todos os moluscos encontrados vivos sobreviveram por mais de 12 horas, após terem sido removidos das fezes. Fezes de dois indivíduos de *R. dorbignyi* foram analisadas. Dos 59 moluscos encontrados, 61% representaram *C. fluminea* e 38%, *Potamolithus*, todos pertencentes à morfotipos com concha espessa. Apenas um exemplar de *C. fluminea* foi defecado vivo e sobreviveu por mais de 12 horas.

3. Experimento de oferta de moluscos

O comprimento total dos peixes utilizados neste estudo apresentou diferenças (ANOVA, $F= 15,81$, $p<0,0001$). Indivíduos de *L. obtusidens* apresentaram os maiores comprimentos (Média= 30,5; $p<0,01$). Já os de *R. dorbignyi* apresentaram os menores comprimentos (Média= 16,55; $p<0,01$). Indivíduos de *P. pintado* e *I. labrosus* não apresentaram diferenças em relação ao comprimento. De maneira geral, o tamanho dos indivíduos, de cada espécie, utilizados neste experimento variou pouco, sendo os de *L. obtusidens* cerca de 10 cm maiores e os de *R. dorbignyi* cerca de 5 cm menores do que os de *P. pintado* e *I. labrosus* (Tabela 5). O tamanho dos indivíduos de moluscos ofertados variou de 2,5 a 21 mm, sendo os de *Hebetancylus* e *L. fortunei* ligeiramente maiores que os demais táxons (Tabela 6).

Dos 360 moluscos fornecidos para os nove indivíduos de *P. pintado* (Tabela 2), 147 foram predados, dos quais 80,2% representou morfotipo de concha fina e 19,72%, morfotipo de concha espessa. Esta diferença foi corroborada pelo teste t ($t= 16,25$, $P < 0,005$) (Tabela 7). O morfotipo (1) (*Hebetancylus*, *Uncancylus*) foi o mais consumido (43,53%), e a maioria dos peixes predaram mais de 60% do total oferecido deste morfotipo (1 a 10 indivíduos do

morfotipo, por indivíduo de peixe). O segundo morfotipo mais consumido foi o bivalve de concha fina (*L. fortunei*), sendo predados 40% dos indivíduos fornecidos deste morfotipo (1 a 9 indivíduos, por indivíduo de peixe). Todos os moluscos defecados (Tabela 7) apresentaram concha intacta e, raramente, alguma parte da concha apresentava dano, como porções levemente quebradas. Dos 29 indivíduos de *Potamolithus* (gastrópode operculado com concha espessa) defecados, apenas dois (6,8%) apresentaram sinais vitais, e foram encontrados nas fezes de um único *P. pintado*. Ambos sobreviveram por mais de 12 horas. Exemplares sem sinais vitais, mas ainda com opérculo, foram observados por mais de 12 horas, mas não sobreviveram. Indivíduos de *L. fortunei* foram defecados com as valvas abertas na maioria das vezes (88,44%). Os poucos indivíduos encontrados com concha fechada, contendo partes moles preservadas, foram mantidos em água com aeração por mais de 12 horas, mas não sobreviveram.

Tabela 5. Amplitude de tamanho, em cm, dos indivíduos de peixes utilizados no experimento de oferta de moluscos. Obs. N total= número de espécimes de cada espécie de peixe; Comp. máx. = comprimento total máximo; Comp. mín. = comprimento total mínimo; DP= desvio padrão.

	<i>P. pintado</i>	<i>I. labrosus</i>	<i>L. obtusidens</i>	<i>R. dorbignyi</i>
N total	9	2	2	9
Comp. máx.	25	23	31	23
Comp. mín.	19	21	30	13
Média	21,1	22	30,5	16,5
SD	2,2	1,4	0,7	3,34

Tabela 6. Amplitude de tamanho, em mm, dos exemplares de moluscos ofertados as espécies de peixes. (Obs.: CM = comprimento máximo de cada táxon de moluscos; **n** = média do comprimento; (n-n) = amplitude do comprimento; - = morfotipos não ofertados).

Peixe/	<i>P. pintado</i>	<i>I. labrosus</i>	<i>L. obtusidens</i>	<i>R. dorbignyi</i>	CM
Molusco					
<i>Pomacea</i>	3,8 (6-3)	3,4 (4,1-3)	12 (14,3-9,7)	6,5 (10-4)	14,3
<i>Biomphalaria</i>	-	-	-	6,6 (11-4,3)	11
<i>Hebetancylus</i>	7,4 (12-4)	6,5 (13-4)	9,7 (14-7)	10 (15-6)	15

<i>Uncancylus</i>	3,7 (4,7-3)	-	-	4,6 (6-4)	6
<i>Heleobia</i>	-	-	-	3,7 (5-3)	5
<i>Potamolithus</i>	3,8 (5-2,9)	3,4 (5-2,5)	4,0 (5,3-3)	4,6 (5,1-3,2)	5,3
<i>L. fortunei</i>	6,4 (10-3,3)	5,7 (7,2-4)	12,3 (21-8,2)	7,6 (12-4)	21

Tabela 7. Número de exemplares predados (P), defecados mortos (DM) ou vivos (DV), e sobreviventes por mais de 12 horas (SB), em estudo experimental de oferta de moluscos de diferentes morfotipos para *P. pintado* (PP), *I. labrosus* (IL), *L. obtusidens* (LO) e *R. dorbignyi* (RD). (Obs. Números após o nome de cada táxon de molusco representam morfotipos conforme Tabela 2, - = molusco não fornecido, frag= fragmento de concha)

Peixe	<i>P. pintado</i>				<i>I. labrosus</i>				<i>L. obtusidens</i>				<i>R. dorbignyi</i>			
	(N=9)				(N=2)				(N=2)				(N=9)			
Gênero/ morfotipo	P	DM	DV	SB	P	DM	DV	SB	P	DM	DV	SB	P	DM	DV	SB
<i>Pomacea</i> ³	18	18	0	0	7	7	0	0	5	frag	0	0	3	3	0	0
<i>Biomphalaria</i> ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	0	0
<i>Hebetancylus</i> ¹	48	48	0	0	15	15	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uncancylus</i> ¹	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	0	0
<i>Heleobia</i> ⁵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	2	2
<i>Potamolithus</i> ⁵	29	29	2	2	4	4	0	0	2	2	0	0	5	5	1	0
<i>L. fortunei</i> ⁶	36	36	0	0	10	10	0	0	8	frag	0	0	43	43	0	0
Total	147	147	2	2	36	36	0	0	20	2	0	0	82	82	3	2

Dos 405 moluscos fornecidos a *R. dorbignyi* (Tabela 2), apenas 82 foram consumidos (Tabela 7). Destes, a maioria correspondeu a morfotipos com concha fina (89,02%) e 10,97% a morfotipos com concha espessa (teste t; $t = 16,25$, $P < 0,005$). O morfotipo bivalve com concha fina (*L. fortunei*) foi o mais consumido, correspondendo a 52,34% do total de moluscos predados. O segundo morfotipo mais consumido (25,60%) foi o gastrópode com concha cônica e fina, *Uncancylus*. A grande maioria dos exemplares defecados apresentava concha inteira, raramente, com pequenas porções quebradas. Dos quatro indivíduos de *Heleobia* (morfotipo (5)) defecados, dois apresentaram sinais vitais, sendo encontrados em uma das caixas com três exemplares de *R. dorbignyi*. Esses indivíduos permaneceram vivos

por mais de 12 horas. Um indivíduo, dos cinco de *Potamolithus* (gastrópode operculado com concha espessa) defecados, apresentou sinais vitais. Contudo, permaneceu vivo por poucas horas, após ter sido removido das fezes. Em muitas ocasiões apenas conchas vazias (sem as partes moles) de *Uncancylus* foram encontradas. Além disso, muitas conchas de *L. fortunei* foram defecadas com as valvas fechadas e sem partes moles em seu interior.

Dos 80 indivíduos de moluscos ofertados para *I. labrosus*, 36 foram consumidos (Tabela 7), dos quais 88,90% representaram morfotipo com concha fina e 11,11%, morfotipo com concha espessa (teste t; $t = 16,25$, $P < 0,005$). *Hebetancylus* (morfotipo com concha cônica fina e sem opérculo) foi o mais consumido (41,60%), seguido pelo bivalve *L. fortunei* (morfotipo bivalve com concha fina, 27,77%). Nenhum molusco apresentou sinais vitais após ser defecado por *I. labrosus*. A maioria das conchas defecadas estava intacta, sem porções quebradas, com exceção de alguns indivíduos de *Pomacea* (gastrópode operculado com concha fina), cujas conchas apresentaram a borda da abertura quebrada. Dois indivíduos de *Hebetancylus* foram encontrados com a concha vazia.

Apenas 20, dos 80 moluscos ofertados para indivíduos de *L. obtusidens*, foram consumidos (Tabelas 2, 7), dos quais 90% corresponderam aos morfotipos com concha fina e 10% aos com concha espessa (teste t; $t = 16,25$, $P < 0,005$). A maioria dos moluscos predados foi de *L. fortunei* (morfotipo bivalve com concha fina), que representou 40% do total de moluscos ingeridos, seguido por *Pomacea* e *Hebetancylus* (25%), ambos gastrópodes com concha fina. Nenhum dos moluscos defecados apresentou sinal vital. Todos os moluscos consumidos por *L. obtusidens*, tiveram suas conchas quebradas, sendo defecados somente fragmentos de conchas. Apenas conchas de *Potamolithus* não foram totalmente fragmentadas, sendo possível identificá-las no conteúdo fecal. Os *Hebetancylus* (morfotipo com concha cônica e fina, sem opérculo) predados não foram encontrados no conteúdo fecal das piavas.

DISCUSSÃO

Os resultados aqui obtidos mostram que algumas espécies de peixes que ocorrem nos rios da região sul do Brasil são capazes de atuar como dispersores passivos de moluscos. Ainda que as espécies estudadas demonstrem plasticidade quanto aos táxons/morfotipos predados e que, aparentemente, alguns deles pareçam ser mais adequados à dieta dos peixes, nem todos os moluscos são capazes de sobreviver à passagem pelo trato digestório e a posterior eliminação pelas fezes.

Diversidade da malacofauna predada e táxons/morfotipos de moluscos mais consumidos

Os moluscos encontrados no trato digestório e/ou nas fezes das espécies estudadas mostram que elas se alimentam de uma malacofauna variada, como já observado em estudos prévios (e.g., ABES et al., 2001; FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2007; VIEIRA; LOPES, 2013; VOLKMER-RIBEIRO; GROSSER, 1981). Além disso, indivíduos adultos de *Pimelodus pintado*, *Iheringthys labrosus* e *Leporinus obtusidens*, com tamanhos próximos ao maior comprimento total registrado na literatura (ZANIBONI et al., 2004; AZPELICUETA et al., 2008), alimentaram-se, principalmente, de indivíduos pequenos de moluscos ($\leq 2,1$ cm de comprimento), corroborando informações de literatura (MONTALTO et al., 1999). Talvez, moluscos maiores sejam predados por *L. obtusidens*, pois esta espécie quebra as conchas que captura, como aqui observado e registrado em estudo prévio (OCCHI; OLIVEIROS, 1974). *Pterodoras granulosus*, espécie malacófaga por excelência na região de estudo, pode preda conchas maiores do que 2,1 cm (observações dos autores). Contudo, os poucos indivíduos capturados de *P. granulosus* durante a execução deste estudo não sobreviveram, não sendo possível estudá-los apropriadamente.

A análise de conteúdo intestinal também mostrou que a diversidade da malacofauna predada pelas espécies estudadas varia conforme a disponibilidade local e temporal dos táxons de moluscos. Os moluscos mais consumidos foram os mais frequentes e, às vezes, os mais abundantes nos locais de coleta. Indivíduos de *P. pintado* coletados no curso médio do rio Jacuí predaram, predominantemente, *Potamolithus* e *Limnoperna fortunei*. *Potamolithus* é comum e, geralmente, representado por espécies com populações abundantes e distribuição agregada, neste trecho do Jacuí (SIMÕES, 2002). *Limnoperna fortunei* invadiu, a cerca de quatro anos, este curso do rio, e a grande densidade com que ocorre tem causado problemas ao funcionamento da UHE Dona Francisca, localizada dois km acima de um dos pesqueiros visitados (R. E. Dias, Comunicação Pessoal). Assim, a alteração temporal da presença e frequência de certos moluscos permitiu uma predação expressiva, por exemplo, de *L. fortunei*. Da mesma forma, indivíduos de *I. labrosus* coletados nos rios Uruguai e Ibicuí predaram, predominantemente, o bivalve invasor *Corbicula fluminea*. Este molusco ocorre em grandes densidades nos locais onde os peixes foram coletados, nos quais *L. fortunei* não foi encontrada (observação dos autores). *Leporinus obtusidens* também adaptou sua dieta aos moluscos mais frequentes nos rios Jacuí e Uruguai. Indivíduos coletados no Jacuí apresentaram dieta baseada em *L. fortunei*, enquanto os coletados no curso alto do rio

Uruguai, onde *L. fortunei* não se estabeleceu, predaram, principalmente, moluscos frequentes e abundantes em rios da bacia do Uruguai, como *Potamolithus* e certos Unionoida (CASTILLO et al., 2007; MARTELLO; KOTZIAN; SIMÕES, 2006). Por outro lado, moluscos raros na área de estudo, como *Chilina* no rio Jacuí (SIMÕES, 2002; observação dos autores), também foram raros entre os táxons encontrados no conteúdo intestinal. Estes resultados corroboram estudos prévios que informam que a maioria da ictiofauna tropical pode adequar sua dieta aos alimentos disponíveis, localmente e sazonalmente (LOWE-MCCONNELL, 1999; ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001).

Alguns moluscos frequentes na região de estudo, como os gastrópodes *Uncancylus* e *Hebetancylus* e os bivalves *Pisidium* e muitos Unionoida (SIMÕES, 2002; SÁ et al., 2013), não foram encontrados, ou foram raros, entre os itens alimentares predados pelos peixes estudados na análise de conteúdo intestinal. A concha pequena (< 2 cm), fina e muito frágil destes gêneros e dos embriões de Unionoida, possivelmente, é destruída durante a alimentação, como se discutirá adiante. Por outro lado, o hábito de vida às vezes flutuante de *Pomacea* e *Biomphalaria*, moluscos representantes do plêuston e comuns na região de estudo (INDRUSIAK, 1983; KOTZIAN; SIMÕES, 2006; PFEIFER; PITONI, 2003), poderia atrapalhar a predação por peixes bentófagos, como *P. pintado*, *I. labrosus* e *Rhinodoras dorbignyi*. Contudo, a possibilidade de que as espécies estudadas predem, eventualmente, moluscos com concha pequena e fina, bem como representantes do plêuston, é corroborada por dados de literatura (BONETTO; PIGNALBERI; CORDIVIOLA, 1963; KOTZIAN; FAGUNDES; BEHR, 2005) e pelos resultados aqui obtidos no experimento de oferta de moluscos.

Apesar das espécies estudadas alimentarem-se de grande diversidade de moluscos, é possível que alguns táxons ou morfotipos representem itens alimentares mais adequados às suas dietas. O experimento de oferta de moluscos mostrou que *Uncancylus*, *Hebetancylus* e *L. fortunei* foram os três táxons mais predados por qualquer uma das espécies estudadas. Estes moluscos representam morfotipos com conchas finas, as quais poderiam facilitar a ação de ácidos digestórios e, conseqüentemente, a digestão (CANTANHÊDE et al., 2008), e, inclusive, a captura (abocanhamento) pelos peixes. Além de concha fina, *Hebetancylus* e *Uncancylus* também possuem concha cônica com grande abertura e sem opérculo. Assim, por ser mais desprotegido, este morfotipo deve facilitar o acesso e a predação das partes moles. A maior facilidade de captura e vulnerabilidade à predação deste morfotipo foi corroborada pelo experimento de oferta, pois em muitos indivíduos apenas as partes moles foram predadas,

embora a concha tenha permanecido intacta. Além disso, as partes moles de muitos deles não foram encontradas nas fezes, possivelmente por terem sido digeridas. Por outro lado, as conchas finas defecadas por peixes sem dentes incisivos (*P. pintado*, *I. labrosus* e *R. dorbignyi*), geralmente, apresentavam pequenos danos (amassados) em suas margens, corroborando a vulnerabilidade deste morfotipo à digestão. Porém, quando predadas por *L. obtusidens*, nem mesmo a concha permanecia intacta, devido à ação dos fortes dentes. Estudos prévios têm registrado fragmentação de conchas por *L. obtusidens* (OLIVEIRA et al., 2010). *Limnoperna fortunei* foi o segundo morfotipo mais predado pelas espécies estudadas. Sua concha fina foi, facilmente, aberta durante a digestão, permitindo a digestão das partes moles que, raramente, eram encontradas entre as numerosas conchas defecadas.

Táxons/morfotipos de moluscos capazes de sobreviver à passagem pelo trato digestório

Embora tenha se observado que a maioria dos moluscos predados chegou com a concha razoavelmente intacta ao reto, nem todos continham as partes moles preservadas e a maioria foi encontrada morta. Ausência de partes moles na maioria dos moluscos foi observada em indivíduos de táxons variados, como *Pomacea*, *Uncancylus* e *Hebetancylus*, representantes de morfotipos com concha fina, nas três análises realizadas. Nem mesmo o opérculo presente em *Pomacea* evitou a digestão das partes moles. De maneira geral, apenas moluscos representando morfotipos com concha espessa, como *Heleobia*, *Potamolithus* e *C. fluminea*, foram encontrados vivos no reto. A concha espessa e mais calcificada de certos gastrópodes pode evitar o ataque de ácidos digestórios (CANTANHÊDE et al., 2008), além de ser, também, são mais resistentes a fraturas (Norton, 1988). Adicionalmente, o opérculo presente em *Heleobia* e *Potamolithus* parece garantir a proteção fornecida pela concha espessa, evitando o ataque direto dos ácidos digestivos. A sobrevivência de outros gêneros e famílias de gastrópodes com concha espessa e operculados à passagem pelo trato digestório de peixes também tem sido registrada em outras regiões do mundo (NORTON, 1988), corroborando nossos resultados. Estudos anteriores também já haviam sugerido que bivalves com concha espessa, como *C. fluminea*, teriam melhor capacidade de sobreviver à passagem pelo trato digestório (AARNIO; BONSDORFF, 1997; MACK; ANDRASO, 2015).

Os bivalves *L. fortunei* e *C. fluminea* tem sido encontrados vivos e com as conchas fechadas ou intactas, respectivamente, na porção final do intestino de alguns peixes neotropicais (BELZ et al., 2012; CANTANHÊDE et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010). Em nosso estudo, apenas exemplares de *C. fluminea* foram encontrados vivos. Este resultado pode

estar relacionado a quantidade de indivíduos predados, como sugerido por alguns autores (BELZ et al., 2012). Grandes números de indivíduos poderiam ter maiores chances de sobreviver a passagem pelo estômago do peixe do que poucos indivíduos ingeridos. No presente estudo, apenas *C. fluminea* vivas foram abundantes, enquanto nenhum exemplar de *L. fortunei* vivo foi registrado, em peixes sem dentes capazes de quebrar conchas. No estudo conduzido por BELZ et al (2012), o conteúdo gastrointestinal estava completamente cheio de mexilhões. Desta forma, em um estômago repleto, a ação dos ácidos digestórios, possivelmente, não é tão eficaz quanto em um estômago com poucos itens alimentares (conforme C. E. BELZ).

Ainda que morfotipos com concha espessa tenham sido mais resistentes à passagem pelo trato digestório, de maneira geral, nem todos os indivíduos com concha espessa chegaram vivos ao reto ou foram eliminados vivos nas fezes das espécies estudadas e, destes, nem todos conseguiram sobreviver. Na análise de conteúdo intestinal, menos de 30% dos indivíduos de *Heleobia*, *Potamolithus* e *C. fluminea* chegaram vivos ao reto de *P. pintado* e/ou *I. labrosus*. Na análise de fezes, até 32% dos indivíduos destes moluscos foram encontrados vivos em *I. labrosus* e *R. dorbignyi*, enquanto no experimento de oferta, uma proporção menor de moluscos (6,8%) foi registrada viva nas fezes de *I. labrosus* e *P. pintado*. A proporção de indivíduos vivos, com concha espessa, que sobreviveu por 12 horas ou mais foi um pouco menor do que a porcentagem de vivos. No experimento de oferta de moluscos 85,7% dos que estavam vivos sobreviveram, enquanto na análise de conteúdo intestinal 100% dos vivos sobreviveram e na análise de fezes 100%. O menor percentual de moluscos sobreviventes em relação ao total predado e, ligeiramente, menor em relação aos encontrados vivos já havia sido observado em estudos prévios, conduzidos com outras famílias de peixes (Gobiidae, Salmonidae, Pleuronectidae e Cottidae) em outras regiões (AARNIO; BONSDORFF, 1997; BRUCE; MOFFITT, 2009; HAYNES; TAYLOR; VARLEY, 1985; MACK; ANDRASO, 2015; NORTON, 1988). Adicionalmente, a sobrevivência, significativamente, maior do bivalve *C. fluminea* em relação a do gastrópode *Heleobia*, na análise de fezes, sugere que outros aspectos estejam envolvidos na sobrevivência dos moluscos, uma vez que a concha helicoidal e com opérculo de *Heleobia* confere, a princípio, mais proteção aos moluscos do que uma concha bivalve.

Poucas vezes, a porcentagem de morfotipos com concha espessa que chegou viva ao reto foi igual ou superior a 50% em relação à porcentagem de indivíduos mortos (e.g., 74,41% de *C. fluminea* em um único exemplar de *I. labrosus*), o que também reforça a possibilidade

de que outros fatores, além da presença de concha espessa, estejam envolvidos na sobrevivência dos moluscos, como alguns aspectos fisiológicos. Por exemplo, *C. fluminea* é capaz de tolerar períodos longos de hipóxia ou mesmo situações de anóxia, se a temperatura ambiental for baixa ($\leq 20^{\circ}\text{C}$) (THOMPSON; SPARKS, 1977; MCMAHON, 1979). Possivelmente, as diferenças fisiológicas de *C. fluminea* ocorram entre indivíduos, populações e, especialmente, entre as diferentes espécies de *Heleobia* e *Potamolithus* que ocorrem na região de estudo. Estas diferenças poderiam influenciar as diferentes percentagens de sobrevivência, observada entre diferentes espécies e indivíduos de peixes, entre diferentes morfotipos e dentro de um mesmo morfotipo. Por outro lado, o tempo de confinamento dentro do trato digestório do peixe deve ser um fator determinante, e poderia estar relacionado a diferenças no comprimento do intestino (mais longo em onívoros do que em carnívoros, FUGI; AGOSTINHO; HAHN, 2001), e na fisiologia da digestão que ocorrem conforme a idade dos peixes e as estações do ano (BRUCE; MOFFITT, 2009). Adicionalmente, não se pode descartar a possibilidade de que a grande densidade populacional com que *Heleobia*, *Potamolithus* e *C. fluminea* são, frequentemente, encontradas nos rios estudados (e.g., CASTILLO et al., 2007; SIMÕES 2002) determine a predação de um número maior de indivíduos, aumentando, assim, a chance de seus indivíduos sobreviverem, como discutido anteriormente. A alta frequência com *L. fortunei* também tem sido observada no trato digestório de certas espécies de peixes, incluindo a presença de indivíduos vivos (BELZ et al., 2012) indicam que as altas densidades populacionais de moluscos exóticos em rios brasileiros (OLIVEIRA et al., 2010) lhes garante capacidade de dispersão eficiente e, portanto, de invasão.

Dispersão de moluscos e outros invertebrados por peixes em rios neotropicais

Pimelodus pintado, *I. labrosus* e *R. dorbignyi*, peixes malacófagos sem fortes dentes orais incisivos, podem ser considerados dispersores passivos eficientes de algumas espécies de moluscos, em rios da região Neotropical. Estudos prévios mostram que *P. pintado* (= *Pimelodus maculatus* Azpelicueta, Lundberg & Loureiro 2008, *partim*; Azpelicueta et al., 2008) é migrador, deslocando-se em rios da bacia do Guaíba e de pequenas bacias litorâneas (ALVES; FONTOURA, 2009). Deslocamentos de cerca de 1000 km já foram observados em espécies de *Pimelodus* (BONETTO, 1963). Dessa forma, *P. pintado* poderia ser um bom dispersor de *Heleobia* e *Potamolithus*, moluscos nativos com capacidade de sobreviver à passagem pelo trato digestório dos indivíduos aqui estudados. Possivelmente, outras espécies

de *Pimelodus* que ocorrem em rios da região de estudo, também, possam ser dispersoras, pois também são malacófagas (HAHN et al., 1997). Na grande bacia do Paraná, onde *I. labrosus* e *R. dorbignyi* ocorrem, suas populações são encontradas em diversas sub bacias, como as dos rios Uruguai e Ibicuí (FAGUNDES; BEHR; KOTZIAN, 2007, 2008). *Rhinodoras dorbignyi* é uma espécie migratória (AGOSTINHO; JULIO-Jr, 1999), embora percorra curtas distâncias (VASCONCELOS; ALVES; GOMES, 2014). *Iheringthys labrosus* não é migratória, mas é amplamente distribuída (AGOSTINHO; JULIO-Jr, 1999). Assim, ambas também poderiam dispersar eficientemente moluscos como *Heleobia*, *Potamolithus* e *Corbicula fluminea*, os quais foram capazes de sobreviver por mais de 12 horas, após serem removidos do reto e das fezes destas espécies.

Possivelmente, a dispersão passiva seja um dos fatores responsáveis pela raridade de indivíduos de *Potamolithus*, *Heleobia* e *C. fluminea* (*singletons*, *doubletons*) em certos locais de amostragem, em rios da região sul do Brasil (e.g., MARTELLO; KOTZIAN; SIMÕES, 2006; PFEIFER; PITONI, 2003; SÁ et al., 2013). A dispersão passiva pode determinar a presença de pequenas populações isoladas de moluscos (MAGUIRE, 1963). Esse modo de dispersão também poderia explicar o endemismo de certas espécies de *Potamolithus*, observado em alguns rios das bacias do Paraná e de outras bacias brasileiras (SILVA, 2003; SIMONE; MORACCHIOLI, 1994). Se uns poucos indivíduos adultos e grávidos destes moluscos forem eliminados pelas fezes, sozinhos ou próximos uns dos outros, poderiam colonizar estes locais, formando novos agregados (DORAZIO, 1999; MARTELLO; HEPP; KOTZIAN, 2014), através de efeito fundador (*bottle neck*). Endemismo gerado pela colonização de poucos indivíduos tem sido registrado para certos gastrópodes límnicos em outras regiões do mundo (STRONG et al., 2008).

Algumas espécies de peixes aqui estudadas também podem ter participado da dispersão do bivalve invasor *C. fluminea* ao longo das bacias do Uruguai e do Guaíba. A espécie chegou a América do Sul em meados de 1970, via água de lastro de navios asiáticos, invadindo, inicialmente, a foz do rio Paraná e o lago Guaíba (ITUARTE, 1981; VEITENHEIMER-MENDES, 1981). Desde então, alastrou-se rapidamente em direção ao interior das bacias e, hoje, pode ser encontrada a centenas de quilômetros dos locais onde foi registrada pela primeira vez (MANSUR; PEREIRA, 2006; OLIVEIRA et al., 2010). A rápida migração de *C. fluminea* e da espécie invasora congênere *C. largillierti* (Philippi, 1844) rios à dentro tem sido atribuída, principalmente, à água de lastro de pequenas embarcações (SANTOS et al., 2012). Contudo, a presença de *C. fluminea* e *C. largillierti* em riachos

pequenos e rasos (ERTHAL; KOTZIAN; SIMÕES, 2011; PEREIRA et al., 2000; SÁ et al., 2013), onde a navegação não é possível, sugere que a dispersão via vetores deve ter importante papel na disseminação das duas espécies. Vertebrados terrestres também podem dispersar moluscos passivamente (WADA; KAWAKAMI; CHIBA, 2012). Contudo, a julgar pela rapidez com que os bivalves em questão invadiram muitos riachos, os peixes devem ter sido os principais vetores envolvidos no processo. Além disso, regiões hidrográficas são apontadas como a principal macrovariável responsável pela similaridade entre comunidades de moluscos na região Neotropical (PEREIRA et al., 2013), o que corrobora o papel mais importante de dispersores aquáticos, como os peixes. Não se pode descartar, entretanto, a participação de vetores terrestres. A composição taxonômica das comunidades de Unionoida das bacias do rio Uruguai e do Guaíba é ligeiramente diferente na região de estudo (MANSUR; PEREIRA, 2006), e vetores terrestres, como aves por exemplo (GREEN; FIGUEROLA, 2005), devem ter colaborado para o intercâmbio de espécies entre as duas bacias.

Nosso estudo também mostra, pela primeira vez, que peixes neotropicais como *P. pintado*, *I. labrosus* e *R. dorbignyi* também podem dispersar o tricóptero *Helicopsyche* e sanguessugas (Hirudinea). Cento e vinte larvas de *Helicopsyche* foram encontradas vivas no reto de *P. pintado*. Todas as larvas sobreviveram por mais de 12 horas, após terem sido removidas das fezes. A dispersão de insetos através de peixes, via ingestão/defecação, já havia sido registrada em estudos prévios (e.g., dípteros; MACK; ANDRASO, 2015). As larvas de *Helicopsyche* produzem um casulo semelhante a uma concha espiralada, com grande resistência à quebra e dissolução por ácidos (WILLIAMS; READ; MOORE, 1983). Embora a abertura anterior do casulo de *Helicopsyche* não possua nenhum tipo de proteção, a região cefálica, exposta ao meio, é mais esclerotizada e, portanto, também é protegida. A abertura posterior é delimitada por uma membrana que poderia impedir a entrada de ácidos digestivos (MONSON; HOLZENTHAL; AHLSTRAND, 1988). Os Helicopsychidae são comuns nos rios das bacias do Ibicuí e do Jacuí, onde larvas de *Helicopsyche* podem ocorrer com grande densidade populacional (e.g., BAPTISTA et al., 2014; SPIES; FROEHLICH; KOTZIAN, 2006). Dessa forma, o casulo helicoidal dos Helicopsychidae e as grandes densidades populacionais de certas espécies devem permitir a sobrevivência de muitos indivíduos predados, a exemplo do que ocorre com gastrópodes helicoidais operculados, com concha espessa, e grande densidade populacional. Neste estudo, sanguessugas também sobreviveram a passagem pelo trato digestório de alguns exemplares de peixes, oito sanguessugas vivas

foram encontradas no reto de *R. dorbignyi*. Todas sobreviveram por mais de 12 horas, após terem sido removidas do reto. A dispersão de sanguessugas por vetores aquáticos, como peixes, já foi registrada em outras regiões do mundo (e.g., RICHARDSON, 1942). Sanguessugas são capazes de resistir à falta temporária de oxigênio (SCHMIDT; BOROFFKA, 1993).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo mostra que peixes como *Pimelodus pintado*, *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus obtusidens* e *Rhinodoras dorbignyi* podem predar uma grande diversidade de moluscos, e que a predação está associada à disponibilidade e abundância local e temporal dos diversos táxons de moluscos. O tamanho dos moluscos é um fator determinante para a predação, pois somente indivíduos pequenos ($\leq 2,1$ cm de comprimento) foram predados por indivíduos adultos e grandes destas espécies. Contudo, outros peixes malacófagos que ocorrem em rios neotropicais devem predar moluscos maiores, como *Pterodoras granulosus*, no qual conchas maiores que 2.5 cm foram encontradas no intestino.

Apesar da diversidade de moluscos que pode compor a dieta de *P. pintado*, *I. labrosus*, *R. dorbignyi* e *L. obtusidens*, estas espécies parecem preferir predar moluscos com morfotipos caracterizados por conchas finas, como os Ancyliidae *Hebetancylus* e *Uncancylus*, o Ampullariidae *Pomacea* e o bivalve invasor *Limnoperna fortunei*, caso ocorram com abundância nos locais que habitam. Contudo, moluscos com este morfotipo não sobrevivem à passagem pelo trato digestório, e não foram encontrados vivos no reto ou nas fezes dos indivíduos estudados. Ao contrário, moluscos com concha fina foram encontrados com a concha quebrada ou sem as partes moles e, às vezes, eram completamente destruídos pelo processo digestivo. Apenas moluscos cujos morfotipos incluía possuir concha espessa, como os Hydrobiidae *Heleobia* e *Potamolithus* e o Corbiculidae *Corbicula fluminea*, foram capazes de chegar com concha e partes moles intactas ao reto. Ainda assim, muitos destes moluscos foram encontrados mortos e nem sempre foram capazes de sobreviver por mais de 12 horas, em recipientes com água e aeração, após terem sido removidos do reto ou das fezes.

Além da presença de concha espessa, outros fatores devem estar envolvidos na capacidade de sobrevivência de indivíduos de *Heleobia*, *Potamolithus* e *C. fluminea* à passagem pelo trato digestório, uma vez que nem todos que são encontrados vivos no reto sobreviveram. Fortes dentes incisivos e faríngeos, como os que ocorrem em *L. obtusidens*, podem fragmentar conchas finas e, inclusive, espessas. O opérculo pode auxiliar na

sobrevivência de gastrópodes com concha espessa (*Heleobia* e *Potamolithus*), impedindo que fluidos estomacais e intestinais digiram as partes moles do animal. Em *C. fluminea* a capacidade de tolerar certo período de hipóxia poderia auxiliar na sobrevivência deste molusco. Grandes densidades populacionais também parecem garantir a sobrevivência de alguns moluscos, principalmente invasores.

Finalmente, nosso estudo mostra que peixes malacófagos podem ser importantes dispersores passivos não só de alguns táxons de moluscos, mas também de outros invertebrados, em rios da região Neotropical. Ainda que o número de sobreviventes seja, relativamente, pequeno em relação ao total de indivíduos predados, a frequência com que o processo de dispersão, via digestão/defecação, ocorre deve ser alta. As populações de *P. pintado*, *I. labrosus* e *R. dorbignyi*, bem como o número de indivíduos que as compõem, certamente, são muito maiores do que o número de indivíduos por nós amostrado. Além disso, estas espécies são bem distribuídas nas bacias que ocorrem e *P. pintado* e *R. dorbignyi* são migratórias. Assim, se mais de um indivíduo de molusco com concha espessa for defecado vivo, próximo de outro, diariamente, ou se estiver grávido, poderá dar origem a novas populações de sua espécie, em locais afastados de onde foi predado com bastante frequência. Nesse sentido, também é possível que *P. pintado*, *I. labrosus* e *R. dorbignyi* estejam envolvidos com a invasão de riachos não navegáveis, na região sul do Brasil, pelo bivalve asiático *C. fluminea*. Apesar de *L. fortunei* não ter sobrevivido à digestão, nos peixes aqui analisados talvez, possa sobreviver ao processo digestório desses vertebrados.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos aos pescadores das cidades de Porto Xavier, Manoel Viana, Cachoeira do Sul e Agudo pela captura dos peixes estudados. À Rafael Eduardo Dias e aos demais funcionários da UHE Dona Francisca por colaborar com as coletas de mexilhão dourado dentro da usina. Ao professor Bernardo Baldisserotto pelo espaço de laboratório cedido para realização dos experimentos. Aos membros da banca, professor Carlos Eduardo Belz e Ana Beatriz Barros de Moraes pelas valiosas críticas e sugestões apresentadas no manuscrito inicial. Agradecimentos especiais à Thaís Battistella, Luiza Whaechter, Lucas Santin, Bruna Biassi, Diego Dellazzana, Jonas Rosoni e Ana Clara Irion pelo auxílio em atividades de campo e laboratório. Mateus Marques Pires auxiliou nas análises de dados e Bruna Marmitt Braun identificou o gênero de Helicopsychidae. L. F. Santin é bolsista da Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- AARNIO, K.; BONSDORFF, E. Passing the gut of juvenile flounder, *Platichthys flesus*: differential survival of zoobenthic prey species. **Marine Biology**, v. 129, p. 11-14, 1997.
- ABES, S. S. et al. Diet of *Iheringichthys labrosus* (Pimelodidae, Siluriformes) in the Itaipu Reservoir, Paraná River, Brazil-Paraguay. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 1, p. 101-105, 2001.
- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Maringá**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- AGOSTINHO, A. A. et al. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. M. et al. (Coord.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 229-247.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE-MCCONNELL, R. H. (Coord.). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 546p.
- ALVES, T. P.; FONTOURA, N. F. Statistical distribution models for migratory fish in Jacuí Basin (Brazil). **Neotropical Ichthyology**, v. 7, p. 647-658, 2009.
- AZPELICUETA, M. M.; LUNDBERG, J. G.; LOUREIRO, M. *Pimelodus pintado* (Siluriformes: Pimelodidae), a new species of catfish from affluent rivers of Laguna Merín, Uruguay, South America. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, v. 157, p. 149-162, 2008.
- BAPTISTA, V. A. et al. Influence of environmental factors on the distribution of families of aquatic insects in rivers in southern Brazil. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 153-174, 2014.
- BECKER, F. G. et al. Fishes of the Taquari-Antas river basin (Patos Lagoon basin), southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, p. 79-90, 2013.
- BEDÊ, L. C. et al. Alimentação de peixes do reservatório da Pampulha, Belo Horizonte, MG, com ênfase na malacofagia. **Ceres**, v. 40, p. 429-437, 1993.
- BELZ, C. E. et al. Analysis of four dispersion vectors in inland waters: the case of the invading bivalves in South America. **Journal of Shellfish Research**, v. 31, n. 3, p. 777-784, 2012.
- BILTON, D. T.; FREELAND, J. R.; OKAMURA, B. Dispersal in freshwater invertebrates. **Annual Review Ecology Systematics**, v. 32, p. 159-181, 2001.
- BOLTOVSKOY, D. et al. Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperma fortunei* in the Rio de la Plata Watershed and beyond. **Biological Invasions**, v 8, p. 947-963, 2006.

- BONDESEN, P.; KAISER, E. W. *Hydrobia (Potamopyrgus) jenkinsi* Smith in Denmark illustrated by its ecology. **Oikos**, v. 1, p. 252-281, 1949.
- BONETTO, A. A.; PIGNALBERI, C.; CORDIVIOLA, E. Ecología alimentaria del “amarillo” y “moncholo” *Pimelodus clarias* (Bloch) y *Pimelodus albicans* (Valenciennes) (Pisces, Pimelodidae). **Physis**, v. 24, n. 67, p. 87-94, 1993.
- BONETTO, A. A. Investigaciones sobre migraciones de peces en los rios de la cuenca del Plata. **Ciência e Investigación**, v. 19, n. 1-2, p. 12-26, 1963.
- BROWN, R. J. Freshwater mollusks survive fish gut passage. **Arctic**, v. 60, n. 2, p. 124-128, 2007.
- BRUCE, R. L.; MOFFITT, C. M. Survival and passage of ingested New Zealand mudsnails through the intestinal tract of the rainbow trout. **North American Journal of Aquaculture**, v. 71, p. 287-301, 2009.
- CANTANHÊDE, G. et al. Invasive molluscs in the diet of *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (Pisces, Doradidae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 17, p. 47-53, 2008.
- CARLTON, J. T.; GELLER, J. B. Ecological roulette: the global transport of non-indigenous marine organisms. **Science**, v. 261, p. 78-82, 1993.
- CASTILLO, A. R. et al. Moluscos bivalves da localidade de São Marcos, bacia do Médio rio Uruguai, Uruguaiana, Brasil. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 73-79, 2007.
- DARWIN, C. **The origin of species**. London, John Murray, 1859. 547p.
- DARWIN, C. R. Transplantation of shells. **Nature**, v. 18, p. 120-121, 1878.
- DARWIN, C. On the dispersal of freshwater bivalves. **Nature**, v. 25, p. 529-530, 1882.
- DORAZIO, R. M. Design-based and model-based inference in surveys of freshwater mollusks. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 18, n. 1, p. 118-131, 1999.
- ERTHAL, F.; KOTZIAN, C. B.; SIMÕES, M. G. Fidelity of molluscan assemblages from the Touro Passo Formation (Pleistocene-Holocene), southern Brazil: taphonomy as a tool for discovering natural baselines for freshwater communities. **Palaios**, v. 26, n. 7, p. 433-446, 2011.
- FAGUNDES, C. K.; BEHR, E. R.; KOTZIAN, C. B. Alimentação de *Rhinodoras dorbignyi* (Kröyer, 1855) (Siluriformes: Doradidae) no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29, n. 2, p. 137-143, 2007.
- FAGUNDES, C. K.; BEHR, E. R.; KOTZIAN, C. B. Diet of *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes, Pimelodidae) in the Ibicuí River, Southern Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 98, n. 1, p. 60-65, 2008.

- FUGI, R., HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A. Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the High Paraná River. **Environmental Biology of Fish**, v. 46, p. 297- 307, 1996.
- FUGI, R.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. Trophic morphology of five benthic-feeding, fish species of a tropical floodplain. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 1, p. 27-33, 2001.
- GATLIN, M. R.; SHOUP, D. E.; LONG, J. M. Invasive zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and Asianclams (*Corbicula fluminea*) survive gut passage of migratory fish species: implications for dispersal. **Biological Invasions**, v. 15, p. 1195-1200, 2013.
- GREEN, A. J.; FIGUEROLA, J. Recent advances in the study of long-distance dispersal of aquatic invertebrates via birds. **Diversity and Distributions**, v. 11, p. 149-156, 2005.
- HAHN, N. S. et al. Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. M. et al. (Coord.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 209-228.
- HAVEL, J. E.; SHURIN, J. B. Mechanisms, effects, and scales of dispersal in freshwater zooplankton. **Limnology and Oceanography**, v. 49, p. 1229–1238, 2004.
- HAYNES, A.; TAYLOR, B. J. R.; VARLEY, M. E. The influence of the mobility of *Potamopyrgus jenkinsi* (Smith, E. A.) (Prosobranchia: Hydrobiidae) on its spread. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 103, n. 4, p. 497-508, 1985.
- HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Phoresy and commensalism of Chironomidae larvae (Insecta: Diptera) in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Lundiana**, v. 10, n. 1, p. 11-18, 2009.
- INDRUSIAK, L. F. Inventário da fauna malacológica do rio Ibicuí-Mirim, RS. **Ciência e Natura**, v. 5, p. 127-134, 1983.
- ITUARTE, C. F. Primera noticia acerca de la introduccion de pelecípodos asiáticos em la área rio-platense (Mollusca, Corbiculidae). **Neotropica**, v. 27, p. 79-83, 1981.
- KAPPES, H.; HAASE, P. Slow, but steady: dispersal of freshwater molluscs. **Aquatic Sciences**, v. 74, p. 1-14, 2012.
- KOTZIAN, C. B.; FAGUNDES, C. K.; BEHR, E. R. Some taphonomic signatures of freshwater mollusks shells predated by fishes in southern Brazil. In: VI Congresso Latino-Americano de Paleontologia, 2005, Aracajú/SE. Anais/RS. 2005.
- KOTZIAN, C. B.; SIMÕES, M. G. Taphonomy of Recent freshwater molluscan death assemblages, Touro Passo Stream, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, n. 2, p. 243-260, 2006.
- KÜTTER, M. T.; BEMVENUTI, M. A.; MORESCO, A. Feeding strategy of the Jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Heptapteridae) in costal lagoons of southern Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, p. 41-47, 2009.

LOLIS, A. A.; ANDRIAN, I. F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 23, n. 1, p. 23-28, 1996.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Cunningham. São Paulo: EDUSP, 1999. 535 p.

LUZ-AGOSTINHO, K. D. et al. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná River Basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 1, p. 61-68, 2006.

MACK, T. N.; ANDRASO, G. Ostracods and other prey survive passage through the gut of round goby (*Neogobis melanostomus*). **Journal of Great Lakes Research**, v. 41, p. 303-306, 2015.

MAGUIRE, B. J. The passive dispersal of small aquatic organisms and their colonization of isolated bodies of water. **Ecological Monographs**, v. 33, p. 161-85, 1963.

MANSUR, M. C. D. et al. Moluscos. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. A. (Coord.). **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 49-71.

MANSUR, M. C. D.; PEREIRA, D. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoidea, Veneroidea e Mytiloidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1123-1147, 2006.

MANSUR, M. C. D. et al. Morfologia e ciclo larval comparados de bivalves límnicos invasores e nativos. In: MANSUR, M. C. D. et al. (Coord.). **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes, 2012. p. 95-110.

MARTELLO, A. R., KOTZIAN, C. B.; SIMÕES, M. G. Quantitative fidelity of Recent freshwater mollusk assemblages from the Touro Passo River, Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 453-465, 2006.

MARTELLO, A. R.; HEPP, L. U.; KOTZIAN, C. B. Distribution and additive partitioning of diversity in freshwater mollusk communities in Southern Brazilian streams. **Revista de Biologia Tropical**, v. 62, n. 1, p. 33-44, 2014.

MASTRARRIGO, V. La boga, contribución a su conocimiento biológico. **Almanaque del Ministerio de Agricultura y Ganadería**, v. 25, p. 417-426, 1950.

MONSON, M. P.; HOLZENTHAL, R. W.; AHLSTRAND, G. G. The larva and pupa of *Cochliopsyche vazquezae* (Trichoptera: Helicopsychidae). **Journal of the North American Benthological Society**, v. 7, n. 2, p. 152-159, 1988.

MONTALTO, L. et al. Peces del rio Paraná medio predadores de una espécie invasora: *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae). **Revista da Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral**, v. 3, p. 85-103, 1999.

MCMAHON, R. F. Response to temperature and hipoxia in the oxygen consumption of the introduced Asiatic freshwater clam *Corbicula fluminea* (Müller). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 63, p. 383-388, 1979.

NORTON, S. F. Role of the gastropods shell and operculum in inhibiting predation by fishes. **Science**, v. 24, p. 92-94, 1988.

OCCHI, R. N.; OLIVEROS, O. B. Estudio anátomo-histológico de la cavidad bucofaringea de *Leporinus obtusidens* Valenciennes y su relación com el régimen alimentario (Pisces, Tetragonopteridae). **Physis**, v. 33, p.77-90, 1974.

OLAZARRI, J. Sobre moluscos em el contenido estomacal de la enguila comum *Synbranchus marmoratus* Bl. **Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay**, v. 1, n. 1, p. 9-10, 1961.

OLIVEIRA, C. R. C. et al. Fish as controllers of invasive mollusks in a Neotropical Reservoir. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 8, n. 2, p. 140-144, 2010.

PEREIRA, D. et al. Malacofauna límnic do sistema de irrigação da microbacia do Arroio Capivara, Triunfo, RS, Brasil. **Biociências**, v. 8, n. 1, 137-157, 2000.

PEREIRA, D. et al. Bivalve distribution in hydrographic regions in South America: historical overview and conservation. **Hydrobiologia**, v. 718, p. 1-30, 2013.

PFEIFER, N. T. S.; PITONI, V. L. L. Análise qualitativa estacional da fauna de moluscos límnicos no Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v. 11, n. 2, 145-158, 2003.

REES, W. J. The role of Amphibia in the dispersal of bivalve molluscs. **British Journal of Herpetology**, v.1, p.125–129, 1952.

RICCIARDI, A.; RASMUSSEN, J. B. Extinction rates of North American freshwater fauna. **Conservation Biology**, v. 13, n. 5, p. 1220-1222, 1999.

RICHARDSON, L. R. Observations on the migratory behavior of leeches. **Canadian Field-Naturalist**, v. 54, p. 67-70, 1942.

RICKLEFS, R. E. 2012. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 506 p.

RODRIGUES, F. L.; BEMVENUTI, M. A. Hábito alimentar e osteologia da boca do peixe rei, *Odontesthes humensis* de Buen (Atheriniformes, Atherinopsidae) na Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 793-802, 2001.

SÁ, R. L. et al. Diversidade de moluscos em riachos de uma região de encosta no extremo sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 3, p. 213-221, 2013.

SANTOS, S. B. et al. Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil. In: MANSUR, M. C. D. et al. (Coord.). **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora, 2012. p. 25-49.

SABAJ, M. H.; FERRARIS, C. J. 2003, Doradidae (Thorny catfishes. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. Jr. Coord.). **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 456-459.

SCHMIDT, H.; BOROFFKA, I. Z. Recovery after anaerobic metabolism in leech (*Hirudo medicinalis* L.). **Journal of comparative Physiology**, v. 163, n. 574-580, 1993.

SILVA, M. C. P. **Hydrobiidae (Gastropoda, Neotaenioglossa, Rissoidea) da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2003. 382f. (Doutorado em Biologia Animal)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SILVA, T. B.; UIEDA, V. S. Preliminary data on the feeding habits of the freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Potamotrygonidae) from the Upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p. 221-226, 2007.

SIMÕES, R. I. **Comunidade de moluscos bentônicos na área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Dona Francisca, Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: fase de pré e pós-enchimento do reservatório**. 2002. 218p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SIMONE, L. R. L.; MORACCHIOLI, N. Hydrobiidae (Gastropoda: Hydrobioidea) from the ribeira valley, S. E. Brazil, with descriptions of two New Cavernicolous species. **Journal of Molluscan studies**, v. 60, p. 445-459, 1994.

SIMONE, L. R. L. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. São Paulo: EGB/Fapesp. 2006. 390 p.

SPIES, M. R.; FROEHLICH, C. G.; KOTZIAN, C. B. 2006. Composition and diversity of Trichoptera (Insecta) larvae communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 96, p. 389-398, 2006.

STEVAUX, M. C. S.; NEGRELLE, R. R. B.; Citadini-Zanette, V. Seed dispersal by fish *Pterodoras granulosus* in the Paraná River Basin, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.10, p. 621-626, 1994

STRAYER, D. L. **Freshwater Mussel Ecology: A Multifactor Approach to Distribution and Abundance**. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 2008, 204 p.

STRONG, E. E., GARGOMINY, O., PONDER, W. F.; BOUCHET, P. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 149-166, 2008.

SYDOW, V. G. et al. *Ichthyocladius* (Diptera, Chironomidae) on loricariid fishes in Atlantic Forest streams: influence of host size and corporal region on larval attachment. **Acta Limnologica Brasiliensia**,v. 20, p. 333-337, 2008.

THOMPSON, C. M.; SPARKS, R. E. Improbability of dispersal of adult Asiatic clams, *Corbicula manilensis*, via the intestinal tract of migratory waterfowl. **The American Midland Naturalist**, v. 98, n. 1, p. 219-223, 1977.

VASCONCELOS, L. P.; ALVES, D. C.; GOMES, L. C. Fish reproductive guilds downstream of dams. **Journal of Fish Biology**, v. 85, p. 1489-1506, 2014.

VEITENHEIMER, I. L.; MANSUR, M. C. D. Primeiras observações de bivalves dulciaquícolas como alimento de “Armado amarillo”, *Rhinodoras d'orbigny* (KROYER, 1855) BLEEKER, 1862. **Iheringia**, Série Zoologia, n. 46, p. 25-31, 1975.

VEITENHEIMER-MENDES, I. L. *Corbicula manilensis* (Philippi, 1844) molusco asiático, na bacia do Jacuí e do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Corbiculidae). **Iheringia**, Série Zoologia, v. 60, p. 63-74, 1981.

VIEIRA, J. P.; LOPES, M. N. Size-selective predation of the catfish *Pimelodus pintado* (Siluriformes: Pimelodidae) on the golden mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae). **Zoologia**, v. 30, p. 43–48, 2013.

VINYARD, G. L. An ostracod (*Cypridopsis vidua*) can reduce predation from fish by resisting digestion. **American Midland Naturalist**, v. 102, p. 188–190, 1979.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; GROSSER, K. Gut contents of *Leporinus obtusidens* "sensu" Von Ihering (Pisces, Characoidei) used in a survey for freshwater sponges. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 41, p. 175-183, 1981.

WADA, S.; KAWAKAMI, K.; CHIBA, S. Snails can survive passage through a bird's digestive system. **Journal of Biogeography**, v. 39, p. 69–73, 2012.

WALTHER, A. C. et al. Attachment of the freshwater limpet *Laevapex fuscus* to the hemelytra of the water bug *Belostoma flumineum*. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 23, n. 2, p. 337-339, 2008.

WILLIAMS, D. D.; READ, A. T.; MOORE, K. A. The biology and zoogeography of *Helicopsyche borealis* (Trichoptera: Helicopsychidae): a Nearctic representative of a tropical genus. **Canadian Journal of Zoology**, v. 61, p. 2288-2299, 1983.

ZANIBONI-FILHO, E. et al. **Catálogo ilustrado de peixes do alto Rio Uruguai**. Florianópolis: UFSC, 2004. 128 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662 p.

APÊNDICE- IMAGENS DE ALGUMAS METODOLOGIAS EMPREGADAS NO ESTUDO



Imagem 1- Aquários utilizados para criação de moluscos para o experimento de oferta de alimento.



Imagem 2- Caixas d'água, nas quais os peixes foram mantidos durante o experimento de oferta de moluscos.



Imagem 3- Pesqueiro no rio Uruguai, no qual os peixes eram trazidos pelos pescadores para análise de conteúdo intestinal.



Imagem 4- Pescadores durante captura de peixes.