



ARTIGO
ORIGINAL

Ocorrência e densidade populacional do molusco invasor *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae), no rio Passaúna, Paraná, Brasil

Occurrence and population density of Corbicula fluminea (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Passaúna river, Paraná, Brazil

Edinalva Oliveira¹, Ana A. N. Meyer², Rafaela M. Armstrong³

Recebido: 21/01/2014

Aceito: 31/07/14

Resumo

O presente estudo descreve a ocorrência, densidade, abundância e a flutuação mensal das classes etárias da espécie invasora *Corbicula fluminea* no rio Passaúna, pertencente a bacia do Alto Iguaçu. Foram realizadas amostragens quantitativas mensais entre dezembro/08 e novembro/09, utilizando um amostrador do tipo corer e registrados dados abióticos. Em laboratório, os indivíduos foram separados em dois lotes: organismos vivos e valvas vazias. Foram capturados 2250 exemplares, dos quais 1465 valvas vazias (65,1%) e 785 organismos vivos (34,9%). O comprimento das valvas variou entre 2 mm e 28 mm. A densidade oscilou entre 105,5 indivíduos/m³ e 274,1 indivíduos/m³, com redução da densidade nos meses com menor temperatura. Durante o período amostral não houve registro de espécies de moluscos nativos. Os resultados indicam que a colonização do rio Passaúna é recente, contudo a densidade populacional registrada é capaz de alterações na comunidade bentônica.

Palavras-chaves: Moluscos. Espécies invasoras. Espécies exóticas. Classes de comprimento.

Received: 20/01/2014

Approved: 31/07/2014

Abstract

The present study describes the occurrence, density, abundance and monthly fluctuations age classes of exotic invasive species *Corbicula fluminea* in Passaúna river situated in basin Alto Iguaçu. Monthly were carried quantitative samplings between December/08 and November/09 using a sampler type corer and recorded abiotic data. In the laboratory, the specimens were divided into two lots: living organisms and empty valves. Were captured 2250 individuals, of which 1465 empty valves (61.1%) and 785 living organisms (34.9%). The length of the valves ranged between 2 mm and 28 mm. The density ranged between 105.5 and 274.1 individuals/m³, with reduced density in the months with lower temperature. During the sample period there was no record of species of native molluscs. The results indicate that colonization of Passaúna River is recent, but the recorded population density is capable of changes in benthic community.

Keywords: Mollusks. Invasive species. Exotic species. Length class.

10.7213/estud.biol.36.086.A011

Disponível para download em:
www.pucpr.br/bs

Estud Biol. 2014 jan/jun 36(86):103-114



Sob licença
Creative Commons

¹ Doutora em Zoologia, professora adjunta da Universidade Positivo. Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300, CEP 81280-330, Curitiba, PR, Brasil. email: edinaoli@yahoo.com.br

² Mestre em Ciências Morfológicas, professora adjunta da Universidade Positivo. e-mail: anameyer@onda.com.br

³ Bióloga, Universidade Positivo (2009), e-mail: minervah99@hotmail.com

Introdução

Espécies exóticas invasoras são consideradas uma das principais causas da diminuição da biodiversidade em ambientes terrestres e aquáticos, perdas econômicas e impactos ecológicos (Darrigran, 1997; Sousa *et al.*, 2008a; Sousa *et al.*, 2008b). Em ambientes límnicos, o bivalve *Corbicula fluminea* Müller, 1774, originário da Ásia, possui registro para a América do Norte, Europa, Ásia, África e Austrália (McMahon, 1982; Britton & Morton, 1986). Na América Latina, acredita-se que espécimes foram introduzidos entre 1965 e 1975 (Ituarte, 1994) e no Brasil, após o primeiro registro do gênero, na década de 70, na bacia dos rios Jacuí e Guaíba no Estado do Rio Grande do Sul (Veitenheimer-Mendes, 1981) a espécie avançou para vários outros ambientes daquele estado.

Mansur, Callil, Cardoso e Ibarra (2004), em uma análise retrospectiva, mapearam a invasão na América do Sul e nos anos subsequentes diferentes aspectos de populações desta espécie foram analisados para o estado de São Paulo por Bagatini *et al.* (2005), Bagatini *et al.* (2007), França *et al.* (2007), Vianna & Avelar (2010); no Mato Grosso por Callil & Mansur (2002); na Bacia Amazônica por Beasley *et al.*, (2003) e Pimpão & Martins (2008) no Distrito Federal por Rodrigues *et al.* (2007) e em Minas Gerais por Maroneze *et al.* (2011).

A conquista de ambientes tão diversos no que se refere a condições ambientais, (como tipo de substrato, temperatura, latitude e altitude) se deve ao rápido crescimento, maturidade sexual precoce e ciclo de vida curto da espécie (McMahon, 1982). Outros fatores que colaboram para o sucesso adaptativo são a resistência ao estresse ambiental e a capacidade de filtrar grandes volumes de água (Graney *et al.*, 1980; McMahon, 2000), além da grande plasticidade fenotípica que é um importante atributo para colonização de diferentes ambientes (Barret & Richardson, 1986; Martins *et al.*, 2004).

Como consequência do sucesso de *C. fluminea* como espécie invasora, o ambiente pode sofrer impactos ecológicos e diminuição de espécies nativas (Morton 1977; McMahon, 1982; Darrigran, 2002) devido a alterações na estrutura do substrato, elevado nível de amônia e diminuição do nível de oxigênio dissolvido (Cherry *et al.*, 2005).

O objetivo do presente estudo é determinar a flutuação temporal da densidade populacional e análise da distribuição de frequências relativas das classes etárias. Acredita-se que a colonização é recente e que os resultados contribuirão para o conhecimento das características populacionais da espécie para um trecho do rio Passaúna.

Material e Métodos

Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Passaúna, sub-bacia do sistema hidrográfico do Alto Iguaçu é limítrofe com as sub-bacias dos rios Verde e Barigui, abrangendo parte dos municípios de Curitiba, Araucária, Campo Largo, Campo Magro e Almirante Tamandaré. O rio Passaúna, inserido nos limites da Área de Proteção Ambiental do rio Passaúna, nasce entre as Serras de São Luiz do Purunã e Bocaina, no município de Almirante Tamandaré, e percorre 57 km, incluindo no trajeto um reservatório para abastecimento d'água com 11 km de área alagada, até desembocar no rio Iguaçu. O rio tem como principais afluentes os rios Juruqui, Custódio, Cachoeirinha, Cachoeira, Ferraria e Taquarova pela margem direita e não apresenta afluentes significativos na margem esquerda (Dias, 1997).

Na área de estudo, o rio Passaúna apresenta distância entre as margens oscilando entre três a cinco metros e zona ripária com cerca de cinco metros, formada por árvores e arbustos. Gramíneas e raros exemplares da macrófita *Eichornia crassipes* (Mart.) são observados em regiões junto às margens. O leito do rio é formado por substrato com pedregulhos de diferentes dimensões, regiões com areia e raros trechos lodosos.

Atividades de Campo e Laboratoriais

Foram realizadas amostragens mensais no período entre dezembro/2008 e novembro/2009 no rio Passaúna (S 25°21'15" e W 49°20'46") (Fig. 1). Em cada campanha amostral foram extraídas seis réplicas, ao longo de um trecho de 500 m, utilizando um amostrador do tipo Corer (15 cm de diâmetro e 10 cm de profundidade e área de 1570 cm³). O substrato coletado foi transferido para bandejas plásticas e triado utilizando-se peneira com 0,2 mm de abertura de malha. Os organismos coletados foram acondicionados em caixas de transporte com água do local, identificados e transportados ao laboratório.

Ao longo do período amostral parâmetros abióticos de temperatura do ar e da água de superfície foram obtidos com termômetro de mercúrio e o pH com peagâmetro digital de campo. A velocidade superficial de corrente foi obtida através do método de flutuação em distância pré estabelecida segundo Bicudo e Bicudo (2004).

Amostras do sedimento das regiões centrais e margens direita e esquerda, foram extraídas uma vez a cada estação climática do ano (verão – fevereiro/09, outono – maio/09, inverno – agosto/09 e primavera – novembro/09). Em laboratório as amostras foram submetidas à análise granulométrica pelo método de quartamento (Muehe, 1996), sendo o material retido em cada peneira pesado em balança eletrônica de precisão 0,001g, e identificado o particulado retido segundo a escala de tamanho de sedimentos de Wentworth (1922), não se separando as frações mais finas do sedimento, silte e argila.

Em laboratório, as amostras contendo os exemplares de *C. fluminea* foram triadas em animais vivos e valvas vazias. Os exemplares vivos foram submetidos à abertura mecânica das valvas e fixados em formol 10% por 48 horas, e posteriormente conservados em álcool 70%. As valvas vazias articuladas ou ainda aquelas desarticuladas que apresentavam um par de tamanho equivalente e perfeitamente encaixável foram consideradas parte da amostra (Kowalewski, Carroll, Casazza, Gupta, Hannisdal, Hendy et al. 2003) e armazenadas em via seca.

Organismos vivos e valvas vazias foram quantificados e submetidos à morfometria das valvas, e os dados resultantes utilizados para estimar a densidade total em indivíduos/metro³ e as distribuições de abundância mensal de valvas vazias e animais vivos.

A idade aproximada de cada exemplar foi estimada segundo Morton (1977), com os exemplares categorizados em quatro classes etárias. Na classe etária juvenil estão inseridos os espécimes com comprimento entre 2 mm ↔ 15,2 mm, um ano de idade comprimento entre 15,3 mm ↔ 22,4 mm, dois anos de idade comprimento entre 22,5 mm ↔ 27 mm e três anos de idade comprimento equivalente ou superior a 27,1 mm.

Lotes de material testemunho da população estudada, constituídos de valvas vazias e exemplares completos, foram depositados na Coleção de Mollusca do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo sob o número 106187.

Análises estatísticas foram desenvolvidas com o auxílio do software BioEstat versão 5.0[®]: correlação de Pearson para comparar a flutuação das densidades e a profundidade e velocidade de correnteza, teste do teste do χ^2 para analisar a proporção entre organismos vivos e valvas vazias.

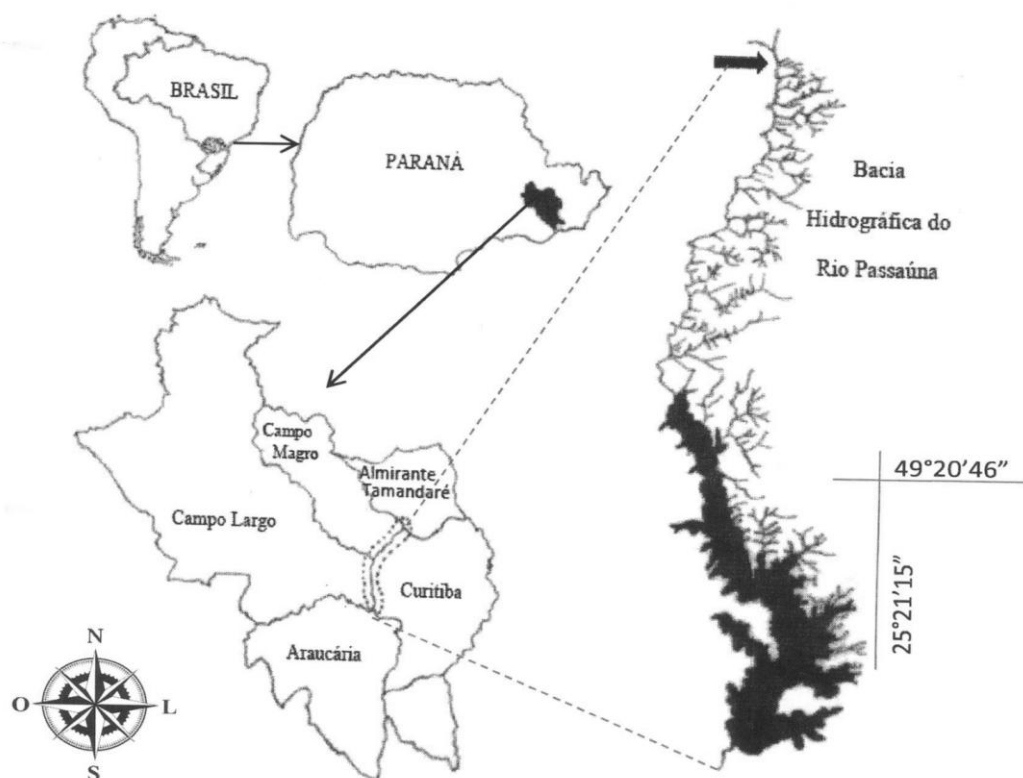


Figura 1. Localização da área de estudo no rio Passaúna, Paraná, Brasil. A seta indica o ponto de amostragem. Fonte: Composição dos autores.

Resultados

Os resultados da análise granulométrica do sedimento do rio Passaúna demonstram que este é composto por 76% de areia fina, muito fina próxima a 13% e apenas 0,6% de silte e argila, com a porcentagem de matéria orgânica variando entre 0,2% a 0,5%. A coloração da água é levemente marrom, com pH 7,0 em todas as coletas amostrais, exceto no mês de abril quando foi registrado pH 8,0. A temperatura da água de superfície variou entre 12^oC (maio/2008) e 23^oC (fevereiro/2008).

Nas doze campanhas amostrais foram capturados 2250 exemplares de *C. fluminea*, com 785 (34,9%) organismos vivos e 1465 (65,1%) valvas vazias. Para a amostra total, o comprimento das valvas variou entre 2 mm e 28 mm. Quando somados organismos vivos e valvas vazias, a densidade mensal total variou entre 105,5 indivíduos/m³ (outubro/08) e 274,1/m³ (maio/09). A velocidade superficial de corrente oscilou entre 4,2 m/s (outubro/2009) e 13,4 m/s (abril/2009) e a profundidade média variou entre 16,3 cm (fevereiro/2009) e 50 cm (outubro/2009) (Fig. 2).

A análise da correlação de Pearson entre a densidade e a profundidade é fraca, porém positiva ($r=0,2639$), enquanto que a correlação entre densidade e velocidade da correnteza é fraca, porém negativa ($r= - 0,3547$).

A análise mensal da proporção entre valvas vazias e organismos vivos, através do teste do χ^2 , não foi significativa, com valores inferiores a 3,841 (χ^2 tabelar com $p=0,05$), nos meses de fevereiro, agosto, setembro e outubro. Nos demais meses as diferenças registradas são significativas, com a ocorrência de maior número de valvas vazias. A proporção entre valvas

vazias e organismos vivos e a temperatura da água registrada no período amostral está representada na Figura 3.

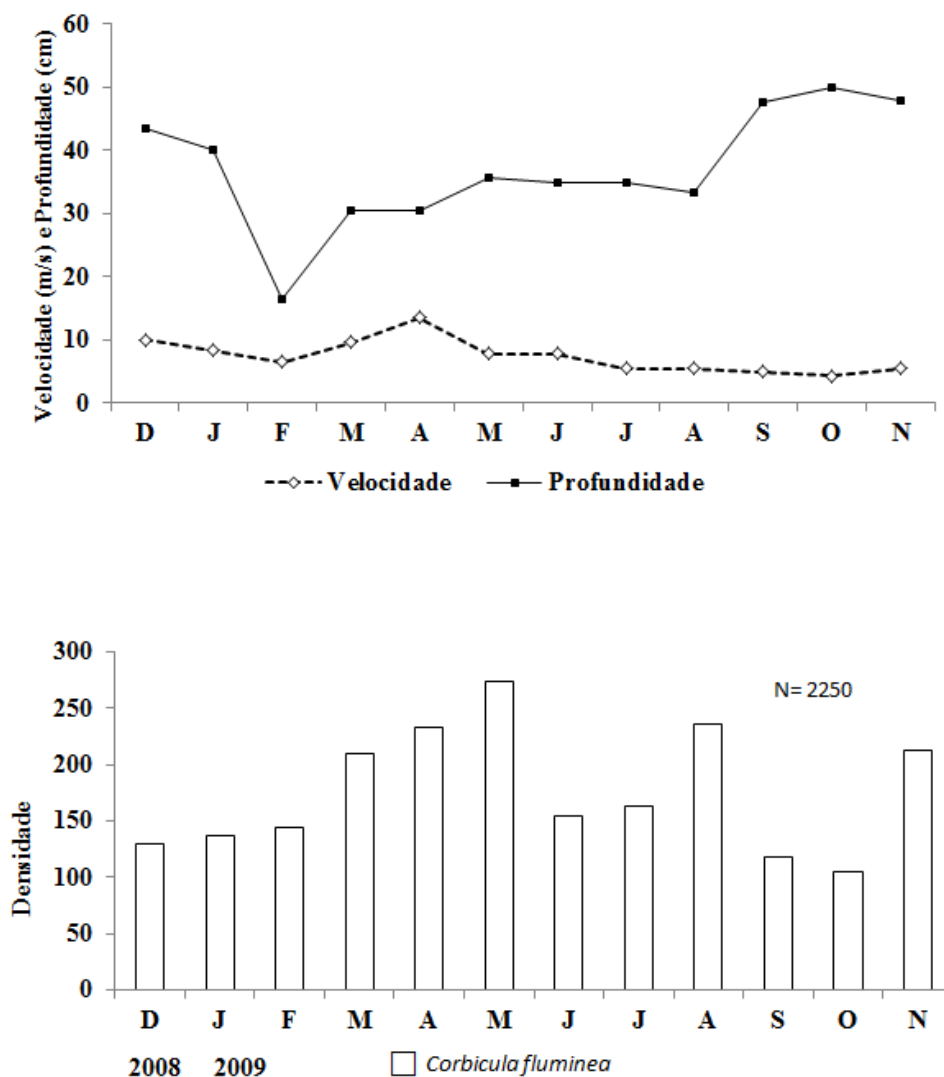


Figura 2. Profundidade e velocidade da água de superfície no rio Passaúna de dezembro/2008 a novembro/2009 e densidade total (n. ind./m³) de *Corbicula fluminea*.

A análise da idade aproximada dos exemplares vivos e das valvas vazias indicou um predomínio na população de indivíduos com um ano e juvenis (Tabela 1). Indivíduos com idade superior a três anos foram raramente observados (15 indivíduos).

Tabela 1. Distribuição das frequências absolutas e relativas de *Corbicula fluminea* por faixa de classe etária no rio Passaúna de dezembro/2008 a novembro/2009

	Total	Organismos vivos	Valvas vazias
Juvenis	723	195 (24,84%)	528 (36,04%)
1 ano	1314	480 (61,15%)	834 (56,93%)
2 anos	198	95 (12,10%)	103 (7,03%)
3 anos	15	15 (1,9%)	0

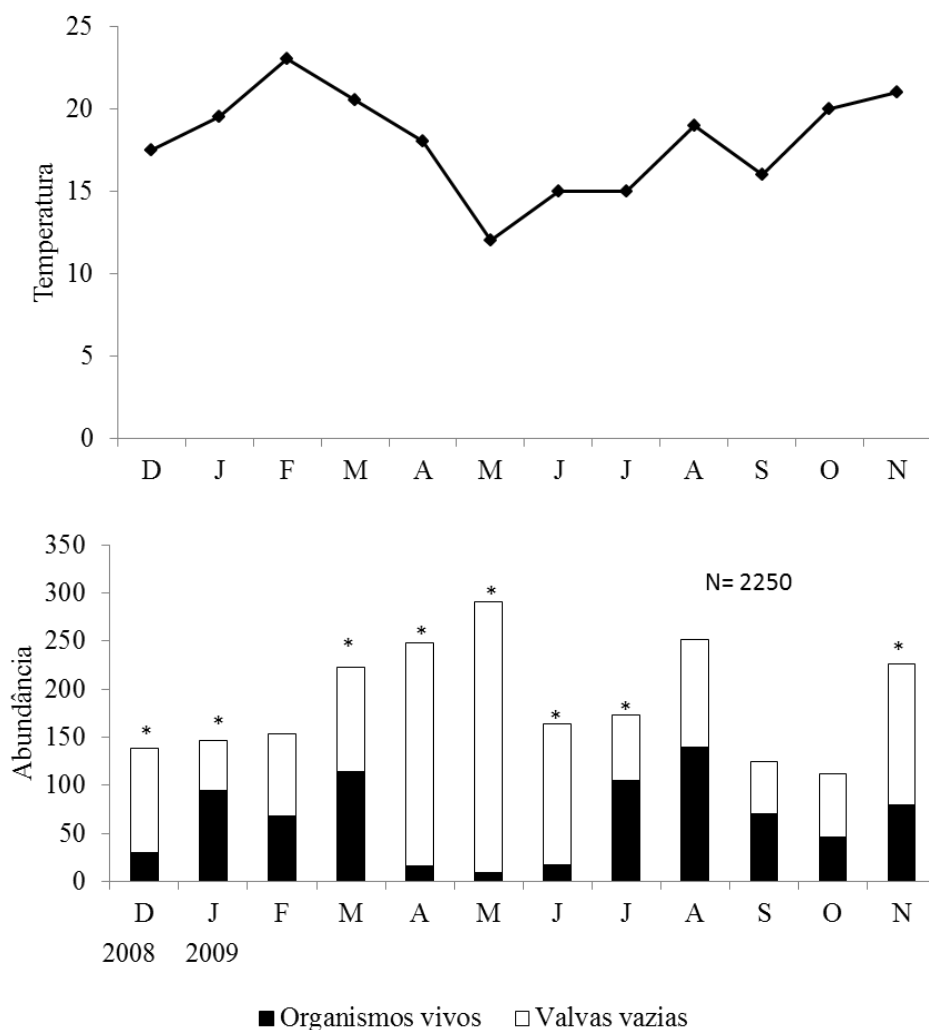


Figura 3. Variação mensal da temperatura da água de superfície e flutuação mensal da proporção entre organismos vivos e valvas vazias (* Meses com diferenças significativas) de *Corbicula fluminea* no rio Passaúna de dezembro/2008 a novembro/2009.

Na classe etária juvenil a distribuição de frequência relativa apresentou valores mais elevados para valvas vazias, à exceção de setembro; os valores oscilaram entre 54,5% (julho/2009) e 100% em (junho/2009). Organismos vivos de um ano de idade apresentaram valores superiores de valvas vazias em seis dos meses em estudo, nestes meses os valores de distribuição de frequências relativas oscilaram entre 53,5% (fevereiro/2009) e 87,9% (jun/2009). Nos demais meses, a frequência de organismos vivos oscilou entre 60,4% (agosto/2009) e 75,3% (janeiro/2009). (Fig. 4).

Na classe etária com dois anos de idade, em fevereiro, a proporção entre valvas vazias e organismos vivos foi equivalente. Em três meses houve predomínio de valvas vazias com distribuição de frequências relativas que oscilaram entre 75,0% (outubro/2009) e 77,8% (junho/2009). Organismos vivos predominaram em seis meses com valores de distribuição que oscilaram entre 59,2% (abril/2009) e 100% (dezembro/2008 e setembro/2009). A classe etária com três anos de idade foi representada apenas por organismos vivos e não houve registros para os meses de junho/2009 e julho/2009 (Fig. 4).

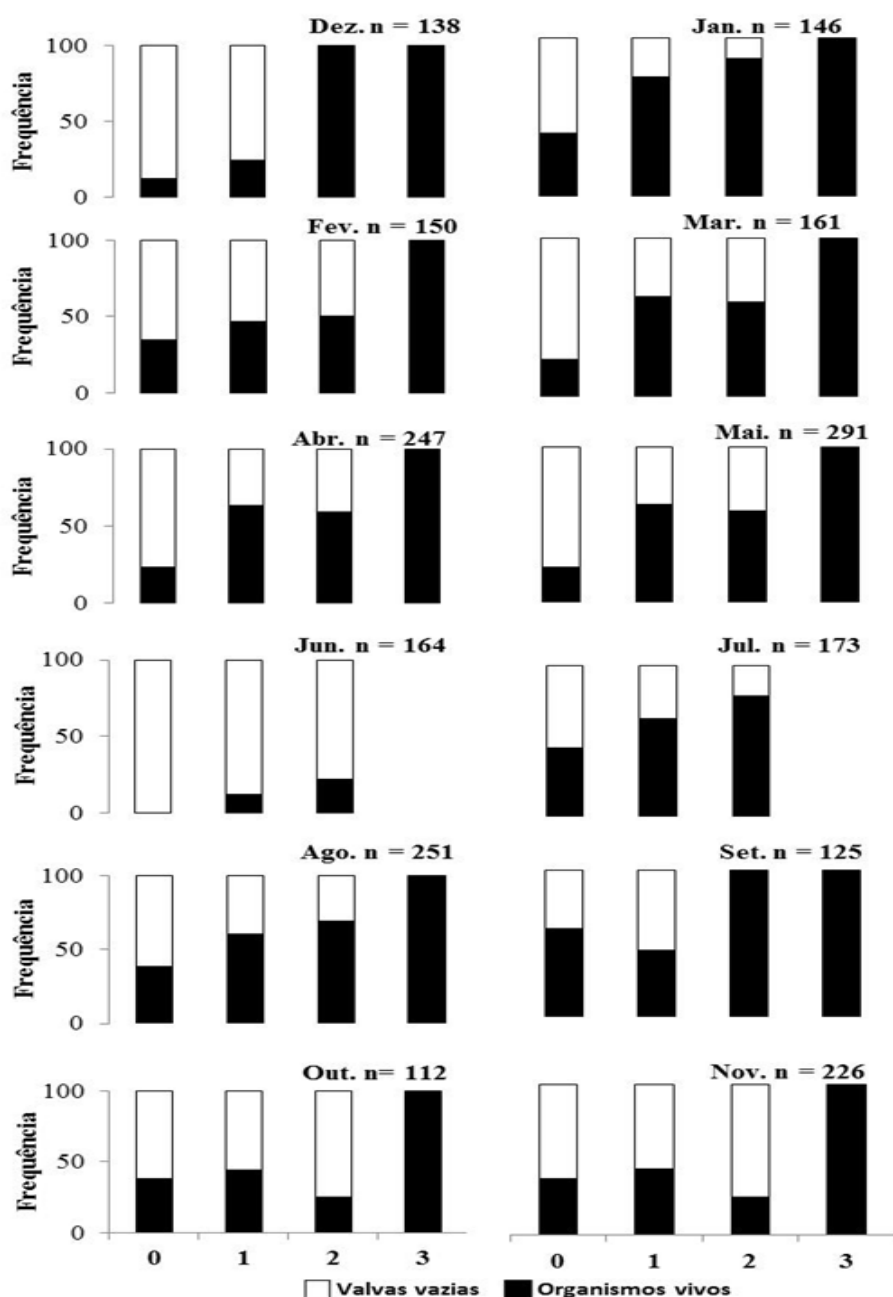


Figura 4. Distribuição de frequência relativa de *Corbicula fluminea* por faixas etárias no rio Passaúna de dezembro/2008 a novembro/2009 (0 – juvenis, 1, 2 e 3 anos de idade).

Discussão

No trecho estudado do rio Passaúna o substrato é do tipo mineral conforme classificação de Oliveira (1972). As características granulométricas deste sedimento se assemelham aos resultados obtidos para outros ambientes com registros de populações de *C. fluminea* como: Martello, Kotzian e Simões (2006) para Rio Passo Touro e Arroio Umbará por Castillo, Bortoluzzi e Oliveira (2007) ambos no Rio Grande do Sul e rio Sapucaí em São Paulo por Viana e Avelar (2010).

A amplitude de classe de comprimento registrada para o rio Passaúna, entre 2 mm e 28 mm, está de acordo com o observado por Bagatini, Higuti e Benedito (2007) que registraram exemplares de 28 mm no reservatório de Rosana (SP), e próximos ao registrado por Vianna e

Avelar (2010) de 26,3mm, no rio Sapucaí (RS). No entanto, estes valores são inferiores às populações estudadas por Duarte e Diefenbach (1994) que registraram conchas com 41,1 mm no Arroio Imbá (RS.) e Rodrigues, Pires-Junior, Coutinho e Martins (2007), que registram 39,63 mm no Lago Paranoá (DF). As diferenças entre classes de comprimento de *C. fluminea* podem ser atribuídas a diferentes condições bióticas e abióticas e a plasticidade fenotípica da espécie.

Para Mansur, Valer e Aires (1994) e Bagatini et al. (2007) as variações na densidade populacionais tem relação direta com variáveis ambientais, entre as quais destacam-se a profundidade, a temperatura e a maior oxigenação. No trecho estudado do rio Passaúnaa profundidade máxima foi de 50 cm (outubro/2009) quando houve um declínio na densidade. Nos meses de profundidade próxima a 30 cm (entre março e agosto/2009) os valores de densidade foram mais elevados.

Ao longo do período amostral foram observados dois picos de aumento da densidade de valvas vazias, que indicam aumento na taxa de mortalidade. O primeiro nos meses de maio e junho quando foram registrados os valores mais baixos de temperatura e o segundo quando foi registrado pH 8,0, o que indica que a tolerância termal e de pH são fatores que induzem a mortalidade desta espécie (Sieckel, 1986, Duarte & Diefenbach, 1994).

Quando analisada a proporção entre organismos vivos e valvas vazias nas classes etárias, se observa que na classe juvenil e na classe com um ano de idade há predomínio de valvas vazias, enquanto que na classe etária de dois anos ocorre predomínio de organismos vivos, e a classe etária três anos é representada exclusivamente por organismos vivos, o que demonstra que os indivíduos mais jovens são mais suscetíveis a alterações ambientais, como temperatura e pH.

As densidades de *C. fluminea* no rio Passaúna, entre 105,5 ind./m³ e 274,1 ind./m³, quando comparadas às densidades desta espécie registradas no território brasileiro (Tabela 2) é relativamente baixa, o que sugere que a colonização foi recente conforme proposto por Callil e Mansur (2002) para a população do Pantanal. A favor desta hipótese destaca-se que a ocorrência de organismos nas classes etárias dois e três anos de idade é menor que organismos juvenis e com um ano de idade.

Não existem registros na literatura de reversão de invasões por *C. fluminea*, o que implica em aumento crescente da densidade de populações estabelecidas no rio Passaúna, e possibilidade de dispersão para ambientes limítrofes à bacia deste rio, como as sub-bacias do rio Verde e Barigui. De acordo com Beran (2006), o padrão de dispersão ocorre contra ou a favor da corrente, com potenciais elevados em ambas às direções com uma média de deslocamento de 2,4 Km/ano.

Tabela 2. Variação da densidade de *Corbicula fluminea* em diferentes estudos conduzidos no território brasileiro.

Densidade	Autor(es)	Localidade
5195	Mansur e Garces 1988	Estação Ecológica do Taim (RS)
192	Callil e Mansur 2002	Pantanal (MT)
Média 6,66 e 7,3	Beasley <i>et al.</i> 2003	Bacia Amazônica Inferior (AM)
3-5 e 300	Rodrigues <i>et al.</i> 2007	Lago Paranoá (DF)
Acima de 10.000	Castillo <i>et al.</i> 2007	Arroio Imbaá Uruguaiana (RS)
6154	França <i>et al.</i> 2007	Baixo Rio Tietê (SP)
5503	Suriani <i>et al.</i> 2007	Médio Tietê (SP)
37 a 956 e 0 a 1282	Vianna e Avelar 2010	Rio Sapucaí (SP)
48 a 293	Maroneze <i>et al.</i> 2011	Rio Araguari (MG)
105,5 a 275,5	Presente estudo	Rio Passaúna (PR)

Os moluscos são considerados engenheiros do ecossistema e a presença de animais vivos ou conchas vazias em um determinado local influencia a fauna bentônica devido à biodeposição de fezes e pseudofezes, e alteração da estrutura do substrato por deposição de valvas vazias (Jones *et al.*, 1994; Vaughn & Hakenkamp 2001). Segundo Mansur & Garces (1988), densidades a partir de 200 ind./m² são capazes de gerar danos potenciais a sistemas de canalização de água e usinas hidroelétricas e implicam em sérios problemas para populações de bivalves nativos.

Belanger *et al.* (1990) apontam que há uma relação inversa entre o aumento da densidade populacional de *C. fluminea* e o declínio das populações de Unionidae e Sphaeriidae e estudos de Beasley *et al.* (2003) registraram ausência de espécies nativas em locais de ocorrência de *C. fluminea*.

Destaca-se ainda que durante o período de amostragem do presente estudo não houve registro de nenhuma outra espécie de bivalve, quer representada por animais vivos ou valvas vazias. Contudo, devido à ausência de registros anteriores para fauna malacológica nativa do rio Passaúna, não é possível relacionar, de forma direta, a presença de *C. fluminea* com a ausência de espécies nativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo registra a ocorrência e a densidade populacional da espécie invasora *C. fluminea* no rio Passaúna e a ausência de espécies nativas na área de estudo. Os dados obtidos indicam que a colonização do rio Passaúna é recente, contudo a densidade populacional registrada é capaz de alterações na comunidade bentônica. São necessários novos estudos, que permitam monitorar a taxa de crescimento e a dispersão da população, a fim de determinar o real impacto desta espécie na bacia do rio Passaúna.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Iniciação Científica da Universidade Positivo. Ao Dr. Luiz Simone, curador da coleção de Malacologia do Museu da Universidade de São Paulo, pela identificação e depósito de exemplares testemunhos de *C. fluminea*.

REFERÊNCIAS

- Bagatini, Y. M., Higuti, J. & Benedito, J. E. (2007). Temporal and longitudinal variation of *Corbicula fluminea* (Mollusca, Bivalvia) biomass in the Rosana Reservoir, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(3), 357-366.
- Bagatini, Y. M., Benedito-Cecilio, E. & Higuti, J. (2007). Coloric variability of *Corbicula fluminea* (Mollusca, Bivalvia) in Rosana Reservoir, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(1), 85-90.
- Bagatini, Y. M., Panarari, R. S., Higuti, J., Benedito-Cecilio, E., Prioli, A. J. & Prioli, S. M. P. (2005). Morphological and molecular characterization of *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia) at Rosana Reservoir, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 27(4), 397-404.
- Barret, S. C. H. & Richardson, B. J. (1986) Genetic attributes of invading species. In: Groves, R. H. & Burdon, J. J. (Eds). *Ecology of Biological Invasions* (pp. 21-33), Melbourne: Cambridge University Press.

- Beasley, C. R., Tagliaro, C. H. & Figueiredo, W. B. (2003). The occurrence of the Asian clam *Corbicula fluminea* in the Lower Amazon Basin. *Acta Amazonica*, 33(2), 317-324.
- Bicudo, C. E. M. & Bicudo, D. C. (2004). *Amostragem em Limnologia*. São Carlos: Rima.
- Belanger, T. V., Annis, C. G. & Van Epps, Jr. D. D. (1990). Growth rates of the Asian Clam, *Corbicula fluminea*, in the Upper and Middle St. Johns River, Florida. *The Nautilus*, 104, 4-9.
- Beran, L. (2006). Spreading expansion of *Corbicula fluminea* (Mollusca: Bivalvia) in the Czech Republic. *Heldia*, 6(5/6), 187-192.
- Britton, J. C. & Morton, B. (1986). Polymorphism in *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculoidea) from North American. *Malacology*, 19, 1-43.
- Callil, C. T. & Mansur, M. C. D. (2002); Corbiculidae in the Pantanal: history of invasion in southeast and central South America and biometrical data. *Amazoniana*, 17, 153-167.
- Castillo, A. R., Bortoluzzi, L. R. & Oliveira, E. V. (2007). Distribuição e densidade populacional de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1744) do Arroio Imbaá, Rio Uruguai, Uruguai, Brasil. *Biodiversidade Pampeana*, 5(1), 25-29.
- Cherry, S. D., Scheller, J. L., Copper, N. L. & Bidwell, J. R. (2005). Potential effects of Asian clam (*Corbicula fluminea*) die-offs on native freshwater mussels (Unionidae) I: Water-column ammonia levels and ammonia toxicity. *The Journal North American Benthological Society*, 24(2), 369-380.
- Darrigran, G. A. (1997). Invasores en la Cuenca del Plata. *Ciencia Hoy*, 38, 1-6.
- Darrigran, G. A. (2002). Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments *Biological Invasions*, 4(1-2), 145-156.
- Dias, L. N. (1997). *Estudo integrado da bacia hidrográfica do reservatório Passaúna (Araucária – Paraná - Brasil), considerando a inter-relação da ocupação dos solos com a qualidade de água*. São Carlos. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Duarte, M. M. & Diefenbach, C. O. (1994). Microdistribution and abundance of freshwater mussels (Mollusca: Unionacea and Corbiculacea) in Suzana Lake, Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 29, 233-250.
- França, R. S., Suriani, A. L. & Rocha, O. (2007). Composição das espécies de moluscos bentônicos nos reservatórios do baixo rio Tietê (São Paulo, Brasil) com uma avaliação do impacto causado pelas espécies exóticas invasoras. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(1), 41-51.
- Graney, R. L., Cherry, D. S., Rodgers, J. H. & Cairns, J. (1980). The influence of thermal discharges and substrate composition on the population-structure and distribution of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, in the New River, Virginia. *The Nautilus*, 94, 130-135.
- Iuarte, C. F. (1994). *Corbicula* and *Neocorbicula* (Bivalvia: Corbiculidae) in the Paraná, Uruguay, and Río de La Plata Basins. *The Nautilus*, 107(4), 129-136.
- Jones, C. G., Lawton, J. H. & Shachak, M. (1994). Organisms as Ecosystem Engineers. *Oikos*, 69, 373-386.

- Kowalewski, M., Carroll, M., Casazza, L., Gupta, N. S., Hannisdal, B., Hendy, A. et al. (2003). Quantitative fidelity of Brachiopod-Mollusk assemblages from modern subtidal environments of San Juan Islands, USA. *Journal of Taphonomy*, 1(1),43-65.
- Mansur, M. C. D. & Garces, L. M. M. P. (1988). Ocorrência e densidade de *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) e *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) na Estação Ecológica do Taim e áreas adjacentes, Rio Grande do Sul, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 68, 99-115.
- Mansur, M. C. D.; Valer, R. M. & Aires, N. C. M. (1994). Distribuição e preferências ambientais dos moluscos bivalves do açude do Parque de Proteção Ambiental Copesul, Município de Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, 2(1), 27-45.
- Mansur, M. C. D., Callil, C. T., Cardoso, F. R. & Ibarra, J. A. A. (2004). Uma retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de *Corbicula* (Molusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do sudeste asiático, na América do Sul. In: Silva, J. S. V. & Souza, R. C. L. (Eds). *Água de lastro e bioinvasão* (pp.39-58). Rio de Janeiro: Ed. Interciência Ltda.
- Maroneze, D. M. A., Coscarelli, D. B., Vidigal, T. H. D. A. B. & Callisto, M. A. (2011). First record of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the drainage basin of the Araguari River, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 71, 221-222.
- Martello, A. R., Kotzian, C. B. & Simões, M. G. (2006). Quantitative fidelity of recent freshwater mollusk assemblages from the Touro Passo River, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 94(4), 453-465.
- Martins, D. S., Veitenheimer-Mendes, I. L. & Faccione-Heuser, M. C. (2004). *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) em simpatria no lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, 12(2): 129-138.
- McMahon, R. F. (1982). The occurrence and spread of the introduced Asiatic freshwater clam, *Corbicula fluminea* (Müller) in North America: 1924-1982. *The Nautilus*, 96(4), 134-141.
- McMahon, R. F. (2000). Invasive characteristics of the freshwater bivalve *Corbicula fluminea*. In: *Nonindigenous Freshwater Organisms: Vectors, Biology and Impacts* (pp.315-343). Boca Raton, Lewis Publishers.
- Morton, B. (1977). The population dynamics of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in Plover Cover Reservoir, Hong Kong. *Journal of Zoology London*, 181, 21-42.
- Muehe, D. (1996). Geomorfologia Costeira. In: Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. (Eds.). *Geomorfologia: Exercícios, técnicas e aplicações* (pp.191-238). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Oliveira, J. B. (1972). Princípios básicos para classificação e sinopse dos principais grandes grupos de solos do mundo. In: MONIZ, A. M. (Org.). *Elementos de Pedologia* (pp. 357-362). São Paulo: Editora Polígono.
- Pimpão, D. M. & Martins, D. S. (2008). Ocorrência do molusco asiático *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia, Corbiculidae) no baixo rio Negro, Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 38(3), 589-591.

- Rodrigues, J. C. A., Pires-Junior, O. R., Coutinho, M. F. & Martins-Silva, M. J. (2007). First occurrence of Asian clam *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in the Paranoá Lake, Brasília, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67(4), 789-790.
- Sieckel, J. B. (1986). *Corbicula* population mortality: Factors influencing population control. *American Malacological Bulletin Special Edition*, 2, 89-94.
- Sousa, R., Antunes, C. & Guilhermino, L. (2008a). Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology*, 44(2), 85-94.
- Sousa, R., Nogueira, A. J. A., Gaspar, M. B., Antunes, C. & Guilhermino, L. (2008b). Growth and extremely high production of the non-indigenous invasive species *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): Possible implications for ecosystem functioning. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80(2), 289-295.
- Suriani, A. L., França, R. S. & Rocha, O. (2007). A malacofauna bentônica das represas do médio rio Tietê (São Paulo, Brasil) e uma avaliação ecológica das espécies exóticas invasoras, *Melanoides tuberculata* (Müller) e *Corbicula fluminea* (Müller). *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (1), 21-32.
- Vaughn, C. C. & Hakenkamp, C. C. (2001). The functional role of burrowing Bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 46, 1431–1446.
- Veitenheimer-Mendes, I. L. (1981). *Corbicula manilensis* (Philippi, 1844) molusco asiático, na bacia do Jacuí e do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Corbiculidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 60, 63-74.
- Vianna, M. P. & Avelar, W. E. P. (2010). Ocorrência da espécie invasora *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) no Rio Sapucaí (São Paulo, Brasil). *Biotemas*, 23(3), 59-66.
- Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 130, 337-392.