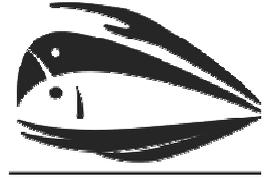




Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-graduação em Ecologia



AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E CRESCIMENTO POPULACIONAL DO mexilhão
dourado *LIMNOPERNA FORTUNEI* (DUNKER, 1857) EM SUAS DIFERENTES FASES
DE VIDA NO LAGO GUAÍBA, MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE, RS, COMO
SUBSÍDIOS AO CONTROLE DO BIVALVE INVASOR.

Dissertação de mestrado

Cintia Pinheiro dos Santos

Porto Alegre, julho de 2004.



Cintia Pinheiro dos Santos

AVALIAÇÃO DA DENSIDADE E CRESCIMENTO POPULACIONAL DO mexilhão
dourado *LIMNOPERNA FORTUNEI* (DUNKER, 1857) EM SUAS DIFERENTES FASES
DE VIDA NO LAGO GUAÍBA, MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE, RS, COMO
SUBSÍDIOS AO CONTROLE DO BIVALVE INVASOR.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ecologia, Instituto de Biociências
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Ecologia.

Área de concentração: Ecologia de Invertebrados Bentônicos

Linha de Pesquisa: Malacologia

Orientador: Profa. Dra. Norma Luiza Würdig

Co-orientador: Profa. Dra. Maria Cristina Dreher Mansur

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Porto Alegre

2004

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sr. Agenor Florentino dos Santos e Sr^a Maria Marlene Pinheiro dos Santos, a educação, os princípios éticos, o amor, o exemplo, a simplicidade, a determinação, a força e a coragem entre outras heranças.

Ao meu amor Rafael Azevedo pelo carinho e companheirismo durante todo o trabalho.

À minha irmã Priscila e ao meu cunhado Carlos, pela amizade e as contribuições na montagem da dissertação e pelas noites mal dormidas por causa das luzes acesas.

A minha querida amiga e co-orientadora Dra. Maria Cristina Dreher Mansur, pela amizade, paciência muito grande em apontar e corrigir meus erros, por ampliar meus conhecimentos científicos, disponibilizar toda a sua bibliografia e por me mostrar algumas lições que a vida nos ensina.

A Dra. Norma Luiza Würdig pela orientação e pela confiança depositada neste trabalho.

A Dra. Cláudia Tasso Callil pelo grande apoio e solução de dúvidas nos momentos de angústia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade oferecida para a realização do curso, orientação das pesquisas e aprendizado de metodologias.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pela excelente infraestrutura de trabalho disponibilizada no laboratório de malacologia do Museu de Ciências e Tecnologia.

Ao Dr. Jeter J. Bertoletti, Diretor do Museu de Ciências e Tecnologia da PUC, pela permissão para realizar o presente estudo nos laboratórios desta instituição.

Ao CNPq pela concessão da bolsa e a TNC-The Nature Conservancy do Brasil pelo financiamento do projeto.

A Mestre Lucia Maria Zani Richinitti, coordenadora do laboratório de malacologia do Museu de Ciências e Tecnologia da PUC, pela troca de idéias e as conversas animadas.

Ao Felipe Rossoni Cardoso e ao Bruno Thormann meus grandes amigos e companheiros nos trabalhos de campo e pelo auxílio na triagem do material em laboratório.

A Vanessa Gazulha Paulo e ao Rafael E. Machado pela amizade e grande colaboração com as análises estatísticas.

Ao Mestre Daniel Pereira pela bibliografia, sugestões, auxílio na estatística e principalmente pelas conversas descontraídas.

Ao Dr. Nelson Ferreira Fontoura do Laboratório de Dinâmica Populacional da PUC, pelo indispensável auxílio na identificação dos padrões de crescimento.

Enfim a todas as pessoas que de uma forma ou outra contribuíram no trabalho, possibilitando que ele fosse realizado, meu sincero obrigado!

RESUMO

Limnoperna fortunei (Dunker, 1857), conhecido vulgarmente como mexilhão dourado é proveniente do sudeste asiático. Foi, provavelmente, introduzido nos nossos mananciais, não intencionalmente, através da água de lastro, com os primeiros registros na América do Sul, em 1991, no Rio da Prata, nas proximidades de Buenos Aires, Argentina. Foi visto pela primeira vez na área do Delta do Jacuí, em frente ao porto de Porto Alegre, RS, Brasil, no ano de 1998. Sua população vem se expandindo em superfície e densidades que ultrapassam 100.000 i/m² e, desde o ano de 2000, vem causando problemas de entupimentos em indústrias e todas as captadoras de água no município de Porto Alegre, entorno do lago Guaíba e do baixo Rio Jacuí. A espécie vem causando uma série de danos à fauna bentônica nativa e à vegetação ripária, desencadeando a diminuição das mesmas. A carência de dados sobre o ciclo de vida e a dinâmica populacional da espécie na bacia do Guaíba, motivaram o desenvolvimento deste trabalho. As coletas foram realizadas no lago Guaíba, Praia do Veludo, ao sul do município de Porto Alegre, quinzenalmente, ao longo de 16 meses (setembro 2002 a dezembro de 2003), acompanhadas das análises físicas e químicas da água. As larvas foram coletadas com rede de plâncton, com abertura de malha equivalente a 36 µm, filtrando-se a quantidade de 30 litros de água. A incidência de pós-larvas, foi verificada através de amostradores artificiais dispostos em seis suportes de ferro, cada um contendo quatro amostradores (tijolos vazados) colocados entre os juncais, a uma altura de 20 cm do fundo. Em cada suporte, os tijolos foram trocados: um em quinze dias, um a cada mês, outro semestralmente e o último, que permaneceu até completar um ano, foi considerado o controle do experimento. A coleta de exemplares adultos de *L. fortunei* efetivou-se sobre ramos submersos do “sarandi”, *Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum, onde foram extraídos cilindros com aproximadamente quatro centímetros de diâmetro e 10 centímetros de comprimento. Os resultados foram reunidos em dois capítulos sob a forma de artigos científicos. O primeiro reúne informações, com a descrição, medidas e ilustrações de cada fase larval de *Limnoperna fortunei* desde a fase larval ciliada, a larva trocófora com quatro estágios diferenciados e os estágios valvados, com as larvas “D”, veliger de charneira reta, veliger umbonado, pediveliger, até a pós-larva ou plantígrada. O segundo capítulo contém os dados ambientais correlacionados às densidades de larvas, pós-larvas e adultos e o resultado de uma série de análises multivariadas da quantidade dos indivíduos nas diferentes fases de vida e época do ano e das medidas dos indivíduos adultos com as datas de coleta. Através dos testes quantitativos registrou-se que: a quantidade de larvas variou de 0 a 23 indivíduos por litro; as larvas estiveram presentes em todos os meses do ano, com picos de densidade alta na primavera no mês de outubro, tanto no ano de 2002 como 2003, e densidades menores sob temperaturas abaixo de 15° C. A quantidade média de pós-larvas variou de 1 a 7545 indivíduos por amostrador (tijolo). As pós-larvas estiveram presentes em todos os meses do ano, com picos de densidade na primavera, particularmente no mês de novembro 2003, seguindo-se ao pico larval do mesmo ano. Os adultos atingiram o tamanho máximo de 38mm. A densidade populacional de adultos agregados calculada por i/m² variou de 15.700 i/m² a 99.700 i/m² em fevereiro de 2003. As análises de ordenação e agrupamento separaram a população em geral, em quatro grupos conforme a densidade de cada fase em diferentes épocas do ano. Os adultos foram ordenados em três diferentes grupos conforme as classes de comprimento que aqui denominam-se de recrutas, adultos menores e adultos maiores. Estes três grupos estão também relacionados às diferenças de comportamentos quanto à habilidade de locomoção e capacidade de fixação. Considerando os adultos conforme suas classes de comprimento, constatou-se a predominância dos recrutas (5 a 7mm de comprimento), presentes durante todos os meses amostrados. Seguiu-se aos picos de pós-larvas um recrutamento que se tornou mais intenso, em fevereiro de 2003 e se prolongou até agosto do mesmo ano. Os amostradores controle com medidas das populações submersas durante os meses mais frios apresentaram populações com comprimento médio menor que as do verão. Apesar de não ter-se encontrado correlação entre a quantidade de larvas e os picos de temperatura, houve uma diminuição da quantidade de larvas nos picos de temperaturas mais baixas e uma coincidência entre os picos de densidade larval e as oscilações bruscas na temperatura que ocorreram nos meses menos frios. Vendavais e tempestades ocorridas na primavera de 2002 seriam as causas prováveis da baixa densidade de pós-larvas após o pico larval no início da primavera de 2002. Os dados apresentados referentes ao ciclo de vida de *Limnoperna fortunei* são básicos à elaboração de projetos de pesquisa que objetivem a gestão e o controle do animal. Os resultados do presente trabalho, de um modo geral, também poderiam subsidiar métodos de controle do mexilhão dourado adequados e com isto minimizar prejuízos financeiros e impactos ambientais maiores do que o do próprio animal, advindos da aplicação de técnicas indevidas de gestão.

ABSTRACT

Limnoperna fortunei (Dunker, 1857), locally known as the golden mussel is originating from Southeast Asia. It was probably brought none intentionally in ballast water, with the first register in South America, at 1991, near Buenos Aires, Argentina. Samplings were twice a month, during 16 months (September, 2002 to December, 2003), in the Guaíba Lake, at Veludo Beach (30°12'35" S; 51°11'68" W) southward of the municipality of Porto Alegre, accompanied of physical and chemical water analysis. Different sampling methods were used for the study of the density and population growth of larvae, post-larvae and adults. Larvae were collected with plankton net, with a mesh opening of 36 µm. Each time 30 liters of water were filtered. The post-larvae incidence were verified through hole bricks hung by six iron standers (each stander with four bricks) placed between rushes at a depth of twenty centimeters from the bottom. One each stander the bricks were changed: one in fifteen days, the second monthly, the third in six months and the last, considered the control of the project, was withdrawn at the end of the project time. Quantitative samplings of adults were also taken on submerged branches of *Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum, with a diameter of four centimeters and ten centimeters of length. The descriptions and measurements of the different larval stages like, the ciliated, the trocophora with four stages and the valved including D"- shaped, the straight-hinged veliger, umbonated-veliger and pediveliger just to the post-larvae or plantigrades are offered. Through the quantity tests, it has been registered that the quantity of larvae varied from 0 to 23 individuals per liter, the larvae were present in all the months of the year, with high density peaks in spring during the month of October, as in 2002 as for 2003, and lower densities under temperature below 15 degrees C. The average quantity of post-larvae varied from 1 to 7545 individuals per sampler (brick). The post-larvae were present during all the months of the year, with density peaks in spring, particularly in November 2003, following its larvae peak of the same year. The adults reached the maximum height of 38mm. The population density of adults aggregated calculated by i/m^2 varied 15.700 i/m^2 to 99.700 i/m^2 in February 2003. The order and group analysis separated the population in general, in four groups according to the density of each phases in different times of the year. The adults were ordered in three different groups according to the length rate which here we name recruits, minor adults and major adults. These three groups are also related to the differences of behavior as for the ability of locomotion and fixation capacity. Considering the adults in according to their length rate, it was noticed more recruits (5mm to 7mm length), present in all the sampled months. The recruiting follows to post-larvae peaks being more intense, in February 2003 and goes until August the same year. Although we have not found a correlation between the quantity of larvae and the temperature peaks, there was a reduction of the quantity of larvae on the lowest temperature peaks and an incidence between the larvae density peaks and severe temperature oscillations that occurred in the coldest months. Windstorms and rainstorms occurred in spring 2002 would have been the most likely causes of low density of post-larvae after the larvae peak in the beginning of 2002.

SUMÁRIO

Item	Página
Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Sumário	v
Lista de Tabelas	vii
Lista de Figuras	viii
Lista de Anexos	xi
1. Introdução Geral	1
2. Objetivos	6
2.1 Geral	6
2.2 Específicos	6
3. Caracterização da Área de Estudo e Metodologia Geral	7
4. Artigos	10
4.1 Fases larvais do mexilhão dourado <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil.	11
Abstract	11
Introdução	12
Material e Métodos	16
Resultados	17
Discussão	20
Considerações finais	23
Agradecimentos	24
Referências Bibliográficas	24

Ítem	Página
4.2 Avaliação da densidade e crescimento populacional do mexilhão dourado <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker, 1857) em suas diferentes fases de vida, na praia do Veludo, lago Guaíba, município de Porto Alegre, RS, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae).	30
Abstract	31
Resumo	32
Introdução	34
Material e Métodos	38
Resultados	43
Discussão	50
Referências Bibliográficas	56
5. Conclusões gerais	79
6. Referências bibliográficas	82

LISTA DE TABELAS

Item	Página
4 Artigos	
4.1 Fases larvais do mexilhão dourado <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker,1857) (Bivalvia, Mytilidae) na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil.	
Tabela 1- Medidas do tamanho das larvas (comprimento máximo) de <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker,1857) coletadas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	27
4.2 Avaliação da densidade e crescimento populacional do mexilhão dourado <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker,1857) em suas diferentes fases de vida, na praia do Veludo, lago Guaíba, município de Porto Alegre, RS, Brasil. (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae).	
Tabela 1 - Resultados das análises físicas e químicas da água e das quantidades de larvas, pós-larvas e adultos, amostras durante o período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS.	63
Tabela 2 - Número total de indivíduos adultos, separados por classes de tamanho, amostrados quinzenalmente na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS.	64
Tabela 3 - Resultados das análises de ordenação e agrupamento de larvas, pós-larvas e adultos de <i>Limnoperna fortunei</i> ao longo do ano, no Lago Guaíba, Porto Alegre, RS. A informação contida nos eixos refere-se à variação total dos dados. A estabilidade dos eixos e a nitidez dos grupos são probabilidades geradas através de 1000 interações de auto-reamostragem <i>bootstrap</i> .	65
Tabela 4 - Resultados das análises de ordenação e agrupamento das classes de comprimento dos indivíduos adultos de <i>Limnoperna fortunei</i> , Porto Alegre, RS. A informação contida nos eixos refere-se à variação total dos dados. A estabilidade dos eixos e a nitidez dos grupos são probabilidades geradas através de 1000 interações de auto-reamostragem <i>bootstrap</i> .	65

LISTA DE FIGURAS

Ítem	Página
1. Introdução	
Figura 1 - Exemplos de bivalves invasores de água doce, sua classificação e local de origem. (Classificação segundo NEWELL, 1969).	5
Figura 2 – A- Mapa do Rio Grande do Sul, indicando o local de amostragem, na praia do Veludo, lago Guaíba, Porto Alegre. B- Lago Guaíba em detalhe.	9
Figura 3 - Visão da área de coleta, com a placa marcadora, na praia do Veludo, lago Guaíba, Porto Alegre.	9
 4 Artigos	
4.1 Fases larvais do mexilhão dourado <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker,1857) (Bivalvia, Mytilidae) na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil.	
Figura 1 - Mapa indicando o local de amostragem: praia do Veludo, Belém Novo, margem esquerda do lago Guaíba, Porto Alegre, RS.	28
Figura 2 - Mórula ciliada de <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker,1857), com 80 µm de diâmetro, praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 3 - Larva trocófora - fase 1: com 100 µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 4 - Larva trocófora - fase 2: 110 µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 5 - Larva trocófora – fase 3: com 125 µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 6 - Fig.5: Larva trocófora – fase 4: com primórdios de concha, com 125 µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 7 - Larva “D”, com 120 µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 8 - Veliger de charneira reta, com 150 µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 9 - Larva veliger umbonada, com 200 µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 10 - Larva de pediveliger, 230µm de comprimento, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 11 - Pós larvas em fase de fixação sobre substrato duro, amostradas na praia do Veludo, Porto Alegre, RS.	29
Figura 12 - Exemplar adulto de <i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker,1857), amostrados na	29

praia do Veludo, Porto Alegre, RS.

Ítem

Página

4.2 Avaliação da densidade e crescimento populacional do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) em suas diferentes fases de vida, na praia do Veludo, lago Guaíba, município de Porto Alegre, RS, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae).

Figura 1 - Mapa indicando o local de amostragem: praia do Veludo, Belém Novo, margem esquerda do lago Guaíba, Porto Alegre, RS. **66**

Figura 2 - Vista geral do local de amostragem indicando o ponto onde foi medida a profundidade, junto a placa de indicação da área de estudos. **67**

Figura 3 - Rede de plâncton utilizada para coleta de larvas de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) com 36 µm de abertura de malha. **67**

Figura 4 - Tijolos de cerâmica vazados, de 14 x 10,5 x 9 cm, com seis perfurações de 3 cm e duas de 1 cm de diâmetro, utilizados como amostradores de pós-larvas. **68**

Figura 5 - Amostradores de pós-larvas, tijolos suspensos por suportes de ferro, junto aos juncais na Praia do Veludo, Município de Porto Alegre, RS. **68**

Figura 6 - Visão do ambiente de coleta no momento da retirada das amostras de exemplares adultos *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) nos ramos do “sarandi” (*Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum) com aproximadamente três a quatro centímetros de diâmetro (em detalhe), praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. **69**

Figura 7 – Foto esquemática das medidas do comprimento máximo da concha de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). **69**

Figura 8 - Distribuição sazonal dos valores referentes aos indicadores físicos e químicos da água e quantidade de larvas/litro de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), na estação de amostragem na praia do Veludo, de setembro de 2002 a dezembro de 2003. A-Fósforo; B-nitrogênio; C-Clorofila “a”; D-Conductividade; E-pH ; F- Oxigênio Dissolvido; G-profundidade e H- sólidos suspensos. **70**

Figura 9 - Presença de larvas de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) durante 16 meses, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS, Comparada às variações da precipitação e da temperatura da água. **71**

Figura 10 - Presença de pós-larvas de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) e variação do oxigênio dissolvido, durante o período de amostragem de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. **71**

Figura 11 - Diagramas de ordenação de larvas, pós-larvas e adultos de *Limnoperna fortunei* ao longo do ano, no lago Guaíba, Porto Alegre, RS. Foi utilizada análise de coordenadas principais com distância de corda entre unidades amostrais. Os eixos horizontal e vertical contêm respectivamente 75,2 e 24,8%. A- Ordenação dos meses pela quantidade de indivíduos. B-Biplot: Os quadros são identificados por pontos Ordenação dos meses pela quantidade de indivíduos representados pelos indivíduos **72**

mais representativos. Variáveis cuja correlação com os eixos $r \geq |0,5|$ estão identificadas pelos seguintes códigos: L- larvas, PL- pós-larvas, Ad- adultos e M- mescla.

Figura 12 - Dendrograma da análise de agrupamento de larvas, pós-larvas e adultos, separadas pelas datas de coleta nas diferentes épocas do ano. O agrupamento foi realizado pelo método de variância mínima com distância de corda entre unidades amostrais. (Grupo 1: A- larvas; Grupo 2: B- pós-larvas; Grupo 3: C- adultos; Grupo 4: D- mescla). **73**

Figura 13 - Diagramas de ordenação de classes de comprimento dos indivíduos adultos de *Limnoperna fortunei*, Porto Alegre, RS. Análise de coordenadas principais com distância de corda entre unidades amostrais. A- Representados pelos meses B- Biplot: os quadros são identificados por pontos e as classes de tamanho. Variáveis das classes de comprimento cuja correlação com os eixos $r \geq |0,5|$ estão identificadas pelos seguintes códigos: C1(5-7mm), C2(7-9mm), C3(9-11mm), C4(11-13mm), C5(13-15mm), C6(15-17mm) C7(17-19mm), C8(19-21mm), C9(21-23mm), C10(23-25mm), C11(25-27mm). Os eixos horizontal e vertical contêm respectivamente 56,30% e 19,82% das informações. **74**

Figura 14 - Dendrograma da análise de agrupamento das datas de coleta separadas pelas classes de tamanho. O agrupamento foi realizado pelo método de variância mínima com distância de corda entre unidades amostrais. Grupo A - recrutas, Grupo B - adultos menores e Grupo C - adultos maiores. **75**

Figura 15 - Histograma de frequência relativa percentual quinzenal das classes de tamanho dos indivíduos adultos de uma população de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), amostrada durante o período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. Comprimento máximo em mm. **76**

Figura 16 - Histograma de frequência relativa percentual mensal das classes de tamanho dos indivíduos adultos de uma população de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), amostrada durante o período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. Comprimento máximo em mm. **77**

Figura 17 - Histograma de frequência relativa percentual bimensal das classes de tamanho dos indivíduos adultos de uma população de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), amostrada durante o período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. Comprimento máximo em mm. **78**

LISTA DE ANEXOS

Ítem	Página
Anexo 1 - Normas da Revista Brasileira de Zoologia	86
Anexo 2 - Normas da Revista Brasileira de Biologia	89

1. INTRODUÇÃO GERAL

São múltiplas e crescentes as atividades humanas que estão na origem de profundas alterações nos sistemas ecológicos. Traduzem-se, por exemplo, pela perda e fragmentação dos habitats naturais, alterações dos ciclos minerais, poluição do solo, do ar e da água, alterações climáticas e invasão por espécies exóticas. O ambiente aquático está sendo muito atingido pela ação antrópica, gerando grandes problemas (KOLAR & LODGE 2001).

Os impactos das alterações dos ecossistemas aquáticos sobre a biodiversidade aquática podem ser assim sintetizados: introdução de espécies exóticas, especialmente espécies predadoras; remoção de vegetação ciliar de rios tributários, de lagos ou represas; remoção de áreas alagadas; eutrofização excessiva; uso excessivo de equipamentos de recreação; construção em áreas alagadas; aumento da navegação e transporte; aumento da toxicidade aquática; poluição e contaminação; construção de represas; aumento do material em suspensão na água; alteração do nível da água e interferência no regime hidrológico (TUNDISI *et al.* 2003).

Entre todas estas alterações, a invasão de um habitat por uma espécie exótica, que conduz, freqüentemente, à ocupação e domínio do novo território, é das situações mais difíceis de controlar e restaurar. O problema coloca-se quando as espécies exóticas se tornam invasoras, ameaçando a sobrevivência das espécies nativas. As espécies invasoras são pois aquelas que têm a capacidade de competir e, freqüentemente, substituir outras espécies nos seus “habitats” naturais, adaptando-se aos novos ambientes, distribuindo-se rapidamente para além dos locais onde foram introduzidas e passando a interferir no

desenvolvimento natural das comunidades invadidas (ELTON 1958; MOONEY & DRAKE 1986; LODGE 1993).

As espécies exóticas são consideradas invasoras quando adaptam-se às condições climáticas regionais e multiplicam-se rapidamente no ambiente, provocando, através de maneiras diferentes (predação, competição, etc.), a eliminação de espécies nativas. O efeito negativo das espécies exóticas invasoras sobre as espécies nativas ocorre pelo fato de possuírem atributos físicos e comportamentais que as tornam mais competitivas, como, alta capacidade reprodutiva, crescimento acelerado e rápida maturidade sexual, entre outros (MORTON 1996). A invasão biológica é considerada hoje, pela comunidade científica, como um elemento importante nas mudanças globais e uma ameaça à biodiversidade (DARRIGRAN 2002).

Em coletas realizadas no final do ano de 1998 e início de 1999, nas margens do Guaíba, Rio Grande do Sul, constatou-se a presença de uma espécie exótica de molusco bivalve da família Mytilidae (Fig.1), até então não registrada para a referida bacia (MANSUR *et al.* 1999, 2003). Trata-se de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), oriunda do sudeste asiático. Até então eram conhecidas somente as espécies invasoras asiáticas *Corbicula fluminea*, *Corbicula largillierti* e duas outras *Corbicula* spp., ainda não identificadas, da família Corbiculidae (Fig.1), com os primeiros registros no Guaíba a partir da década de 1970 (MANSUR *et al.* 2004).

O primeiro registro de *L. fortunei* para a América do Sul foi no Rio da Prata, na localidade de Bagliardi (34°55' S - 57°49' W), próximo da cidade de La Plata, em 1991 (PASTORINO *et al.* 1993). Segundo estes autores, a espécie alcançou, na mesma localidade de Bagliardi, densidades de 31.222 i/m² no ano de 1992, e de 82.151 i/m² em

1993, que, segundo DARRIGRAN & PASTORINO (1995) e PASTORINO *et al.* (1993), vem causando problemas sérios nas canalizações e entradas de água para o abastecimento das cidades. A espécie se fixa com fio de bisso e forma aglomerações consideráveis, não só, sobre suportes materiais ou vegetais, como também junto às aberturas de bivalves nativos, impedindo-os de inalar a água para a filtração dos alimentos, finalmente sufocando-os por oclusão das aberturas (BONETTO 1997). No ambiente natural, este molusco altera a composição bentônica, favorecendo o aparecimento de certos invertebrados em detrimento de outros (DARRIGRAN *et al.* 1998).

Após dois anos do aparecimento da espécie no Guaíba, surgiram os primeiros registros de “macrofouling” nos poços captadores de água para a cidade de Porto Alegre (Jornal Zero Hora, 08/05/01) e na indústria de celulose Riocell-Klabin (atual ARACRUZ), Município de Guaíba (30°06’S-51°20’W) com problemas nas grades, poços e tubulações. Conforme MANSUR *et al.* (2003), *L. fortunei*, na busca por substrato firme às margens do Guaíba, assentou-se preferencialmente sobre os rizomas do junco (*Scirpus californicus* (Meyer) Steud), formando aglomerados. Inicialmente ocupou a superfície dos rizomas e, com o decorrer do tempo, os exemplares foram se sobrepondo, formando grandes bolas. Cresceram também pelas laterais dos rizomas, avançando sobre a areia. Fixaram-se também à região posterior de bivalves e gastrópodes nativos, não permitindo o fechamento total das valvas ou do opérculo, tornando os moluscos vulneráveis aos predadores. Os autores, também atribuíram a recente diminuição das áreas dos juncais nas margens do Guaíba, à presença de *L. fortunei*.

Os primeiros dados sobre a reprodução de *L. fortunei* oriunda de Hong Kong, constam em MORTON (1982). Após três anos de estudos, o autor constatou que a espécie é dióica, sem ocorrência de hermafroditismo, com desova bianual. Esta acontece duas vezes por ano, no verão, período de aumento da temperatura e diminuição do nível de

oxigênio dissolvido e no inverno com baixas temperaturas e elevação dos níveis de oxigênio dissolvido. A gametogênese e a desova são influenciadas pelas variações sazonais da temperatura da água.

DARRIGRAN *et al.* (1998) descobriram hermafroditas (0,55%) na população de *L. fortunei* que invadiu o Rio da Prata, Argentina. DARRIGRAN *et al.* (1999) estudaram o ciclo reprodutivo desta população que vive agora numa latitude e clima distintos da região de origem da espécie. Concluíram que, nos primeiros anos de invasão, após 1991, a reprodução era praticamente contínua, sem uma sincronização nos padrões de reprodução. A partir de 1993, foi possível reconhecer dois períodos de desova por ano, conforme as observações de MORTON (1982) para a população de Hong Kong. Os autores, no entanto, não observaram um período claro de inatividade gonadal, após as desovas no Rio da Prata.

Segundo CATALDO & BOLTOVSKOY (2000), as populações de *L. fortunei*, na Argentina, liberam seus óvulos e espermatozóides na água; uma vez fecundados (externamente) desenvolvem-se larvas livre-natantes (larvas planctônicas) que irão colonizar novos locais. As larvas possuem dois estágios de desenvolvimento (fase não valvada e valvada) que apresentam características morfológicas levemente diferentes. Na fase valvada, primeiramente aparecem larvas de charneira reta, em forma de “D” (larva D-shaped). Adquirem então um véu, passando a larva véliger, com intensa atividade de natação no plâncton. Estas se transformam em véliger pré-umbonados e logo em umbonados. Nos últimos estágios larvais se dá o aparecimento do pé (pediveliger). Este, uma vez bem desenvolvido, forma o fio de bisso que permite à larva condições de fixação ao substrato. A densidade das larvas na água é altamente variável ao longo do ano, alcançando em alguns momentos picos de até 30.000 indivíduos por metro cúbico.

Dados sobre a dinâmica populacional da espécie foram pesquisados por MORTON (1977) num reservatório de água para o abastecimento da cidade de Hong Kong. Através

de amostragens mensais, este autor observou o crescimento do molusco e os períodos de assentamento das larvas. Este ocorreu três vezes ao ano, com períodos de duração distinta e foi relacionado às alterações de temperatura e de oxigênio dissolvido na água.

Uma pesquisa piloto foi realizada por SANTOS & MANSUR (2002) para verificar os períodos de assentamento de pós-larvas em área de junco nas margens do Guaíba. Foram testados diferentes tipos de substrato como vários tecidos, plásticos e tijolos. Concluíram-se que as pós-larvas de *L. fortunei* preferem tijolos e estiveram presentes em todos os meses do ano. Uma maior incidência ocorreu nos meses de novembro a dezembro de 2000 e setembro, novembro e dezembro de 2001. E a menor incidência ocorreu nos meses de janeiro a agosto de 2001.

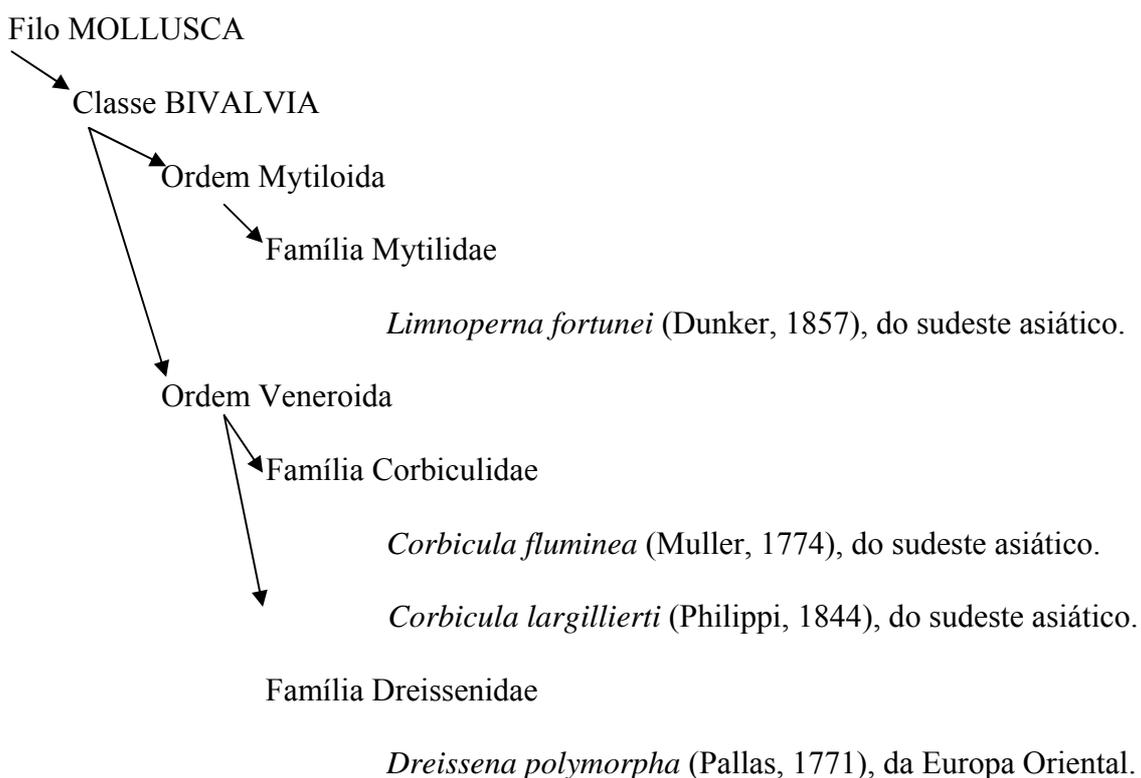


Fig. 1: Exemplos de bivalves invasores de água doce, sua classificação e local de origem. (Classificação segundo NEWELL, 1969).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Identificar *Limnoperna fortunei* em suas diferentes fases da vida como: larva, pós-larva, juvenil e adulto, e avaliar a densidade e o crescimento populacional durante o período de um ano, em uma estação de amostragem na Bacia do Guaíba, como subsídio básico a futuros projetos ou sistemas de controle do animal.

2.2. Objetivos Específicos

Descrever os estágios de vida de *Limnoperna fortunei* nas fases de larva, pós-larva, juvenil e adulto;

Acompanhar o crescimento populacional e conhecer a densidade populacional da espécie;

Avaliar os períodos de assentamento das larvas em diferentes épocas do ano;

Verificar a influência de algumas variações ambientais sobre o crescimento populacional da espécie;

Observar prováveis impactos da rápida invasão da espécie exótica *L. fortunei* no meio ambiente.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA GERAL

A estação de coleta situa-se junto ao trapiche da Associação dos Pescadores (APESCA), na praia do Veludo (30° 12' 35'' S, 51° 11' 68'' W), Bairro de Belém Novo, ao sul do município de Porto Alegre (Fig.2), na margem esquerda do lago Guaíba. Este lago possui uma área aproximada de 470km² de superfície, com uma profundidade média de dois metros e encontra-se quatro metros acima do nível do mar. Compreende uma região deltaica ao norte e um corpo lagunar alongado no sentido SE-NO, com aproximadamente 50 km de comprimento e 12 km de largura média. No centro existe um canal cuja profundidade varia de 5 a 6 metros e é utilizado para a navegação de navios. No delta desembocam 4 rios: Gravataí, dos Sinos, Caí e Jacuí, somando uma vazão média de 38.000 m³/s. O maior contribuinte em aporte de sedimentos e volume de água (84%), é o rio Jacuí, dessa forma o delta recebe o seu nome (ATLAS AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE, 1998). Segundo VIEIRA & RANGEL (1988), a periferia do lago compreende uma sequência de baías (denominadas localmente de sacos) que são separados por penínsulas (conhecidas como pontas ou pontais), geralmente formadas por morros graníticos; os sacos são rasos com profundidades que geralmente não ultrapassam 2 m. Há uma área mais profunda de 20 a 60 m, próxima à ponta de Itapuã, um pouco antes do lago desembocar na laguna dos Patos. Esta bacia forma um sistema independente que se comunica com a laguna, tornando-se a saída para o mar, porém as águas do Guaíba não apresentam regime ou influência de marés e a salinidade é zero. O regime depende da precipitação. Nas enchentes o nível do lago pode alcançar a quota de 4 metros e a velocidade da corrente depende da intensidade dos ventos de NE e NO e também do fluxo de descarga dos

tributários (VIEIRA & RANGEL, 1988). As margens do lago Guaíba são constituídas geralmente por praias arenosas com grandes áreas constituídas por rubiaceas, onde se destaca *Scirpus californicus* (C. A. Mey.) Steud. Apresenta uma densa vegetação ripária composta principalmente pelo “sarandi” *Cephalanthus glabratus* (Spreng) K.Schum e pelo “salgueiro-chorão” *Salix humboldtiana* Willd (1805). A cidade de Porto Alegre situa-se na latitude de 30° Sul e a 100km do oceano Atlântico, possui um clima subtropical úmido e tem como característica marcante a grande variedade dos elementos climáticos ao longo do ano. Localiza-se numa zona de transição climática em que massas de ar tropical marítimo (mais frequentes durante o verão) alternam-se com massas de ar polar marítimo (mais frequente durante o inverno). O clima de Porto Alegre é classificado, segundo W. Koppen, como sendo subtropical úmido (Cfa), por registrar valores de temperatura média do mês mais quente superiores a 22°C e apresentar chuvas bem distribuídas ao longo do ano (ATLAS AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE, 1998).

O local de amostragem, na praia do Veludo, constitui-se numa margem arenosa, vegetada por *Scirpus californicus* (C. A. Mey.) Steud, dividida por um trapiche de madeira utilizado, em seu segmento distal como atracadouro de barcos de pesca. A área é bastante abrigada das ações dos ventos, com exceção daqueles vindo da direção sul.

4. ARTIGOS

Com os objetivos propostos e o conhecimento da área de estudo, procedeu-se à descrição das fases larvais e a avaliação da densidade e crescimento populacional de *Limnoperna fortunei*, nos dois capítulos subseqüentes.

O primeiro trabalho foi redigido sob as normas da *Revista Brasileira de Zoologia* e o segundo sob as normas da *Revista Brasileira de Biologia*.

Fases larvais do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na bacia do Guaíba Rio Grande do Sul, Brasil.

Cíntia Pinheiro dos Santos ¹, Norma Luiza Würdig ², Maria Cristina Dreher Mansur ³

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. E-mail: cipinheiro@yahoo.com.br;

² Laboratório de Invertebrados Bentônicos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves 9500, Bloco 4, prédio Zoologia 43435, sala 204, 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: wurdignl@ufrgs.br

³ Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Av. Ipiranga 6681, 90619-900 Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: mcmansur@puhrs.br;

ABSTRACT. Larval stages of the golden mussel (*Limnoperna fortunei* Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Guaíba Basin, Rio Grande do Sul State, Brazil. Since the end of 1998 a small invasive bivalve, the golden mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), originating from Southeast Asia, is present in Southern Brazil. It was probably brought none intentionally in ballast water to the Guaíba Basin in Rio Grande do Sul State. In this environment, the golden mussel is causing macrofouling very rapidly with grate financial loss and damages to the native fauna and flora. Quali-quantitative samplings twice a month were performed during one year in the Guaíba lake, at Veludo Beach (30°12'35" S; 51°11'68" W) southward of the municipality of Porto Alegre. Each time, 30 liters of water were filtered through plankton net with a mesh opening of 36 µm. The different larval stages with the length parameters were briefly described. Different stages were recognized: five without valves and four valved. The first one recognized as a ciliated stage develops

into the trocophora (length from 80µm to 125µm) with four distinct stages. The valved stages include: the “D”- shaped (length 120µm to 150µm), the straight-hinged veliger (length 150µm to 190µm), umbonated-veliger (length 190µm to 220µm) and pediveliger (length 220µm to 250µm). When pos-larvae or plantigrades (length about 300µm), they secrete the byssus thread that permit fixation on the substrate. Larvae were present during all the samplings with strong October-December peaks.

KEY WORDS: freshwater, invasive, larvae, MYTILIDAE, South-America.

INTRODUÇÃO

Segundo classificação de NEWELL (1969), o molusco bivalve *L. fortunei* comumente conhecido por mexilhão dourado, pertence à família dos mexilhões marinhos (Mytilidae), à ordem Mytiloidea e a subclasse Pteriomorpha. Originário do sudeste da Ásia, comumente encontrado na Coreia, China, Taiwan e Tailândia, este molusco foi introduzido na Argentina em 1991 e no Japão a partir de 1992 (MAGARA *et al.*, 2001). Assemelha-se a um mexilhão marinho, no entanto, vive somente em água doce ou em águas salobras, com baixíssima salinidade (DARRIGRAN & EZCURRA-DE-DRAGO, 2000). Foi coletado pela primeira vez no lago Guaíba, RS, em fins de 1998, constituindo este o primeiro registro da espécie no Brasil (MANSUR *et al.*, 1999, 2003). Os mesmos autores suspeitaram que sua introdução tenha sido através de água de lastro de navios e mencionaram que após dois anos da invasão do mexilhão dourado no Rio Grande do Sul, foram observadas populações com densidades em torno de 140.000 indivíduos por m². Citaram também que a espécie vem causando uma série de danos à fauna bentônica nativa e à vegetação ripária, desencadeando a diminuição das mesmas. Prejuízos econômicos, devido ao entupimento de poços de captadoras de água, grades e encanamentos de estações de abastecimento de água e refrigeração de indústrias no entorno do lago, também foram observados pelos

mesmos autores (op. cit.), a partir do segundo ano, após o primeiro registro da espécie no Brasil.

MORTON (1982) foi o primeiro autor a estudar *L. fortunei* quanto ao ciclo reprodutivo, com base em populações coletadas em Hong-Kong, concluindo que a espécie é dióica com dois picos reprodutivos anuais.

Os primeiros dados sobre as fases larvais de *L. fortunei* (Dunker, 1857) constam nos trabalhos de CHOI & SHIN (1985) e CHOI & KIM (1985), correspondentes à populações originárias da Coreia. CHOI & SHIN (1985) descreveram a espécie como gonocórica (dióica), cujo desenvolvimento seria através de uma larva muito semelhante à de outras espécies de bivalves marinhos, como segue: após a fecundação do ovo, o embrião passaria por vários estágios de segmentação dos blastômeros e em três horas e trinta minutos atingiria o estágio de trocófora ciliada; após mais cinco a seis horas, transformar-se-ia na larva envolta por uma concha de charneira reta (ou larva “D- shaped”); esta, após aproximadamente cinco dias, passaria ao veliger caracterizado pela presença do véu ou “velum” que o levaria a uma atividade intensa de natação e ao consumo de muitos nutrientes; o último estágio compreenderia uma larva umbonada ou juvenil com um pé bem desenvolvido, pronto para assentar-se e fixar-se ao substrato. CHOI & SHIN (1985) deram grande ênfase ao número de horas que a larva leva para atingir cada estágio, descrevendo detalhadamente a segmentação dos primeiros blastômeros, no entanto, faltam descrições morfológicas da trocófora em si, de suas metamorfoses e das medidas das mesmas. Os autores CHOI & KIM (1985) complementaram o trabalho dos autores citados anteriormente, oferecendo medidas dos estágios larvais e em especial da larva “D – shaped”, separada em três tipos: Larva “D” fase inicial (comprimento da concha larval - 140 μ m), larva “D” fase intermediária (167 μ m) e larva “D” fase final (210 μ m).

CATALDO & BOLTOVSKOY (2000), estudando a atividade reprodutiva de populações do mexilhão dourado da Argentina, ilustraram pela primeira vez o veliger das populações locais, citando apenas os nomes das larvas do estágio valvado, “charneira-reta” (“straight hinged”), veliger natante e larva umbonada ou juvenil. Citaram, como base, os trabalhos de CHOI & SHIN (1985) e de CHOI & KIM (1985), sem maiores descrições ou comentários.

Com relação ao ciclo larval de outras espécies de diferentes famílias de água doce, dispõem-se de informações um pouco mais consistentes. Os autores ACKERMAN *et al.* (1994) ao revisarem a bibliografia sobre as larvas do bivalve *Dreissena polymorpha*, conhecido popularmente como “mexilhões zebra”, comentam terem encontrado vários artigos sobre o tema, com dados que contém diferenças tanto na terminologia como na seqüência de eventos e em relação às medidas. Para resolver o problema optaram por medir as larvas e redescrevê-las, observando características morfológicas e seu comportamento, o que lhes permitiu determinar o estágio de desenvolvimento de cada fase. Consideraram o comprimento e a altura como essencial para redefinir cada fase larval, medindo o tamanho da concha quando presente.

NICHOLS & BLACK, 1994, em seu trabalho, separaram os estágios larvais de várias espécies de água doce, como *Dreissena polymorpha* (Pallas), *Dreissena rostriformis bugensis* e *Corbicula fluminea*, utilizando características como comprimento da charneira, comprimento, altura e forma da concha, e a presença ou ausência de um pé e/ou de um véu. Apresentaram também um glossário definindo a terminologia das características morfológicas das larvas.

KASYANOV *et al.* (1998) desenvolveram amplo trabalho sobre larvas de várias espécies marinhas, desde a fase de ovo, e estabeleceram padrões de orientação e medidas das conchas larvais. Segundo os mesmos autores (op. cit.), o ovo dos bivalves em geral contém relativamente pouco vitelo que se distribui uniformemente em toda célula ovo. A

posição do pólo animal seria indicada pela extrusão dos corpúsculos polares da célula ovo. Os ovos de bivalves apresentam um diâmetro de 40-360 μ m, semelhante aos ovos de outros bilateria com fertilização externa, e seriam envolvidos por uma membrana vitelínica e uma gelatinosa. A espessura dessa membrana vitelínica é de 1-2 μ m. Os mesmos autores ainda referem que segundo DROZDOV & KASYANOV (1985b), a membrana gelatinosa é geralmente transparente, delicada e pobremente definida após a fixação e que segundo ALLEN (1953,1961), os ovos têm a membrana gelatinosa em adição a uma vitelínica. KASYANOV *et al.* (1998) distinguiram, no contorno da concha larval, as margens anterior, posterior, dorsal e ventral. Para a orientação das larvas valvadas, consideraram na margem anterior do veliger a presença do véu e do músculo adutor anterior, e o véu e o pé na veliconcha. A margem posterior seria onde se desenvolveriam mais tarde os sífões e a margem dorsal, onde as duas valvas se uniriam e se formaria a charneira. A margem oposta à charneira é chamada de margem ventral. Distinguiram também a margem dorsal, anterior ao umbo e a margem dorsal, posterior ao umbo. Ainda segundo KASYANOV *et al.* (1998) a trocófora quando totalmente envolvida pela concha passa ao estágio valvado, que possui uma estrutura interna que evolui de simples a complexa. O polo animal da trocófora, ou seja, a prototroca, desenvolve-se em um véu, constituído por um disco coroado de cílios alongados, cujo formato lembra um botão de contorno ovalado, sobressaindo às bordas da concha larval e servindo como estrutura para natação.

Frente à escassez de publicações disponíveis sobre as larvas do mexilhão dourado e de dados que possibilitem o reconhecimento de fases larvais, principalmente as desprovidas de concha, este trabalho têm por objetivo auxiliar o reconhecimento das fases larvais de *L. fortunei*, como base aos trabalhos de monitoramento e controle dessa espécie invasora na América do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas coletas quinzenais, em uma estação de coleta situada na praia do Veludo (30° 12' 35'' S, 51° 11' 68'' W), Bairro do Belém Novo, junto ao trapiche da Associação dos Pescadores (APESCA), na margem esquerda do lago Guaíba, ao sul do município de Porto Alegre, RS (Fig.1). Para observação de fases que ocorrem logo após a fecundação e que se desenvolvem muito rapidamente, foram realizadas seis coletas adicionais nos meses de outubro a dezembro de 2002 e 2003.

Para coleta das larvas, foi utilizada uma rede de plâncton com abertura de malha equivalente a 36 µm, filtrando-se sempre a quantidade de 30 litros de água.

As diferentes fases larvais foram identificadas, separadas quanto ao tamanho e tipo de concha larval e definidas com base no desenvolvimento da charneira, formato da concha, tamanho da concha e a ausência ou presença de um véu e de um pé. Com o auxílio de microscópio óptico ZEISS standart 25, equipado com câmara clara e ocular milimetrada, grande parte das larvas valvadas foram medidas quanto ao comprimento e altura da concha. As larvas estavam fixadas em álcool 70%. Considerou-se comprimento como a medida da maior distância entre a região anterior e a posterior, paralela à linha da charneira, segundo KASYANOV *et al.* (1998).

As larvas foram fotografadas com vida, em suas diferentes fases, através de uma câmara fotográfica automatizada, acoplada ao microscópio óptico ZEISS AXIOPLAN MC80 em aumentos de 200 vezes. Para diminuir os movimentos das larvas, utilizaram-se alguns filamentos de nicotina (cigarro) que foram colocados uma hora antes da tomada de fotografias, diretamente no líquido da lâmina montada. As amostras foram preservadas em álcool 70%.

Para completar o ciclo de vida de *L. fortunei* foram também observadas e fotografadas pós-larvas em fase de fixação e adultos sobre a superfície dos amostradores colocados no local de coleta.

RESULTADOS

A larva sofre transformações contínuas desde o ovo até a fase em que deixa de ser larva e passa à pós-larva. Neste processo foi possível distinguir estágios e fases diferenciadas que estão descritas e representadas através de ilustrações (Fig.2 a 10). Compreendem basicamente duas etapas: estágios não valvados e valvados:

Estágios larvais não valvados: desde o ovo a trocófora. (Fig.2 – 6)

Ovo: não foi observado. Segundo os autores CHOI & SHIN (1985) este é esférico, compacto, circundado por material viscoso, medindo em torno de 80µm de diâmetro.

Larva ciliada (Fig.2): Foi possível distinguir embriões na fase inicial, que considerou-se ser de mórula ciliada pelo formato circular, cujo diâmetro variou em torno de 80µm, com a presença de cílios esparsos sobre toda a superfície externa.

Este “estágio ciliado” (termo encontrado apenas no trabalho de NICHOLS & BLACK (1993) para *Dreissena rosteriformis bugensis*) foi observado em abundância nas amostras de outubro e novembro de 2003.

Trocófora – fase 1 (Fig.3): este estágio inicia-se quando o embrião perde o formato circular, tornando-se levemente alongado, adquirindo as características da larva trocófora. Os cílios concentram-se numa extremidade, o polo animal, formando a prototroca, caracterizada por uma coroa de cílios cujo centro apresenta um tufo apical que direciona a locomoção da larva. A trocófora, fase 1, possui um comprimento máximo que varia de 80µm a 100µm por 85µm de largura. Constitui-se numa estrutura compacta de células, sem ser translúcida.

Trocófora - fase 2 (Fig.4): nesta fase a extremidade oral torna-se mais afilada e toda a estrutura da larva toma o formato de pêra, muito semelhante a trocófora de *Mactra chinensis*, segundo a figura 6 b de KASYANOV (1998), com base em MEDVEDEVA & MALAKHOV (1983). Ao lado da extremidade oral, abaixo da prototroca, observa-se uma leve reentrância que constitui a boca primitiva. Este estágio mede em torno 110µm de comprimento.

Trocófora – fase 3 (Fig.5) : a larva aumenta visivelmente de tamanho, atingindo 125µm de comprimento e aproximadamente 100µm de largura, torna-se levemente translúcida e o polo aboral, mais deprimido e largo. Surge um pequeno achatamento lateral deste polo, onde mais tarde irá se desenvolver a concha larval.

Este estágio também se assemelha a trocófora de *Mactra chinensis* segundo a figura 6c de KASYANOV (1998) com base em MEDVEDEVA & MALAKHOV (1983).

Trocófora - fase 4, com primórdios de concha (Fig.6). A larva se desenvolve sem aumentar de tamanho (125µm de comprimento), no entanto muda sua forma devido ao crescimento da concha junto ao pequeno achatamento lateral. Este representa a área da charneira da concha em formação. Distingue-se internamente o intestino rudimentar cego, que se movimenta esporadicamente, deixando espaços vazios no interior do polo oral.

Estágios larvais valvados: Da larva “D” ao Pediveliger (Fig.7-10). As medidas com cálculos de comprimento médio destas fases valvadas constam na Tabela 1. Os quatro estágios podem ser reconhecidos através da forma, tamanho e desenvolvimento da charneira das conchas larvais e pela presença e/ou ausências de algumas estruturas do corpo larval, como o véu e o pé, segundo descrição abaixo.

Larva “D” (Fig.7): cuja concha, em forma de “D” envolve totalmente a larva, a charneira apresenta-se reta, a estrutura interna pouco definida. O comprimento variou de 100µm a 130µm. Presença de um véu ainda em formação ou rudimentar formado apenas

por cílios que mal ultrapassam as bordas da concha. Seria a prototroca ainda não totalmente transformada em véu que ainda não se exterioriza sob a forma de botão. Ausência de pé.

Fase denominada de “Early D-shaped” com comprimento de 120 μ m a 150 μ m, segundo CHOI & KIM, 1985.

Veliger de charneira reta (Fig.8): possui concha de contorno mais arredondado, há um crescimento das valvas no sentido ventral e os umbos ainda não projetados. Comprimento variando de 140 μ m a 180 μ m. A charneira apresenta-se reta com leve espessamento interno. Véu presente, bem desenvolvido além das bordas valvares. O véu apresenta um comprimento um pouco maior que a metade do comprimento das valvas. O restante do corpo larval é coberto com uma concha completamente translúcida possibilitando a visualização dos órgãos internos. As larvas natantes desta fase são muito ativas e facilmente reconhecidas no plâncton através de seus movimentos uniformemente circulares. Algumas vezes disparam em movimentos rotatórios rápidos sobre o próprio eixo. Ausência de pé.

Conforme CHOI & KIM, 1985, trata-se do estágio “Middle D-shaped”, com comprimento de 150 μ m a 190 μ m.

Veliger umbonado (Fig.9): a concha apresenta umbos centrados distintos, ou seja, levemente elevados, tornando o contorno dorsal das valvas abaulado. O comprimento varia de 190 μ m a 230 μ m. A charneira apresenta-se mais densa e mais espessa, o véu bem definido e podem ser visualizados rudimentos do pé na parte ventral posterior ao véu. Movimentos e atividade semelhantes à fase anterior.

CHOI & KIM (1985) denominaram este estágio de “late D-shaped”, cujo comprimento larval varia de 190 μ m a 220 μ m.

Pediveliger (Fig.10): neste estágio a larva alcança seu tamanho máximo que varia de 240µm a 270µm, tendo como característica um pé funcional com o qual pode rastejar, enquanto mantém simultaneamente a habilidade de nadar, geralmente em círculos, com auxílio do véu.

Conforme CHOI & KIM (1985) esta fase denomina-se “umbo stage”, e o comprimento da concha larval variando de 220µm a 250µm.

Estágio de pós-Larva ou Plantígrada (Fig.11): com um comprimento em torno de 300 µm, costumam rastejar ativamente o pé, fixando-se ao substrato com o auxílio do bisso. Observou-se também que freqüentemente descolam o bisso, seguem caminhando e logo se fixam novamente ao substrato.

Este estágio pós-larval foi denominado de “Metamorphosing” por CHOI & KIM (1985), cujo comprimento supera os 250µm.

Nos juvenis a concha passa gradativamente a uma forma mitilóide alongada, com os umbos direcionados para frente, ou seja, o crescimento torna-se mais reduzido na região anterior e proporcionalmente mais acentuado na região pós-umbonal, tanto em altura como comprimento. Este crescimento diferenciado propicia a formação da concha do adulto (Fig.12), cuja região anterior é tão diminuta que se reduz ao limite anterior dos umbos.

DISCUSSÃO

Optou-se por uma nomenclatura dos estágios larvais distintas dos autores CHOI & SHIN (1985) e CHOI & KIM (1985), porém semelhante à de ACKERMAN *et al.* (1994) e KASIANOV *et al.* (1998). ACKERMAN *et al.* (1994) ofereceram a descrição do ciclo completo larval de *Dreissena polymorpha* comparado ao das larvas descritas de várias espécies, de famílias distintas, de ambientes marinhos. Os autores CHOI & SHIN (1985) e CHOI & KIM (1985) enfocaram o embrião em segmentação e passaram quase que

diretamente às larvas veliger, denominadas por eles de larva do tipo “D” (D early, D middle e D late).

As medidas e ilustrações das três fases larvais de *L. fortunei* apresentadas pela primeira vez para uma população da espécie invasora na América do Sul, segundo CATALDO & BOLTOVSKOY (2000), não se enquadram nos parâmetros fornecidos por CHOI & KIM (1985) nem naqueles observados para as larvas da mesma espécie coletadas no Guaíba. A carência de uma descrição por parte dos autores citados por primeiro impede a utilização de seus dados ou mesmo uma comparação efetiva.

Os autores NICHOLS & BLACK (1994) observaram maior semelhança anatômica e morfométrica das larvas de *L. fortunei* com as de *Dreissena spp.* (*Dreissena polymorpha* (Pallas), *D. rosteriformis bugensis*) provenientes de Europa oriental do que com as larvas de *Corbicula fluminea* do sudeste asiático. É interessante observar que *L. fortunei* pertence à ordem MYTILOIDA, que é distinta da ordem VENEROIDA da qual fazem parte *Dreissena* e *Corbicula*. Convém esclarecer ainda que *Dreissena polymorpha* conhecido popularmente como “mexilhão zebra” é bivalve invasor dulcícola, encontrado no hemisfério norte e ainda ausente na América do Sul.

A única afinidade entre *Dreissena* e *Limnoperna* seria apenas funcional, ou seja, os embriões não são incubados (MORTON, 1982). LIU, ZHANG WANG & WANG (1979) *apud* MORTON, 1982 observaram a incubação de ovos nas quatro demibrânquias de *L. fortunei*. Entretanto MORTON (1982) chama atenção para o fato de que esta espécie possui brânquias filamentosas unidas apenas por junções ciliares, o que não lhes permitiria sustentação de ovos, embriões ou incubação marsupial. Fica aqui a dúvida se os autores citados por MORTON (1982), realmente observaram o fenômeno da incubação de ovos nas brânquias de *L. fortunei*.

Durante os trabalhos de observação das amostras de plâncton do Guaíba, encontrou-se, algumas vezes além das larvas do mexilhão dourado, trocóforas e veliger de *Corbicula spp.* Trata-se de larvas muito semelhantes, com diferenciações morfológicas inter-específicas muito sutis. A distinção das mesmas muitas vezes só foi possível através da aferição e comparação do tamanho das larvas. Os parâmetros de *Corbicula* são comparativamente maiores, conforme apresentado por NICHOLS & BLACK (1994) : larva D com 240 µm, véliger umbonado 280 µm e pediveliger em torno de 500 µm. Além disto, observou-se que no estágio de veliger, *Corbicula* apresenta um véu mais projetado, circular, e de maior diâmetro que o de *L. fortunei*. Pode-se aqui mencionar que *Corbicula spp.* constitui um complexo de espécies invasoras de água doce, ainda pouco definidas, presentes nas águas do Guaíba desde a década de 70 (MANSUR *et al.* 2004), com estágios larvais facilmente confundidos com o de *L. fortunei*, se não forem utilizados parâmetros métricos na identificação.

Apesar dos escassos estudos sobre a vida larval da espécie *L. fortunei*, CHOI & SHIN (1985) citaram em seu trabalho que o desenvolvimento larval é semelhante para *Limnoperna* e *Dreissena*, porém a diferença entre ambas espécies estaria no período de permanência no plâncton. As larvas de *Dreissena* viveriam em torno de uma semana, enquanto que o mexilhão dourado permaneceria em torno de um mês. Porém, segundo o trabalho de NEUMANN & JENNER (1992), *Dreissena* viveria no plâncton entre 3 a 5 semanas, assim o período de permanência no plâncton seria semelhante entre as duas espécies. Estudos comparativos sobre a duração das fases larvais no plâncton dos mananciais hídricos invadidos por *L. fortunei* na América do Sul, não foram ainda desenvolvidos. DARRIGRAN (2002) apenas comenta que o desenvolvimento larval, com uma fase longa no plâncton, favorece a dispersão de *Limnoperna* e *Dreissena*, das suas áreas de origem, através da água de lastro. As larvas de ambas espécies suportam o

transporte por longo período, e ao serem descarregadas em áreas com condições adequadas, completariam seu desenvolvimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação das formas larvais de *L. fortunei* é uma etapa básica e imprescindível ao desenvolvimento de estudos sobre a densidade e crescimento do mexilhão dourado. Sabe-se também que é na fase larval que a espécie se dispersa, invadindo novos ambientes, especialmente em áreas onde a água apresenta boa oxigenação, como nos sistemas coletores de água de estações de tratamento, canalizações, bombas de sucção, sistemas de irrigação, refrigeração de indústrias e nos trocadores de calor de unidades hidroelétricas (MANSUR *et al.* 2003 e DARRIGRAN, 1995). O trabalho básico de monitoramento e de qualquer tipo de controle do animal, a ser efetivado em ambientes antrópicos, fundamenta-se no conhecimento da larva. Este possibilitaria também as avaliações prévias de rios e lagos, que estariam na rota de dispersão do mexilhão dourado, facilitando o desenvolvimento de estratégias preventivas, como a instalação de barreiras sanitárias para evitar a contaminação de novos ambientes. Todo planejamento e gestão de bacias hidrográficas deveriam sugerir um sistema constante de monitoramento do mexilhão dourado através do exame periódico do plâncton. Outra contribuição seria a possibilidade de detectar a presença das larvas na água de lastro das embarcações vindas de outros ambientes hídricos, já contaminados pelo molusco, e assim poder oferecer subsídios à implantação de uma gestão da água de lastro e mesmo de áreas portuárias para evitar a contaminação de novos ambientes.

Como uma maneira de reforçar e dar continuidade ao trabalho desenvolvido até o presente, sugere-se ainda um estudo para determinar o tempo de duração das larvas de *L. fortunei*, no plâncton.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelas bolsas de mestrado e produtividade em pesquisa (CNPq-132206/2002-1, CNPq-302584/2002-1). A The Nature Conservancy do Brasil-TNC, pelo auxílio concedido- doação nº 018/03. Ao Sr. Nei de Souza Antunes presidente da APESCA – Associação dos Pescadores do Rio Grande do Sul, por ter permitido a realização dos trabalhos de campo na Sede da Associação e por ter auxiliado em muitas atividades durante a coleta. Aos colegas Felipe Rossoni Cardoso e Bruno Mitidiero Thormann pelo auxílio nos trabalhos de campo. Ao Prof. Dr. Jeter J. Bertoletti Diretor do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pela compreensão e permissão da realização de muitas atividades de pesquisa junto aos laboratórios desse Museu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J.D.; B. SIM; S.J. NICHOLS & R. CLAUDI. 1994. A review of the early life history of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): comparisons with marine bivalves. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, **72**: 1169-1179.
- CATALDO, D.H. & D. BOLTOVSKOY. 2000. Yearly reproductive activity of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia) as inferred from the occurrence of its larvae in the plankton of the lower Paraná river and the Rio de la Plata estuary (Argentina). **Aquatic Ecology**, Dordrecht, **34**: 307-317.
- CHOI, S.S. & J.S. KIM. 1985. Studies on the metamorphosis and the growth of larva in *Limnoperna fortunei*. **Korean Journal of Malacology**, Seoul, **1**: 13-18.
- CHOI, S.S. & C.N. SHIN. 1985. Study on the early development and larvae of *Limnoperna fortunei*. **Korean Journal of Malacology**, Seoul, **1**: 5 -12.

- DARRIGRAN, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland fresh water environments. **Biological Invasions**, Knoxville, **4**: 145-156.
- DARRIGRAN, G. & I. EZCURRA DE DRAGO. 2000. Distribucion el *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Mytilidae), en la cuenca del Plata. Region Neotropical. **Medio Ambiente**, Buenos Aires, **13** (2): 75-79.
- DARRIGRAN, G.& G. PASTORINO. 1995. The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. **The Veliger**, Berkeley, **32** (2): 171-175.
- IRURUETA, M.; M.C. DAMBORENEA & G. DARRIGRAN. 2002. Larvas de moluscos bivalvos en el Rio Uruguay. Estudios preliminares del ciclo larval del bivalvo invasor *Limnoperna fortunei* (Mytilidae). In: **Actas III Jornadas Conservación de la Fauna Ictica en el Rio Uruguay 25 y 26 de abril de 2002**. Paysandú, 1-11p.
- KASYANOV, V.L.; G.A. KRYUCHKOVA; V.A. KULIKOVA & L.A. MEDVEDEVA. 1998. **Larvae of marine bivalves and equinoderms**. Washington, Smithsonian Institution Libraries, V+288p.
- MAGARA, Y.; Y. MATSUI; Y. GOTO & A. YUASA. 2001. Invasion of the non-indigenous nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, into water supply facilities in Japan. **Journal of Water Supply: Research and Tecnology**, London, **50.3**:113-124.
- MANSUR, M.C.D. ; C.T. CALLIL; F.R. CARDOSO & J.A.A. IBARRA. 2004. Uma retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do sudeste asiático, na América do Sul, p. 39-58. In: J.S.V. SILVA & R.C.C.L. SOUZA (Ed.) **Água de lastro e Bioinvasão**. Rio de Janeiro, Interciências, XVIII+224p.

- MANSUR, M.C.D. ; L.M.Z. RICHINITTI & C.P. DOS SANTOS. 1999. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) molusco bivalve invasor na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, **7** (2): 147-149.
- MANSUR, M.C.D. ; C.P. DOS SANTOS; G. DARRIGRAN; I. HEYDRICH; C.T. CALLIL & F.R. CARDOSO. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna do Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **20** (1): 75-84.
- MORTON, B.S. 1982. The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Bivalvia: Mytilidae) fouling Hong Kong's raw water supply system. **Oceanologia et Limnologia Sinica**, Hong Kong, **13**: 312-325.
- NEWELL, N.D. 1969. Classification of Bivalvia. In: MOORE, R. (Ed.) **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part N, v.1 Mollusca (6 Bivalvia), p. 205-223. The Lawrence, University of Kansas, XXXVIII + 489.
- NEUMANN, D. & H.A. JENNER. 1992. Studies on the Ecology and Ecotoxicology of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*, p. 1-4. In: D. NEUMANN & H.A. JENNER (Ed.). **Limnologie aktuell-Vol. 4**. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, X+262.
- NICHOLS, S.J. & M.G. BLACK. 1994. Identification of larvae: the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*), quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*), and Asian clam (*Corbicula fluminea*). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, **72**: 406-416.

Tipo de larva	Quantidade	Comprimento (μm)	Média do comprimento (μm)
Fase ciliada	1	80	80
Trocófora fase 1	1	80	90
	1	100	
Trocófora fase 2	1	110	110
Trocófora fase 3	1	125	125
Trocófora fase 4	1	125	155
	4	100	
	1	110	
	4	120	
	9	130	
Véliger de charneira reta	32	140	155
	18	150	
	24	160	
	13	170	
	11	180	
Véliger umbonado	1	190	208
	38	200	
	5	210	
	16	220	
	5	230	
Pediveliger	13	230	243
	1	260	
	1	270	
Plantígrada	1	300	320
	1	340	

Tabela 1: Medidas do tamanho das larvas (comprimento máximo) de *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) coletadas na praia do Veludo, lago Guaíba Porto Alegre, RS.

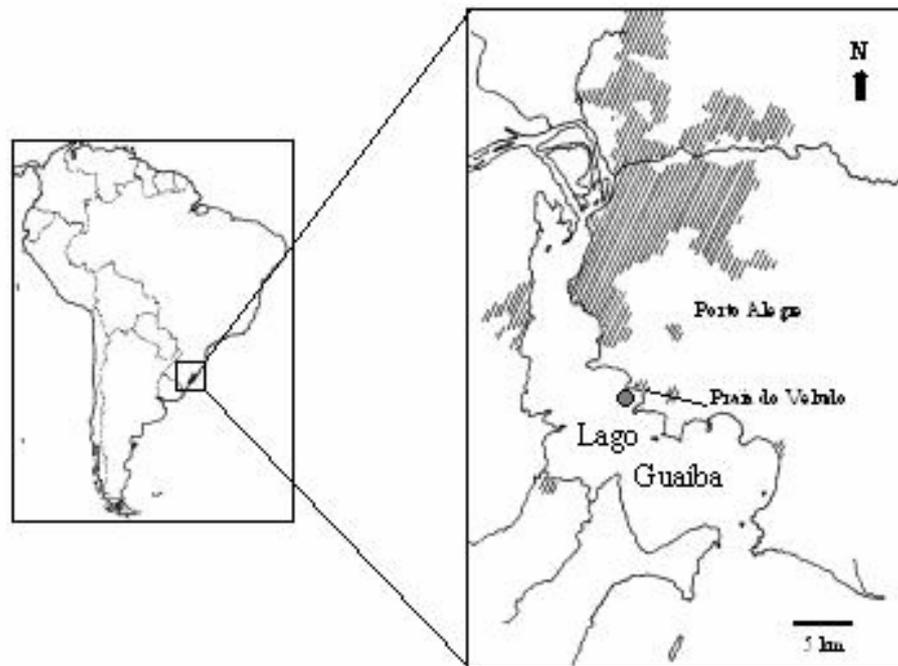


Fig. 1: Mapa do local de amostragem. Praia do Veludo, Belém Novo, margem esquerda do lago Guaíba, Porto Alegre, RS.

Legenda das figuras:

Fig.2 - 10: Fases larvais de *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857), praia do Veludo, Porto Alegre, RS, Brasil. Fig.2. Mórula ciliada, Ø 80 µm; Fig. 3: Larva trocófora - fase 1, comprimento 100 µm; Fig.4: Larva trocófora - fase 2, comprimento 110 µm; Fig.5: Larva trocófora – fase 3, comprimento 125 µm; Fig.6: Larva trocófora - fase 4 - com primórdios de concha, comprimento 125 µm; Fig. 7: Larva “D”, comprimento 120 µm; Fig. 8: Veliger de charneira reta, comprimento 150 µm; Fig. 9: Larva veliger umbonado, comprimento 200 µm; Fig.10: Larva pediveliger, comprimento 230µm; Fig.11: Pós-larva em fase de fixação sobre substrato duro, comprimento 0,75 mm. Fig.12: Exemplar adulto de *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857).

4.2 Avaliação da densidade e crescimento populacional do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) em suas diferentes fases de vida, na praia do Veludo, lago Guaíba, município de Porto Alegre, RS, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae).

SANTOS, C.P.¹, WÜRDIG, N.L.² & MANSUR, M.C.D.³

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.

E-mail: cipinheiro@yahoo.com.br;

²Laboratório de Invertebrados Bentônicos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. E-mail: wurdignl@ufrgs.br

³Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Av. Ipiranga 6681, 90619-900 Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: mcmansur@puers.br;

17 figs. e 4 tabelas

Avaliação da densidade e crescimento populacional do mexilhão dourado

ABSTRACT

The density and population growth of *L. fortunei* have been evaluated in basis with samplings twice a month made at Veludo beach (30°12'35" S; 51°11'68" W) at Guaiba lake, on the south of Porto Alegre, along 16 months (September 2002 until December 2003), accompanied of physical and chemical water analysis, temperature, transparency, depth, pH, dissolved oxygen, phosphorus, nitrogen, chlorophyll "a" and conductivity. As for the study of larvae, post-larvae and adults density and the population growth, different sampling methods were used, specially holed bricks hung by iron standers. The data were analyzed applying multivariate technical statistics, related to the physical and chemical variables and density of individuals, aiming also to estimate the patterns over the population growth over the year. As for the results, it has been found a low correlation between: the incidence of larvae, post-larvae and adults with the phosphorus rate, the incidence of adults with the nitrogen, the incidence of post-larvae with the dissolved oxygen. Through these quantity tests, it has been registered that the quantity of larvae varied from 0 to 23 individuals per liter, the larvae were present in all the months of the year, with high density peaks in spring during the month of October, as in 2002 as for 2003, and lower densities under temperature below 15 degrees C. The average quantity of post-larvae varied from 1 to 7545 individuals per sampler (brick). The post-larvae were present during all the months of the year, with density peaks in spring, particularly in November 2003, following its larvae peak of the same year. The adults reached the maximum height of 38mm. The population density of adults aggregated calculated by i/m^2 varied 15.700 i/m^2 to 99.700 i/m^2 in February 2003. The order and group analysis separated the population in general, in four groups according to the density of each phases in

different times of the year. The adults were ordered in three different groups according to the length rate which here we name recruits, minor adults and major adults. These three groups are also related to the differences of behavior as for the ability of locomotion and fixation capacity. Considering the adults in according to their length rate, it was noticed more recruits (5mm to 7mm length), present in all the sampled months. The recruiting follows to post-larvae peaks being more intense, in February 2003 and goes until August the same year. Although we have not found a correlation between the quantity of larvae and the temperature peaks, there was a reduction of the quantity of larvae on the lowest temperature peaks and an incidence between the larvae density peaks and severe temperature oscillations that occurred in the coldest months. Windstorms and rainstorms occurred in spring 2002 would have been the most likely causes of low density of post-larvae after the larvae peak in the beginning of 2002.

RESUMO

A densidade e o crescimento de uma população de *L. fortunei* foram avaliados com base em amostragens quinzenais realizadas na praia do Veludo (30°12'35"S; 51°11'68"W), no lago Guaíba, ao sul do município de Porto Alegre, ao longo de 16 meses (setembro 2002 a dezembro de 2003), acompanhadas das análises físicas e químicas da água: temperatura, transparência, profundidade, pH, oxigênio dissolvido, fósforo, nitrogênio, clorofila "a" e condutividade. Para o estudo da densidade de larvas, pós-larvas e adultos e do crescimento populacional utilizaram-se diferentes métodos de amostragem, especialmente tijolos vasados suspensos por suportes de ferro. Os dados foram analisados empregando-se técnicas estatísticas multivariadas relacionadas às variáveis físicas e

químicas da água e densidades dos indivíduos, objetivando também estimar os padrões sobre o crescimento da população ao longo do ano. Como resultados encontrou-se uma correlação baixa entre: a incidência de larvas, pós-larvas e adultos com o teor de fósforo; a incidência de adultos com o nitrogênio; a incidência de pós-larvas com oxigênio dissolvido. Através dos testes quantitativos registrou-se que: a quantidade de larvas variou de 0 a 23 indivíduos por litro; as larvas estiveram presentes em todos os meses do ano, com picos de densidade alta na primavera no mês de outubro, tanto no ano de 2002 como 2003, e densidades menores sob temperaturas abaixo de 15° C. A quantidade média de pós-larvas variou de 1 a 7545 indivíduos por amostrador (tijolo). As pós-larvas estiveram presentes em todos os meses do ano, com picos de densidade na primavera, particularmente no mês de novembro 2003, seguindo-se ao pico larval do mesmo ano. Os adultos atingiram o tamanho máximo de 38mm. A densidade populacional de adultos agregados calculada por i/m^2 variou de 15.700 i/m^2 outubro de 2002 a 99.700 i/m^2 em fevereiro de 2003. As análises de ordenação e agrupamento separaram a população em geral, em quatro grupos conforme a densidade de cada fase em diferentes épocas do ano. Os adultos foram ordenados em três diferentes grupos conforme as classes de comprimento que aqui denomina-se de recrutas, adultos menores e adultos maiores. Estes três grupos estão também relacionados às diferenças de comportamentos quanto à habilidade de locomoção e capacidade de fixação. Considerando os adultos conforme suas classes de comprimento, constatou-se a predominância dos recrutas (5 a 7mm de comprimento), presentes durante todos os meses amostrados. Seguiu-se aos picos de pós-larvas um recrutamento que se tornou mais intenso, em fevereiro de 2003 e se prolongou até agosto do mesmo ano. Os amostradores controle com medidas das populações submersas durante os meses mais frios apresentaram populações com comprimento médio menor que as do verão. Apesar de não ter-se encontrado correlação entre a quantidade de larvas e os picos de temperatura, houve uma

diminuição da quantidade de larvas nos picos de temperaturas mais baixas e uma coincidência entre os picos de densidade larval e as oscilações bruscas na temperatura que ocorreram nos meses menos frios. Vendavais e tempestades ocorridas na primavera de 2002 seriam as causas prováveis da baixa densidade de pós-larvas após o pico larval no início da primavera de 2002.

INTRODUÇÃO

Os primeiros registros do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) no Rio Grande do Sul datam do final do ano de 1998 e início de 1999 (MANSUR *et al.*, 1999, 2003). Trata-se de um pequeno mexilhão invasor de água doce, oriundo do sudeste asiático. Pertence a família Mytilidae, assemelhando-se ao mexilhão marinho quanto aos aspectos gerais morfológicos, funcionais e reprodutivos. Segundo DARRIGRAN & PASTORINO (1995), sua introdução no continente americano deu-se através da água de lastro de navios mercantes. O primeiro registro para a América do Sul foi no Rio da Prata, na localidade de Bagliardi (34°55' S - 57°49' W), próximo da cidade de La Plata, em 1991 (PASTORINO *et al.* 1993). MANSUR *et al.* (2004) pesquisaram a origem de *L. fortunei* na bacia do Guaíba, com base num levantamento dos navios que lastram e deslastram nos portos locais, desde o ano de 1996. Estes autores estimaram que *L. fortunei* foi provavelmente transportado dentro da água de lastro de navios oriundos de portos dulcícolas argentinos. Suspeitaram também que a população que chegou ao Guaíba é descendente da mesma população inicial que chegou ao Rio da Prata em 1991, não representando uma nova invasão do mexilhão dourado embarcado diretamente da Ásia para a América do Sul.

Segundo DARRIGRAN & PASTORINO (1995) e PASTORINO *et al.* (1993) o mexilhão dourado, devido ao seu grande poder reprodutivo, crescimento rápido e comportamento gregário, forma grandes aglomerados em curto espaço de tempo, causando problemas sérios nas canalizações e entradas de água para o abastecimento das cidades. Segundo PASTORINO *et al.* (1993), a espécie alcançou, na localidade de Bagliardi, Argentina, densidades de 31.222 ind/m² em um ano e de 82.151 ind/m² no segundo ano, após seu primeiro registro no rio da Prata.

Conforme DARRIGRAN & PASTORINO (1993) o animal se fixa por filamento de bisso necessitando de substrato firme. MANSUR *et al.* (2003) observaram que, no Guaíba onde predomina substrato arenoso, *L. fortunei* inicialmente colonizou os rizomas de juncos (*Scirpus californicus* (Meyer) Steud), sufocando inicialmente a base dos pés dos juncais, em seguida preenchendo toda a superfície dos mesmos, sobrepondo-se, formando bolas, crescendo também pelas laterais dos rizomas e avançando sobre a areia. Os mesmos autores atribuíram a recente diminuição das áreas dos juncais nas margens do Guaíba e diminuição da fauna bentônica local, à presença do mexilhão dourado.

Os primeiros dados sobre a reprodução de *L. fortunei* constam em obras de MORTON (1982) que versam sobre populações oriundas de Hong Kong. Após três anos de estudos, o autor constatou que a espécie é essencialmente dióica (sem a ocorrência de hermafroditas) com desova bianual. Esta ocorre no verão, período de aumento da temperatura e diminuição do nível de oxigênio dissolvido e no inverno com baixas temperaturas e elevação dos níveis de oxigênio dissolvido. A gametogênese e a desova são influenciadas pelas variações sazonais da temperatura da água. Dados sobre a dinâmica populacional da espécie foram pesquisados por MORTON (1977) num reservatório de água para o abastecimento da cidade de Hong Kong. Através de amostragens mensais, esse

autor, observou o crescimento do molusco e os períodos de assentamento das larvas, que ocorreram três vezes ao ano, com períodos de duração distinta e que foram relacionados às alterações de temperatura e de oxigênio dissolvido na água.

IWASAKI & URYU (1998), após estudos de uma população de *L. fortunei* do Rio Uji no do Japão, sugeriram que a reprodução se daria uma vez ao ano. O recrutamento se daria no período de verão do hemisfério norte, nos meses de julho a setembro. A longevidade estimada para esta população seria no máximo de dois anos, não havendo sobreviventes no terceiro ano. Estabeleceram um crescimento populacional para os indivíduos adultos cuja estrutura tende a ser bimodal. Distinguiram duas cortes conforme o tamanho, porém em certos meses do ano, estas se confundem em uma só.

DARRIGRAN *et al.* (1998) mencionaram a descoberta de hermafroditas (0,55%) em amostras da população de *L. fortunei* que invadiu o Rio da Prata, Argentina. DARRIGRAN *et al.* (1999) estudaram o ciclo reprodutivo desta população que vive agora numa latitude e clima distintos da região de origem da espécie. Concluíram que, nos primeiros anos de invasão, após 1991, a reprodução era praticamente contínua, sem uma sincronização nos padrões de reprodução. A partir de 1993, foi possível reconhecer dois períodos de desova por ano, semelhante ao comportamento reprodutivo observado por MORTON (1982) para a população de Hong Kong. Os autores (DARRIGRAN *et al.*, 1999), no entanto, não observaram um período claro de inatividade gonadal, após as desovas no Rio da Prata.

Após os dez anos de invasão do mexilhão dourado na Argentina, DARRIGRAN *et al.* (2003) observaram uma estabilização reprodutiva de *L. fortunei*. No início encontraram de quatro a cinco ind/m². Após quatro anos, constataram um pico de densidade em torno de 100.000 ind/m², seguido de um decréscimo para 40.000 ind/m², que se mantém. MANSUR *et al.* (2003), com base em amostragens quantitativas, constataram no Guaíba, em 1998 e

1999, pequenos aglomerados formados por poucos indivíduos, em dois anos a população chegou a 140.000 ind/m² e depois estabilizou em médias de 40.000 a 80.000 ind/m² nos agrupamentos.

Trabalhos pioneiros sobre as fases larvais de *L. fortunei* foram desenvolvidos por CHOI & SHIN (1985) e CHOI & KIM (1985) com populações da Coreia. Com base nestas obras, CATALDO & BOLTOVSKOY (2000) estudaram a atividade reprodutiva da espécie constatando larvas planctônicas em densidades altamente variáveis ao longo do ano, alcançando, em alguns momentos, picos de até 30.000 indivíduos por metro cúbico. Constataram também que essa variação, no número de indivíduos para o Rio da Prata, está altamente correlacionada com a temperatura da água, com um $r=0.874$ e o $p<0,001$ (transformação logarítmica dos dados). Concluíram que *L. fortunei* se reproduz continuamente de agosto a abril, mas a presença de larvas decresce drasticamente entre maio e julho quando a temperatura da água é baixa.

Estudos sobre o comportamento do mexilhão dourado foram desenvolvidos por URYU *et al.* (1996). Estes autores constataram que os indivíduos de comprimentos entre 5 e 12 mm apresentam grande mobilidade, podendo secretar e destacar o bisso até encontrar um local adequado. Observaram também um tigmotactismo altamente positivo para assentamento em frestas e junto a indivíduos grandes. À medida que crescem vão perdendo a mobilidade e acima de aproximadamente 28 mm não conseguem mais se deslocar no substrato.

Até o momento, foi identificado como predador do *L. fortunei* a espécie de peixe, *Leporinus obtusidens* Valenciennes, 1846, a piava tanto na bacia do Prata, conforme trabalho de PENCHASZADEH *et al.*(2000), como na bacia do Guaíba, segundo SILVEIRA (2003). Através de informações pessoais de pescadores que atuam na região do

Delta do Jacuí e lago Guaíba, vários peixes carnívoros, além da piava, estão se alimentando do *L. fortunei*.

A compreensão do ciclo de vida de *L. fortunei*, numa latitude distinta do seu local de origem e dos locais invadidos anteriormente na América do Sul, relacionando-o com a possível influência de fatores ambientais certamente vem contribuir a uma série de projetos e trabalhos direcionados ao controle do mexilhão dourado. Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo conhecer e descrever o crescimento de uma população de *L. fortunei* do lago Guaíba, através da frequência das larvas planctônicas, das pós-larvas em substrato artificial e dos adultos sobre vegetação ribeirinha, amostrados durante um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia de campo e caracterização da área.

A amostragem do *L. fortunei* realizaram-se junto ao trapiche da Associação dos Pescadores (APESCA), na praia do Veludo (30° 12' 35''S, 51° 11' 68''W), na margem esquerda do lago Guaíba, Bairro de Belém Novo, ao sul do município de Porto Alegre (Fig.1). Este lago possui uma área aproximada de 470km² de superfície com uma profundidade média de dois metros e encontra-se a quatro metros acima do nível do mar. O local de amostragem constitui-se numa margem arenosa, com predomínio da ciperacea comumente chamada de junco, *Scirpus californicus* (C. A. Mey.) Steud, seguida de uma mata ripária na qual se destaca a rubiaceae *Cephalanthus glabratus* (Spreng) K.Schum, conhecida popularmente como “sarandi” e a salicacea *Salix humboldtiana* Willd (1805) denominada localmente de “salgueiros”. A área é bastante abrigada das ações dos ventos com exceção daqueles vindos da direção sul.

Foram realizadas coletas quinzenais acompanhadas de amostragem da água e aferições ambientais locais, no período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, no

período entre dez e onze horas da manhã da manhã. Para demarcar o ponto de coleta utilizou-se uma placa marcadora que foi colocada na lateral do trapiche junto aos *Scirpus californicus*, a 26 metros de distância da margem. Neste local verificou-se a profundidade, temperatura da água e a transparência, bem como recolhidas as amostras de água para as demais análises. Seis suportes de ferro construídos para fixar os amostradores artificiais, constituídos por tijolos vazados, também foram colocados num trecho de 40 m, paralelo ao trapiche a partir da placa marcadora (Fig.2). As amostras de indivíduos adultos foram recolhidas junto aos ramos submersos da rubiacea conhecida como “sarandis”, *Cephalanthus glabratus* (Spreng) K.Schum disponíveis no local.

No momento de cada coleta foram medidas, a temperatura da água e do ar, a profundidade e a transparência. A temperatura foi medida com a utilização de termômetro manual -10 a 110°C, com escala interna, enchimento de Hg e capilar prismático transparente da marca INCOTERM. A profundidade e a transparência (disco de Secchi) da água foram medidas sempre no mesmo ponto, junto à placa de indicação da área de estudos (Fig.2).

As amostras de água, para as análises descritas abaixo, foram recolhidas em frascos esterilizados e mantidos sob refrigeração, até seu processamento no Laboratório de Processos Ambientais (LAPA-PUCRS).

Para a coleta das larvas foi utilizada rede de plâncton (Fig.3), com abertura de malha equivalente a 36 µm (CATALDO & BOLTOVSKOY, 2000). Em cada amostragem, filtrou-se a quantidade de 30 litros, estimando-se a densidade de larvas por litro. A amostragem de larvas ocorreu sempre em águas superficiais.

Para amostragem de pós-larvas utilizaram-se tijolos vazados de cerâmica de 14 x 10,5 x 9cm, com seis perfurações de 3cm e duas de 1cm de diâmetro (Fig.4), colocados

entre os juncais, a uma altura de 20cm do fundo. Estes tijolos permaneceram suspensos por seis suportes de ferro (Fig.5), contendo cada um quatro tijolos. Os tijolos foram trocados em cada suporte após o período de quinze e trinta dias, como também a cada semestre e ao final de um ano. Estes últimos foram considerados o controle do experimento.

A influência de fortes tempestades foi notada nas amostragens dos meses de setembro e novembro no ano de 2002, quando três amostradores foram arrastados e parcialmente cobertos pelo substrato. Devido a esta perda parcial foram utilizados para os cálculos de pós-larvas apenas os três amostradores restantes. A partir destas datas os seis amostradores foram recolocados para as amostragens quinzenais e mensais.

A coleta de exemplares adultos de *L. fortunei* efetivou-se sobre ramos submersos do “sarandi”, *Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum. Primeiramente foram selecionados e seccionados galhos que continham aglomerados do mexilhão, e que mantivessem um padrão aproximado de três a quatro centímetros de diâmetro (Fig.6). Em cada data de coleta, foram colhidas duas amostras de ramos do “sarandi”, cada uma acondicionada em saco plástico, levada ao laboratório, onde foi seccionada para obtenção de em uma amostra menor padronizada, de aproximadamente 10cm².

Procedimentos em laboratório

Para o processamento das amostras de água, utilizou-se a metodologia a seguir: o oxigênio dissolvido (método do eletrodo de membrana), a saturação do oxigênio (método de GOLTERMAN *et al.* (1978), a condutividade (método da cela de condutividade), o pH (método eletrométrico), o nitrogênio total (método macro e semimicro Kjeldahl), o fósforo total (método colorimétrico com ácido ascórbico) e os sólidos em suspensão na coluna d'água (método gravimétrico) foram aferidos segundo normas da ABNT (1998) e a clorofila “a” (método colorimétrico e extração com acetona) segundo normas da CETESB (1987).

Dados da precipitação ocorrida no município de Porto Alegre, durante o período amostral, foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia- INMET, 8º Distrito de Meteorologia (8º Disme).

Cada amostra de larvas foi fixada em álcool 70%, contada em sua totalidade, sob microscópio estereoscópio ZEISS, munido de ocular milimetrada.

Os amostradores de pós-larvas (tijolos) foram guardados a seco até a contagem dos indivíduos. As pós-larvas foram contadas sobre a superfície de cada tijolo passado sob a lupa. Foram consideradas apenas as superfícies maiores dos tijolos, ou seja, os dois lados retangulares com superfície canelada e dois lados contendo seis perfurações (Fig.4). Cada perfuração foi observada até a profundidade de 1cm. Esta área também foi computada no cálculo da superfície amostrada, somando ao todo 463cm². As laterais menores de cada amostrador (tijolo) não foram observadas por ultrapassarem a distância máxima da lupa entre a base e a ocular.

Nos amostradores (tijolos) que permaneceram submersos pelo período de seis meses e um ano (tijolos controle), considerou-se, para a contagem de indivíduos adultos e medidas do comprimento máximo, somente as quatro superfícies maiores como descrito acima.

Para estimativa do crescimento dos indivíduos adultos utilizaram-se incrustações de *L. fortunei* sobre os ramos de “sarandi” (com diâmetro em torno de 3cm a 4cm) que foram seccionadas no ponto de maior concentração de indivíduos. O comprimento de cada secção foi de 10cm. Cada secção foi acondicionada em frasco etiquetado, contendo álcool 70%. Os indivíduos foram destacados, contados, e medidos quanto ao comprimento máximo, utilizando-se um paquímetro manual (Somet). Considerou-se o comprimento máximo como a distância da extremidade anterior, situada logo abaixo e à frente dos umbos, até a extremidade posterior da concha (Fig.7). As medidas de comprimento foram reunidas

conforme intervalos de 2mm (5-7, 7-9, 9-11...) totalizando 16 classes de tamanho. A menção do amadurecimento das gônadas de *L. fortunei* em exemplares a partir de 5mm de comprimento por DARRIGRAN *et al.* (1999) serviu de base para a definição da classe mínima de tamanho da população adulta.

Análises de dados

As variáveis físicas e químicas foram contrapostas às densidades de indivíduos nas diferentes fases de vida (larvas, pós-larvas e adultos) para estimar relações com crescimento da população ao longo do ano. Empregou-se análise exploratória baseada em técnicas multivariadas de correlação, ordenação, agrupamento e congruência utilizando-se os softwares MULTIV e SYNCOSA (PILLAR, 2001, 2002, 2004) .

Com objetivo de testar a estabilidade dos eixos de ordenação e a nitidez dos grupos gerados, foram realizados testes de auto-reamostragem *bootstrap*, que além da confiabilidade dos resultados, fornece informações sobre a suficiência amostral (PILLAR, 1998, 1999a, 1999b). O teste consiste na comparação dos padrões observados aos resultados obtidos através de uma amostragem aleatória (com reposição) dentro do mesmo universo amostral. A amostra gerada aleatoriamente é chamada de amostra “*bootstrap*” e para tanto são realizadas inúmeras interações. O resultado é um valor de probabilidade que indica a significância dos padrões. A partir do estabelecimento de um limiar de probabilidade, a interpretação é feita através da aceitação ou rejeição da hipótese nula (H_0). O limiar de probabilidade utilizado para a interpretação dos resultados foi $P = 0,1$ (PILLAR, 1999a, 1999b).

A medida de semelhança utilizada foi à distância de corda entre unidades amostrais, com normalização e centralização dos dados implícita. Esta medida de semelhança é utilizada em dados onde as ausências são bastante comuns (ORLÓCI, 1967). Os

agrupamentos hierárquicos de unidades amostrais foi realizado pelo método de variância mínima, ou soma de quadrados (WARD, 1963; ORLÓCI, 1967). A análise de ordenação de unidades amostrais foi realizada pelo método de coordenadas principais (PCoA) (GOWER, 1966). A análise de congruência entre número de larvas, pós-larvas, adultos e parâmetros foi avaliada pelo ordenamento das variáveis físicas e químicas da água em função da suas correlações com a variação sazonal, gerando um perfil de congruência, de onde foram extraídos subconjuntos ótimos de variáveis físicas e químicas, ou seja, aquelas que maximizaram a correlação entre as larvas, pós-larvas e adultos (PILLAR & ORLÓCI 1993). Essa mesma análise foi aplicada para os adultos em diferentes classes de comprimento analisando o ordenamento das variáveis físicas e químicas da água em função da suas correlações com a variação sazonal.

Além das análises acima, foi efetivada a contagem absoluta das larvas e pós-larvas relacionadas aos dados físicos e químicos e os resultados obtidos plotados em gráficos com auxílio de Microsoft EXCELL 97 (Fig.8).

O estudo do crescimento da população adulta foi efetuado a partir da frequência relativa quinzenal (Fig.15), mensal (Fig.16) e bimensal (Fig.17) do comprimento máximo dividido em 16 intervalos de classe conforme VAZZOLER (1981). Os dados foram plotados em gráficos que permitem acompanhar o deslocamento da moda e determinar o crescimento dos indivíduos adultos.

RESULTADOS

Variáveis abióticas

A distribuição sazonal dos valores referentes aos indicadores físicos e químicos da estação de amostragem na Praia do Veludo foram apresentados na Tabela 1 e Figura 8. A temperatura do ar variou de 10°C a 30°C, média de 20,7 °C, com a mínima no mês de agosto e a máxima registrada no mês de fevereiro de 2003. A temperatura da água de

superfície, durante o período de estudo apresentou uma flutuação sazonal, com os menores valores nos meses de inverno, com a mínima registrada de 12°C no mês de agosto de 2003; os maiores valores ocorreram no verão, a máxima de 27,5°C, em janeiro de 2003. A média anual foi 21°C. A condutividade apresentou valor máximo de 0,09mS/cm em setembro de 2003 e o mínimo de 0,03mS/cm em julho de 2003, média 0,061mS/cm. O pH manteve-se relativamente estável, variando de 6,22 a 7,54, média de 6,95, com o valor mais elevado no mês de abril de 2003 e o mais baixo em junho de 2003. O oxigênio dissolvido variou de 2,77 a 11,3mg/L, média de 6,3mg/L, com a mínima registrada no mês de setembro de 2002, a máxima em junho de 2003. A saturação calculada variou de 119,57%, máxima em junho de 2003, a 31,08% em setembro de 2002, com média de 69,5%. O teor de sólidos suspensos variou de 0 a 214 mg/L, valor máximo no mês de agosto e o mínimo nos meses de janeiro, abril, maio e setembro de 2003. Média de 24,5 mg/L. A clorofila “a” variou de 0 a 23,9 ug/L, média de 3,5 ug/L, com a mínima registrada nos meses de maio, setembro e novembro de 2003, a máxima em fevereiro de 2003. O fósforo variou de 0,01 a 0,38 mg/L, média de 0,10mg/L, com a mínima registrada no mês de junho, a máxima em agosto de 2003. O nitrogênio variou de 0,001 mg/L em várias amostras, à 1,44 mg/L em dezembro de 2003, com média de 0,10 mg/L. A transparência variou de 8 a 100cm, média de 37cm, com a mínima registrada no mês de novembro de 2003, a máxima em setembro de 2003. A profundidade variou de 20cm a 154cm, com média 87,6cm. A mínima de 20cm foi encontrada no mês de outubro de 2003 e máxima de 154cm nos meses de outubro e dezembro de 2002.

Os dados da precipitação durante o período de amostragem constam em gráfico separado que permite a observação concomitante da quantidade de larvas e a temperatura (Fig.9). Neste gráfico observa-se que alguns picos de densidade larval coincidiram com picos de precipitação. No entanto nos períodos nos quais a temperatura da água atinge

valores abaixo ou próximo de 15°C, a incidência de larvas foi mínima apesar da precipitação intensa. A partir de 18 de setembro de 2003 a temperatura elevou-se bruscamente e surgiram novos picos larvais mesmo na ausência de chuvas fortes.

Larvas

A presença de larvas (Fig.9) foi observada durante quase todas as coletas quinzenais, excetuando-se as amostras de 24/04/03, 07/08/03 e 18/09/03. Considerando-se a seqüência mensal, houve presença de larvas em todos os meses do ano. A quantidade de larvas variou de zero a 23 larvas por litro. Os picos de maior densidade foram observados nos meses de outubro e dezembro de 2002 e outubro de 2003 (respectivamente 23 larvas/litro, 20 larvas/litro e 17 larvas/litro). O período de menor incidência de larvas ocorreu nos meses de abril a setembro de 2003, com pequenas oscilações positivas na segunda quinzena de maio e na primeira quinzena de junho, decaindo até próximo de zero, em 18 de junho de 2003.

Pós-larvas

A presença de pós-larvas (Fig.10) foi observada durante todo o ano, com presença em todas as coletas quinzenais. A quantidade média de pós-larvas na superfície dos seis amostradores (tijolos) variou de 1 em setembro de 2002 a 7545 indivíduos no mês de novembro de 2003. A maior densidade de pós-larvas observou-se no período de novembro a dezembro de 2003 (respectivamente 7545 e 5771 pós-larvas).

Adultos

A quantidade total do número de adultos agregados sobre ramos de “sarandi” (Tabela 2) variou de 157 a 997 indivíduos por amostra. As densidades maiores ocorreram em fevereiro (com 997 indivíduos), março (694 indivíduos) e abril de 2003 (818 indivíduos). A menor incidência de adultos foi no período de outubro de 2002 (157 indivíduos), janeiro (187 indivíduos) e junho de 2003 (323 indivíduos).

A densidade populacional de adultos agregados calculada por i/m^2 variou de $15.700i/m^2$ em outubro de 2002 a $99.700i/m^2$ em fevereiro de 2003, com média de $49.032i/m^2$.

Análises dos dados

A análise de ordenação para a matriz formada para avaliar larvas, pós-larvas e adultos em conjunto com as variáveis físico-químicas em cada data de coleta, sintetizou a variação de cada amostra, em dois eixos principais, os quais contêm cerca de 99,23% da variância total (Tabela 3). Os eixos se mostraram estáveis conforme os resultados da auto-reamostragem, pois todas as probabilidades geradas pelo teste atingiram valores inferiores ao limiar $P = 0,1$ e, portanto a hipótese nula (H_0) foi rejeitada. H_0 estabelece que os padrões indicados pelos eixos de ordenação não se diferenciam daqueles que seriam obtidos em dados não estruturados, sendo nulas as correlações esperadas entre as variáveis (PILLAR, 1999a). Dessa forma, os resultados, obtidos na ordenação, facilitam interpretações seguras a respeito dos padrões de indivíduos nas diferentes épocas do ano. O diagrama resultante (Fig.11) sugeriu com clareza a formação de agrupamentos em número de quatro, ordenados basicamente pela proximidade dos meses.

O teste de auto-reamostragem *bootstrap*, aplicado às mesmas unidades amostrais, resultou também na formação de quatro grupos nítidos (Fig.12). A suficiência amostral foi atingida em todos os testes. Analisando o dendograma resultante deste teste, observou-se a separação de três grupos conforme as épocas distintas para larvas (a), pós-larvas (b) e adultos (c) e o quarto grupo (d) com uma mescla de indivíduos de diferentes fases.

Os resultados obtidos na análise de congruência indicam a existência de associações diferenciadas entre as variáveis ambientais e os indivíduos de *L. fortunei*, demonstrando o maior valor de correlação com o fósforo. O teste de Mantel, indicou

correlação com valor baixo, correspondente a 0,24, mas significativa com a probabilidade de 0,016, para a variável fósforo em relação ao número de indivíduos nas diferentes fases e diferentes datas de coleta.

Tamanho da população adulta

O comprimento dos indivíduos adultos variou de 5 a 38,1mm.

O total de 15200 indivíduos medidos e separados por classes de comprimentos, conforme cada amostragem, está representada na Tabela 2. As classes mais representativas, com predomínio durante todo ano são as dos indivíduos que apresentam comprimentos de 15 a 23 mm. As classes menores (de 5 a 11mm) estão presentes em abundância nos meses de fevereiro até agosto, com baixas de setembro até janeiro. Apenas no mês de janeiro, as classes maiores (acima de 27mm) estão representativas em termos de densidade. Classes intermediárias estão presentes durante todo o ano com uma densidade mais elevada em setembro 2002, fevereiro e abril de 2003.

A análise de ordenação sintetizou a variação dos comprimentos conforme as datas de coleta em dois eixos principais, os quais contêm cerca de 76% da variância total (Tabela-4). Os eixos se mostraram estáveis segundo os resultados da auto-reamostragem, pois todas as probabilidades geradas pelo teste atingiram valores inferiores ao limiar $P = 0,1$ e, portanto a hipótese nula (H_0) foi rejeitada. A estabilidade encontrada nos eixos também indicou que houve suficiência amostral. Dessa forma, os resultados obtidos na ordenação facilitaram interpretações seguras a respeito dos padrões de variação nos tamanhos dos adultos.

O diagrama de ordenação das unidades amostrais (Fig.13) sugere com clareza a formação de três agrupamentos caracterizados basicamente pelas proporções diferenciadas de comprimentos por épocas do ano.

O agrupamento das unidades amostrais resultou na formação de três grupos nítidos conforme indica o teste de auto-reamostragem *bootstrap* (Fig.14 e Tabela 4). Neste caso, H_0 estabelece que os grupos formados são nítidos com probabilidades superiores ao limiar $p = 0,1$ (Pillar, 1999b). As probabilidades inferiores ao limiar indicaram a rejeição de H_0 e, portanto a existência de grupos não nítidos, para partições com mais de três grupos (Tabela 4). Considerando os comprimentos máximo de cada classe de tamanho nas diferentes épocas do ano, um dos grupos (grupo 1) foi representado por indivíduos que variaram 5mm a 11mm representados pelas classe C1, C2, e C3, o outro grupo (grupo2) composto por indivíduos que variaram 11mm a 19mm, enquanto o outro grupo (grupo 3) apresentou indivíduos com o comprimento variando entre 19mm a maiores de 35 mm.

A fim de facilitar a descrição e definição de cada grupo resultante da análise de ordenação e agrupamento dos comprimentos da população adulta por datas de coleta, aliados aos resultados observados no histograma (descrito abaixo), considerou-se oportuno denominar cada grupo com nomes distintos, como: recrutas para o grupo 1 (5 a 11mm de comprimento), adultos menores para o grupo 2 (11 a 19mm) e adultos maiores para o grupo 3 (acima de 19mm).

Os resultados obtidos na análise de congruência indicam a existência de associações diferenciadas entre as variáveis ambientais e os indivíduos adultos nas diferentes classes de tamanho de *L. fortunei*, demonstrando o maior valor de correlação com o nitrogênio. O teste de Mantel, indicou correlação com valor baixo correspondente a 0,20, mas significativa com a probabilidade de 0,048, para a variável nitrogênio em relação ao comprimento dos indivíduos adultos nas diferentes classes de tamanho.

A frequência relativa percentual quinzenal dos indivíduos adultos separados por classes de comprimentos, está ilustrada através de histogramas (Fig.15). A frequência das

classes de comprimento dos adultos mostram modas bastante nítidas para os grupos etários ao longo do ano, apesar de algumas classes estarem presentes em todas as coletas. Nota-se a presença de vários grupos etários, a começar pela geração de recrutas que entraram na população e estão presentes em todas as amostragens sobre o “sarandi”, com grandes concentrações nos meses de fevereiro (mais de 30% da população mensal) e abril de 2003 (representando 20% da população mensal). Segue-se uma leve redução dos recrutas nos meses de maio e junho e um certo incremento novamente no mês de julho de 2003, representando 19% da população mensal. Embora tenha se registrado recrutas para todo o período amostral, foi possível observar dois períodos de recrutamento: um mais prolongado e intenso, nos meses de fevereiro a maio, e o segundo mais curto e pontual no mês de julho de 2003.

Uma geração de adultos menores apresenta-se também em todos os meses do ano, com uma frequência variando de mês a mês e um elevado número de indivíduos nos meses de setembro de 2002 a janeiro de 2003. A frequência diminui nos meses de fevereiro a maio de 2003, ocorrendo uma pequena elevação nos meses de junho, até atingir o seu número máximo nos meses de novembro e dezembro de 2003 (11% da população total anual). Uma geração de adultos maiores está presente em baixa frequência nos meses de janeiro, fevereiro, abril, junho e novembro, com escasso registro nos meses subsequentes.

No histograma (Fig.15), observa-se uma seqüência ou uma tendência a um padrão de crescimento da população adulta nos meses de setembro a outubro de 2002, de dezembro a janeiro de 2003. No entanto de fevereiro a abril a população é predominada por recrutas. E de maio a julho de 2003 repete-se a moda ou frequência de tamanhos semelhantes que correspondem às classes de 13 a 27mm.

Os amostradores artificiais (tijolos), colocados como controle da população adulta, durante o período de 12 meses apresentaram adultos com comprimento médio de 11,63mm, o máximo de 29,97 mm e o mínimo de 2,02 mm. Os indivíduos adultos dos amostradores semestrais apresentaram diferenças no comprimento de acordo com o semestre, os colocados em setembro de 2002 e retirados em março de 2003, o comprimento médio foi de 9,68mm, o máximo de 20,91 e o mínimo de 3,77. Os colocados em março de 2003 e retirados em setembro de 2003, o comprimento médio foi de 6,97mm, o máximo de 18,05mm e o mínimo de 1,65mm.

DISCUSSÃO

As espécies invasoras podem ter várias características que garantem o seu sucesso no ambiente em que estão se estabelecendo. Segundo MORTON (1996) as características são: um curto período de vida; crescimento rápido; rápida maturidade sexual; alta fecundidade; habilidade de colonizar vários tipos de habitats; possuem uma grande tolerância fisiológica; comportamento gregário; muitas formas de associação com atividades humanas; vasta variabilidade genética e plasticidade filogenética; alimentação em suspensão; possuem a habilidade de repovoar habitats previamente colonizados.

Os estudos sobre *Limnoperna fortunei* na praia do Veludo, apontaram várias características citadas para as espécies invasoras. Durante as amostragens observou-se a liberação de larvas continuamente no plâncton. Apesar de apresentar diferenças significativas no número de indivíduos, dependendo da data de coleta, MORTON (1977) e DARRIGRAN (1999) mencionaram que a variação súbita da temperatura, ou seja, a elevação ou queda, estimularia a gametogênese e as temperaturas nos limites de 16°C a 17°C ou 27°C a 28°C estimulariam a liberação de larvas. A falta de correlação entre a

quantidade de larvas e este dado ambiental (a temperatura da água) durante a amostragem realizada na praia do Veludo, sugere não ter ocorrido uma influência direta desse fator sobre a liberação das mesmas. Apesar desta ausência de correlação, observaram-se várias coincidências nos gráficos apresentados (Fig.9), nos quais as elevações bruscas de temperatura foram seguidas de picos larvais, especialmente após o período de final do inverno de 2003. No ano anterior, as pesquisas haviam iniciado após o inverno, com a temperatura da água em torno de 20°C, e as densidades de larvas foram mais expressivas nesta época que do ano seguinte. Perderam-se assim os dados referentes ao momento do início da elevação das temperaturas ao final do inverno de 2002.

A precipitação pode provocar diluições do plâncton no ambiente aquático (ESTEVES,1988) e dificultar as amostragens, porém através da figura 9 observou-se que os picos larvais coincidiram com os períodos de temperaturas médias, maior altura da coluna d'água e as datas de maior precipitação. Assim, é provável que também a precipitação possa exercer um certo estímulo para a presença das larvas, fora dos períodos nos quais a temperatura (abaixo de 15°C) possa exercer influência inibitória.

Os picos de maior densidade as larvas e pós-larvas observados para a praia do Veludo, sugeriram a existência de dois períodos reprodutivos de maior intensidade durante o ano, como observado por MORTON (1977) em Hong Kong e BOLTOVSKOI & CATALDO (1999) e DARRIGRAN (1998) na Argentina. Um pico prolongado de fevereiro a maio e outro mais curto e pontual em julho foi observado pelos autores argentinos (*op cit*) e na população estudada pelo presente trabalho.

MORTON (1977) constatou forte influência do alto grau de oxigenação sobre o número de larvas, não havendo realizado pesquisas semelhantes com as pós-larvas. A correlação do oxigênio dissolvido com o maior número de pós-larvas foi observada pela

primeira vez no presente estudo, levando à suposição de que a maior oxigenação também estimule a presença de pós-larvas. Diante da inexistência de dados precedentes sobre a influência do oxigênio dissolvido e da precipitação sobre a incidência de larvas e pós-larvas, sugere-se o desenvolvimento de mais estudos neste sentido e a continuidade das pesquisas, num maior número de pontos amostrais, por períodos mais prolongados.

O assentamento de pós-larvas deu-se durante todo o ano, especialmente nos meses de outubro a dezembro, após o período de maior incidência da presença de larvas. Observando os picos de pós-larvas do ano de 2003 (novembro com 7545 e dezembro com 5771 indivíduos) seria esperado que o mesmo deveria ter acontecido no ano anterior. Porém, em 2002, durante o mesmo período do ano, houve uma baixíssima incidência de indivíduos (novembro com 449 e dezembro com 102 indivíduos). Essa reduzida densidade de pós-larvas na primavera do ano de 2002, pode ter sido influenciada pelas fortes tempestades que derrubaram a parte frontal e metade do trapiche no local de coleta, com danos consideráveis aos amostradores, em que a metade dos mesmos foi deslocada e arrastada no substrato. Este fato pode ter causado o descolamento das pós-larvas já assentadas.

Os resultados dos testes de ordenação e agrupamento reuniram a população em três classes de acordo com o tamanho, data de coleta e dados ambientais, sendo denominadas no presente estudo respectivamente como recrutas, adultos menores e adultos maiores. Estas classes estão intimamente relacionadas às distintas fases de comportamento e mobilidade observados por URYU *et al.* (1996), ou seja, os recrutas apresentariam grande mobilidade e tigmotactismo altamente positivo, os adultos menores com mobilidade reduzida e os adultos maiores praticamente sem mobilidade.

Na análise de congruência, avaliada para os adultos em diferentes classes de comprimento, relacionadas as variáveis físicas e químicas da água, encontrou-se correlação

significativa, apesar dessa ter sido baixa, entre o nitrogênio e as classes de comprimento. O nitrogênio está associado à quantidade de matéria ou poluição orgânica na água. INGRAM *et al.* (1953) mencionam que existem muitas espécies de moluscos, em especial as da família Spharidae mais ou menos tolerantes a poluição provindas de esgotos domésticos. Citam *Sphaerium solidum* como uma espécie que não tolera água limpa necessitando de nitrogênio total com valores em torno de 6,59 p.p.m porém não resiste a poluição intensa, onde o nitrogênio total se apresenta acima de 35 p.p.m. Segundo Bauer (1992) um aumento da concentração de nitrato devido a uma maior eutrofização no ambiente onde vive o bivalve Unionoidea, *Margaritifera margaritifera* L. reduz o tamanho máximo dos indivíduos. O nitrato NO₃-N, em valores acima de 3ppm, aumenta a mortalidade e diminui o tempo de vida dos indivíduos, mas, aparentemente, não afeta a atividade reprodutiva. Os valores de nitrogênio total encontrados na praia do Veludo são comparativamente baixos e não superiores aos encontrados pelo DMAE em 1971, sugerindo que o animal é tolerante as baixas concentrações de nitrogênio. Como a população adulta é relativamente fixa, não teria condições de aumentar ou diminuir sua densidade em função de um acréscimo temporal esparso de nitrogênio (abril, novembro e dezembro). É muito provável que esta correlação positiva do nitrogênio total com o tamanho máximo da população adulta possa ser coincidente.

Através da análise do histograma das classes dos indivíduos adultos, não se observou um padrão claro de crescimento anual para a população estudada. Resultado semelhante foi observado por BOLTOVSKOY & CATALDO (1999) ao analisarem a população de *L. fortunei* do baixo Paraná, no período de fevereiro de 1998 a dezembro de 1998. Os autores observaram uma presença massiva de larvas no plâncton de agosto a abril e uma quantidade desproporcional de pós-larvas de fevereiro a abril e de setembro a dezembro, demonstrando que os mexilhões se reproduzem ininterruptamente por nove

meses. VILLAR *et al.* (1977) *apud* BOLTOVSKOY & CATALDO (1999) estudaram populações com comportamento reprodutivo contínuo, observando que na fase adulta os indivíduos apresentam uma distribuição de frequência irregular quanto ao tamanho, pontuada freqüentemente por várias modas com pouco significado biológico, comportamento este típico de espécies invasoras. Segundo BOLTOVSKOY & CATALDO (1999), a reprodução contínua prejudica tanto a identificação dos pulsos reprodutivos como a análise da frequência dos comprimentos da população adulta para a definição dos parâmetros de crescimento. Para a comprovação de tal fato seria necessária a realização de análises histológicas.

Os resultados obtidos para a população de *L. fortunei* do Guaíba, através da análise dos histogramas, foram semelhantes aos apresentados por IWASAKI & URYU 1998, ou seja, os histogramas mensais são semelhantes nos meses de temperaturas similares para os dois hemisférios (para o Japão de maio a outubro e para o lago Guaíba de setembro a fevereiro), onde se observa inicialmente a mesma estrutura bimodal que se fundem em uma única, com o passar dos meses. Os autores também comentaram da dificuldade na aplicação de métodos para analisar a distribuição de frequência de *L. fortunei*, devido a esta fusão de grupos etários ao longo dos meses.

Os indivíduos adultos, dos amostradores controle, durante os meses mais frios apresentaram comprimento médio menor que da população do verão. Estas paradas de crescimento dos indivíduos adultos durante os meses de março a setembro pode estar relacionada à fase reprodutiva da população, na qual grande parte da energia é gasta na produção de gametas (BAUER, 1992). Esta parada de crescimento também coincide com os meses mais frios. Segundo BOLTOVSKOY & CATALDO (1999) as curvas e os índices de crescimento são muito diferentes entre o verão e o inverno. Essas diferenças de crescimento, influenciadas pela temperatura, também foram observadas por JANTZ &

NEUMANN (1992) para outra espécie de mexilhão da família Dreissenidae, conhecido vulgarmente como “mexilhão zebra”, *Dreissena polymorpha* (Pallas,1771), espécie invasora dos Grandes Lagos nos Estados Unidos.

Os recrutas (5 a 8mm de comprimento) da praia do Veludo, encontrados em grande abundância no período de janeiro a abril de 2003, são provavelmente a resposta aos picos de pós-larvas encontrados no período de setembro a dezembro de 2002. O mesmo pode-se sugerir, para os recrutas encontrados novamente nos meses de junho a julho como uma resposta a um pico reprodutivo observado em março de 2003.

A presença de indivíduos adultos acima de 35mm, limitada ao mês de janeiro e ausente nos demais meses do ano, poderia indicar que a população alcançou seu comprimento máximo ao final do ano até o início do próximo, não sobrevivendo além dos períodos de maior calor e seca do verão. Foi comum observar que nos períodos em que a água baixou seu nível em torno de 20cm no verão de 2003, acontecia grande mortandade de mexilhões por ficarem, em grande parte, fora da água. No entanto, no mês de janeiro de 2003 o nível da água estava em torno de 100cm, o que permitiu aos mexilhões um crescimento acima da média. Já no mês seguinte, frente ao calor e seca do verão, estes exemplares grandes não foram mais encontrados. A diminuição acentuada das frequências a partir da classe 31mm, pode ser o resultado da mortalidade prevista nas classes de comprimentos maiores observado por BAUER (1992) para outras espécies de bivalves. A predação pelos peixes (SILVEIRA, 2003) e outras condições ambientais adversas ainda não pesquisadas, poderiam também ser a causa do baixo número de indivíduos com comprimento acima de 35mm.

Comparando os resultados da amostragem da população adulta sobre os ramos submersos de “sarandi” com os resultados obtidos por BOLTOVSKOI & CATALDO (1999) utilizando amostradores de placas de PVC, observou-se que os histogramas

resultantes são praticamente idênticos. Os autores comentam que as amostragens foram muitas vezes prejudicadas por depósitos de sedimento que dificultaram a colonização dos moluscos. Os ramos de “sarandi”, no entanto, nunca apresentaram este tipo de problema por acompanharem a alteração do nível da água e serem relativamente flexíveis ao batimento das ondas durante eventos de tempestades. Os amostradores fixos (tijolos) também apresentaram problemas de pouca colonização e cobertura de sedimento após a ação de tempestades. Assim mesmo considera-se a amostragem de pós-larvas (sobre tijolos) como uma técnica superior em resultados para o registro da densidade de mexilhão dourado no ambiente, comparando-se com a amostragem de larvas através da utilização de rede de plâncton. A amostragem fixa permitiu um assentamento de animais durante 24 horas enquanto a rede capta apenas amostras pontuais, não dimensionando o potencial de distribuição dos indivíduos no ambiente. FONTES-JR. *et al.* (2002), após a realização de monitoramento do mexilhão dourado no lago de Itaipu, também recomendam a utilização de amostradores fixos como os melhores métodos para se monitorar a presença e quantidade no ambiente de *L. fortunei*. O tipo de substrato artificial utilizado como amostrador (o tijolo) demonstrou eficiência através do presente trabalho, possibilitando acompanhar o assentamento das pós-larvas e seus picos ao longo do ano. Sua vantagem é ser facilmente encontrado a baixos custos e não trazer nenhum tipo de dano ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, 1998. Água: determinação de oxigênio dissolvido-método do eletrodo de membrana. NBR.3030. Rio de Janeiro.

- ABNT, 1998. Águas minerais e de mesa: determinação da condutividade. NBR.10223. Rio de Janeiro.
- ABNT, 1998. Água: determinação de nitrogênio orgânico, kjeldahl e total – métodos macro e semimicro kjeldahl. NBR.13796. Rio de Janeiro.
- ABNT, 1998. Água: determinação de fósforo. NBR.12772. Rio de Janeiro.
- ABNT, 1998, Água: determinação do pH: método do eletrométrico. NBR.9251. Rio de Janeiro.
- ABNT, 1998, Água: determinação de resíduos sólidos: método gravimétrico. NBR.10664. Rio de Janeiro.
- CETESB, 1987, Guia de coleta e preservação de amostras de água. Coordenador Edmundo Agudo (*et al.*), São Paulo, 150p. il.
- BAUER, G., 1992, Variation in the life span of the freshwater pearl mussel. Journal of Animal Ecology, 61:425-436.
- BOLTOVSKOY, D. & CATALDO, D.H., 1999, Population dynamics of *Limnoperna fortunei*, an invasive fouling mollusc, in the Lower Paraná river (Argentina). Biofouling, 14 (3):255-263.
- CATALDO, D.H. & BOLTOVSKOY, D., 2000, Yearly reproductive activity of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia) as inferred from the occurrence of its larvae in the plankton of the Lower Paraná river and the Rio de la Plata estuary (Argentina). Aquatic Ecology, 34: 307-317.
- CHOI, S.S. & KIM J.S., 1985, Studies on the metamorphosis and the growth of larva in *Limnoperna fortunei*. Korean Journal of Malacology, 1:13-18.
- CHOI, S.S. & SHIN C.N., 1985, Study on the early development and larvae of *Limnoperna fortunei*. Korean Journal of Malacology, 1:5 -12.

- DARRIGRAN, G. & PASTORINO, G., 1993, Bivalvos invasores en el Rio de la Plata, Argentina. Com. Soc. Malac. Uruguay, vol.VII, 64-65.
- DARRIGRAN, G. & PASTORINO, G., 1995, The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. The Veliger, 32(2): 171-175.
- DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, M.C. & PENCHASZADEH, P. E., 1998, A case of hermaphroditism in the freshwater invading bivalve *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae) from Rio de la Plata, Argentina. Iberus, 16 (2): 99-104.
- DARRIGRAN, G.; PENCHASZADEH, P. E. & DAMBORENEA, M.C., 1999, The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Mytilidae) from a neotropical temperate locality. Journal of Shellfish Research, 8 (2): 361-365.
- DARRIGRAN, G.; MARTIN S. M.; B. GULLO & ARMENDARIZ L., 1998, Macroinvertebrate associated with *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Rio de la Plata, Argentina. Hydrobiologia, 367: 223-230.
- DARRIGRAN, G. & PASTORINO, G., 2003, The golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in the neotropical region: a 10 year story of invasion. Tentacle, 11: 8-9.
- DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. 1971. O rio Guaíba e suas características físico-químicas e biológicas. Grupo de Avaliação da poluição do Rio Guaíba-GPOL, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. 51 p., 46 il.
- ESTEVEZ, F. A., 1988, Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 574p.
- FONTES-JR, H., TAKEDA, A.M. & FUJITA, D., 2002, Experience in Itaipu reservoir (Brazil) with artificial substrate (in situ): is it the best way of monitoring na invading species like *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae)?,673-679, In: International

- Commission on large Dams, Symposium on reservoir Management in tropical and subtropical Regions, Iguassu, Brazil.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M. A. M., 1978, Methods for physical and chemical analysis of fresh water. IBP Handbook, n8, 2^a ed., Oxford, Beackwell scientific publications. 213 p.
- GOWER, J. C., 1966, Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. Biometrika 53: 325-338.
- INGRAM, W.M.; BALLINGER, D.G. & GAUFIN, A.R. 1953. Relationship of *Sphaerium solidum* Prime to organic pollution. The Ohio Journal of Science, 53 (4):230-235.
- IWASAKI, K; URYU, Y. 1998. Life Cycle of a freshwater Mytilid mussel, *Limnoperna fortunei*, in Uji River, Kyoto. VENUS (Japanese Journal of Malacology, 57(2): 105-113.
- JANTZ, B. & NEUMANN, D. 1992. Shell growth and aspects of the population dynamics of *Dreissena polymorpha* in the river Rhine, pp.49-66, In: NEUMANN, D., & JENNER,H. (ed.), The Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* ecology, biological monitoring and first applications in the water quality management. Limnologie aktuell, 115 figures + 40 tables.
- MANSUR, M. C. D.; RICHINITTI, L. M. Z.; SANTOS, C. P., 1999, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) molusco bivalve invasor na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. Biociências, 7 (2): 147-149.
- MANSUR, M.C.D. ; SANTOS, C.P.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C.T. & CARDOSO, F.R., 2003, Primeiro dados quali-quantitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna do Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. Revista Brasileira de Zoologia, 20 (1): 75-84.

- MANSUR, M.C.D., QUEVEDO, C.B., SANTOS, C.P., CALLIL, C.T., 2004, Prováveis vias da introdução de *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na bacia da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul e novos registros de invasão no Brasil pelas bacias do Paraná e Paraguai, p. 33-38. In: J.S.V. SILVA & R.C.C.L. SOUZA (Ed.) Água de lastro e Bioinvasão. Rio de Janeiro, Interciências, XVIII+224p.
- MORTON, B., 1977, The population dynamics of *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Bivalvia: Mytilacea) in Plover Cove reservoir, Hong Kong. Malacologia, 16 (1): 165-182.
- MORTON, B., 1982, The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Bivalvia: Mytilidae) fouling Hong Kong's raw water supply system. Oceanologia et limnologia sinica, 13 (4): 319-324.
- MORTON, B., 1996, The aquatic nuisance species: a global perspective and review. In: D'itri F(ed.) Zebra mussels and other aquatic Species, pp1-54. AnnArbor Press, Ann Arbor, Michigan.
- PASTORINO, G.; G. DARRIGRAN; S. MARTIN & L. LUNASCHI., 1993., *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del río de La Plata. Neotropica, 39 (101/102): 34.
- PENCHASZADEH, P.; DARRIGRAN, G., ANGULO C.; AVERBUJ, A.; BRÖGGER, M.; DOGLIOTTI, A. & PÍREZ, N., 2000, Predation on the invasive freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae) by the fish *Leporinus obtusidens* Valenciennes, 1846 (Anostomidae) in the Río de la Plata, Argentina. Journal Shellfish Research, 19 (1):229-231.
- ORLÓCI, L., 1967, An agglomerative method for classification of plant communities. Journal of Ecology 55: 195-205.

- PILLAR, V. D., 1998, Sampling sufficiency in ecological surveys. Abstracta Botanica 22: 37-48.
- PILLAR, V. D., 1999a, The bootstrapped ordination reexamined. Journal of Vegetation Science. 11: 895-902.
- PILLAR, V. D., 1999b, How sharp are classifications?. Ecology 80 (8): 2508-2516.
- PILLAR, V. D., 2001, MULTIV: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses. Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PILLAR, V. D., 2002, SYNCOSA: software intergrado para análise multivariada de comunidades baseada em caracteres, dados de ambiente, avaliação e testes de hipóteses. Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PILLAR, V.D., 2004, MULTIV. Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. User's Guide v. 2.3. Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>.
- PILLAR, V. D. & ORLÓCI, L., 1993, Character-Based Community Analysis: Theory and Application Program. The Hague: SPB Academic Publishing, 270 p.
- SILVEIRA, C.M., 2003, Predação do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) (Mytilidae) pela piava *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1846) no Lago Guaíba, Porto Alegre, RS. pp.237-237. In: V. de Claudino-Sales, I.M. Tonini & E.W.C. Dantas (orgs.), VI Congresso de Ecologia do Brasil, Anais de trabalhos completos, Editora da Universidade Federal do Ceará.

- URYU, Y., IWASAKI, K. & HINQUE, M., 1996, Laboratory experiments on behaviour and movement of a freshwater mussel, *Limnoperna fortunei* (DUNKER). Journal of Molluscan Studies, 62:327-341.
- VAZZOLER, A. E. A., 1981, Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento, CNPq, 108p.
- WARD, J. H., 1963, Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of American Statistical Association, 58: 236-244.

Tabela1- Resultados das análises químicas e físicas da água durante o período de amostragem de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. Legenda: tem. ar- Temperatura do ar (°C), tem. água- Temperatura da água (°C), Cond.- Condutividade ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$), pH- pH, OD- Oxigênio dissolvido(mg/L), Sol. Sus- sólidos suspensos (mg/L), Clorofila “a” ($\mu\text{g/L}$), fósforo-fósforo total (mg/L), Nit.total-nitrogênio total, Trans- Transparência (cm), Prof.-profundidade (cm) e Prec.- precipitação (mm).

Ordenação			Agrupamento	
Eixo	Informação contida nos eixos	Estabilidade dos eixos $P(\theta_i^o \geq \theta_i^*)$	Número de grupos	Nitidez de grupos $P(G^o \leq G^*)$
1	75,187%	0,068	2	0,245
2	24,783%	-0,015	3	0,177
3	0,050174	0,00019	4	0,221

Tabela 3 - Resultados das análises de ordenação e agrupamento de larvas, pós-larvas e adultos de *Limnoperna fortunei* ao longo do ano, no Lago Guaíba, Porto Alegre, RS. A informação contida nos eixos refere-se à variação total dos dados. A estabilidade dos eixos e a nitidez dos grupos são probabilidades geradas através de 1000 iterações de auto-reamostragem *bootstrap*.

Ordenação			Agrupamento	
Eixo	Informação contida nos eixos	Estabilidade dos eixos $P(\theta_i^o \geq \theta_i^*)$	Número de grupos	Nitidez de grupos $P(G^o \leq G^*)$
1	56,30%	0,032	2	0,313
2	19,82%	0,014	3	0,170
3	9,21%	0,096	4	0,072

Tabela 4 - Resultados das análises de ordenação e agrupamento das classes de comprimento dos indivíduos adultos de *Limnoperna fortunei*, Porto Alegre, RS. A informação contida nos eixos refere-se à variação total dos dados. A estabilidade dos eixos e a nitidez dos grupos são probabilidades geradas através de 1000 interações de auto-reamostragem *bootstrap*.

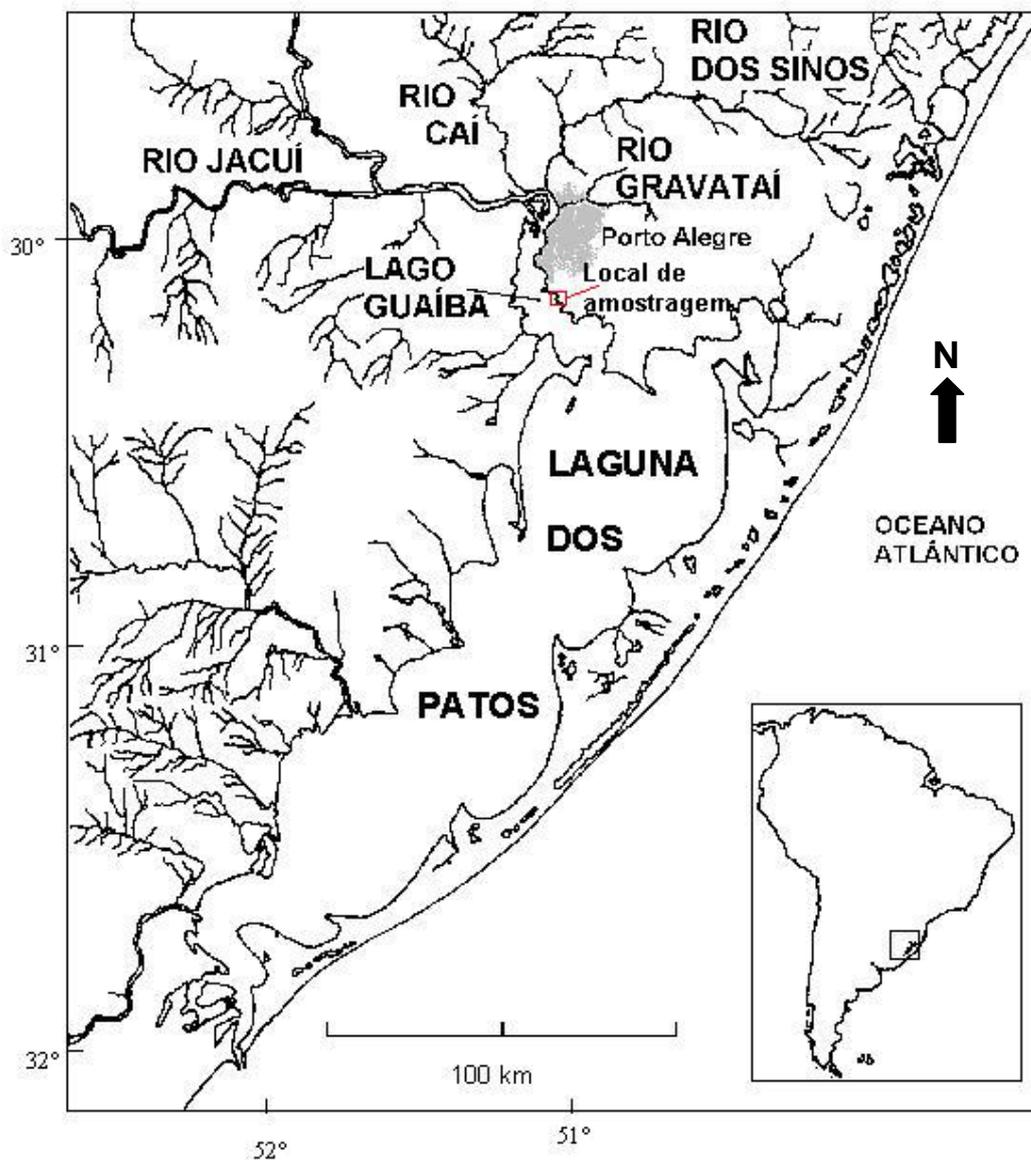


Figura 1 - Mapa indicando o local de amostragem: praia do Veludo, Belém Novo, margem esquerda do lago Guaíba, Porto Alegre, RS.

Fig. 15: Histograma de frequência relativa percentual quinzenal das classes de tamanho dos indivíduos adultos de uma população de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), amostrada durante o período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. Comprimento máximo em mm.

Fig. 16: Histograma de frequência relativa percentual mensal das classes de tamanho dos indivíduos adultos de uma população de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), amostrada durante o período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. Comprimento máximo em mm.

Fig. 17: Histograma de frequência relativa percentual bimensal das classes de tamanho dos indivíduos adultos de uma população de *Limnoperla fortunei* (Dunker, 1857), amostrada durante o período de setembro de 2002 a dezembro de 2003, na praia do Veludo, Belém Novo, Porto Alegre, RS. Comprimento máximo em mm.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A identificação das formas larvais foi uma etapa básica e imprescindível ao desenvolvimento dos estudos sobre a densidade e crescimento do mexilhão dourado em suas diferentes fases de vida na bacia do Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, pois é na fase larval que a espécie se dispersa invadindo novos ambientes. As pesquisas quantitativas e morfométricas das larvas, pós-larvas e adultos de *L. fortunei*, permitiram levantar os primeiros dados sobre a densidade e crescimento anual de uma população da espécie no lago Guaíba.

A quantidade de larvas variou de 0 a 23 indivíduos por litro. As larvas estiveram presentes em todos os meses do ano, com picos de densidade na primavera, especificamente no mês de outubro, tanto no ano de 2002 como 2003 registrando a menor densidade sob temperaturas abaixo de 15° C nos meses de julho e agosto de 2003. Não houve correlação entre a densidade larval e a temperatura da água. Foi observada uma coincidência entre as elevações bruscas de temperatura e os picos de densidades larvais.

Várias justaposições entre picos de precipitação e a elevação da densidade larval, observada fora dos meses mais frios no inverno, sugerem haver uma influência positiva da maior pluviosidade no adensamento larval.

A quantidade média de pós-larvas variou de 1 a 7545 indivíduos por amostrador. As pós-larvas estiveram presentes em todos os meses do ano, com picos de densidade na primavera, particularmente no mês de novembro 2003, seguindo-se ao pico larval do mesmo ano. Vendavais e tempestades podem dificultar o assentamento larval.

A densidade populacional de adultos agregados calculada por i/m^2 variou de $15.700i/m^2$ a $99.700i/m^2$ em fevereiro de 2003. Os adultos atingiram o tamanho máximo de 38mm. As classes de tamanho predominantes durante todo o ano foram de 5 a 7mm,

considerados recrutas que estiveram presentes durante todos os meses amostrados. O recrutamento mais intenso segue-se aos picos de pós-larvas.

Os resultados dos testes de ordenação e agrupamento reuniram a população adulta em três grupos de acordo com a classe de tamanho, data de coleta e dados ambientais, sendo denominadas no presente estudo respectivamente como recrutas, adultos menores e adultos maiores. Estes grupos estão intimamente relacionados às distintas fases de comportamento e mobilidade, ou seja, os recrutas apresentariam grande mobilidade e tigmotactismo altamente positivo, os adultos menores com mobilidade reduzida e os adultos maiores praticamente sem mobilidade.

Quanto ao crescimento da população observa-se em fevereiro um recrutamento intenso que se prolonga até a agosto de 2003. A análise bimensal do deslocamento modal permitiu verificar um crescimento mais intenso no final da primavera e no verão. As ausências de deslocamentos modais, nos meses de julho a setembro, são atribuídas a uma parada de crescimento da população durante o período de temperaturas mais frias.

As medidas dos indivíduos adultos nos amostradores artificiais (tijolos), durante 12 meses variaram de 2,02mm a 29,97mm, com comprimento médio de 11,63mm. Os adultos presentes nos amostradores semestrais apresentaram diferenças no comprimento de acordo com o semestre. Os amostradores colocados na água em setembro de 2002 e retirados em março de 2003, apresentaram adultos com comprimento médio de 9,68mm, o máximo de 20,91mm e o mínimo de 3,77mm. Nos amostradores, colocados em março de 2003 e retirados em setembro de 2003, o comprimento médio dos adultos foi de 6,97mm, o máximo de 18,05mm e o mínimo de 1,65mm. As populações submersas dos amostradores controle durante os meses mais frios apresentaram medidas de comprimento médio menor que as populações do verão.

Os dados apresentados, referentes ao ciclo de vida *Limnoperna fortunei*, são básicos à elaboração de projetos de pesquisa que objetivem a gestão e o controle do animal em nosso meio e demais ambientes hídricos brasileiros que estão sendo invadidos pelo molusco. Estes resultados, além de embasar pesquisas futuras, também podem subsidiar a diminuição das dosagens de substâncias químicas empregadas atualmente no controle do mexilhão, em épocas que ele se reproduza com menor frequência, junto às captações de água para abastecimento das cidades e indústrias que circundam o Lago e enfrentam problemas de obstrução pelo mexilhão. Os resultados do presente trabalho de um modo geral também poderiam auxiliar na busca de métodos de controle mais adequados e com isto minimizar prejuízos financeiros e impactos ambientais maiores do que o do próprio mexilhão dourado, advindo da aplicação de técnicas indevidas de gestão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATLAS AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 228 p. il.
- BONETTO, A. A. Los grandes ríos de la Cuenca del Prata en relación al Mercosur y posibles impactos en la biota, en particular la malacológica. Problemas y perspectivas. In: Encontro Brasileiro de Malacologia, 15, Florianópolis, Resumos, São Leopoldo, Unisinos, p.13. 1997.
- CATALDO, D.H. & BOLTOVSKOY, D. Yearly reproductive activity of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia) as inferred from the occurrence of its larvae in the plankton of the lower Paraná river and the Rio de la Plata estuary (Argentina). *Aquatic Ecology* 34: 307-317. 2000.
- DARRIGRAN, G. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland fresh water environments. *Biological Invasions* 4: 145-156. 2002.
- DARRIGRAN, G.; PASTORINO G. Bivalvos invasores en el Rio de la Plata, Argentina. *Com.Soc.Malac.Urugui*, vol.VII 64-65. 1993.
- DARRIGRAN, G.; PASTORINO G. The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. *The Veliger*, Berkeley, 32(2): 171-175. 1995.
- DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, M.C.; PENCHASZADEH, P. E. A case of hermaphroditism in the freshwater invading bivalve *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae) from Rio de la Plata, Argentina. *Iberus*, 16 (2): 99-104. 1998.
- DARRIGRAN, G.; PENCHASZADEH, P. E.; DAMBORENEA, M.C. The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Mytilidae) from a neotropical temperate locality. *Journal of Shellfish Research*, 8 (2): 361-365. 1999.

- LODGE, D. M. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends Ecol. Evol.* 8 (4): 133-136. 1993.
- ELTON, C. S. *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen, London. 1958.
- KOLAR, C. S. & LODGE, D.M. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 199-204. 2001.
- LODGE, D. M. Biological invasions: lessons for ecology. *Trends Ecol. Evol.*, 8 (4): 133-136. 1993.
- MANSUR, M. C. D.; RICHINITTI, L. M. Z.; SANTOS, C. P. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) molusco bivalve invasor na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, Porto Alegre, 7 (2): 147-149. 1999.
- MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P DOS.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C.T.; CARDOSO, F.R. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna do Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba 20 (1): 75-84. 2003.
- MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.; CALLIL, C.T.; CARDOSO, F.R. Retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de *Corbicula* do sudeste asiático, na América do Sul (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae). In: *Água de lastro e Bioinvasão*. Rio de Janeiro, Interciências, p.1-22. 2004.
- MOONEY, H.A.; DRAKE, J.A. *Ecology of biological invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag, New York. 1986.
- MORTON, B. The population dynamics of *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Bivalvia: Mytilacea) in Plover Cove reservoir, Hong Kong. *Malacologia*, 16 (1): 165-182. 1977.

- MORTON, B.S. The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) fouling Hong Kong's raw water supply system. *Oceanol. Limnol. Sinica*, 13:312-325. 1982.
- MORTON, B. The aquatic nuisance species: a global perspective and review. In: D'itriF (ed.) *Zebra Mussels and other Aquatic Species*, p1-54. Ann Arbor, Michigan. 1996.
- NEWELL, N. D. 1969. Classification of Bivalvia. In: MOORE, R. ed. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, v.1 Mollusca (6 Bivalvia)*, p. 205-223. The University of Kansas, Lawrence, XXXVIII + 489.
- PASTORINO, G.; DARRIGRAN, G.; MARTIN, S. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del río de La Plata. *Neotropica, La Plata* 39 (101/102): 34. 1993.
- TUNDISI, J. G. In: *Água no Século XXI. Enfrentando a escassez*. pgs. 52-54, Rima Editora, Instituto Internacional de Ecologia. 2003.
- SANTOS, C. P & MANSUR, M.C.D. 2002. Primeiros dados sobre o assentamento de pós-larvas do bivalve invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (BIVALVIA, MYTILIDAE), na Bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. V Congresso Latinoamericano de Malacologia, Livro de Resumos, São Paulo, p. 241-242.
- VIEIRA, E. F.; RANGEL, S. R. S. *Planície Costeira do Rio Grande do Sul: Geografia física, vegetação e dinâmica sócio-demográfica*. Sagra, Porto Alegre, 256p. 1988.

ANEXO 1

REVISTA BRASILEIRA DE ZOOLOGIA

MANUSCRITOS

Os artigos devem ser enviados em três vias impressas, incluindo as figuras e tabelas. O texto deverá ser digitado em espaço duplo, com margens largas não justificadas e suas páginas devidamente numeradas. A página de rosto deve conter: 1) título do artigo e quando apropriado, mencionar o(s) nome(s) da(s) categoria(s) superior(es) à qual o(s) animal(ais) pertence(m); 2) nome(s) do(s) autor(es) com endereço(s) completo(s) e com respectivos algarismos arábicos para remissões; 3) resumo em inglês, incluindo o título do artigo se o mesmo for em outro idioma; 4) palavras chaves em inglês, no máximo cinco, em ordem alfabética e diferentes daquelas utilizadas no título do artigo.

Os nomes de gênero(s) e espécie(s) são os únicos do texto em itálico. A primeira citação de um taxa no texto, deve vir acompanhada do nome científico por extenso, com autor e data (de vegetais, se possível), e família.

Citações bibliográficas devem ser feitas em caixa alta reduzida (VERSALETE) e da seguinte forma: SMITH (1990), SMITH (1990: 128), LENT & JUBERG (1965), GUIMARÃES et al. (1983), artigos de um mesmo autor devem ser citados em ordem cronológica.

ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Fotografias, desenhos, gráficos e mapas serão denominados figuras. Desenhos e mapas devem ser feitos a traço de nanquim ou similar. Fotografias devem ser nítidas e contrastadas e não misturadas com desenhos. A relação de tamanho da figura, quando necessária, deve ser apresentada em escala vertical ou horizontal.

As figuras devem estar numeradas com algarismos arábicos, no canto inferior direito e chamadas no texto em ordem crescente, montadas em cartolina branca, devidamente identificadas no verso, obedecendo a proporcionalidade do espelho (17,0 x 21,0 cm) ou da coluna (8,3 x 21,0 cm) com reserva para a legenda.

Legendas de figuras e tabelas devem ser digitadas em folha à parte, sendo para cada conjunto um parágrafo distinto.

Gráficos gerados por programas de computador, devem ser inseridos como figura no final do texto, após as tabelas, ou enviados em arquivo em separado, sem a utilização de caixas de texto.

Tabelas devem ser geradas a partir dos recursos de tabela do editor de texto utilizado, numeradas com algarismos romanos e inseridas após a última referência bibliográfica da seção Referências Bibliográficas ou em arquivo em separado.

Figuras coloridas poderão ser publicadas com a diferença dos encargos custeada pelo(s) autor(es).

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos, indicações de financiamento e menções de vínculos institucionais devem ser relacionados antes do item Referências Bibliográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As Referências Bibliográficas, mencionadas no texto, devem ser arroladas no final do trabalho, como nos exemplos abaixo. Periódicos devem ser citados com o nome completo, por extenso, indicando a cidade onde foi editado. Não serão aceitas referências de artigos não publicados (ICZN, Art. 9).

Periódicos

NOGUEIRA, M.R.; A.L. PERACCHI & A. POL. 2002. Notes on the lesser white-lined bat, *Saccopteryx leptura* (Schreber) (Chiroptera, Emballonuridae), from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 19 (4): 1123-1130.

LENT, H. & J. JURBERG. 1980. Comentários sobre a genitália externa masculina em *Triatoma Laporte*, 1832 (Hemiptera, Reduviidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 40 (3): 611-627.

SMITH, D.R. 1990. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera, Symphita) of America South of the United States: Pergidae. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, 34 (1): 7-200.

Livros

HENNIG, W. 1981. *Insect phylogeny*. Chichester, John Wiley, XX+514p. Capítulo de livro

HULL, D.L. 1974. Darwinism and historiography, p. 388-402. In: T.F. GLICK (Ed.). *The comparative reception of Darwinism*. Austin, University of Texas, IV+505p.

ENCAMINHAMENTO

Os artigos enviados à RBZool serão protocolados e encaminhados para consultores. As cópias do artigo, com os pareceres emitidos serão devolvidos ao autor correspondente para considerar as sugestões. Estas cópias juntamente com a versão corrigida do artigo impressa e o respectivo disquete, devidamente identificado, deverão retornar à RBZool. Alterações ou acréscimos aos artigos após esta fase poderão ser recusados. Provas serão enviadas eletronicamente ao autor correspondente.

SEPARATAS

Todos os artigos serão reproduzidos em 50 separatas, e enviadas gratuitamente ao autor correspondente. Tiragem maior poderá ser atendida, mediante prévio acerto de custos com o editor.

ANEXO 2

BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY

Finalidade e normas gerais: A *Brazilian Journal of Biology* publica resultados de pesquisa original em qualquer ramo das ciências biológicas. Estará sendo estimulada a publicação de trabalhos nas áreas de biologia celular, sistemática, ecologia (auto-ecologia e sinecologia) e biologia evolutiva, e que abordem problemas da região neotropical. A revista publica somente artigos em inglês. Artigos de revisões de temas gerais também serão publicados desde que previamente propostos e aprovados pela Comissão Editorial.

Informações Gerais: Os originais deverão ser enviados à Comissão Editorial e estar de acordo com as Instruções aos Autores, trabalhos que não se enquadrem nesses moldes serão imediatamente devolvidos ao(s) autor(es) para reformulação.

Os trabalhos que estejam de acordo com as Instruções aos Autores, serão enviados aos assessores científicos, indicados pela Comissão Editorial. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. Em caso de recomendação desfavorável por parte de um assessor, será usualmente pedida a opinião de um outro. Os trabalhos serão publicados na ordem de aceitação pela Comissão Editorial, e não de seu recebimento.

Serão fornecidas gratuitamente 25 separatas de cada artigo.

Preparação de originais: O trabalho a ser considerado para publicação deve obedecer às seguintes recomendações gerais: Ser digitado e impresso em um só lado do papel tipo A4 e em espaço duplo com uma margem de 3 cm à esquerda e 2 cm à direita, sem preocupação de que as linhas terminem alinhadas e sem dividir palavras no final da linha. Palavras a serem impressas em itálico podem ser sublinhadas. O título deve dar uma idéia precisa do conteúdo e ser o mais curto possível. Um título abreviado deve ser fornecido para impressão nas cabeças de página.

Nomes dos autores – As indicações Júnior, Filho, Neto, Sobrinho etc. devem ser sempre antecidas por um hífen. Exemplo: J. Pereira-Neto. Usar também hífen para nomes compostos (exemplos: C. Azevedo-Ramos, M. L. López-Rulf). Os nomes dos autores devem constar sempre na sua ordem correta, sem inversões. Não usar, nunca, como autor o co-autor nomes como Pereira-Neto J. Usar e, y, and, et em vez de & para ligar o último co-autor aos antecedentes. Os trabalhos devem ser redigidos de forma concisa, com a exatidão e a clareza necessárias para sua fiel compreensão. Sua redação deve ser definitiva a fim de evitar modificações nas provas de impressão, muito onerosas e cujo pagamento ficará sempre a cargo do autor. Os trabalhos (incluindo ilustração e tabelas) devem ser submetidos em replicata (original e duas cópias). Serão considerados para publicação apenas os artigos redigidos em inglês. Todos os trabalhos deverão ter resumos em inglês e português. Esses resumos deverão constar no início do trabalho e iniciar com o título traduzido para o idioma correspondente. O Abstract e o Resumo devem conter as mesmas informações e sempre sumariar resultados e conclusões.

Em linhas gerais, as diferentes partes dos artigos devem ter a seguinte seriação:

1a página – Título do trabalho. Nome(s) do(s) autor(es). Instituição ou instituições, com endereço. Indicação do número de figuras existentes no trabalho. Palavras-chave em português e inglês (no máximo 5). Título abreviado para cabeça das páginas. Rodapé: nome do autor correspondente e endereço atual (se for o caso).

2a página e seguintes – Abstract (sem título). Resumo: em português (com título); Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements. Em separado – References, Legends to the figures, Tables and Figures.

O trabalho deverá ter, no máximo, 25 páginas, incluindo tabelas e figuras. A seriação dos itens de Introduction e Acknowledgements só se aplica, obviamente, a

trabalhos capazes de adotá-la. Os demais artigos (como os de Sistemática) devem ser redigidos de acordo com critérios geralmente aceitos na área.

Referências Bibliográficas – No texto, será usado o sistema autor–ano para citações bibliográficas, utilizando-se ampersand (&) no caso de 2 autores. As referências, datilografadas em folha separada, devem constar em ordem alfabética. Deverão conter nome(s) e iniciais do(s) autor(es), ano, título por extenso, nome da revista (abreviado e sublinhado), volume e primeira e última páginas. Citações de livros e monografias deverão também incluir a editora e, conforme citação, indicar o capítulo do livro. Deve(m) também ser referido(s) nome(s) do(s) organizador(es) da coletânea. Exemplos:

OZORIO DE ALMEIDA, M., 1946, Sur les reflexes labyrinthiques chez la grenouille. Rev. Brasil. Biol., 6: 355-363.

REIS, J., 1980, Microbiologia, pp. 3-31. In: M. G. Ferri & Shozo Motoyama (orgs.), História das Ciências no Brasil, 2o vol., 468p., EDUSP e EPU, São Paulo.

MROSOVSKY, N. & YNTEMA, C. L., 1981, Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. In: K. A. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles, Smithsonian, Inst. Press in Coop. World, Wildlife Fund. Inc., Washington, D.C.

RIZZINI, C. T., 1979, Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos Sociológicos e Florísticos. HUCITEC, São Paulo, 2 vol., 374p.

KUHLMAN, J. G., OCCHIONI, P. & FALCÃO, J. I. A., 1947, Contribuição ao estudo das plantas ruderais do Brasil. Arq. Jard. Bot., 7: 43-131.

Para outros pormenores, veja as referências bibliográficas em um fascículo. A Revista publicará um Índice inteiramente em inglês, para uso das revistas internacionais de referência. As provas serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas imediatamente. As provas que não forem devolvidas no tempo solicitado – 5 dias – terão sua publicação postergada para uma próxima oportunidade, dependendo de espaço. Material Ilustrativo – Os autores deverão limitar as tabelas e as figuras (ambas numeradas em arábicos) ao estritamente necessário. No texto do manuscrito, o autor indicará os locais onde elas deverão ser intercaladas. As tabelas deverão ter seu próprio título e, em rodapé, as demais informações explicativas. Símbolos e abreviaturas devem ser definidos no texto principal e/ou legendas.

Na preparação do material ilustrativo e das tabelas, deve-se ter em mente o tamanho da página útil da REVISTA (22 cm x 15,0 cm); (coluna: 7 cm) e a idéia de conservar o sentido vertical. Desenhos e fotografias exageradamente grandes poderão perder muito em nitidez quando forem reduzidos às dimensões da página útil. As pranchas deverão ter no máximo 30 cm de altura por 25 cm de largura e incluir barra(s) de calibração. As ilustrações devem ser agrupadas, sempre que possível. A Comissão Editorial reserva-se o direito de dispor esse material do modo mais econômico, sem prejudicar sua apresentação.

Todos os desenhos devem ser feitos à tinta da China e apresentados de tal forma que seja possíveis sua reprodução sem retoques. As fotografias devem vir em papel brilhante.

Nas fotos, desenhos e tabelas deve-se escrever, a lápis, no verso, o nome do autor e o título do trabalho.

Disquete – Os autores são encorajados a enviar a versão final (e somente a final), já aceita, de seus manuscritos em disquete. Textos devem ser preparados em Word for Windows e acompanhados de uma cópia idêntica em papel.

Recomendações Finais: Antes de remeter seu trabalho, preparado de acordo com as instruções anteriores, deve o autor relê-lo cuidadosamente, dando atenção aos seguintes itens: correção gramatical, correção datilográfica (apenas uma leitura sílaba por sílaba a garantir), correspondência entre os trabalhos citados no texto e os referidos na bibliografia, tabelas e figuras em arábicos, correspondência entre os números de tabelas e figuras citadas no texto e os referidos em cada um e posição correta das legendas.