

OCORRÊNCIA E SITUAÇÃO ATUAL DO MEXILHÃO DOURADO (*LIMNOPERNA FORTUNEI*) NO RESERVATÓRIO DA CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU

Carla Canzi¹, Liliam Bortoluzzi² e Domingo Rodriguez Fernandez³

RESUMO

O *Limnoperna fortunei* é um molusco bivalve de água doce pertencente à família Mytilidae, exótico no continente americano, sendo originária dos rios e arroios da China e Sudoeste Asiático. A primeira ocorrência confirmada da espécie no reservatório de Itaipu aconteceu em abril de 2001, no interior da Central Hidrelétrica de Itaipu. Os exemplares encontrados apresentavam tamanhos variando de 0,6 a 3,5cm, indicando que a espécie já se encontrava no ambiente, provavelmente, há mais de um ano.

A partir da ocorrência, com o objetivo de avaliar a tendência do desenvolvimento populacional da espécie no novo ambiente colonizado, vem sendo realizado o monitoramento da densidade das formas larvais e, com embasamento nessas informações, também foi possível determinar os períodos de pulsos reprodutivos da espécie. Os resultados obtidos possibilitaram determinar os valores médios anuais da densidade de larvas de *L. fortunei*, sendo registrados 106, 513 e 2.107 organismos /m³ para 2002, 2003 e 2004, respectivamente, constatando que a espécie ainda se encontra em crescente no processo de colonização. Neste estudo também foi observada a existência de períodos de descanso reprodutivo da espécie no ambiente, e a influência da temperatura e do deplecionamento do reservatório sobre a população .

ABSTRACT

The *Limnoperna fortunei* is a bivalve fresh water mussel belonging to the Mytilidae family, exotic to the American continent, originating in the rivers and streams of China and Southwest Asia. The first confirmed occurrence of the species in the Itaipu reservoir occurred in April, 2001, in the interior of the Itaipu Hydroelectric Power Plant. The samples found presented sizes varying from 0.6 to 3.5 cm, indicating that the species was already in the environment, probably since more than a year.

Since this occurrence, with the objective of evaluating the tendency of the species' population development in the new environment they have colonised, the density of the larval forms has been monitored and, based on this information, it was also possible to determine the periods of the reproductive pulses of the species. The results obtained permit calculating the average annual densities of *L. fortunei* larvae, with recordings of 106, 513 and 2,107 organisms /m³ for 2002, 2003 and 2004, respectively, thus verifying that the species is still undergoing a process of increasing colonization. This study also observed the existence of periods of reproductive inactivity of the species in the environment, and the influence of the temperature and the depletion of the reservoir upon the population.

INTRODUÇÃO

A espécie *Limnoperna fortunei* é um molusco bivalve de água doce pertencente à família Mytilidae, exótico no continente americano, sendo originário dos rios e arroios da China e Sudoeste Asiático (MORTON, B. *apud* MONTALTO, L. et al, 1999). A espécie pode atingir aproximadamente 4,0 cm de tamanho e tem como características alta prolificidade,

1. E-mail canzi@eletrobras.gov.br
2. E-mail libortoluzzi@yahoo.com.br
3. E-mail domingo@itaipu.gov.br

crescimento rápido, capacidade de viver aderida por finas fibras (bisso) a diversos tipos de substratos sólidos, onde forma aglomerados que podem ser compostos por centenas de indivíduos; possui larvas livres e planctônicas, o que favorece a sua dispersão (Cataldo et al, 2005) .

Por tratar-se de um bivalve filtrador, também pode provocar profundas alterações nos ecossistemas aquáticos em que se instala, favorecendo a proliferação de macrófitas, pelo aumento da transparência, e alterando a cadeia trófica. Entre as consequências da invasão da espécie está o significativo impacto nas atividades humanas, uma vez que, pela presença de bisso e reduzido tamanho das formas larvais, é capaz de colonizar os mais variados ambientes, causando redução de fluxo ou obstrução em tubulações de captação de água, sistemas de filtragem, resfriamento e diversos outros usos múltiplos dos ambientes aquáticos infestados.

A primeira ocorrência da espécie na América do Sul se deu no rio da Prata em 1991 (PASTORINO et al, 1993 *apud* DARRIGRAN, G. et al 1999). Poucos anos depois a espécie já era encontrada no rio Paraná (DARRIGRAN, et al 1998b *apud* DARRIGRAN, G. et al 1999). Em território Brasileiro o primeiro registro da espécie ocorreu em 1998 na bacia Platina, perto da cidade de Corumbá (OLIVEIRA et al *apud* FONTES JR., H. M. et al, 2001), e em janeiro de 1999 foram encontrados vários exemplares no Guaíba, Rio Grande do Sul (MANSUR, M.C. et al, 1999).

A primeira ocorrência confirmada da espécie *Limnoperna fortunei* no reservatório de Itaipu aconteceu em abril de 2001, na Central Hidrelétrica, quando foram observados dois a três indivíduos/m² na câmara de serviço da comporta da tomada d'água da Unidade Geradora 11. Os exemplares coletados apresentavam tamanhos variando de 0,6 a 3,5cm, demonstrando que a espécie já se encontrava no ambiente, provavelmente, há mais de um ano.

A partir da ocorrência, com objetivo de avaliar a tendência de crescimento, redução ou equilíbrio populacional da espécie no novo ambiente colonizado, vem sendo realizado o monitoramento da densidade das formas larvais. Neste trabalho, com base nas informações coletadas, também foi avaliado o período de pulsos reprodutivos da espécie no ambiente e são analisados os dados referentes ao período de 2002 a 2004.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE:

O reservatório de Itaipu foi formado em outubro de 1982, localiza-se no Oeste do Estado do Paraná, na bacia do Rio Paraná (PBIII), na divisa Brasil-Paraguai, entre os paralelos de 24^o05' e 25^o33' de latitude Sul e entre os meridianos 54^o 00' e 54^o37' de longitude Oeste (Grw). Apresenta uma superfície de 1.350km² em sua cota média de operação (220m) e 1.460km² na cota máxima (223m), sendo 625km² no Brasil e 835km² no Paraguai. Estende-se pelos 151km (170km na cota máxima normal) que separam as cidades de Guaira-Salto del Guayrá das de Foz do Iguaçu-Ciudad de Leste.

No lado brasileiro, o Reservatório de Itaipu faz divisa com 16 municípios, 15 no Paraná e um, Mundo Novo, no Mato Grosso do Sul (figura 1).

1. E-mail canzi@eletrobras.gov.br
2. E-mail libortoluzzi@yahoo.com.br
3. E-mail domingo@itaipu.gov.br

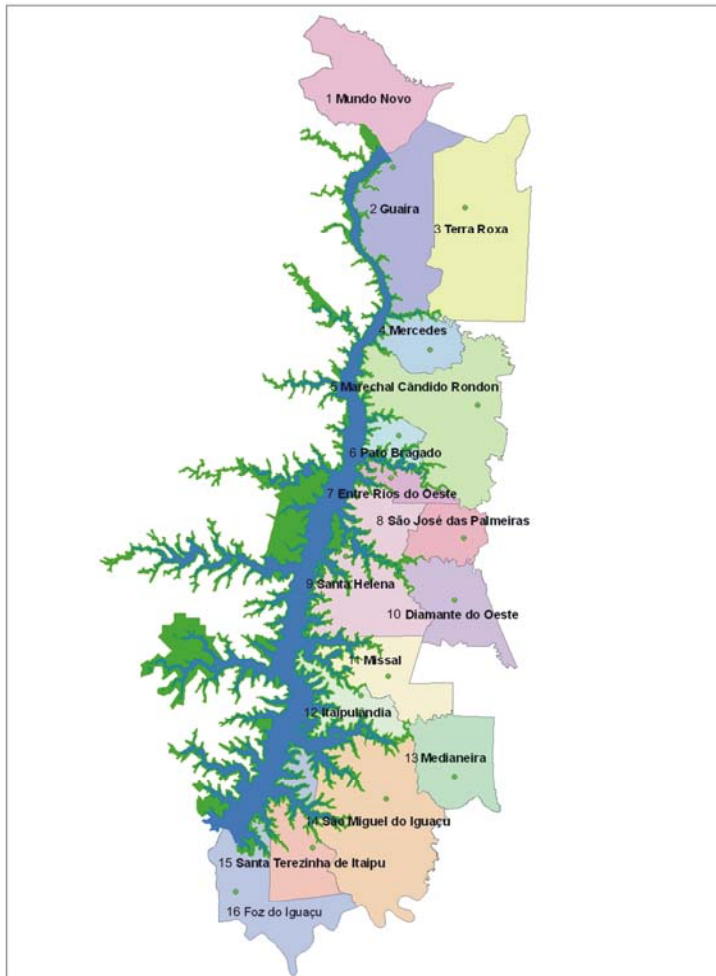


Figura 1 – Municípios da margem Brasileira: 1 Mundo Novo, 2 Guaira, 3 Terra Roxa, 4 Mercedes, 5 Marechal Cândido Rondon, 6 Pato Bragado, 7 Entre Rios do Oeste, 8 São José das Palmeiras, 9 Santa Helena, 10 Diamante do Oeste, 11 Missal, 12 Itaipulândia, 13 Medianeira, 14 São Miguel do Iguaçu, 15 Santa Terezinha de Itaipu, 16 Foz do Iguaçu.

Com profundidade média de 22m (considerando o corpo principal), podendo alcançar 170m nas proximidades da barragem, o reservatório de Itaipu acumula, em volume máximo normal, 29 bilhões de m³. O tempo de residência no canal principal é de 29 dias, e a velocidade da água pode alcançar 0,6m/s. O tempo médio de residência é, no entanto, de 40 dias. Opera com uma variação de nível máxima anual de 1,0m, porém variações maiores são possíveis e ocorrem, uma vez que o reservatório está projetado para operar entre as cotas mínima de 197msnm (metros sobre o nível do mar) e máxima de 223,10msnm.

Tendo como base o índice de estado trófico de Carlson (fósforo e clorofila), esse reservatório foi classificado como mesotrófico. Entre os fatores que limitam sua produção primária, destacam-se as baixas concentrações de fósforo no inverno e na primavera (< 0,010mg/l), a turbidez abiótica (argila) durante o verão, e a baixa relação Zeu/Zmáx (Andrade et al.,1988). Apresenta um ciclo de estratificação térmica anual em seu corpo principal (primavera-verão), o que lhe confere características de monomítico quente, além de processos de estratificação diária em seus braços.

A produção de energia é o principal uso do reservatório de Itaipu, sendo essa a motivação primordial de sua construção. Entretanto, outros usos são vigentes, destacando-se (1) a

1. E-mail canzi@eletrobras.gov.br
2. E-mail libortoluzzi@yahoo.com.br
3. E-mail domingo@itaipu.gov.br

navegação, (2) a recreação e o turismo, (3) a irrigação dos minifúndios, (4) a pesca profissional e amadora, (5) a aquicultura e (6) saneamento

METODOLOGIA

Durante o período de março de 2002 a dezembro de 2004, mensalmente foram coletadas amostras de água proveniente do reservatório de Itaipu, as quais foram obtidas por meio de drenos instalados na caixa espiral das unidades geradoras 01, 10 e 15. No processo de coleta das amostras foram utilizadas redes de plâncton de formato cônico com malha de 70 micras, nas quais foram filtrados 4000-5000l de água por amostra.

As amostras obtidas pelas redes planctônicas foram acondicionadas em potes plásticos, sendo identificadas e encaminhadas para análise. Em todas as coletas também foi aferida a temperatura da água.

Depois de acondicionadas de acordo com metodologia proposta por Boltovskoy e Cataldo (2003), as amostras foram fixadas com formol 4% e submetidas a fracionamento, realizado pelo amostrador de Folsom (Folsom Plankton Sample Splitter), sendo as subamostras (alíquotas) analisadas qualitativamente e quantitativamente em lupa (80x).

A análise quantitativa foi realizada mediante contagem dos organismos presentes na alíquota, adotando-se o critério de seleção da alíquota que apresentasse um número total de organismos não superior a 200, e o resultado foi extrapolado para um metro cúbico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises quantitativas mensais das larvas de *L. fortunei* realizadas durante o período de estudo e a temperatura da água aferida nos pontos de coleta estão demonstrados nas figuras 2 e 3 respectivamente.

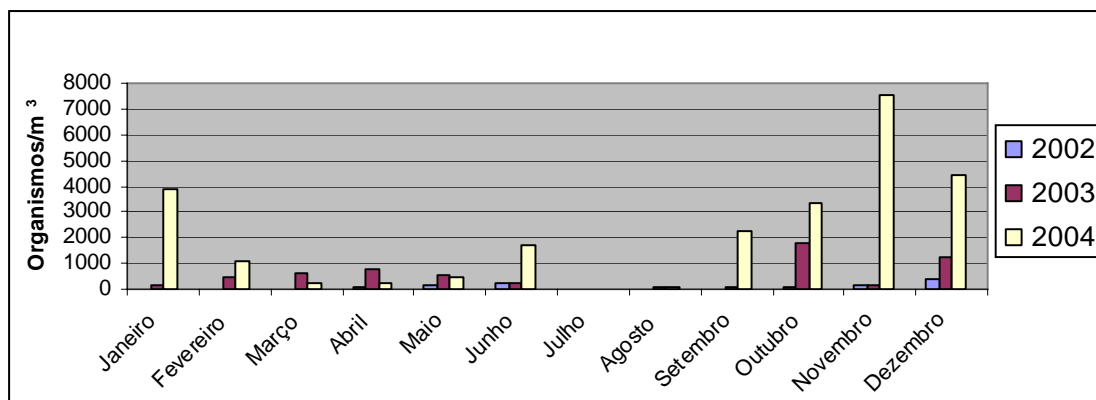


Figura 2- Densidade de larvas de *Limnoperna fortunei* (organismos/m³), observadas mensalmente durante o período de março de 2002 a dezembro de 2004.

1. E-mail canzi@eletrobras.gov.br
2. E-mail libortoluzzi@yahoo.com.br
3. E-mail domingo@itaipu.gov.br

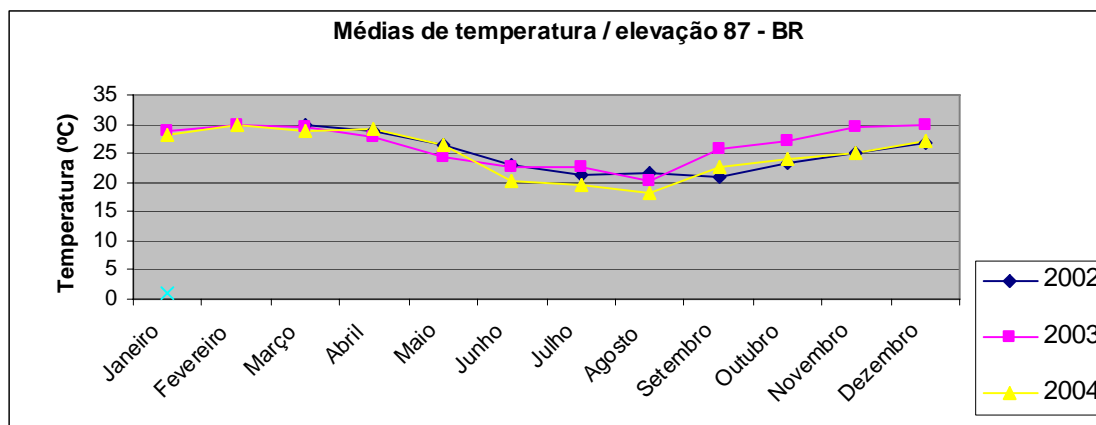


Figura 3 – Médias de temperaturas (°C) aferidas nas coletas de março de 2002 a dezembro de 2004 nos pontos de coleta.

Os valores médios anuais da densidade de larvas de *L. fortunei* obtidos pelas análises realizadas foram 106, 513 e 2.107 organismos/m³ para 2002, 2003 e 2004, respectivamente. A comparação dos valores das densidades mensais dos anos analisados demonstram que as densidades entre 2002, 2003 e 2004 foram significativamente diferentes ($P < 0,05$), e também a análise de regressão demonstrou que estas variáveis se comportaram de maneira linear, explicado pela equação $X = 1491,16 + 1226,90X$, $r^2 = 0,91$. Baseado nestes resultados, pode-se concluir que a densidade da espécie no reservatório vem aumentando. Ainda que existam outros fatores ecológicos que possam ter influência direta nesse evento, podemos inferir que tal fato também esteja diretamente relacionado ao aumento da população adulta em reprodução, o que denota que a espécie ainda se encontra em crescente no processo de colonização.

Ainda com base nos resultados expostos, podemos observar que durante todo o período de monitoramento houve uma relação entre a diminuição da temperatura da água com a densidade de larvas no ambiente, o que ocorreu no reservatório de Itaipu no período de julho a setembro. A análise estatística das densidades de larvas entre os meses de menor temperatura (abril a setembro) e os de maior temperatura (outubro a março) demonstraram que os valores dentro de cada período não diferiram estatisticamente. Contudo, o comparativo entre os dois períodos (abril a setembro e outubro a março) forma estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) pela aplicação do teste Duncan. Esse fato já foi observado por Boltovskoy e Cataldo (2003) no monitoramento realizado em 2002, e se confirmou nos demais anos de acompanhamento, o que sugere, conforme o observado por aqueles autores, que a espécie necessita de período de descanso reprodutivo, o qual ocorre por uma adaptação da espécie aos valores de temperatura mínima do ciclo anual do ambiente em que se instala, independente desse valor. Porém, para o melhor entendimento desse evento, seria importante o estudo do ciclo reprodutivo, através da análise dos estágios de desenvolvimento gonadal, da espécie no reservatório de Itaipu.

Em algumas análises a densidade larval não correspondeu ao esperado no período, independente de variações de temperatura. A análise comparativa entre os períodos de deplecionamento com estes eventos são coincidentes, principalmente quando há uma diminuição do nível da água superior a 1,0m. Levando em consideração que a cota normal de operação da usina é 220m e analisando a oscilação diária do nível, observamos que em janeiro de 2004 iniciou-se um deplecionamento que se estendeu até março de 2004 (quota em torno de 218m). Dentro desse período a análise quantitativa resultou em uma densidade relativamente baixa nos meses correspondentes. Seguramente pode-se dizer que as densidades encontradas voltaram a corresponder às tendências esperadas em relação à temperatura apenas de agosto em diante. Houve outras ocasiões de deplecionamento, porém

1. E-mail canzi@eletrobras.gov.br
2. E-mail libortoluzzi@yahoo.com.br
3. E-mail domingo@itaipu.gov.br

por períodos bem menores, os quais não refletiram queda expressiva na densidade de larvas. Diante do exposto, podemos considerar que:

O deplecionamento do reservatório é um dos fatores que têm influência sobre a proliferação da espécie no ambiente, registrando-se diminuição da densidade de larvas quando há rebaixamentos maiores que 1m de água. Contudo, o período mínimo necessário de um deplecionamento para que ocorra um impacto significativo na população de *Limnoperna fortunei* ainda não foi definido. Um experimento realizado em laboratório na Argentina com mexilhões dourados coletados no Rio da Prata mostrou que são necessários 6 dias de exposição ao ar para que ocorra 100% de mortalidade em um pequeno agregado de indivíduos quando submetidos a condições de 25°C +/- 0,4°C e ar com umidade relativa de 49 a 63%, havendo variação na taxa de mortalidade de acordo com o tamanho dos indivíduos – organismos menores morrem antes (Darrigran et al, 2004).

No ambiente natural há muitos fatores que não podem ser controlados e que atuam na sobrevivência dos organismos, como incidência de chuvas que mantêm maior umidade nos agregados, ocorrência ou não de insolação e variação de temperatura, o que contribui para a aceleração ou redução do tempo necessário à desidratação, e variação no tamanho das colônias, entre outros. Por isso, ainda não se sabe ao certo em quanto tempo ocorre mortalidade significativa dos mexilhões expostos ao ar no ambiente natural. Neste evento podemos apenas inferir utilizando como referência experimentos como o mencionado e as análises rotineiras de densidade de larvas. Vale ressaltar que a diminuição na densidade de larvas verificada em função do deplecionamento, provavelmente não resulta apenas da mortalidade de indivíduos adultos, mas também por influência nos mecanismos reprodutivos em virtude do stress sofrido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rápida proliferação territorial do molusco é preocupante levando-se em consideração que mais da metade do potencial hidrelétrico do Brasil se encontra na bacia do rio Paraná, e todas as microbacias que fazem parte do reservatório de Itaipu estão comprometidas no tocante à crescente infestação pelo molusco, com consequência direta nos usos múltiplos das águas. Entretanto, é fato significativo que na Central Hidrelétrica de Itaipu, até o momento, a infestação pelos moluscos não tem interferido na geração de energia.

No reservatório de Itaipu o deplecionamento é relevante apenas quando a quota atingida é inferior a 219m, pois oscilações de até 1 metro são comuns, sendo possível constatar a campo, por observação visual, que o maior adensamento das colônias de mexilhão dourado dentro do habitat epifaunal ocorre abaixo desta quota.

O monitoramento da densidade larval no reservatório de Itaipu é uma ferramenta importante para o entendimento da ocupação do ambiente pela espécie, como também na adoção de métodos de controle na CHI, uma vez que o conhecimento do grau de infestação informará a necessidade de implementação de controle, bem como os períodos em que ele deverá ser mais ou menos intensificado.

A Itaipu Binacional, por meio de seu Programa de Gestão Integrada da Bacia do Paraná III, denominado "Cultivando Água Boa" vem desenvolvendo entre suas atividades, ações de capacitação de técnicos para a identificação da espécie e conscientização da comunidade sobre como ocorre a disseminação, visando evitar a propagação para outros ecossistemas.

1. E-mail canzi@eletrobras.gov.br
2. E-mail libortoluzzi@yahoo.com.br
3. E-mail domingo@itaipu.gov.br

BIBLIOGRAFIA

BOLTOVSKOY,D.;CATALDO, D.H. **Control de bivalvos em la central hidrelétrica Itaipu – informe final.** Foz do Iguacu : ITAIPU BINACIONAL, 2003.

CATALDO, D.H.; BOLTOVSKOY,D. , HERMOSA, J.L., e CANZI, C. Temperature-dependent rates of larval development in *Limnoperna Fortunei* (Bivalvia:Mytilidae). **Journal of Molluscan Studies**, v. 71 no.1, p. 41- 46, 2005.

DARRIGRAN, G. et al. Air exposure as a control mechanism for the golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Bivalvia :Mytilidae). **Journal of Freshwater Ecology**, p.1-9, 2004.

DARRIGRAN, G. et al. The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker,1857) (Mytilidae) from a neotropical temperate locality. **Journal of Shellfish Research**, v.18, n. 2, p.361-365, 1999.

DARRIGRAN, G. A. **Ecology: Interaction between non-indigenous species.** 199-.

FONTES JR., H. M. et al. **Presença de Limnoperna fortunei (Bivalvia: Mytilidae) no reservatório de Itaipu (Brasil): a possível rota de invasão.** Foz do Iguacu: ITAIPU BINACIONAL, 2001.

MONTALTO, L. et al. Peces del rio Paraná Medio predadores de una especie invasora: *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae). **Revista FABICIB**, v.3, p.85-101, 1999.

MANSUR, M.C.D. et al. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), molusco bivalve invasor, na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **BIOCIÊNCIAS**, Porto Alegre, v. 7, n. 2 p.147-149. Dez. 1999.

1. E-mail canzi@eletrobras.gov.br
2. E-mail libortoluzzi@yahoo.com.br
3. E-mail domingo@itaipu.gov.br