



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



**PODEM PEQUENAS VARIAÇÕES NA ALTITUDE E NA
ORDEM DE RIACHOS INFLUENCIAR A ESTRUTURA
DAS COMUNIDADES DE MOLUSCOS?**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Roger Lopes de Sá

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

**PODEM PEQUENAS VARIAÇÕES NA ALTITUDE E NA
ORDEM DE RIACHOS INFLUENCIAR A ESTRUTURA DAS
COMUNIDADES DE MOLUSCOS?**

Roger Lopes de Sá

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Área de Concentração em Bioecologia de Invertebrados Aquáticos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Bender Kotzian
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Regina Spies

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

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

Sá, Roger Lopes

Podem pequenas variações na altitude e na ordem de riachos influenciar a estrutura das comunidades de moluscos? / Roger Lopes Sá.-2012.

69 p.; 30cm

Orientadora: Carla Bender Kotzian

Coorientadora: Márcia Regina Spies

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, RS, 2012

1. moluscos límnicos 2. gradiente ambiental 3. paisagem 4. escala espacial 5. região Neotropical I. Kotzian, Carla Bender II. Spies, Márcia Regina III. Título.

**Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Universidade Federal de Santa Maria**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**PODEM PEQUENAS VARIAÇÕES NA ALTITUDE E NA ORDEM DE
RIACHOS INFLUENCIAREM A ESTRUTURA DAS COMUNIDADES
DE MOLUSCOS?**

elaborada por
Roger Lopes de Sá

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal

Comissão Examinadora

Profª. Drª. Carla Bender Kotzian

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Prof. Dr. Claudio Germán De Francesco

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) – Argentina

Prof. Dr. Luiz Ubiratan Hepp

Universidade Regional Integrada (URI) - Erechim

Santa Maria, 31 de maio de 2012.

Dedico

À Evalda Lopes de Sá, mãe e amiga.

“Há momentos na vida em que sentimos tanto a falta de alguém que o que mais queremos é tirar essa pessoa de nossos sonhos e abraçá-la”.

Clarice Lispector

“Sonhei que estava caminhando na praia
juntamente com Deus.

E revi, espelhado no céu,
todos os dias da minha vida.

E em cada dia vivido,
apareciam na areia, duas pegadas:
as minhas e as d’Ele.

No entanto, de quando em quando,
vi que havia apenas as minhas pegadas,
e isso precisamente
nos dias mais difíceis da minha vida.”

Então perguntei a Deus:

“ Senhor, eu quis seguir-Te,
e Tu prometeste ficar sempre comigo.

Porque deixaste-me sozinho,
logo nos momentos mais difíceis?”

Ao que Ele respondeu:

"Meu filho, Eu te amo e nunca te abandonei.

Os dias em que viste só um par de pegadas na areia
são precisamente aqueles
em que Eu te levei nos meus braços."

Voltar a estudar após 22 anos. Achei que fosse um grande feito.

"Nunca é demasiado tarde para expandir o conhecimento, fazer novos amigos e desafiar-se a si mesmo para atingir algo que valha a pena".

Allan Stewart. Aos 97 anos concluiu (04/05/2012) o mestrado em Ciência Clínica e medicina complementar pela Universidade Southern Cross, depois de, em 2006, ter terminado o curso de Direito.

Ninguém consegue trilhar este caminho sozinho e desta forma quero deixar registrado o meu respeito e agradecimento a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para a conclusão dessa dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Criador, pela vida.

À Prof^a. Dr^a. Carla Bender Kotzian por ter me aceitado como orientado e acreditado que juntos poderíamos fazer um bom trabalho. Por sua orientação segura, criteriosa e achando que sempre poderemos melhor mais.

À minha coorientadora, Marcia Regina Spies, pelo grande auxílio nas análises estatísticas e pelos conhecimentos transmitidos.

À minha esposa, Mariangela, uma zootecnista que teve que aprender um pouco sobre comunidades de moluscos, por sua ajuda nas coletas, por seu ombro amigo e apoio incondicional. Te amo.

A meus filhos, Leonardo (que se sobrecarregou com as atividades de casa por um pai sem tempo) e a bióloga Rithiele (que sempre que podia se oferecia para ajudar até nas aulas do colégio em que leciono). Amo muito vocês.

À bióloga Isabel Soares, colega, amiga, conselheira... Sem teu cafezinho inigualável, teu apoio e tuas palavras de incentivo, eu não teria conseguido.

À minha coorientada de iniciação científica Luciani Santin principalmente pela ajuda por dias seguidos de lupa, fotografias e por não ter vomitado em uma das coletas.

Ao biólogo, Me., Alcemar Martello pelo acompanhamento diário e ajuda nas coletas, mapas, explicações e debates. Sempre o “cara” mais divertido e descontraído do laboratório, pois sempre saía com alguma “perola”, como, por exemplo, o “mete, mete”.

Ao biólogo Mateus M. Pires, de poucas palavras, mas com grande paciência para explicar gráficos ou o que quer que fosse.

Às biólogas Vanessa Baptista & Michelle Antunes. Com essa dupla não tem tempo feio. “Tudo vai dar certo, tudo vai melhorar”. Obrigado pela ajuda em campo e também pelas palavras de incentivo.

À Elzira Floss, sempre com uma boa conversa e sempre trazendo algum material para ajudar, como por exemplo, para o teste de proficiência em inglês.

À bióloga Elisangela Secretti, a “The Flash” em campo, pelo auxílio nas coletas, triagem e mapas.

À minhas colegas do laboratório de Malacologia, as biólogas Andrea Salvarrey, Aline Amaral, Bruna Braun e Sarah Freitas e também ao biólogo Nicolás Figueiredo, pelas participações nas coletas e tempo compartilhado.

Aos mais que amigos, Laura, Luciano e Tiago por me ajudarem a combater o stress diário com sorrisos, jogos de truço e altos bate-papos.

Ao Prof. Dr. Átila da Rosa pelas orientações na parte Geológica e valiosas sugestões e a Prof.^a Thais Scotti do Canto-Dorow pela identificação das espécies de plantas.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Locais de coleta de comunidades de moluscos na bacia do Rio Toropi, RS, Brasil conforme cinco faixas de altitude (0-100, 100-200, 200-300, 300-400 e 400-500m) e quatro ordens (1a, 2a, 3a e 4a)23
- Figura 2 – Curva do coletor com base nos moluscos obtidos em cada local de coleta da bacia do Rio Toropi, RS, Brasil.....28
- Figura 3 – Comparação da riqueza estimada das comunidades de moluscos amostrados por faixa de altitude na bacia do Rio Toropi, RS, nos meses de outubro a novembro/2010 Brasil. As barras verticais indicam a variação em torno da média..... 31
- Figura 4 – Comparação da riqueza estimada das comunidades de moluscos amostrados por ordem hidrológica na bacia do Rio Toropi, RS, nos meses de outubro a novembro/2010 Brasil. As barras verticais indicam a variação em torno da média.....31
- Figura 5 – Diagrama de ordenação NMDS A) das diferentes faixas de altitude amostradas (0-100; 100-200; 200-300, 300-400; 400-500) e B) dos diferentes grupos de ordens amostradas (1^a, 2^a, 3^a, 4^a) em riachos da Bacia do Rio Toropi36
- Figura 6 – Partilha da variância explicada através da Análise de Correspondência Canônica parcial entre as variáveis ambientais e a covariável espaço.37
- Figura 7 – Diagrama da Análise de Correspondência Canônica (CCA) mostrando a relação entre as espécies de moluscos e as faixas de altitude e ordens, relacionadas com as variáveis ambientais (vetores). Apenas as variáveis com alto poder de discriminação para as coletas no Rio Toropi são mostradas. Abreviação das espécies: *Pcan* = *Pomacea canaliculata*, *Pste* = *Pisidium sterkianum*, *Ucon* = *Uncancylus concentricus*, *Ekla* = *Eupera kappenbachi*, *Pcat* = *Potamolithus catharinae*, *Prib* = *Potamolithus ribeirensis*, *Bten*= *Biomphalaria tenagophila*, *Hmor* = *Hebetancylus moricandi*, *Pame* = *Pomacea americanista*, *Cflu* = *Corbicula flumínea*, *Drhu* = *Diplodon rhuacoicus*, *Eell* = *Eupera elliptica*, *Aspi* = *Asolene spixii*, *Bstr* = *Biomphalaria straminea*, *Hber* = *Heleobia bertoniana*. Abreviação das variáveis DBO = demanda bioquímica de oxigênio, Sh = sombreamento, EC = condutividade elétrica, Ord = ordem dos riachos e larg = largura dos riachos. ...39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Espécies coletadas entre outubro e novembro/2010, no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil, por faixa de altitude (I a V) e por ordem (1^a a 4^a). 29
- Tabela 2 – Média, desvio padrão e amplitude dos valores de temperatura do ar (At) e da água (Wt), velocidade da corrente (Wc), pH, oxigênio dissolvido (DO), condutividade elétrica (EC), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), ferro (Fe), cálcio (Ca), sombreamento (Sh), profundidade (depth), largura (width), macrófitas no leito do rio (RBMD), cascalho, areia e lodo. 34
- Tabela 3 – Autovalores, coeficientes de correlação espécie-ambiente e porcentagem cumulativa explicada dos primeiros quatro eixos da Análise de Correspondência Canônica das comunidades de moluscos de riachos da Bacia do Rio Toropi. 38
- Tabela 4 – Correlações inter-set entre os primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica e as variáveis ambientais das comunidades de moluscos de riachos da Bacia do Rio Toropi. 38

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1

Tabela 1. Caracterização dos locais de coleta das comunidades de moluscos amostradas entre outubro e novembro/2010 no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil.....57

Tabela 2. Distribuição de moluscos, por faixa de altitude, amostrados entre outubro e novembro/2010 no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil60

Tabela 3. Presença e ausência de macrófitas nos locais de coleta amostradas entre outubro e novembro/2010 no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil65

Anexo 2

Prancha 1- Gastrópodes do Rio Toropi: 1) Vista ventral da concha de *A. spixi* e 2) vista dorsal; 3)Vista ventral de *P. americanista* e 4)Vista dorsal; 5)Vista ventral de *P. canaliculata* e 6)Vista ventral 7)Vista ventral de *Potamolithus catharinae* e 8)Vista dorsal; 9)Vista ventral de *P. ribeirensis* e 10)vista dorsal; 11)Vista ventral de *H. bertoniana* e 12)Vista lateral; 13)Vista lateral de *H. moricandi* e 14)Vista dorsal; 15)Vista lateral de *U. concentricus* e 16)Vista dorsal.66

Prancha 1 cont.- Gastrópodes do Rio Toropi: 17)Vista ventral da concha de *L. columella* e 18)vista dorsal; 19)Vista ventral de *B. tenagophila* e 20)Vista da abertura da concha; 21)Vista dorsal de *B. straminea* e 22)Vista da abertura da concha.....67

Prancha 2- Bivalves do Rio Toropi: 23)Vista ventral da concha de *D. rhuacoicus* e 24)vista dorsal; 25)Vista ventral de *A. tenebricosus* e 26)Vista ventral; 27)Vista dorsal de *Corbicula fluminea* e 28)Vista ventral; 29)Vista ventral de *Eupera elliptica* e 30)Vista ventral68

Prancha 2-cont. Bivalves do Rio Toropi: 31)Vista dorsal de *Eupera klappenbachi* e 32)Vista ventral; 33)Vista dorsal de *Pisidium punctiferum* e 34)Vista ventral; 35)Vista dorsal de *Pisidium sterkianum* e 36)Vista ventral69

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	09
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ANEXOS	11
ARTIGO	13
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	17
Material e Métodos	20
Área de estudo.....	20
Locais de coleta.....	21
Amostragem e identificação.....	22
Variáveis ambientais	22
Análise dos dados.....	24
Resultados	27
Riqueza, abundância e diversidade das comunidades entre faixas de altitude e grupos de ordem.....	30
Estruturação das comunidades conforme faixas de altitude e grupos de ordem.....	33
Influência de fatores abióticos na distribuição espacial das comunidades.....	37
Discussão	40
Considerações finais	48
Referências	47
ANEXOS	57
Anexo 1.....	57
Anexo 2.....	66

ARTIGO

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

PODEM PEQUENAS VARIAÇÕES NA ALTITUDE E NA ORDEM DE RIACHOS INFLUENCIAR A ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE MOLUSCOS?

AUTOR: ROGER LOPES DE SÁ
ORIENTADORA: CARLA BENDER KOTZIAN
COORIENTADORA: MARCIA REGINA SPIES

A influência de pequenos gradientes de altitude (0-500 m) e ordem (1ª a 4ª) na distribuição espacial das comunidades de moluscos foi estudada, com base em 40 amostras coletadas em uma bacia hidrográfica, localizada em região de clima temperado, no Brasil. A riqueza foi maior nas faixas mais baixas de altitude (0-100), e aumentou com o aumento das ordens, independentemente da altitude. No entanto, a composição e abundância proporcional de espécies das comunidades não foram estruturadas pelos gradientes ambientais. A pequena influência dos fatores de paisagem analisados sobre a espacialidade de muitos fatores abióticos, e a tolerância de muitas espécies às variações dos fatores ambientais analisados, determinaram esses resultados. A localização das áreas de altitude mais baixas em uma região de transição de relevo e a maior largura dos rios de 4ª ordem, a qual favorece a existência de um maior número de nichos ecológicos, determinaram maior heterogeneidade ambiental, permitindo a ocorrência de maior riqueza. A existência de locais com condições ambientais favoráveis a cada espécie em particular sem estruturação espacial refletiu-se na falta de estruturação das comunidades, quanto a abundância proporcional de espécies. No entanto, a pouca heterogeneidade espacial e, possivelmente, a interferência de vetores vertebrados na dispersão dos moluscos de água doce, impediram encontrar padrões mais claros de distribuição espacial.

Palavras-chave: Moluscos límnicos. Gradiente ambiental. Paisagem. Escala espacial. Região Neotropical.

ABSTRACT

Mastership Dissertation
Post-Graduation Program in Animal Biodiversity
Universidade Federal de Santa Maria

CAN SMALL CHANGES IN ALTITUDE AND ORDER OF STREAMS, INFLUENCE THE COMMUNITY STRUCTURE OF MOLLUSKS?

AUTHOR: ROGER LOPES DE SÁ
ADVISER 1: CARLA BENDER KOTZIAN
ADVISER 2: MARCIA REGINA SPIES

The influence of small gradients of altitude (0-500 meters) and order (1st to 4th) in the spatial distribution of mollusk communities was studied, based on 40 samples collected in a watershed of a temperate climate region, in Brazil. Richness was higher in lower ranges of altitude (0-100), and increased with the increase of orders, independently of altitude. However, composition and proportional abundance of species of the communities were not structured by the environmental gradients. The small influence of landscape factors on the spatiality of many abiotic factors, and the tolerance of many species to variations in the environmental factors analyzed determined these results. The proximity of the lower of altitudes with a transitional relief area, and the large width of the 4th order streams, which favored a higher number of ecological niches, provided higher complexity to the sites localized in these areas, allowing the occurrence of higher richness. The existence of patchy spatial structured pattern in good environmental conditions determined the absence of the proportional abundance of species. However, few landscape heterogeneity and possibly, interference of vertebrate vectors in the dispersion of the freshwater mollusks hinder to find clear patterns of spatial distribution.

Keywords: Freshwater mollusks. Environmental gradients. Landscape. Spatial scale. Neotropical region.

Podem pequenas variações na altitude e na ordem de riachos influenciar a estrutura das comunidades de moluscos?

Roger L. Sá¹; Carla B. Kotzian²; Marcia R. Spies³; Alcemar R. Martello¹ & Luciani Santin⁴

¹ Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105900, Santa Maria, RS, Brasil (rogerlsa2012@gmail.com; telefone: 0055553220-8681; fax: 0055553220-8022)

² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105900, Santa Maria, RS, Brasil

³ Universidade Federal do Pampa (Unipampa - Campus São Gabriel) Av. Antônio Trilha 1847, São Gabriel, RS. CEP 97300-000, Brasil

⁴ Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105900, Santa Maria, RS, Brasil

ABSTRACT

The influence of small gradients of altitude (0-500 meters) and order (1st to 4th) in the spatial distribution of mollusk communities was studied, based on 40 samples collected in a watershed of a temperate climate region, in Brazil. Richness was higher in lower ranges of altitude (0-100), and increased with the increase of orders, independently of altitude. However, composition and proportional abundance of species of the communities were not structured by the environmental gradients. The small influence of landscape factors on the spatiality of many abiotic factors, and the tolerance of many species to variations in the environmental factors analyzed determined these results. The proximity of the lower of altitudes with a transitional relief area, and the large width of the 4th order streams, which favored a higher number of ecological niches, provided higher complexity to the sites localized in these areas, allowing the occurrence of higher richness. The existence of patchy spatial structured pattern in good environmental conditions determined the absence of the proportional abundance of species. However, few landscape heterogeneity and possibly, interference of vertebrate vectors in the dispersion of the freshwater mollusks hinder to find clear patterns of spatial distribution.

Keywords: freshwater mollusks, environmental gradients, landscape, spatial scale, Neotropical region

INTRODUÇÃO

As escalas espaciais usadas em análises sobre a estrutura das comunidades têm recebido grande atenção, pois tem implicações práticas para programas de conservação (Noss,

1992). Como as áreas prioritárias para conservação, geralmente, representam apenas uma parte da área de ecossistemas ou ambientes a serem preservados (Pimm et al., 2001; Diniz-Filho et al., 2009), estudos conduzidos em escala de paisagem, podem ser considerados os mais apropriados para gerar as informações necessárias às políticas de preservação ambiental.

Rios podem ser considerados sistemas abertos com estrutura tridimensional (longitudinal, lateral e vertical), caracterizados por processos hidrológicos e geomorfológicos altamente dinâmicos, frente às mudanças climáticas e temporais (Petts, 2000). Devido a esta dinâmica e porque estão historicamente vinculados ao uso da água para diversas atividades humanas (Allan & Castillo, 2007), estão entre os ambientes mais ameaçados mundialmente. Contudo, esses ambientes têm sido protegidos através de programas de conservação de ecossistemas terrestres, cujas áreas de preservação (e.g., parques) são fortemente determinadas com base em padrões e processos de distribuição das comunidades terrestres (Moulton, 2009). Rios comumente transpõem os limites dessas áreas pois cursos de grande ordem, localizados em planícies, e riachos de pequena ordem localizados em encostas, costumam estar fora das áreas de conservação (Moulton, 2009). Desta forma, as áreas de preservação dificilmente contemplam os pré-requisitos necessários para proteção das comunidades lólicas, que são estruturadas e distribuídas por fatores que variam de montante-jusante (e.g., Vannote et al., 1980).

Altitude e ordem de rios podem ser considerados fatores paisagísticos quando analisados em gradientes longos, pois fatores de escala local associados a ambos covariam com as mudanças de paisagem (e.g., Turner, 1989; Magnuson & Kratz, 1999). Nessa condição, altitude e ordem podem influenciar a estrutura das comunidades de macroinvertebrados, como demonstrado em vários estudos. Em regiões com grande variação de altitude (e.g., planalto x planície, 0 a 4000 m), a riqueza, a composição, a abundância podem modificar de montante para jusante (Bueno et al., 2003; Jacobsen, 2004; Allan &

Castillo, 2007). A Riqueza e composição de comunidades também podem sofrer alterações quando a ordem dos rios varia de forma marcante (Minshall et al., 1985; Stanzner & Higler, 1986; Waite et al., 2000; Mykrä et al., 2004; Salvarrey, 2010).

Contudo, alguns estudos têm mostrado que sob gradientes de paisagem não tão longos, com pouca variação de paisagem, como riachos localizados em áreas de planície ou com pequena variação de altitude, modificações na estrutura das comunidades de macroinvertebrados também podem ocorrer (e.g., Lake, 2000; Miserendino, 2001; Salvarrey, 2010). Adicionalmente, estudos conduzidos em gradientes longos (e.g., Suren, 1994, Jacobsen et al., 2003, Jacobsen & Marín, 2008) têm mostrado que as variações marcantes ocorrem em faixas de altitude ou em ordens intermediárias. Desta forma, é possível que gradientes médios e pequenos de paisagem, ou que pequenas variações, sejam importantes para estruturação das comunidades. Adicionalmente, paisagens pouco heterogêneas também podem representar locais importantes para conservação e, portanto, verificar a existência de padrões de distribuição de macroinvertebrados nessas regiões, seria uma informação importante para programas ambientais.

Moluscos límnicos encontram-se entre os grupos animais mais ameaçados de extinção, especialmente mexilhões de água doce (e.g., veja Bogan, 2008 para bivalves e Strong et al., 2008 para gastrópodes). Porém, estudos sobre a distribuição espacial de suas comunidades são escassos se comparados àqueles existentes para macroinvertebrados, os quais raramente contemplam a malacofauna. A influência da altitude foi investigada em uns poucos ambientes lênticos, e em gradientes de altitude muito amplos, como nos Andes (Jacobsen, 2004) e nos Alpes (Sturm, 2007). Modificações nas comunidades de moluscos em relação às ordens, entretanto, são melhor conhecidas, mas tratam principalmente daquelas vinculadas a gradientes maiores, pois os mexilhões de água doce são comuns nos cursos de maior tamanho (Mouthon, 1999; Strayer, 2008; Allen & Vaughn, 2010). A influência de pequenos gradientes

foi observada quanto a composição das comunidades de moluscos em banhados localizados em planícies e planaltos (Maltchik et al., 2010) e quanto à riqueza da malacofauna de riachos de pequenas ordens (Freitas, 2011; Bódis, 2012). Cabe salientar que, tal como observado para macroinvertebrados límnicos em longos gradientes de altitude, nas comunidades de gastrópodes terrestres, as modificações mais acentuadas foram observadas em altitudes intermediárias (Hausdorf, 2006).

Desta forma este estudo se procura verificar duas hipóteses:

- Hipótese 1: testar se variações pequenas de altitude e ordem interagem, impondo modificações na estrutura das comunidades de moluscos em riachos localizados em uma região de encosta, com clima temperado.

- Hipótese 2: Verificar as variações em fatores abióticos, em escala local para detectar a existência de pequenos gradientes de paisagem bem como a influência destes sobre espécies e comunidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Bacia do Rio Toropi localiza-se no extremo sul do Brasil (Estado do Rio Grande do Sul), entre as latitudes de 28°30'S a 31°S, e longitudes de 53°30' a 57°W (Fig. 1), abrangendo uma área total de 47.740 km². As nascentes localizam-se no Planalto Meridional ou Planalto Rio-grandense, onde a altitude alcança 499 metros, mas a maioria dos rios e riachos ocupa a encosta do Planalto. O Rio Toropi é de 6ª ordem próximo à foz, e desemboca no Rio Ibicuí, na Depressão Periférica ou Depressão Central, uma região de planície, em uma altitude de 72,54 metros (Hundertmark & Miorin, 2001). Geologicamente, nas áreas mais altas, os rios correm sobre as rochas vulcânicas, básicas e ácidas, da Formação Serra Geral, na encosta, correm sobre uma mistura de rochas vulcânicas e sedimentares, as últimas representadas pelas

formações Botucatu e Caturrita. Próximo à foz, predominam sedimentos aluviais (Robaina et al., 2010).

O clima na região se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano, e precipitação acumulada anual variando entre 1.250 e 2.000 mm (Silva et al., 2006, Buriol et al., 2007). A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, e a do mês mais frio cerca de 3°C e, por isso, na região, o clima é considerado temperado (Maluf, 2000). A vegetação original da área estudada está inserida na zona de transição entre a Floresta Estacional Decidual na encosta do Planalto, e a Savana (campos) na Depressão Central (IBGE, 1990; Marcuzzo et al., 1998; Quadros & Pillar, 2002). Atualmente, grande parte da vegetação existente na Depressão Central deu lugar à agricultura (arroz), principalmente ao longo das margens dos rios e riachos (Pedron et al., 2006). Na encosta plantações de milho e feijão são comuns, mas cultivo de soja e a pecuária são predominantes, principalmente próximos ao planalto.

Locais de coleta

As coletas foram feitas nos meses de outubro e novembro de 2010 em quarenta locais que foram escolhidos para o estudo (Fig. 1). Os dois pontos extremos apresentavam uma distância de 110km e cada ponto da área apresentava uma distancia mínima de, pelo menos, 3 km um do outro. Os pontos de coleta foram distribuídos conforme cinco diferentes faixas de altitude (0 a 100 m, 100 a 200 m, 200 a 300 m, 300 a 400 m e 400 a 500 m) e quatro diferentes ordens de rios (1^a, 2^a, 3^a e 4^a). Em cada faixa de altitude, foram amostrados dois locais de 1^a, 2^a, 3^a e 4^a ordens. Desta forma, foram amostrados oito locais para cada faixa de altitude e dez, para cada ordem. Todos os locais possuíam vegetação ripária em ambas as margens. A descrição ambiental de cada local encontra-se no Anexo 1, Tabela 1.

Amostragem e identificação

As coletas foram realizadas, preferencialmente, nas margens dos rios, em locais com profundidade inferior a 1 metro de profundidade. Considerando-se a distribuição extremamente gregária dos moluscos de água doce (Elliott, 1977; Downing & Downing, 1992; Dorazio, 1999; Vaughn et al., 2008) e a área de vida dos Unionoida (Cummins, 1994), as amostragens foram feitas através de parcelas de 5 x 1 m (5 m²), utilizando-se peneiras (malha = 1 mm). Três subamostragens foram feitas em cada local, com distância mínima de 10 metros. Em cada parcela, a amostragem foi conduzida por três pessoas igualmente treinadas, com esforço de coleta de 20 minutos/pessoa. Os exemplares (Anexo 2) coletados em cada parcela foram acondicionados em frascos com álcool 80%. Macrófitas presentes no interior da área de cada parcela (Anexo 1, Tabela 3) foram vistoriadas individualmente, e os moluscos nelas encontrados adicionados às amostras. No laboratório, a identificação foi feita até espécie, com o auxílio de bibliografia especializada e, eventualmente, de especialistas. O material-testemunha foi depositado na coleção de Invertebrados do Setor de Zoologia, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Variáveis ambientais

A altitude dos locais de coleta foi determinada com o auxílio de GPS e a ordem dos riachos determinada com base em mapas cartográficos com escala 1:50.000. Temperatura do ar e da água (termômetro a álcool 0-50°C), profundidade média dos locais de amostragem (m) e velocidade da corrente (método do flutuador de Schwoerbel, 1975; m s⁻¹) foram medidas diretamente em cada local de coleta. A granulometria foi determinada com base na escala de Wentworth, calculando-se a porcentagem de cascalho diretamente em cada local de coleta e o restante em laboratório. Oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), pH (mol dm⁻³), condutividade elétrica (µS cm⁻¹), demanda química de oxigênio (mg L⁻¹) e demanda bioquímica de oxigênio (mg

L^{-1}) foram medidos no Laboratório de Análise de Águas do curso de Engenharia Química, da UFSM, e o teor de cálcio e ferro ($mg L^{-1}$), no Laboratório de Análise de Águas do Departamento de Solos da UFSM.

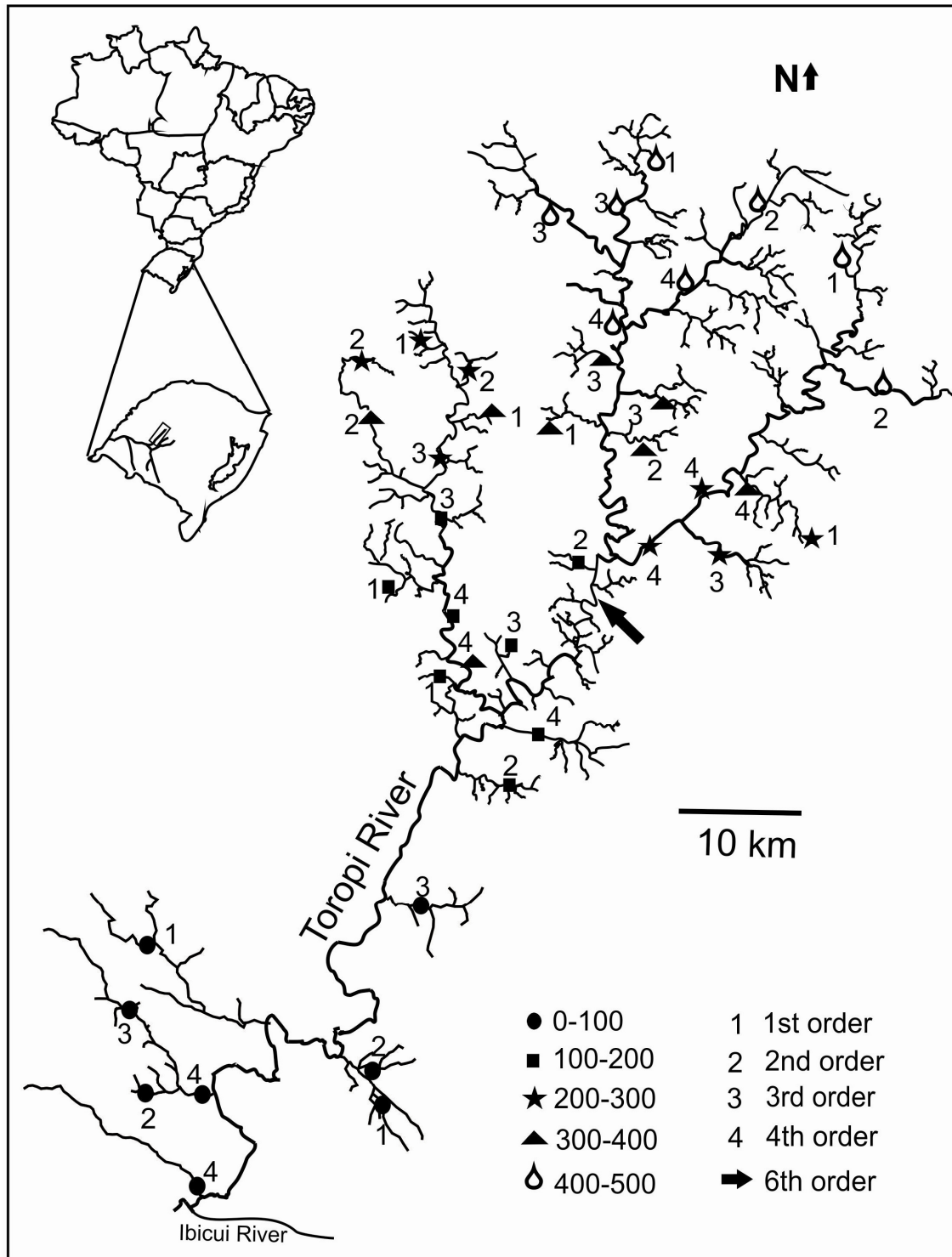


Figura 1 – Locais de coleta de comunidades de moluscos na bacia do Rio Toropi, RS, Brasil conforme cinco faixas de altitude (0 a 500 m) e quatro ordens (1^a a 4^a).

Análise dos dados

Exemplares representados apenas por conchas não foram incluídos nas análises. A diversidade da comunidade foi analisada conforme riqueza (S), número (N), frequência relativa (%) e dominância. A riqueza acumulada de espécies na totalidade da área de estudo foi estimada através de curva do coletor, método de Coleman (Coleman, 1981), obtida com 500 curvas geradas por adição aleatória das amostras, no programa *EstimateS* 8.0 (Cowell, 2006). Este método foi selecionado, pois calcula a flutuação ao torno da curva média, quando as amostras são adicionadas, e é excelente para avaliar o quanto o inventário se aproxima da riqueza total da área (Colwell & Coddington, 1994).

A comparação da riqueza de táxons entre as cinco faixas de altitude e entre as quatro ordens foi realizada utilizando-se o método de rarefação (1.000 permutações) (Simberloff, 1972). Neste sentido, as amostras das comunidades de moluscos foram organizadas em dois blocos para contemplar as duas abordagens propostas. No bloco faixa de altitudes, as amostras foram organizadas em cinco grupos (I, II, III, IV e V), e no bloco ordem, em quatro grupos (1, 2, 3 e 4), todos compostos pelo somatório das amostras que a eles pertencem. Por exemplo, o grupo I foi composto pelo somatório das amostras de todos os locais da faixa de altitude de 0 a 100 m, e o grupo 1, pelo somatório das amostras de todos os locais de 1ª ordem. A comparação de riqueza, pelo método de rarefação, foi feita ao maior nível de abundância comparável entre as comunidades. Desta forma, para a análise entre faixas de altitude, o número de espécies foi estimado em nove indivíduos, e para a análise entre ordens, em sete indivíduos, e a média foi estimada com base em 1.000 iterações, usando-se o programa ECOSIM, versão 7.72 (Gotelli & Entsminger, 2009).

A estrutura (composição e abundância das espécies) das comunidades de moluscos, em relação às diferentes ordens e faixas de altitude foi analisada através das seguintes análises multivariadas: ordenação em Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS)

(Kruskal & Wish, 1978) e análise de similaridades (ANOSIM) (Clarke & Warwick, 2001). A similaridade entre as amostras das comunidades de moluscos de diferentes ordens e faixas de altitude foi analisada utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis, com posterior ordenamento pelo método de NMDS (Kruskal & Wish, 1978). A estatística denominada *stress* foi utilizada como medida da representatividade da matriz de similaridade pelo método de NMDS. Valores de *stress* abaixo de 0,2 correspondem a um ajuste razoável da ordenação (Clarke & Warwick, 2001).

A análise de similaridade de dois fatores cruzados (ANOSIM - *Two-way crossed*) foi usada para testar a diferença entre dois fatores: i) ordem e ii) faixa de altitude. No primeiro, quatro níveis (1, 2, 3 e 4) foram utilizados para análise, correspondendo as diferentes ordens, e no segundo, cinco níveis (I, II, III, IV e V), correspondendo as diferentes faixas de altitude. A ANOSIM é baseada no teste estatístico R, que mede a importância biológica da diferença, a qual varia entre -1 e +1. Valores mais próximos de 1 representam maior diferença entre os grupos de amostras, ou seja, as amostras dentro de cada grupo são mais similares que as amostras entre os diferentes grupos (Clarke & Warwick, 2001). A estatística R com valor zero representa ausência de diferença entre os grupos de amostras, i.e., a hipótese nula é de que não há diferença entre amostras de diferentes grupos (Clarke & Warwick, 2001). A ANOSIM também gera um valor de P semelhante à Análise de Variância (ANOVA), com valores de $P < 0,05$ indicando diferença significativa.

A influência das variáveis ambientais sobre a distribuição espacial das comunidades de moluscos foi analisada através de Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Legendre & Legendre, 1998) no programa CANOCO (ter Braak & Šmilauer, 2002). Esta análise foi selecionada devido ao longo gradiente ($SD > 3,8$) apresentado pelos dados de composição das comunidades de moluscos (alta diversidade beta) (*sensu* ter Braak & Šmilauer, 2002). O comprimento do gradiente estima a diversidade beta entre comunidades, i.e., o grau de

substituição das espécies. De forma geral, os métodos lineares são mais apropriados em gradientes curtos (<3 SD), e os métodos unimodais ou gaussianos são mais indicados em gradientes longos (>4 SD). Quando gradientes de tamanho intermediário (entre 3 e 4 SD) são encontrados, os dois métodos operam adequadamente (*sensu* ter Braak & Šmilauer, 2002). Para verificar o comprimento do gradiente foi realizada uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).

O delineamento amostral utilizado neste estudo apresenta um caráter espacialmente estruturado. Em delineamentos com essa estrutura, as amostras obtidas ao longo do espaço geográfico apresentam uma relação determinada por limitações de dispersão dos animais, chamada de autocorrelação espacial (Legendre & Legendre, 1998). Essa relação foi verificada através da construção de uma matriz covariável a partir da Análise de Coordenadas Principais de Matrizes Vizinhas (*Principal Coordinate Analysis of Neighbour Matrices* - PCNM) (Dray et al., 2006). Esta matriz foi utilizada para identificar a estrutura espacial das comunidades de moluscos e, se presente, remover o efeito da mesma através de uma CCA parcial (*sensu* Legendre & Legendre, 1998). As seguintes variáveis ambientais, bem como as variáveis da matriz covariável, foram testadas para adição no modelo através do procedimento de seleção manual (*forward stepwise*) ($P < 0,05$ pelo teste de permutações de Monte Carlo com 999 randomizações): temperatura do ar, temperatura da água, velocidade da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio, Ferro, Cálcio, porcentagem de sombreamento, porcentagem de macrófitas nas margens, porcentagem de macrófitas no leito, granulometria do substrato, largura e profundidade do riacho, ordem hidrológica e altitude. Desta forma, sete variáveis ambientais foram incluídas no modelo: condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio, sombreamento, porcentagem de macrófitas no leito, ordem hidrológica e largura do riacho; sendo o sétimo eixo a PCNM como covariáveis espaciais. Este método também foi eficiente em remover a

multicolinearidade entre as variáveis explanatórias, já que nenhuma delas apresentou alto valor de inflação (VIF) (*sensu* ter Braak & Šmilauer, 2002). O teste de Monte Carlo (999 aleatorizações) foi utilizado para testar a significância dos eixos canônicos e da correlação entre os táxons e as variáveis ambientais (ter Braak & Šmilauer, 2002). A partilha da variância explicada pelo modelo foi realizada como descrita em Bocard et al. (1992).

A matriz contendo os dados bióticos para as análises estatísticas foi construída com base na menor unidade taxonômica possível até espécie. Os táxons com menos de 10 indivíduos foram desconsiderados, pelo fato destes introduzirem um grande número de zeros na análise, o que tende a obscurecer os padrões e a aumentar a inércia total nos dados dos táxons (ter Braak & Šmilauer, 2002; Titeux et al., 2004). As amostras foram logaritmizadas [$\log_{10}(x+1)$]. Esse procedimento é recomendado para diminuir a influência dos táxons muito abundantes, facilitando a identificação de padrões (Sokal & Rohlf, 1995).

Os dados ambientais foram logaritmizados (variáveis categóricas foram transformadas por arco seno) e padronizados (pelo desvio padrão). A logaritmização dos dados foi adotada para normalizá-los e torná-los homocedásticos (Sokal & Rohlf, 1995). A padronização dos dados ambientais foi realizada para homogeneizar a escala das diferentes unidades de medida incluídas na matriz ambiental (e.g., °C para temperatura do ar e mm para precipitação acumulada) (Clarke & Gorley, 2006).

RESULTADOS

Na área total de estudo, 2296 exemplares vivos, classificados em 18 espécies (Anexo 1, Tabela 2) foram encontrados. A curva do coletor, construída com base nos moluscos obtidos em cada local de coleta, não atingiu a assíntota, mas mostrou tendência à estabilização (Fig. 2), sugerindo que algum acréscimo na riqueza poderá ser obtido com novos esforços de

amostragem. A maioria (89,5%) das espécies foi representada por gastrópodes (Tabela 1). As espécies dominantes na área de estudo foram os gastrópodes *Uncancylus concentricus* (d'Orbigny, 1835) (26%) e *Potamolithus catharinae* Pilsbry, 1911 (21%). Entre os bivalves, a espécie invasora asiática, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), foi dominante (62%).

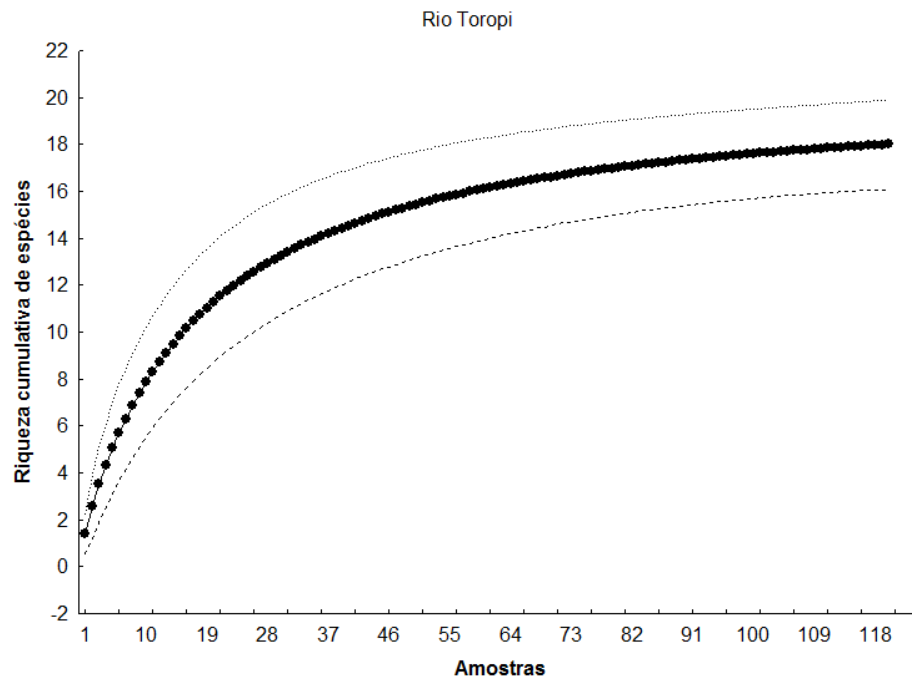


Figura 2 – Curva do coletor com base nos moluscos obtidos em cada local de coleta da bacia do Rio Toropi, RS, Brasil.

Tabela 1 – Espécies coletadas entre outubro e novembro/2010, no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil, por faixa de altitude (I a V) e por ordem (1^a a 4^a).

ESPÉCIES		I	II	III	IV	V	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Total
Ampullariidae	<i>Asolene spixi</i>	12	0	0	4	0	0	0	2	14	16
	<i>Pomacea americanista</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Pomacea canaliculata</i>	30	0	0	0	0	24	0	2	4	30
Hidrobiidae	<i>Potamolithus catharinae</i>	1	4	39	337	103	0	44	154	286	484
	<i>Potamolithus ribeirensis</i>	0	14	33	203	82	0	18	109	205	332
Cochliopidae	<i>Heleobia bertoniana</i>	113	7	251	0	0	6	245	7	113	371
Ancyliidae	<i>Hebetancylus moricandi</i>	94	1	0	16	2	2	6	0	105	113
	<i>Uncancylus concentricus</i>	86	197	125	108	90	182	125	235	64	606
Lymnaeidae	<i>Lymnaea columella</i>	1	2	2	0	2	0	2	4	1	7
Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i>	68	1	2	0	2	4	5	1	63	73
	<i>Biomphalaria straminea</i>	20	0	0	4	0	0	0	1	23	24
Hyriidae	<i>Diplodon rhuacoicus</i>	6	2	0	2	3	1	0	1	11	13
Mycetopodidae	<i>Anodontites tenebricosus</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2
Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i>	149	0	0	0	0	0	0	0	149	149
Sphaeriidae	<i>Eupera elliptica</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2
	<i>Eupera klappenbachi</i>	17	0	0	0	1	0	0	0	18	18
Pisidiidae	<i>Pisidium punctiferum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	<i>Pisidium sterkianum</i>	49	1	4	0	0	40	0	1	13	54
S		14	11	8	7	9	7	7	12	18	18
N		647	231	458	674	286	259	445	518	1074	2296

Em 10% dos 40 locais de coleta e em 33% das 120 parcelas amostradas, moluscos não foram encontrados (Anexo 1, Tabela 2). *Uncancylus concentricus* teve a ocorrência mais ampla, sendo encontrada em cerca de 81% dos locais. *Pomacea americanista* (Ihering, 1919), *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848), *Pisidium punctiferum* (Guppy, 1867), *C. fluminea*, *Eupera elliptica* Ituarte & Dreher-Mansur, 1983, *Eupera klappenbachi* Mansur & Veitenheimer, 1975 e *Anodontites tenebricosus* (Lea, 1834) tiveram distribuição muito localizada, ocorrendo, no máximo, em três locais de amostragem (Anexo 1, Tabela 2). Destas, *P. americanista*, *P. punctiferum*, *E. elliptica* e *A. tenebricosus* também foram raras, i.e, no máximo três indivíduos.

Riqueza, abundância e diversidade das comunidades entre faixas de altitude e grupos de ordem

A riqueza mostrou tendência a aumentar com o aumento da ordem e a diminuição da faixa de altitude. Com relação à altitude, maior riqueza foi obtida na faixa de 0 a 100 metros (I), seguida pela de 100 a 200 (II), mas a maior abundância foi encontrada na faixa de 300 a 400 (IV). *Corbicula fluminea*, *Heleobia bertoniana* (Pilsbry, 1911) e *Hebetancylus moricandi*. (d'Orbigny, 1837) foram dominantes na faixa I, enquanto *U. concentricus* predominou na faixa II. *P. catharinae* e *Potamolithus ribeirensis* Pilsbry, 1911, foram dominantes nas faixas IV e V. Em relação à ordem, a maior riqueza e abundância foram obtidas no grupo de 4ª ordem, com dominância de *P. catharinae*, *P. ribeirensis* e *C. fluminea* (Tabela 1). A estimativa de riqueza obtida pelo método de rarefação (Figs. 3 e 4) confirma a maior riqueza observada através de dados de abundância nas menores faixas de altitude e em riachos de 4ª ordem.

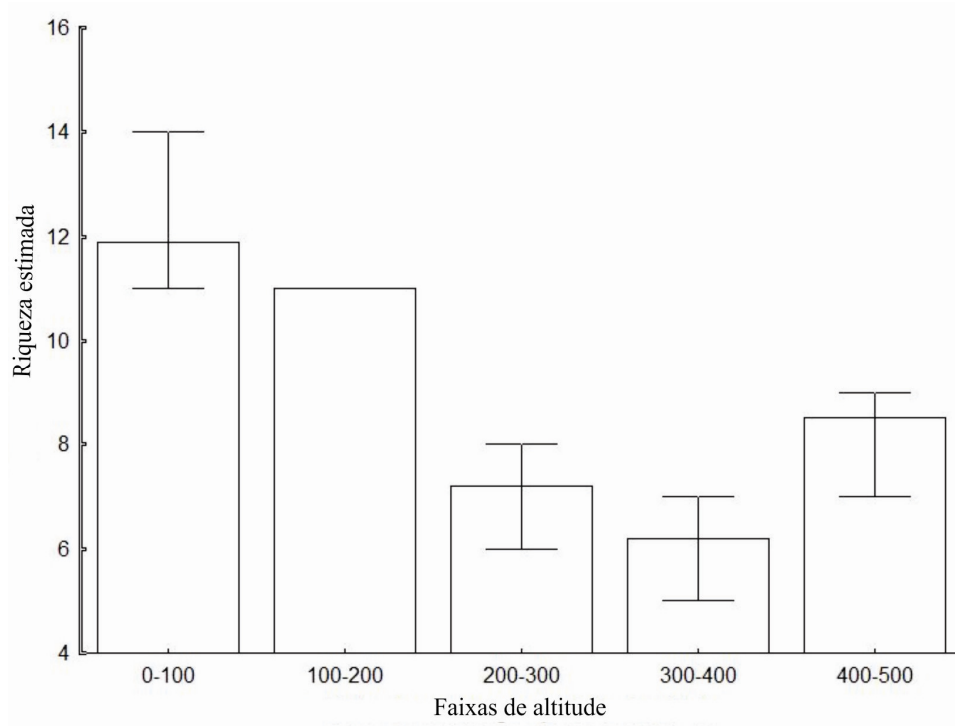


Figura 3 – Comparação da riqueza estimada das comunidades de moluscos amostrados por faixa de altitude na bacia do Rio Toropi, RS, nos meses de outubro a novembro/2010 Brasil. As barras verticais indicam a variação em torno da média.

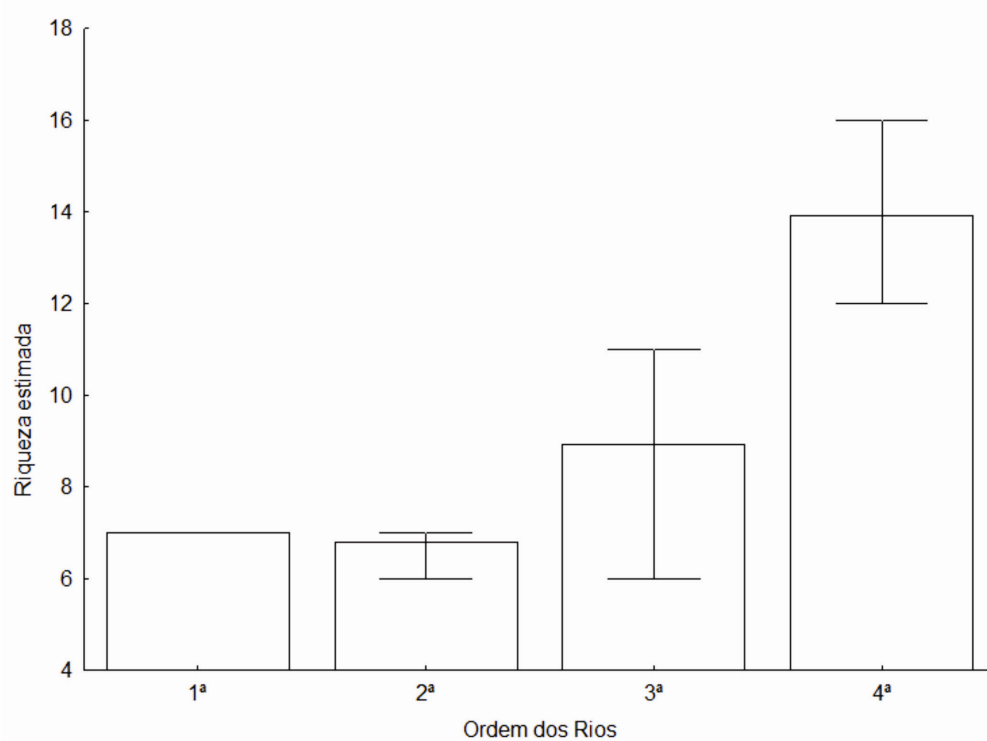


Figura 4 – Comparação da riqueza estimada das comunidades de moluscos amostrados por ordem hidrológica na bacia do Rio Toropi, RS, nos meses de outubro a novembro/2010 Brasil. As barras verticais indicam a variação em torno da média.

Os fatores abióticos, como o pH e oxigênio dissolvido (DO) apresentaram valores adequados para preservação das comunidades aquáticas (resolução 357/2005, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA). Porém, a DBO apresentou grandes alterações na faixa de altitude de 300 a 400 metros, principalmente nos riachos de 1ª ordem. A condutividade elétrica (EC) variou muito entre os locais de coleta, enquanto fatores como temperatura do ar (At), temperatura da água (Wt), Cálcio (Ca) e Ferro (Fe) pouco variaram (Tabela 2), apesar do valor deste último apresentar média mais alta que a recomendada (0,3 mg/L; CONAMA). Poucos fatores variaram em gradiente conforme faixas de altitude ou ordem dos riachos. Oxigênio dissolvido (DO), velocidade da água (Wc) e sombreamento (Sh) mostraram tendência a aumentar, e o conteúdo de íons Cálcio leve tendência a diminuir com o aumento da faixa de altitude (Tabela 2). Medidas de profundidade e largura aumentaram com o aumento da ordem. Alguns fatores exibiram valores médios extremos, nos intervalos máximos e mínimos de altitude ou ordem (Tabela 2). O sombreamento e os valores de DQO foram mais baixos em rios 4ª ordem e a BOD mais alta na 1ª ordem. Demanda química de oxigênio e DBO foram mais altas na faixa de altitude IV, enquanto a EC foi mais alta nas faixas II e III. A temperatura da água foi mais alta na 4ª ordem e ligeiramente mais baixa na faixa V.

A largura dos locais de amostragem aumentou com o tamanho da ordem, mas foi menor na faixa de altitude mais baixa (Tabela 2). Macrófitas não foram encontradas no leito dos riachos das faixas de 200-300 e 400-500 metros de altitude, mas a densidade desta no leito dos riachos (RBMD) foi maior nas faixas de 0-100 e 300-400 metros. A porcentagem de cascalho foi mais baixa nas duas faixas de altitude mais baixas, onde a porcentagem de areia foi mais alta, e a presença de lama foi mais frequente na faixa de altitude mais baixa e em riachos de 4ª ordem (Tabela 4).

Estruturação das comunidades conforme faixas de altitude e grupos de ordem

A ordenação NMDS das amostras não evidenciou tendência de segregação das comunidades de moluscos por faixas de altitude e ordens (Figs. 5A,B). A ausência de segregação foi confirmada pela análise de similaridade (ANOSIM), que evidenciou 3,5% (*Global R* = 0,035, *P* < 0,36) e 2,6% (*Global R* = 0,026, *P* < 0,37) de diferença entre as amostras das diferentes altitudes e ordens respectivamente, ou seja, ausência de diferença entre elas. Porém, os valores *P* não foram significativos.

Tabela 2 – Média e desvio padrão, e amplitude dos valores de temperatura do ar (At) e da água (Wt), velocidade da corrente (Wc), pH, oxigênio dissolvido (DO), condutividade elétrica (EC), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), ferro (Fe), cálcio (Ca), sombreamento (Sh), profundidade (depth), largura (width), macrófitas no leito do rio (RBMD), cascalho, areia e lodo.

	FAIXAS DE ALTITUDE					ORDENS			
	I	II	III	IV	V	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
At (°C)	23±2,84	22,1±3,39	20,25±4,23	22,8±1,92	20±5,70	21,8±3,28	23,4±2,23	20,3±3,48	21±5,57
	21,6-29	17-27	12-27	20-25	9-29	17-29	21-27	12-25	9-29
Wt (°C)	19,9±4,67	18,6±3,06	19,3±2,15	17,9±1,33	15,4±2,52	17,4±2,35	17,7±2,47	17,2±2,02	20,6±4,60
	14,5-28	15,3-24	15-21,5	16,7-20	11-18	13-21,3	14-22,2	14,5-20	11-28
Wc (m s ⁻¹)6m	9,37±10,4	25,7±18,5	25,1±14,4	30,7±15,8	32,1±16,8	29,2±25	19,1±9,02	27,6±14,9	22,6±14,6
	0-25	0-50	0-42	10-60	20-72	0-72	0-27	0-50	0-44
pH (mol dm ⁻³)	6,98±0,07	6,32±2,18	7,47±0,33	7,16±0,18	7,09±0,47	7±0,50	7,09±0,19	6,61±1,98	7,31±0,34
	6,8-7,6	1,01-7,74	6,81-7,96	6,94-7,51	6,2-7,64	6,2-7,72	6,81-7,51	1,01-7,64	6,8-7,96
DO (mg L ⁻¹)	7,6±1,82	17,1±2,10	14,7±3,79	16,8±4,70	21±2,65	15,7±5,29	14,9±6,2	17,1±5,68	14±4,69
	4,25-9,7	15,4-20,8	7,5-20,7	8,1-23,1	17,8-24,8	7,5-24,8	4,25-23,6	6,7-23,7	6,3-20
EC(μS cm ⁻¹)	45,9±28,2	68,1±26,1	80,6±37,4	42,3±7,53	35,8±7,67	56±32,6	52,7±34,4	49,4±24,3	60±25,8
	20,9-102,9	40,3-111,4	48,27-140,1	32,95-52,94	24,77-50,38	24,7-123,7	20,9-140,1	26,7-111,4	32,95-103,2
DBO (mg L ⁻¹)	4,06±3,68	2,31±1,79	2,87±3,75	12,6±27,2	3,87±4,32	11,9±24,2	3,65±3,85	2,45±1,95	2,6±2,54
	0-9	1-6	1-12	1-80	1-13	0-80	0-12	0-6	1-9
DQO (mg L ⁻¹)	29,1±9,76	32,7±22,1	17,7±8,04	70,6±64,2	21,9±12,9	41,18±53,4	43,7±39,6	31,5±25,2	21,4±16,7
	11-34,4	2-74	6-27	9-183	4-38	7-183	17-139	4-98	2-54
Fe (mg L ⁻¹)	0,52±0,79	0,47±0,51	0,25±0,20	0,65±0,35	0,6±0,27	0,64±0,59	0,53±0,64	0,32±0,23	0,51±0,32
	0-2,16	0,17-1,75	0,08-0,68	0,14-1,43	0,07-0,94	0-1,75	0,01-2,16	0-0,62	0,07-0,99
Ca (mg L ⁻¹)	4,15±3,43	2,52±1,60	3,25±2,50	1,48±1,78	1,36±0,42	2,79±3,10	2,74±2,27	2,11±2,38	2,57±1,67
	0-9,29	0,83-4,94	0,75-6,62	0,54-5,86	0,79-2,02	0-9,29	0,54-6,62	0-7,68	0,79-5,86
Sh (%)	31,25±45,8	60±29,7	81,2±25,8	75±26,7	93,7±17,6	65±41,1	77±34,3	80±25,8	51±39,5
	0-100	10-100	50-100	50-100	50-100	0-100	0-100	50-100	0-100
depth (m)	0,33±0,23	0,26±0,16	0,26±0,18	0,22±0,07	0,54±0,44	0,36±0,35	0,24±0,20	0,28±0,15	0,42±0,30
	0,1-0,8	0,05-0,5	0,05-0,6	0,15-0,3	0,15-1,2	0,05-1	0,05-0,8	0,1-0,6	0,15-1,2

	FAIXAS DE ALTITUDE					ORDENS			
	I	II	III	IV	V	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
width (m)	4,83±1,83 3-8	6,66±5,13 1-11	7,33±5 3-16	6,8±2,94 3-11	7,2±3,63 1-4	3,2±1,48 1-5	4,25±1,5 3-6	7,66±3,07 5-12	8,4±3,71 3-16
RBMD (%)	12,5±35,3 0-100	3,75±10,6 0-30	0 0	11,25±21 0-50	0 0	4,83±1,88 3-13	4,83±1,89 3-14	4,83±1,90 3-15	4,83±1,91 3-16
Cascalho (%)	14,6±32,7 0-95,3	51,4±33,8 3,8-96,6	86,4±18,7 49,7-100	71,9±43 1,8-98,6	86,6±16,3 47-98,2	52,8±38,7 2,4-95,2	69,2±37,7 0-100	62,9±43,3 0,3-100	63,9±43,9 0-98,6
Areia (%)	63,4±41,7 0-99,4	46,8±32,3 3,3-93,3	13,2±18,2 0-49,1	26,4±40,3 1,3-94,9	12,8±15,7 1,7-51,2	45,3±36,9 4,7-94,9	23,6±26,8 0-88,5	35,7±41,8 0-99,4	25,5±38,1 0-93,3
Lodo (%)	21,8±37,1 0,03-100	1,71±1,92 0,1-6	0,38±0,48 0-1,2	1,61±3,35 0,1-9,7	0,52±0,56 0,1-1,8	1,83±2,4 0,1-8,1	7,1±18,1 0-58,1	1,37±2,05 0-6	10,5±31,4 0,1-100

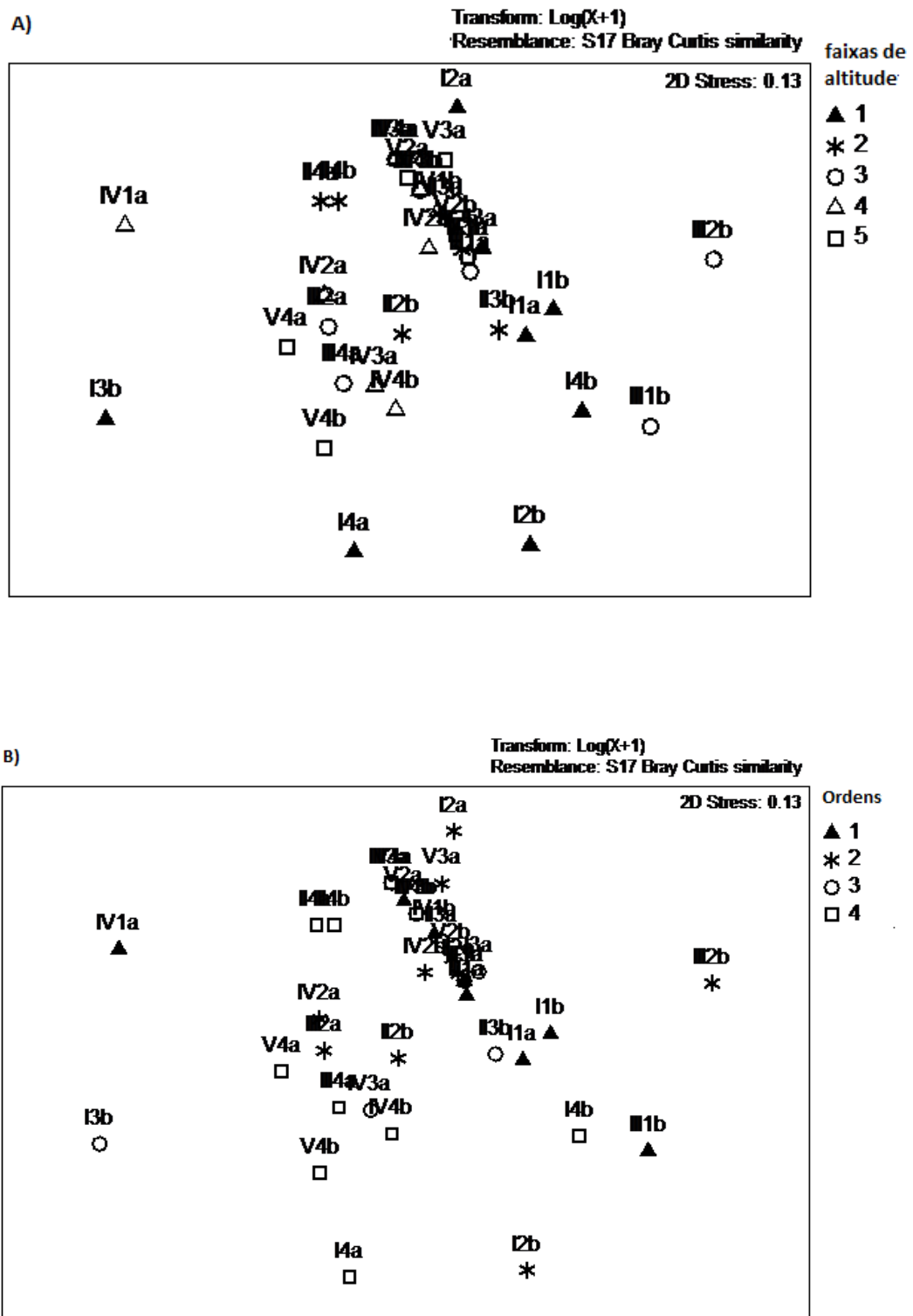


Figura 5 – Diagrama de ordenação NMDS A) das diferentes faixas de altitude amostradas (0-100; 100-200; 200-300, 300-400; 400-500) e B) dos diferentes grupos de ordens amostradas (1^a, 2^a, 3^a, 4^a) em riachos da Bacia do Rio Toropi.

Influência de fatores abióticos na distribuição espacial das comunidades

O espaço *per se*, i. é, a proximidade ou o distanciamento entre os locais de amostragem, teve pequena influência sobre a estruturação das comunidades de moluscos, assim como as variáveis ambientais sem interação com gradientes espaciais. Apenas variáveis ambientais coordenadas com o espaço influenciaram as comunidades (Fig. 6).

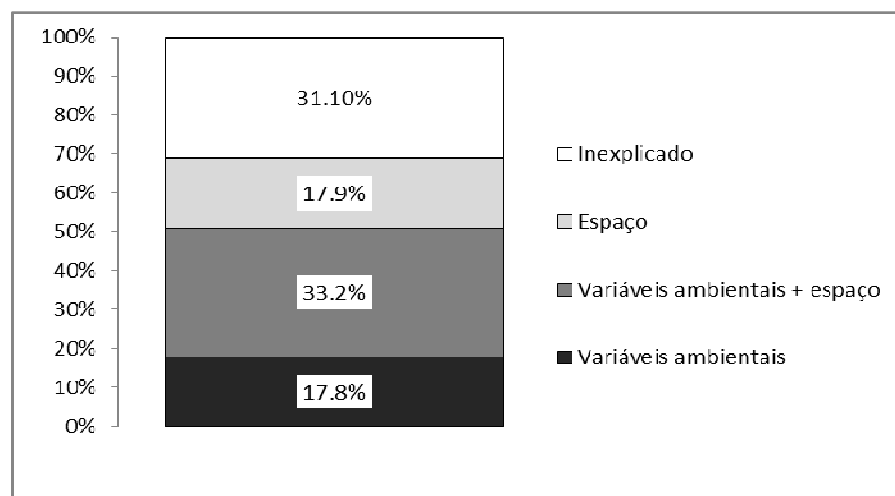


Figura 6 – Partilha da variância explicada através da Análise de Correspondência Canônica parcial entre as variáveis ambientais e a covariável espaço.

Na Análise de Correspondência Canônica (CCA) realizada com dados espaciais das comunidades de moluscos de riachos da Bacia do Rio Toropi, todos os eixos foram significativamente diferentes do acaso ($F= 2,199$, $p 0,001$). Os primeiros dois eixos da CCA juntos resumiram 24,7% da variabilidade existente nos dados da abundância das espécies de moluscos e, destes, 67,9% foram explicados pela relação com as variáveis ambientais (Tabela 3). O primeiro eixo da CCA evidenciou correlação positiva com condutividade elétrica e sombreamento, e negativa com ordem hidrológica e largura dos rios, e densidade de

macrófitas no leito (Tabela 4, Fig. 7). O segundo eixo mostrou correlação positiva com demanda bioquímica de oxigênio, condutividade elétrica e largura (Tabela 4, Fig. 7).

Tabela 3 – Autovalores, coeficientes de correlação espécie-ambiente e porcentagem cumulativa explicada dos primeiros quatro eixos da Análise de Correspondência Canônica das comunidades de moluscos de riachos da Bacia do Rio Toropi.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4	Variância total
Autovalores	0.197	0.169	0.096	0.051	3.035
Correlação espécie-ambiente	0.801	0.754	0.735	0.683	
Porcentagem cumulativa da variância					
de dados das espécies	13.3	24.7	31.2	34.6	
da relação espécie-ambiente	36.6	67.9	85.8	95.2	
Soma total dos autovalores					1.484
Soma total dos autovalores canônicos					0.539

Tabela 4 – Correlações inter-set entre os primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica e as variáveis ambientais das comunidades de moluscos de riachos da Bacia do Rio Toropi.

Variáveis Ambientais	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
Condutividade Elétrica (EC)	0.618	0.204	-0.001	-0.370
DBO	0.055	0.435	-0.364	-0.300
Sombreamento (Sh)	0.529	0.062	0.464	0.059
RBMD	-0.308	0.020	-0.020	-0.526
Largura (Wid)	-0.439	0.201	0.279	0.166
Ordem Hidrológica (Ord)	-0.522	0.161	0.346	-0.259

De maneira geral, no eixo II ocorreu tendência de separação das amostras de 1ª e 2ª ordem no extremo inferior e das de 3ª e 4ª ordem no extremo superior, ocorrendo distribuição de várias amostras em gradiente com a DBO. No eixo I, ocorreu tendência de separação das amostras de maior faixa de altitude (300-400 e 400-500) em um extremo, e da faixa de altitude intermediária (200-300) no outro, a última também tendendo a agrupar no quadrante direito. Neste eixo, as amostras estiveram distribuídas em gradiente com sombreamento, condutividade elétrica, ordem e largura dos riachos, e densidade de macrófitas no leito.

Algumas espécies foram influenciadas pelas variáveis ambientais (Fig. 7). *Eupera klappenbachi* e *Asolene spixi* d'Orbigny, 1838, estiveram relacionadas com a maior densidade de macrófitas no leito dos riachos e com pouco sombreamento. *Heleobia bertoniana* e *Pisidium sterkianum* Pilsbry, 1897, estiveram relacionadas negativamente com a ordem e largura dos riachos, e a primeira positivamente com o sombreamento e negativamente com a densidade de macrófitas. *Hebetancylus moricandi* esteve relacionado negativamente com a densidade de macrófitas. *Hebetancylus moricandi* esteve relacionado negativamente com DBO, e *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835), *B. straminea*, *P. ribeirensis* e *P. catharinae* negativamente com a condutividade elétrica.

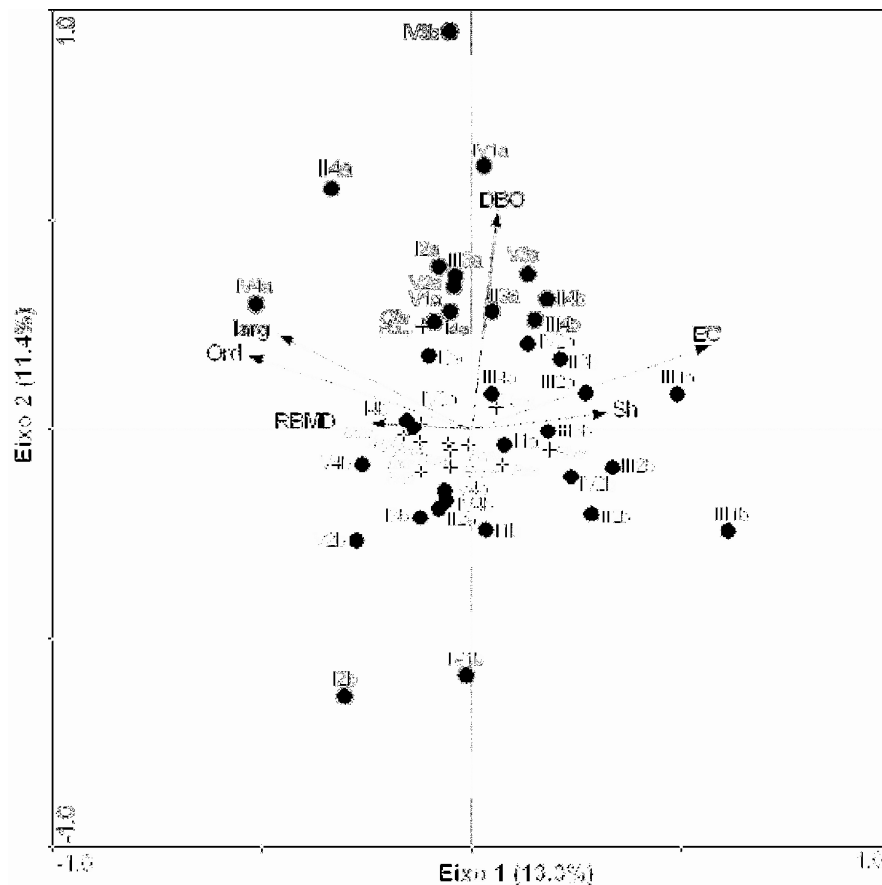


Figura 7 – Diagrama da Análise de Correspondência Canônica (CCA) mostrando a relação entre as espécies de moluscos e as faixas de altitude e ordens, relacionadas com as variáveis ambientais (vetores). Apenas as variáveis com alto poder de discriminação para as coletas no Rio Toropi são mostradas. Abreviação das espécies: *Pcan* = *Pomacea canaliculata*, *Pste* = *Pisidium sterkianum*, *Ucon* = *Uncancylus concentricus*, *Ekla* = *Eupera kappenbachi*, *Pcat* = *Potamolithus catharinae*, *Prib* = *Potamolithus ribeirensis*, *Bten* = *Biomphalaria tenagophila*, *Hmor* = *Hebetancylus moricandi*, *Pame* = *Pomacea americanista*, *Cflu* = *Corbicula flumínea*,

Drhu = *Diplodon rhuacoicus*, *Eell* = *Eupera elliptica*, *Aspi* = *Asolene spixii*, *Bstr* = *Biomphalaria straminea*, *Hber* = *Heleobia bertoniana*. Abreviação dos fatores: DBO = demanda bioquímica de oxigênio, Sh = sombreamento, EC = condutividade elétrica, Ord = ordem dos riachos e larg = largura dos riachos.

DISCUSSÃO

A riqueza (S=18) e as espécies dominantes encontradas na área de estudo são semelhantes às registradas em outros riachos do sul do Brasil (Martello et al., 2006; Freitas, 2011; Pereira et al., 2011). Riqueza maior (S=23) foi registrada, em uma área de nascentes do Rio Gravataí, localizada em banhado, rica em macrófitas (Veitenheimer-Mendes et al., 1992). De maneira geral, as espécies dominantes e melhor distribuídas (*Potamolithus catharinae* e *Uncancylus concentricus*) nos riachos da Bacia do Rio Toropi são comuns nos rios de encosta de regiões próximas, com substrato cascalhoso (Veitenheimer-Mendes et al., 1992; Pereira et al., 2011). Espécies abundantes nas faixas de menor altitude aqui estudadas (*Corbicula fluminea*, *Heleobia bertoniana* e *Hebentancylus moricandi*) também têm sido registradas em riachos de planície e em locais mais arenosos (Pfeifer & Pitoni, 2003; Castillo et al., 2007).

Em estudo conduzido em riachos do curso médio do Rio Ibicuí, em área de planície, com a mesma metodologia de coleta aqui utilizada (Freitas, 2011), as espécies dominantes foram o gastrópode *U. concentricus* e o bivalve *Pisidium* sp., indicando que existem diferenças entre a estrutura das comunidades de moluscos de riachos das regiões de planície e a das comunidades das regiões de encosta da Bacia do Rio Ibicuí. Além disso, nos riachos de planície do Ibicuí, houve predominância de bivalves em relação aos gastrópodes, enquanto no presente estudo, observou-se o inverso. De maneira geral, os locais amostrados no curso médio apresentaram maior porcentagem de areia (Freitas, 2011), do que os aqui estudados, sendo mais apropriados para ocorrência de bivalves. Esses são filtradores ou se alimentam de

detritos, cuja disponibilidade é maior nos riachos de planícies onde há maior deposição de finos (Vannote et al., 1980; Allan, 1997; Allan & Vaughn, 2010).

Na região aqui estuda, a riqueza de moluscos mostrou tendência de aumento nas áreas de menor altitude. De maneira geral, a velocidade dos rios tende a diminuir nas áreas mais baixas (Allan, 1997), permitindo a deposição de sedimentos mais finos (Bonetto & Di Persia, 1975, Vannote et al., 1980). Nessas áreas, também ocorrem planícies de inundação que comumente apresentam ambientes lânticos, como remansos, banhados, meandros, etc. (McCabe, 2010). Nestes, há maior abundância de macrófitas porque a temperatura é maior que nas áreas de maior altitude (Esteves & Camargo, 1986), e essas proporcionam maior heterogeneidade ambiental, permitindo o desenvolvimento de uma malacofauna mais diversificada (Neiff, 1986). Na área de estudo, sombreamento e velocidade da água tenderam a diminuir e o sedimento fino a predominar nas faixas de altitude mais baixas, que determinaram a existência de condições lânticas e a entrada de luz necessária ao desenvolvimento de macrófitas (Madsen et al., 1993). A relação entre macrófitas e substrato mais fino também foi encontrada por Pereira et al. (2011) para o riacho Velhaco no Rio Grande do Sul. Cabe salientar que macrófitas podem fornecer micro-habitat para muitas algas, as quais atraem moluscos (Ferreira et al., 2011), e estes, por sua vez, beneficiam as macrófitas, ao consumir as algas, pois facilitam a chegada de luminosidade (Mormul et al., 2010).

Nos riachos de planície do curso médio da Bacia do Ibicuí, a riqueza registrada foi menor (Freitas, 2011), pois o predomínio de areia pode ter diminuído a heterogeneidade ambiental. Apesar de existir mais areia nas faixas mais baixas de altitude da área de encosta aqui estuda, a presença de cascalho foi mais marcante, e esse é importante para a ocorrência de muitos gastrópodes, devido ao hábito raspador que apresentam (Pereira et al., 2011) e deve ter determinado a maior riqueza de gastrópodes na área de encosta aqui estudada. Além disso,

as áreas mais baixas amostradas neste estudo localizavam-se em área de transição de relevo, o que também favorece o aumento da riqueza de macroinvertebrados (Morrone, 2006; Príncipe & Corigliano, 2006).

A leve tendência de aumento do conteúdo de íons cálcio nas altitudes mais baixas da área de estudo também pode ter contribuído para a maior riqueza nelas encontrada. O cálcio é importante para os moluscos porque influencia o crescimento, a sobrevivência e a fecundidade da malacofauna (McMahon, 1983, Dillon-Jr., 2000).

A riqueza de espécies na área de estudo também mostrou tendência em aumentar com o aumento da ordem. O tamanho dos rios pode ser medido de várias maneiras (Vannote et al., 1980). Ordem e largura são duas dessas medidas, mas ambas não são precisas. A largura pode variar conforme a morfologia do canal, e uma mesma ordem pode ser formada pela reunião de números diferentes de contribuintes. Contudo, ordem e largura costumam estar positivamente correlacionadas. Desta forma, rios de maior ordem, por terem geralmente maior largura, comportam maior diversidade de habitats no que se refere à granulometria e macrófitas (Vannote et al., 1980). No presente estudo, riachos de 4ª ordem apresentaram maior largura e mostraram tendência a apresentar menor sombreamento e maior densidade de macrófitas no leito, independentemente da faixa de altitude, ou seja, tiveram maior heterogeneidade ambiental. Por outro lado a DQO mais baixa (média= 21,4) registradas nos riachos de 4ª ordem, podem ter facilitado a ocorrência de um maior número de espécies de moluscos porque demonstra uma área menos impactada, bem como a temperatura da água mais alta. Elevação do número de espécies de moluscos, de montante para jusante, também foi observada no sul do Brasil, para bivalves no Riacho Ayuí Grande (Bonetto & Di Persia, 1975) e no Rio dos Sinos (Mansur & Pereira, 2006), e para gastrópodes no rio Camaquã (Pereira et al., 2000a), e para gastrópodes e bivalves no Rio Velhaco (Pereira et al., 2011).

Bivalves Unionoidea (*Diplodon rhuacoicus* e *Anodontites tenebricosus*) embora raros na área de estudo, foram comuns principalmente nos riachos de 4ª ordem, como observado em outros riachos de ordem média no sul do Brasil (Freitas, 2011). Mexilhões de água doce só são abundantes e diversificados no sul do Brasil em segmentos de grande ordem, de rios como Jacuí (Pfeifer & Pitoni, 2003), dos Sinos (Mansur & Pereira, 2006) e Uruguai (Castillo et al., 2007), refletindo um comportamento geral do grupo (Strayer et al., 1999).

Embora ordem e altitude tenham influenciado a riqueza das comunidades nos riachos do Toropi, estes fatores não parecem interagir e influenciar a composição e a abundância proporcional de espécies, ou seja, a estrutura das comunidades. Esse mesmo fenômeno foi observado nos riachos do curso inferior do Ibicuí, onde diferentes microbacias e ordens influenciaram a riqueza, mas não a composição e abundância proporcional de espécies das comunidades (Freitas, 2011).

Várias espécies de moluscos de água doce do sul do Brasil são bastante tolerantes a variações em fatores abióticos (Kotzian & Simões, 2006), mas tem preferência por certas condições ambientais que facilitam o estabelecimento das populações. Por exemplo, Unionoidea podem ser encontrados em pequenas ordens e em áreas de encosta, como verificado no presente trabalho, mas preferem ordens maiores e áreas mais baixas (Strayer et al., 1999; Mansur & Pereira, 2006; Castillo et. al., 2007). Assim, embora a riqueza tenha sido maior nas ordens maiores e nas altitudes mais baixas, devido à heterogeneidade ambiental geralmente associada a essas condições, a composição será diferente e a dominância das espécies será maior onde estiverem presentes fatores que favoreçam o estabelecimento das populações de cada espécie.

O único bivalve abundante na área de estudo, a espécie invasora *C. fluminea*, é um filtrador eficiente (e.g., Strayer et al., 1999; Spooner & Vaughn, 2006) e, por isso, apesar de abundante na área de estudo, teve ocorrência restrita a um único local de 4ª ordem e baixa

altitude (0-100), onde há predomínio de areia (Tabela 2). *Potamolithus catharinae* e *P. ribeirensis* predominaram em riachos de 4ª ordem e nas faixas mais altas de altitude, onde velocidade da água e conteúdo de oxigênio dissolvido foram maiores, e o sombreamento menor. Ambas são prosobrânquios que dependem de águas bem oxigenadas para respirar (Brow et al., 1998). Por outro lado, são raspadores micro-herbívoros e/ou micro-onívoros se alimentando de diatomáceas, algas e perifiton (Strong et al., 2008), os quais precisam de luminosidade. *Hebentancylus moricandi* foi mais abundante na faixa de altitude mais baixa e nos riachos de 4ª ordem. Esta espécie tem sido encontrada comumente associada à ambientes não poluídos, vivendo preferencialmente aderida a folhas ou talos de plantas aquáticas e folhas em decomposição (Santos, 2003). Já *U. concentricus* mostrou tendência a ocorrer em áreas de encosta e em riachos de menor ordem onde preferencialmente é encontrado em macrófitas, madeiras e galhos secos (Lanzer & Veitenheimer-Mendes, 1985; Pereira et al., 2000).

A modificação de composição de comunidades de moluscos conforme a altitude foi verificada em uns poucos trabalhos (Jacobsen et al., 1997; Jacobsen, 2004; Maltchik et al., 2010). Contudo, na área estudada, o gradiente baixo de altitude e ordem, não permite a existência de diferenças ambientais marcantes, importantes para moluscos, portanto, não estabelecendo diferenças maiores na estrutura das comunidades (abundância proporcional de espécies). Insetos aquáticos, que possuem vários táxons mais sensíveis a variações ambientais, tiveram a estrutura de suas comunidades influenciadas por gradientes paisagísticos de menor escala, em riachos muito próximos aos da área de estudo, exibindo diferenças de dominância e de composição em diferentes microbacias e ordens (Salvarrey, 2010).

Cabe salientar que a variabilidade entre a estrutura das comunidades na faixa de altitude mais baixa e nos riachos de maior ordem foi muito grande, como demonstrado pela

NMDS, na qual vários locais de amostragem representativos desses fatores paisagísticos estiveram muito dispersos uns dos outros. Locais das demais faixas de altitude e ordens mostraram tendência em agrupar na NMDS, refletindo maior semelhança em suas comunidades, ou seja, pouca variabilidade ambiental. A falta de variabilidade na estrutura das comunidades de moluscos límnicos em ambientes homogêneos, ambientalmente já foi verificada nos pampas argentinos (Tietze & De Francesco, 2010).

A partilha da variância da Análise de Correspondência Canônica parcial aqui realizada também corroborou que o espaço teve pouca influência na explicação das estruturas das comunidades. Muitas espécies de moluscos podem usar vetores para se dispersar, como peixes, mamíferos e aves (Wesselingh et al., 1999; Lanzer, 2001; Morales et al., 2006). Os diferentes dispersores podem deixar os exemplares em locais, cujas distâncias não precisam obedecer a um padrão observável na escala espacial utilizada neste estudo. Assim, considerando a tolerância de moluscos as variações ambientais, dificilmente composição e abundância proporcional das espécies das comunidades poderiam apresentar um padrão estruturado, gradacional, de distribuição, numa escala espacial não muito ampla.

Na área de estudo, vários fatores abióticos variaram pouco (Tabela 2). Entre os que variaram mais, muitos não foram influenciados por gradientes espaciais, como oxigênio dissolvido (DO), condutividade elétrica (EC), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). Seus valores oscilaram entre os locais, independentemente de gradientes de faixas de altitude e ordem. Isso poderia explicar a abundância localizada de algumas espécies, como a dos bivalves, *C. fluminea* e *Pisidium sterkianum*. O primeiro prefere substrato arenoso misturado com lodo e argila, mas em alguns ecossistemas pode ser encontrado em todos tipos de substratos (Sousa et al., 2008). O segundo tem preferência por seixos, restos de vegetais e sedimento fino (Pereira et al., 2001). *Pomacea canaliculata*, *Asolene spixii*, *Biomphalaria tenagophila* e *B. straminea* também

tiveram distribuição localizada. Esses gastrópodes preferem ambientes lênticos, embora possam ser carregados para dentro dos rios em épocas de enxurrada, ou ocupar habitats com pouca correnteza (Chieffi & Moretti, 1979; Pereira et al., 2001). Os dois primeiros também ocorrem associados à macrófitas (Pereira et al., 2011). Todas essas condições ocorreram de forma pontual ou apenas nas regiões de 4ª ordem.

Algumas variáveis, por sua vez, foram influenciadas pela distância ou proximidade entre os locais, mas não conforme os gradientes testados. Entre estes, destacam-se DBO e EC que mostraram forte correlação com locais situados na faixa de altitude entre 200 e 300 metros e de 3ª a 4ª ordens. Altos valores de DBO e EC não estiveram correlacionados positivamente a nenhuma espécie, as quais foram influenciadas positivamente pela ordem ou largura e a fatores a estas relacionados, como sombreamento e densidade de macrófitas. Embora fatores associados ao espaço tenham influenciado e explicado melhor a distribuição das espécies, a maioria das espécies cuja ocorrência esteve relacionada a esses fatores teve distribuição localizada e a correlação não foi forte, como mostra a CCA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pequenos gradientes de altitude e ordem podem determinar variações na estrutura das comunidades de moluscos de riachos, em regiões com clima temperado. As variações estão relacionadas à riqueza, que é maior nas áreas mais baixas (0-100 m) e aumenta com o aumento da ordem, independentemente da altitude. Essa relação está vinculada no caso da altitude, à proximidade da região de transição de relevo ou de região fisiográfica, e no caso da ordem, ao aumento de área disponível à medida que ordem aumenta, ou seja, ao aumento do número de habitats ou nichos disponíveis. Contudo, composição e abundância proporcional de espécies das comunidades não são influenciadas por esses gradientes na área de estudo. Entre os fatores que contribuíram para esse resultado estão: (i) a pouca influência da altitude e

da ordem dos riachos sobre a estruturação espacial da maioria dos fatores abióticos analisados; (ii) a tolerância da maioria das espécies a variações em diversos fatores ambientais, inclusive na granulometria e na presença de macrófitas; e possivelmente (iii) a capacidade de muitas espécies utilizarem vertebrados para se dispersarem, os quais devem utilizar rotas de deslocamento e escalas de distâncias não contempladas neste estudo, e que devem introduzir complexidade imponderável à distribuição espacial das comunidades de moluscos límnicos. Desta forma, programas destinados a preservar comunidades de moluscos em riachos localizados em áreas de encosta, com pequena variação de altitude, deverão contemplar áreas de transição, tal como em gradientes longos, ou seja, altitudes médias ou de transição de relevo, e cursos de ordem média. Contudo, como a ocorrência de fatores abióticos importantes para colonização e estabelecimento de cada espécie de molusco nem sempre é influenciada por gradientes de paisagem, condições ambientais locais, também deverão ser consideradas em programas de conservação.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à Dr^a. Maria Cristina Dreher Mansur (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS) e Dr^a. Rosane Lanzer (Universidade de Caxias do Sul, UCS) pela identificação dos Pisidiidae e Ancyliidae respectivamente. Agradecimentos especiais à Aline Amaral, Andréa Salvarrey, Bruna M. Braun, Elisângela Secretti, Mateus M. Pires, Michelle Antunes, Nicolas Figueiredo, Sarah Freitas e Vanessa Baptista pela ajuda durante o trabalho de campo.

REFERÊNCIAS

Allan, J. D., 1997. Stream ecology: structure and function of running waters. London: Chapman & Hall 388.

Allan, J. D. & M. M. Castillo, 2007. Stream Ecology: structure and function of running waters. Cap.13- Human Impacts London: Chapman & Hall 388.

Allen, D. C. & C. C. Vaughn, 2010. Substrate and hydraulic variables limit freshwater mussel species richness and abundance. *Journal of the North American Benthological Society* 29: 383-394.

Bódis, E., 2012. The spatio-temporal pattern of malacofauna in a watersystem of the Hungarian Danube stretch. 22 f. Outline of PhD thesis (Postgraduate School of Veterinary Science) - Szent István University, Budapest.

Bogan, A. E., 2008. Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. *Global diversity of freshwater animals Hydrobiologia* 595: 139-147.

Bonetto, A. A. & D. H. Di Persia, 1975. Las poblaciones de pelecípodos del arroyo Ayuí Grande (Prov. Entre Ríos) y los factores que regulan su distribución y estructura. *Ecosur* 3: 123-151.

Bueno, A. A. P., G. Bond-Buckup & B. P. F. Ferreira, 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 20: 115-125.

Buriol, G. A., V. Estefanel, A. C. Chagas & D. Eberhardt, 2007. Clima e vegetação natural do Estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. *Ciência Florestal* 2: 91-100.

Castillo, A. R., L. G. Brasil, M. C. D. Mansur, E. Querol, M. V. M. Querol & É. V. Oliveira, 2007. Moluscos bivalves da localidade de São Marcos, bacia do médio Rio Uruguai, Uruguaiana, RS, Brasil. Rio de Janeiro, RJ: Resumos XIX Encontro Brasileiro de Malacologia: 275.

Chieffi, P. P. & I. G. Moretti, 1979. Flutuação mensal na densidade de populações malacológicas em criadouro natural do município de Londrina, Estado do Paraná, Brasil. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 39(1): 45-50.

Clarke, K. R. & R. M. Warwick, 2001. *Change in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 2nd edn. Primer-E Ltd, Plymouth, UK.

Clarke, K. R. & R. N. Gorley, 2006. *Primer v6: User Manual/Tutorial*. Primer-E Ltd, Plymouth, UK.

Coleman, B. D. 1981. On random placement and species-area relations. *Mathemat Biosciences* 54: 191-215.

Colwell, R. & J. A. Coddington, 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 45: 101-118.

Cowell, F. A., 2006. "Microeconomics: Principles and Analysis," OUP Catalogue, Oxford University Press, number 9780199267774, December.

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União*. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

Cummins, R. H., 1994. Taphonomic process in modern freshwater molluscan death assemblages: implications for the freshwater fossil record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108: 55-73.

Dillon-Jr. R., 2000. *The Ecology of Freshwater Molluscs*. Cambridge University Press, United Kingdom 509.

Diniz-Filho, J. A. F., L. M. Bini, T. F. Rangel, R. D. Loyola, C. Hof, D. Nogués-Bravo & M. B. Araújo, 2009. Partitioning and mapping uncertainties in ensemble forecasts of species turnover under climate change. *Ecography* 32: 897-906.

Dorazio, R. M., 1999. Design-based and model-based inference in surveys of freshwater mollusks. *Journal of the North American Benthological Society* 18: 118-131.

Downing, J. A. & W. L. Downing, 1992. Spatial aggregation, precision, and power in surveys of freshwater mussel populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 985-991.

Elliott, J. M., 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Scientific publication (Freshwater Biological Association)* 25: 139-142.

Esteves, F. A. & A. F. M. Camargo, 1986. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limnologica Brasiliensia* 1: 273-298.

Ferreira, F. A., R. P. Mormul, S. Biolo & L. Rodrigues, 2011. *Podostemum rutifolium* subsp. *rutifolium* como estruturador da comunidade de algas perifíticas em um rio neotropical. *Rodriguésia* 62(4): 813-825.

Freitas, S. L., 2011. Influência da ordem e da microbacia, e de alguns fatores ambientais de escala local, na estrutura e na distribuição espacial de comunidades de moluscos. 2011. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Gotelli, N. J. & G. L. Entsminger, 2009. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey - Bear. Jericho, VT 05465.

Hausdorf, B., 2006. Latitudinal and altitudinal diversity patterns and Rapoport effects in north-west European land snails and their causes. *Biological Journal of the Linnean Society* 87: 309–323.

Hundertmarck, I. S. & V. M. F. Miorin, 2001. Classificação das zonas agroecológicas na sub-bacia Rio Ibicui-Mirim: Adequação das culturas ao tipo de solo- RS; *Geografia: Ensino & Pesquisa*; Imprensa Universitária/UFSM 11(1): 9-15.

Jacobsen, D., 2004. Contrasting patterns in local and zonal family richness of stream invertebrates along an Andean altitudinal gradient. *Freshwater Biology* 49: 1293–1305.

Jacobsen, D.; R. Marín, 2008. Bolivian Altiplano streams with low richness of macroinvertebrates and large diel fluctuations in temperature and dissolved oxygen. *Aquatic Ecology* 42: 646-656.

Jacobsen, D., R. Schultz & A. Encalada, 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology* 38: 247–261.

Jacobsen, D., S. Rostgaard, J. J. Vásconez, 2003. Are macroinvertebrates in high altitude streams affected by oxygen deficient? *Freshwater Biology* 48: 2025-2032.

Kotzian, C. B. & M. G. Simões, 2006. Taphonomic signatures of recent freshwater mollusks, Touro Passo Stream, RS, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 2: 243-260.

Kruskal, J. B. & Wish, M., 1978. *Multidimensional scaling*. Beverly Hills: Sage Publication.

Lake, P.S., 2000. Disturbance, patchiness and diversity in streams. *Journal of the North American Benthological Society* 19, 573–592.

Lanzer, R., 2001. Distribuição, Fatores Históricos e Dispersão de Moluscos Límnicos em Lagoas do Sul do Brasil. *Biociências* 9(2): 63-84.

Lanzer, R. & I. L. Veitenheimer-Mendes, 1985. Aspectos morfológicos e biológicos de uma população de *G.concentrica* (Orbigny, 1835) (Mollusca: Ancyliidae) de um açude do sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 65: 41-56.

Legendre, P. & L. Legendre, 1998. *Numerical Ecology*, 2nd Edition, Ed. Elsevier, Amsterdam.

Madsen, T. V., H. O. Enevoldsen & T. B. Jorgensen, 1993. Effects of water velocity on photosynthesis and dark respiration in submerged stream macrophytes. *Plant, Cell Environment* 16: 317-322.

Magnuson, J. J. & T. K. Kratz., 1999. Lakes in the landscape: approaches to regional limnology. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 27:1-14.

Maltchik, L., C. Stenert; C. B. Kotzian & D. Pereira, 2010. Responses of freshwater molluscs to environmental factors in Southern Brazil wetlands. *Brazilian Journal of Biology* 3: 473-482.

Maluf, J. R. T., 2000. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 8: 141–150.

Mansur, M. C. D. & D. Pereira, 2006. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoidea, Veneroidea e Mytiloidea). *Revista Brasileira de Zoologia* 23(4): 1123–1147.

Mansur, M. C. D. & I. L. Veitenheimer, 1975. Nova espécie de *Eupera* (Bivalvia: Sphaeriidae) e primeiros estudos anatômicos dentro do gênero. *Iheringia, Série Zoologia* 47: 23-46.

Marcuzzo, S., S. M. Pagel, M. I. S. Chiapetti, 1998. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas. *Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica* 1998.

Martello, A. R.; C. B. Kotzian & M. G. Simões, 2006. Quantitative fidelity of Recent freshwater mollusk assemblages from the Touro Passo River, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 4: 453-465.

- McCabe, D. J., 2010. Rivers and Streams: Life in Flowing Water. Nature Education Knowledge 1(12): 4.
- McMahon, R. F., 1983. Physiological ecology of freshwater pulmonates. The mollusca (ed. by W.D. Russell-Hunter). Academic Press 360–430.
- Minshall, G. W., K. W. Cummins, R. C. Peterssen, C. E. Cushing, D. A. Bruns, J. R. Sedell and R. L. Vannote, 1985. Developments in stream ecosystem theory. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42: 1045-1055.
- Miserendino, L. M., 2001. Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: environmental relationships. Hydrobiologia 444: 147–158.
- Morales, Y., L. J. Weber, A. E. Mynett, T. J. Newton, 2006. Effects of Substrate and hydrodynamic conditions on the formation of mussel beds in a large river. Journal of the North American Benthological Society 25(3): 664-676.
- Mormul, R. P., S. M. Thomaz, M. J. Silveira & L. Rodrigues, 2010. Epiphyton or macrophyte: Which primary producer attracts the snail *Hebetancylus moricandi*? American Malacological Bulletin 28: 127-133
- Morrone, J. J., 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. Annual Review of Entomology 51: 467-494.
- Moulton, T. P., 2009. Defying Water's End: do we need different conservation strategies for aquatic systems compared with terrestrial?, 1-3. In Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 19 (1). <http://doi.wiley.com/10.1002/aqc.1017>
- Mouthon J. 1999. Longitudinal organisation of the mollusc species in a theoretical French river. Hydrobiologia 390: 117–128.
- Mykrä, H., J. Heino & T. Muotka, 2004. Variability of lotic macroinvertebrate assemblages and stream habitat characteristics across hierarchical landscape classifications. Journal of Environmental Management 34: 341–352.
- Neiff, J. J., 1986. Aquatic plants of the Paraná River system. In The ecology of river systems (B. R. Davies & K. F. Walker, eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht 557-571.

Noss, R. F., 1992. The Wildlands Project: Land conservation strategy. Wild Earth Special Issue – The Wildlands Project: 10-25.

Pedron, F.A., E. L. Poelking, R. S. D. Dalmolin, A. C. A., E. Klamt, 2006. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. *Ciência Rural* 36(1): 105-112.

Pereira, D., H. G. Konrad, N. I. Paloski, 2000a. Gastrópodos límnicos da bacia do rio Camaquã, RS, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia* 22(1): 55-66.

Pereira, D., I. L. Veitenheimer-Mendes, M. C. D. Mansur & M. C. P. Silva, 2000. Malacofauna límnic do sistema de irrigação do arroio Capivara e áreas adjacentes, Triunfo, RS, Brasil. *Biociências* 8(1): 137-157.

Pereira, D., J. O. Arruda, R. Menegat, M. L. Porto, A. Schwarzbald & S. M. Hartz, 2011. Guildas tróficas, composição e distribuição de espécies de moluscos límnicos no gradiente fluvial de um riacho subtropical brasileiro. *Biotemas*, 1(24): 21-36.

Pereira, D., L. A. In da, J. M. Consoni & H. G. Konrad, 2001. Composição e abundância de espécies de moluscos dos bentos marginal da microbacia do arroio Capivara, Triunfo, RS, Brasil. *Biociências* 9(1): 3-20.

Petts, G. E., 2000. A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters. *Hydrobiologia* 422: 15-27.

Pimm, S. L., M. A., A. Balmford, G. Branch, K. Brandon, T. Brooks, R. Bustamante, R. Costanza, R. Cowling, L. M. Curran, A. Dobson, S. Farber, G. A. B. Fonseca, C. Gascon, R. Kitching, J. McNeely, T. Lovejoy, R. A. Mittermeier, N. Myers, J. A. Patz, B. Raffle, D. Rapport, P. Raven, C. Roberts, J. P. Rodríguez, A. B. Rylands, C. Tucker, C. Safina, C. Samper, M. L. J. Stiassny, J. Supriatna, D. H. Wall, D. Wilcove, 2001. Can we defy nature's end? *Science* 293: 2207-2208.

Pfeifer, N. T. S. & V. L. L. Pitoni, 2003. Análise qualitativa estacional da fauna de moluscos límnicos no delta do jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências* 11(2): 145-158.

Principe, R. E. & M. C. Corigliano, 2006. Bentic, drifting and marginal macroinvertebrate assemblages in a low river: temporal and spatial variations and size structure. *Hydrobiologia* 553: 303-317.

Quadros, F. L. & V. P. Pillar, 2002. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 24: 109-118.

Rahbek, C., 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18: 200-205.

Robaina, L. E. S., R. Trentin, T. Bazzan, E. W. Reckziegel, R. Verdum, D. Nardin, 2010. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: proposta de classificação. 2010. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 11(2): 11-23.

Salvarrey, A. V. B., 2010. Distribuição espacial de macroinvertebrados bentônicos em riachos da região central do Rio Grande do Sul, Brasil. 70 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal) – Universidade Federal de Santa Maria.

Santos, S.B., 2003. Estado atual do conhecimento dos ancilídeos na América do Sul. (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Basommatophora). *Revista de Biologia Tropical* 50(Suppl. 3): 191-224.

Schwoerbel, J. 1975. *Metodos de Hidrobiologia*. Madrid, Espanha. Hermann Blume ediciones 255.

Silva, J.L.S., I. Camponogara, J. A. A. Gomes, L. C. Frantz, T. Z. Morais & C. G. Konrad, 2006. Mapeamento do Uso e Ocupação da Terra no Município de Toropi-RS, com Sistema de Informação Geográfica. In: COBRAC 2006 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC.

Simberloff, D., 1972. Properties of the rarefaction diversity measurement. *American Naturalist* 106: 414-418.

Sokal, R. R. & F. J. Rohlf, 1995. *Biometry: the principles of statistics in biological research*. New York, Freeman 887.

Sousa, R., C. Antues & L. Guilhermino, 2008. Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystem: an overview. *Annales de Limnologie* 44(2): 85-94.

Spooner, D. E. & C. C. Vaughn, 2006. Context-dependent effects of freshwater mussels on stream benthic communities. *Freshwater Biology* 51: 1016–1024.

- Statzner, R. B. & B. Higler, 1986. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology* 16: 127-139.
- Strayer, D. L., N. F. Caraco, J. J. Cole, S. Findlay & M. L. Pace, 1999. Transformation of freshwater ecosystems by bivalves: a case study of zebra mussels in the Hudson River. *BioScience* 49: 19–27.
- Strayer, D. L., 2008. *Freshwater mussel ecology: a multifactor approach to distribution and abundance*. University of California Press, Berkeley, California, USA.
- Strong, E. E., E. O. Gargominy, W. F. Ponder & P. Bouchet, 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 149–166.
- Sturm, R., 2007. Freshwater molluscs in mountain lakes in Eastern Alps (Austria): relationship between environmental variables and lake colonization. *Journal of Limnology*, 66(2): 160-169.
- Suren, A.M., 1994. Macroinvertebrate communities of stream in western Nepal: effects of altitude on land use. *Freshwater Biology* 32: 323-336.
- Ter Braak, C. J. F. & P. Šmilauer, 2002. *CANOCO Reference manual and Cano Draw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*, Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- Tietze, E. & C. G. De Francesco, 2010. Environmental significance of freshwater mollusks in the Southern Pampas, Argentina: to what detail can local environments be inferred from mollusk composition? *Hydrobiologia* 641: 133–143.
- Titeux, N., M. Dufrêne, J. Jacob, M. Paquay & P. Defourny, 2004. Multivariate analysis of a fine-scale breeding bird atlas using a geographical information system and partial canonical correspondence analysis: environmental and spatial effects. *Journal of Biogeography* 31: 1841-1856.
- Turner, M. G., 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20: 171-197.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall., K. W. Cummins, J. R. Sedell & C. E. Cushing, 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.

Vaughn, C.C., Nichols, S.J. & Spooner, D.E. 2008. Community and foodweb of freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society* 27: 409-423.

Veitenheimer-Mendes, I. L. V. L. Lopes-Pitoni, M. C. P. Silva, J. E. Almeida-Caon & N. T. Schroder-Pfeifer, 1992. Moluscos (Gastropoda e Bivalvia) ocorrentes nas nascentes do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 73: 69-76.

Waite, I. R., A. T. Herlihy, D. P. Larsen & D. J. Klemm, 2000. Comparing strengths of geographic and nongeographic classifications of stream benthic macroinvertebrates in the Mid-At Referências.

Wesselingh, F. P., G. C. Cade'e & W. Renema, 1999. 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* 78: 165–174.

ANEXOS

Anexo 1

Tabela 1. Caracterização dos locais de coleta das comunidades de moluscos amostradas entre outubro e novembro/2010 no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil.

Locais	Localização geográfica	Altitude (m)	Ordem dos Rios	Largura (m)	Descrição dos pontos
0-100, 1A	29°36'8.58 S 54°28'58.6 W	100	1ª	5	Presença de gramíneas e junco. Sem sombreamento.
0-100, 1B	29°36'50.0 S 54°20'52.3 W	90	1ª	3	Macrófitas <i>Myriophyllum aquaticum</i> e <i>Sagittaria montevidensis</i> . Sem sombreamento.
0-100, 2A	29°33'31.4 S 54°29'9.2 W	99	2ª	5	Macrófita <i>Ludwigia</i> sp. 100% sombreado.
0-100, 2B	29°36'42.3 S 54°21'4.2 W	81	2ª	2,5	Macrófita <i>Eleocharis</i> sp. Sem sombreamento.
0-100, 3A	29°35'7.5 S 54°29'20.2 W	100	3ª	6,5	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
0-100, 3B	29°36'37.9 S 54°20'40.3 W	94	3ª	5	Macrófita <i>Pontederia lanceolata</i> . 100% sombreado.
0-100, 4A	29°38'35.4 S 54°29'06.4 W	96	4ª	8	Sem ocorrência de macrófitas. Sem sombreamento.
0-100, 4B	29°43'00.5 S 54°30'28.5 W	92	4ª	3	Macrófitas <i>Eichhornia azurea</i> e <i>Ludwigia</i> sp. Sem sombreamento.
100-200, 1A	29°33'31.10 S 54°29'9.8 W	143	1ª	2,5	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
100-200, 1B	29°31'30.9 S 54°13'56.6 W	116	1ª	1	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
100-200, 2A	29°26'31.7 S 54°12'48.8 W	170	2ª	3,5	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
100-200, 2B	29°27'13.0 S	158	2ª	3,5	Sem ocorrência de macrófitas.

Locais	Localização geográfica	Altitude (m)	Ordem dos Rios	Largura (m)	Descrição dos pontos
100-200, 3A	54°09'55.1 W 29°21'00.4 S	159	3ª	9,19	70% sombreado Macrófitas <i>Litter sp</i> e <i>Podostemum sp.</i> 100% sombreado
100-200, 3B	54°06'9.0 W 29°28'39.7 S	106	3ª	3,5	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
100-200, 4A	54°14'00.9 W 29°27'40.2 S	134	4ª	8	Macrófita <i>Podostemum sp.</i> 10% sombreado
100-200, 4B	54°11'37.9 W 29°30'56.5 S	110	4ª	11	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
200-300, 1A	54°09'29.3 W 29°31'18.5 S	230	1ª	3	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
200-300, 1B	54°06'02.2 W 29°32'34.0 S	227	1ª	1,5	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
200-300, 2A	54°08'15.4 W 29°25'06.8 S	231	2ª	1,5	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado.
200-300, 2B	54°05'29.4 W 29°32'53.8 S	221	2ª	3	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado.
200-300, 3A	54°09'06.2 W 29°21'00.8 S	267	3ª	7	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado.
200-300, 3B	54°12'37.7 W 29°26'54.5 S	206	3ª	5	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
200-300, 4A	54°07'46.3 W 29°19'06.2 S	274	4ª	16	Macrófitas <i>Litter sp</i> e <i>Podostemum sp.</i> 50% sombreado
200-300, 4B	54°09'15.7 W 29°28'59.3 S	214	4ª	10	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
300-400, 1A	54°04'18.1 W 29°16'57.2 S	377	1ª	4,5	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
	54°05'57.7 W				

Tabela 1. Cont.

Locais	Localização geográfica	Altitude (m)	Ordem dos Rios	Largura (m)	Descrição dos pontos
300-400, 1B	29°19'35.9 S 54°03'28.6 W	385	1 ^a	3,5	Macrófita <i>Podostemum sp.</i> 100% sombreado
300-400, 2A	29°19'04.9 S 54°07'20.0 W	352	2 ^a	3	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
300-400, 2B	29°22'56.5 S 54°03'46.6 W	318	2 ^a	2,5	Macrófita <i>Podostemum sp.</i> 50% sombreado
300-400, 3A	29°14'34.9 S 53°57'58.6 W	353	3 ^a	11	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
300-400, 3B	29°11'27.2 S 54°05'06.7 W	391	3 ^a	6	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
300-400, 4A	29°06'19.4 S 53°56'39.1 W	396	4 ^a	8	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
300-400, 4B	29°26'42.0 S 53°56'23.8 W	327	4 ^a	6	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
400-500, 1A	29°18'37.2 S 53°48'57.4 W	435	1 ^a	2,60	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
400-500, 1B	29°09'30.8 S 53°44'49.7 W	476	1 ^a	4	Sem ocorrência de macrófitas. 50% sombreado
400-500, 2A	29°16'25.7 S 53°47'56.8 W	417	2 ^a	6,8	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
400-500, 2B	29°05'48.5 S 53°58'29.3 W	424	2 ^a	6	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
400-500, 3A	29°06'44.5 S 53°50'06.2 W	414	3 ^a	7,5	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
400-500, 3B	29°03'58.6 S 53°56'26.1 W	468	3 ^a	12	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
400-500, 4A	29°24'27.0 S 53°42'57.3 W	438	4 ^a	4	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado
400-500, 4B	29°09'09.5 S 53°58'05.8 W	413	4 ^a	10	Sem ocorrência de macrófitas. 100% sombreado

Anexo 1

Tabela 2. Distribuição de moluscos, por faixa de altitude, amostrados entre outubro e novembro/2010 no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil.

a) 0-100

	0-100(1a)	0-100(1b)	0-100(2a)	0-100(2b)	0-100(3a)	0-100(3b)	0-100(4a)	0-100(4b)	TOTAL
<i>Asolene spixi</i>	0	0	0	0	0	0	1	11	12
<i>Pomacea americanista</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacea canaliculata</i>	13	11	0	0	2	0	1	3	30
<i>Potamolithus catharinae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Potamolithus ribeirensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heleobia bertoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	113	113
<i>Hebetancylus moricandi</i>	2	0	0	6	0	0	0	86	94
<i>Uncancylus concentricus</i>	54	7	1	0	20	0	0	4	86
<i>Lymnaea columella</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	1	1	0	4	0	0	1	61	68
<i>Biomphalaria straminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	20	20
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	6
<i>Anodontites tenebricosus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	0	149	0	149
<i>Eupera elliptica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera klappenbachi</i>	0	0	0	0	0	0	0	17	17
<i>Pisidium punctiferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium sterkianum</i>	16	22	0	0	0	0	0	11	49
N	86	41	2	10	22	2	158	326	647
S	5	4	2	2	2	2	5	9	31

Tabela 2. Cont.

a) 100-200

	100-200(1a)	100-200(1b)	100-200(2a)	100-200(2b)	100-200(3a)	100-200(3b)	100-200(4a)	100-200(4b)	TOTAL
<i>Asolene spixi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacea americanista</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pomacea canaliculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamolithus catharinae</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<i>Potamolithus ribeirensis</i>	0	0	0	12	0	2	0	0	14
<i>Heleobia bertoniana</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	7
<i>Hebetancylus moricandi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Uncancylus concentricus</i>	0	0	42	51	11	88	3	2	197
<i>Lymnaea columella</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Biomphalaria straminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Anodontites tenebricosus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera elliptica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera klappenbachi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium punctiferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium sterkianum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
N	0	0	42	67	11	101	6	4	231
S	0	0	1	3	1	6	4	3	18

Tabela 2. Cont.

a) 200-300

	200-300(1a)	200-300(1b)	200-300(2a)	200-300(2b)	200-300(3a)	200-300(3b)	200-300(4a)	200-300(4b)	TOTAL
<i>Asolene spixi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacea americanista</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacea canaliculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamolithus catharinae</i>	0	0	17	0	0	0	22	0	39
<i>Potamolithus ribeirensis</i>	0	0	5	0	0	0	28	0	33
<i>Heleobia bertoniana</i>	0	6	0	245	0	0	0	0	251
<i>Hebetancylus moricandi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uncancylus concentricus</i>	39	0	3	0	2	75	2	4	125
<i>Lymnaea columella</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	2
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Biomphalaria straminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anodontites tenebricosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera elliptica</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Eupera klappenbachi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium punctiferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium sterkianum</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	4
N	40	9	25	246	2	75	57	4	458
S	2	3	3	2	1	1	6	1	19

Tabela 2. Cont.

a) 300-400

	300-400(1a)	300-400(1b)	300-400(2a)	300-400(2b)	300-400(3a)	300-400(3b)	300-400(4a)	300-400(4b)	TOTAL
<i>Asolene spixi</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	4
<i>Pomacea americanista</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacea canaliculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamolithus catharinae</i>	0	0	23	0	153	0	0	161	337
<i>Potamolithus ribeirensis</i>	0	0	0	1	107	0	0	95	203
<i>Heleobia bertoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hebetancylus moricandi</i>	0	0	0	0	0	0	0	16	16
<i>Uncancylus concentricus</i>	0	8	3	13	32	4	2	46	108
<i>Lymnaea columella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria straminea</i>	0	0	0	0	1	0	0	3	4
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Anodontites tenebricosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera elliptica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera klappenbachi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium punctiferum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium sterkianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	1	8	26	14	296	4	2	323	674
S	1	1	2	2	6	1	1	6	20

Tabela 2. Cont.

a) 400-500

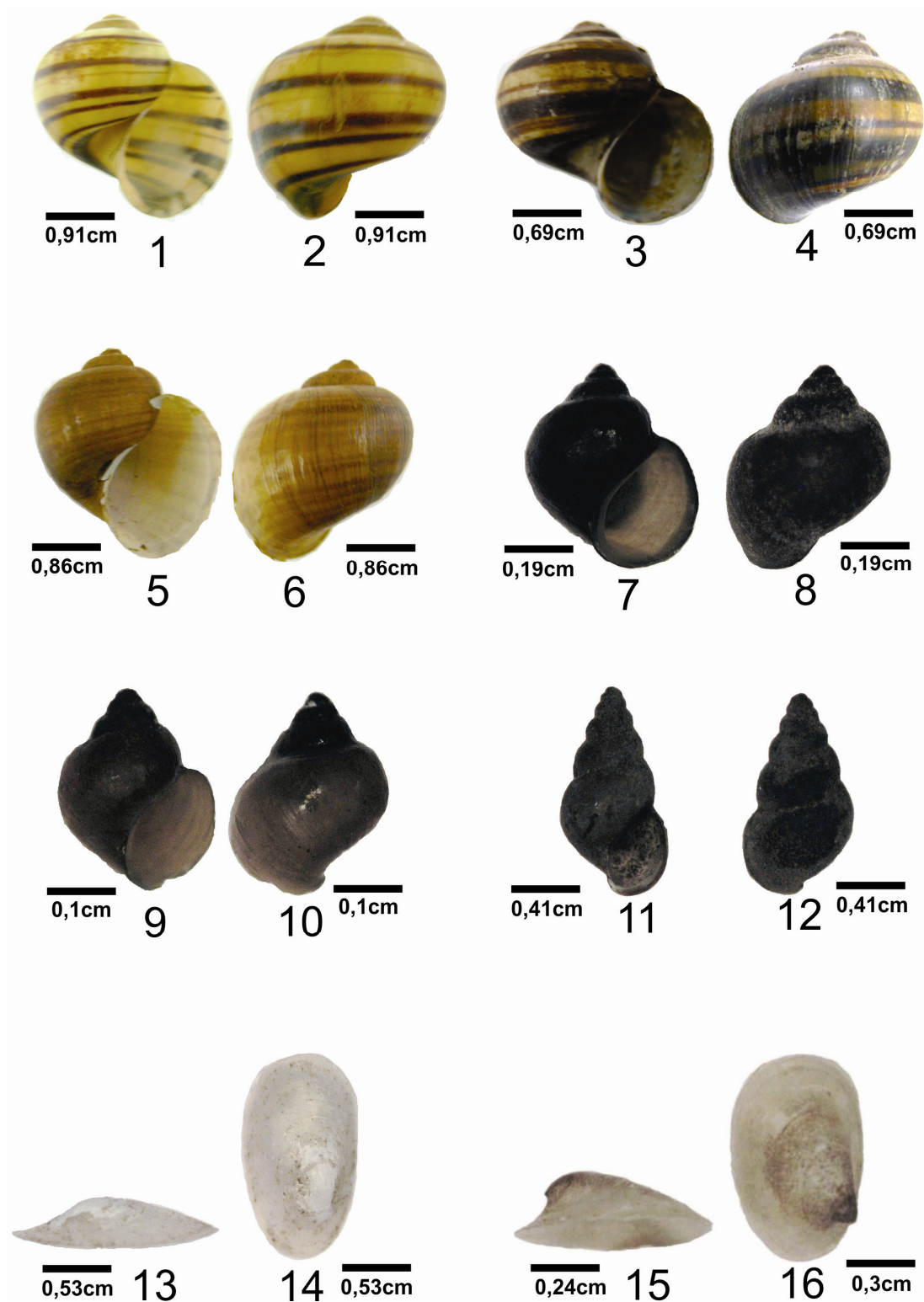
	400-500(1a)	400-500(1b)	400-500(2a)	400-500(2b)	400-500(3a)	400-500(3b)	400-500(4a)	400-500(4b)	TOTAL
<i>Asolene spixi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacea americanista</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacea canaliculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamolithus catharinae</i>	0	0	0	0	0	0	8	95	103
<i>Potamolithus ribeirensis</i>	0	0	0	0	0	0	2	80	82
<i>Heleobia bertoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hebetancylus moricandi</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Uncancylus concentricus</i>	74	1	3	9	3	1	1	0	90
<i>Lymnaea columella</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	2
<i>Biomphalaria straminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodon rhuacoicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Anodontites tenebricosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corbicula fluminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera elliptica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupera klappenbachi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Pisidium punctiferum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pisidium sterkianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	74	1	3	10	5	1	12	182	286
S	1	1	1	2	2	1	4	6	16

Anexo 1

Tabela 3 – Presença e ausência de macrófitas nos locais de coleta amostradas entre outubro e novembro/2010 no Rio Toropi e seus afluentes, RS, Brasil.

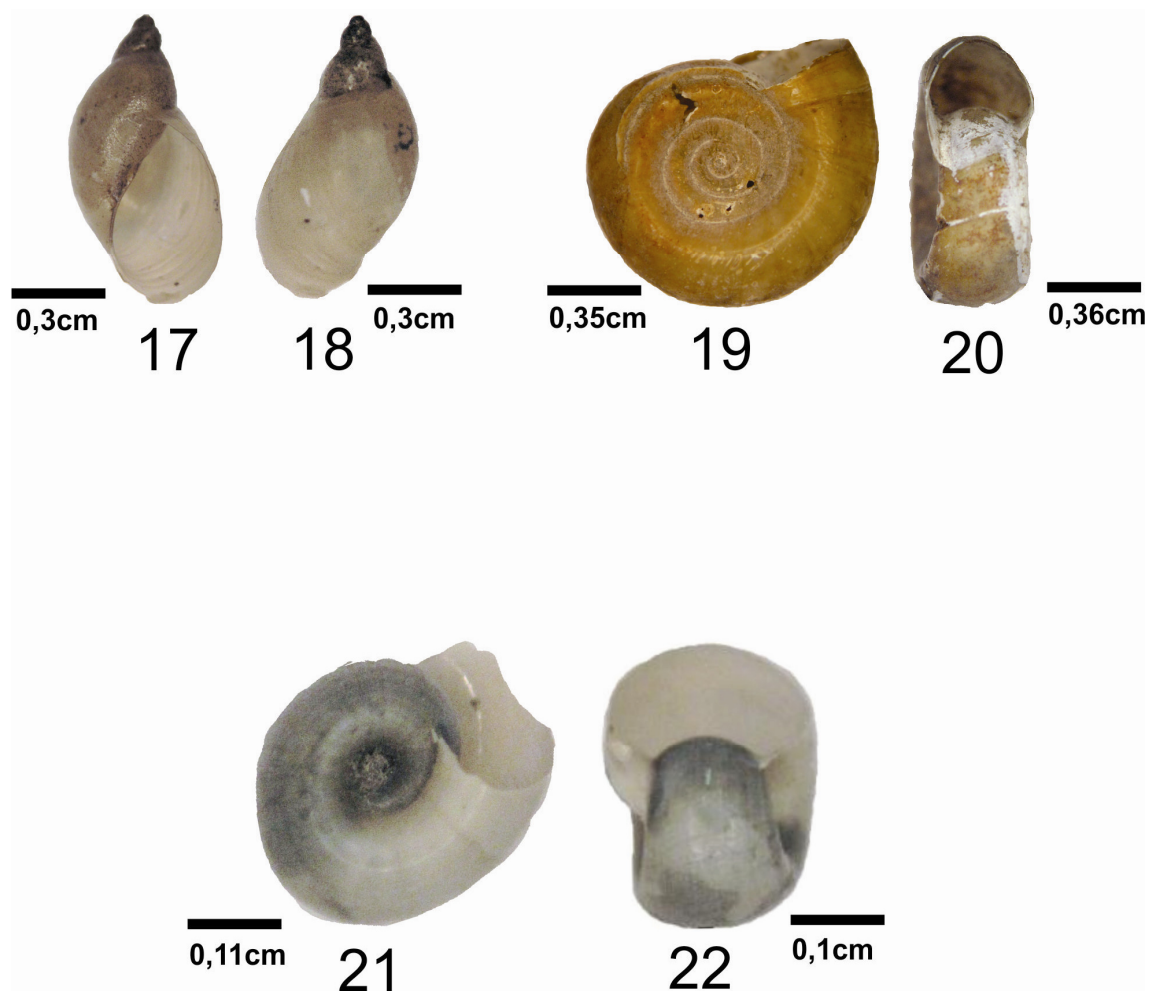
Locais	Macrófitas
0-100, 1A	Gramíneas e junco
0-100, 1B	<i>Myriophyllum aquaticum</i> e <i>Sagittaria montevidensis</i>
0-100, 2A	<i>Ludwigia</i> sp
0-100, 2B	<i>Eleocharis</i> sp
0-100, 3A	Sem ocorrência
0-100, 3B	<i>Pontederia lanceolata</i>
0-100, 4A	Sem ocorrência
0-100, 4B	<i>Eichhornia azurea</i> e <i>Ludwigia</i> sp
100-200, 1A	Sem ocorrência
100-200, 1B	Sem ocorrência
100-200, 2A	Sem ocorrência
100-200, 2B	Sem ocorrência
100-200, 3A	<i>Litter</i> sp e <i>Podostemum</i> sp
100-200, 3B	Sem ocorrência
100-200, 4A	<i>Podostemum</i> sp
100-200, 4B	Sem ocorrência
200-300, 1A	Sem ocorrência
200-300, 1B	Sem ocorrência.
200-300, 2A	Sem ocorrência
200-300, 2B	Sem ocorrência
200-300, 3A	Sem ocorrência
200-300, 3B	Sem ocorrência
200-300, 4A	<i>Litter</i> sp e <i>Podostemum</i> sp
200-300, 4B	Sem ocorrência
300-400, 1A	Sem ocorrência
300-400, 1B	<i>Podostemum</i> sp
300-400, 2A	Sem ocorrência
300-400, 2B	<i>Podostemum</i> sp
300-400, 3A	Sem ocorrência
300-400, 3B	Sem ocorrência
300-400, 4A	Sem ocorrência
300-400, 4B	Sem ocorrência
400-500, 1A	Sem ocorrência
400-500, 1B	Sem ocorrência
400-500, 2A	Sem ocorrência
400-500, 2B	Sem ocorrência
400-500, 3A	Sem ocorrência
400-500, 3B	Sem ocorrência
400-500, 4A	Sem ocorrência
400-500, 4B	Sem ocorrência

Anexo 2



Prancha 1 - Gastrópodes do Rio Toropi: 1) Vista ventral da concha de *A. spixi* e 2) vista dorsal; 3) Vista ventral de *P. americanista* e 4) Vista dorsal; 5) Vista ventral de *P. canaliculata* e 6) Vista ventral 7) Vista ventral de *Potamolithus catharinae* e 8) Vista dorsal; 9) Vista ventral de *P. ribeirensis* e 10) vista dorsal; 11) Vista ventral de *H. bertoniana* e 12) Vista lateral; 13) Vista lateral de *H. moricandi* e 14) Vista dorsal; 15) Vista lateral de *U. concentricus* e 16) Vista dorsal.

Anexo 2- Cont.



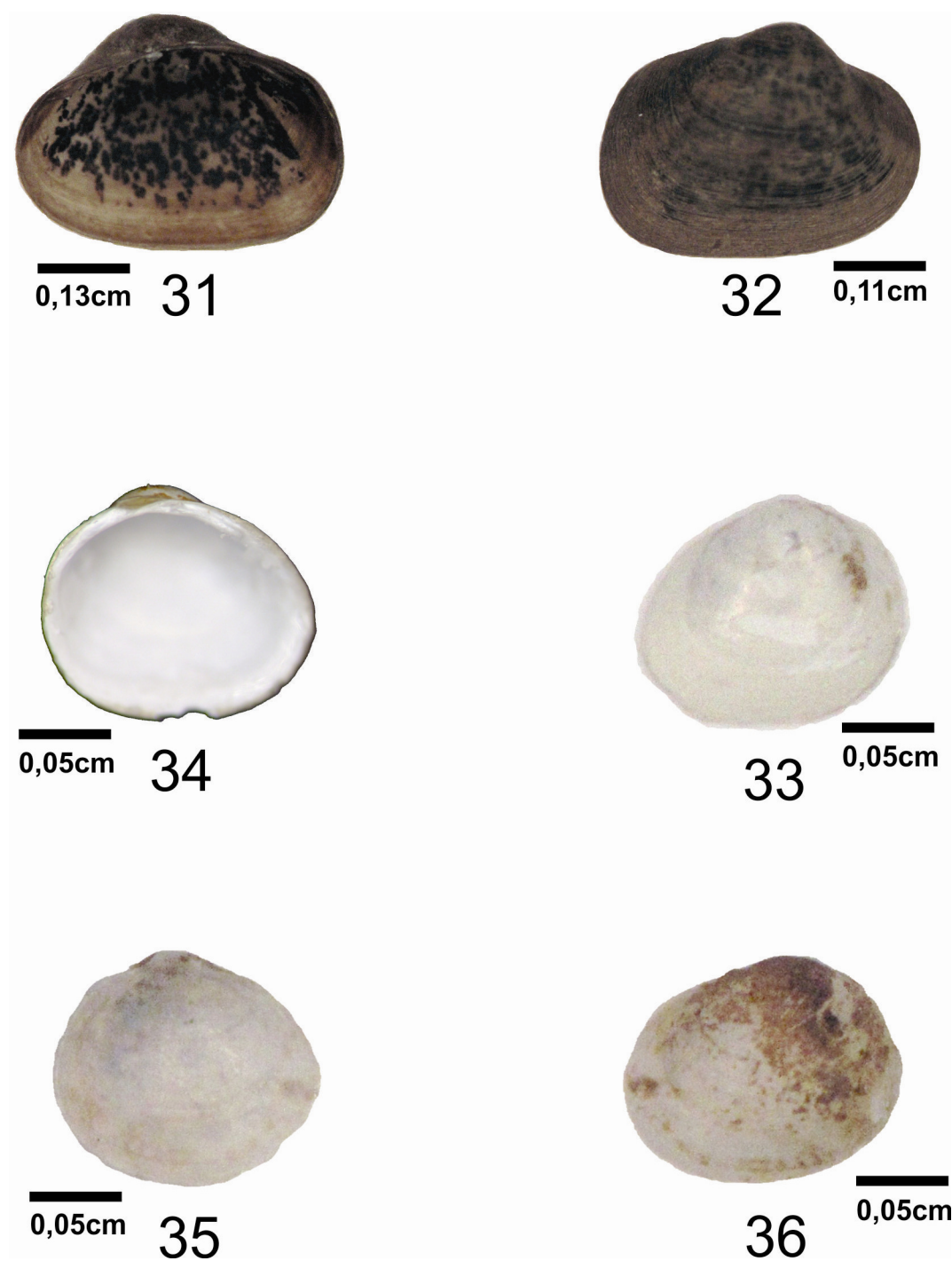
Prancha 1 cont.- Gastrópodes do Rio Toropi: 17)Vista ventral da concha de *L. columella* e 18)vista dorsal; 19)Vista ventral de *B. tenagophila* e 20)Vista da abertura da concha; 21)Vista dorsal de *B. straminea* e 22)Vista da abertura da concha.

Anexo 2 - Cont.



Prancha 2 - Bivalves do Rio Toropi: 23)Vista ventral da concha de *D. rhuacoicus* e 24)vista dorsal; 25)Vista ventral de *A. tenebricosus* e 26)Vista ventral; 27)Vista dorsal de *Corbicula fluminea* e 28)Vista ventral; 29)Vista ventral de *Eupera elliptica* e 30)Vista ventral;

Anexo 2- Cont.



Prancha 2 - cont. Bivalves do Rio Toropi: 31)Vista dorsal de *Eupera klappenbachi* e 32)Vista ventral; 33)Vista dorsal de *Pisidium punctiferum* e 34)Vista ventral; 35)Vista dorsal de *Pisidium sterkianum* e 36)Vista ventral.