

Mexilhão dourado como bioindicador da qualidade da água do Lago de Itaipu em São Miguel do Iguaçu, PR

Jhébica Lang¹, Keli Bartolomeu Coletti¹, Márcia Antonia Bartolomeu Agustini² e Karina Heberle²

¹ Faculdade União das Américas, curso de Ciências Biológicas. Avenida Tarquínio Joslin dos Santos, n. 1000, CEP: 85870-650, Foz do Iguaçu - PR,

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Núcleo de Ciências Biológicas e Ambientais, Medianeira, PR.

kelly.bartolomeu@hotmail.com, marciaagustini@utfpr.edu.br, karinaheberle@utfpr.edu.br

Resumo: Com o objetivo de analisar a qualidade da água do lago de Itaipu, na colônia de pescadores de São Miguel do Iguaçu- Paraná utilizou-se o *Limnoperma fortunei* conhecido popularmente como mexilhão dourado, molusco aquático bivalve filtrador, que utiliza a água para respiração e alimentação, a qual é constituída por detritos orgânicos e pequeníssimos organismos. O *Limnoperma fortunei* foi coletado em duas datas diferentes, ao analisar as amostras, constatou-se a presença de *Salmonella sp*, bactéria entérica responsável por graves intoxicações alimentares, sendo um dos principais agentes envolvidos em surtos registrados em vários países

Palavras- chave: *Limnoperma fortunei*, bioindicador, *Salmonella sp*.

Golden Mussel as a bioindicator of water quality of Lago de Itaipu, in São Miguel do Iguaçu, PR

Abstract: In order to analyze the water quality of Lake Itaipu, fishermen colony of Sao Miguel do Iguaçu, Paraná used the *Limnoperma fortunei* popularly known as the golden mussel, aquatic filter feeding bivalve mollusks, which uses water to breathing and feeding, which consists of tiny organisms and organic debris. The *Limnoperma fortunei* was collected in two different dates, in analyzing the samples, it was found that the presence of *Salmonella*, enteric bacteria responsible for severe food poisoning, one of the main agents involved in outbreaks reported in several countries.

Key-words: *Limnoperma fortunei*, bioindicator, *Salmonella sp*.

Introdução

A atividade antropológica do entorno dos ecossistemas aquáticos é um dos fatores de influência ambiental importante e, que pode servir de referência para caracterizar como as comunidades bióticas estão reagindo à qualidade da água (MUCELIN; SANTOS, 2007). Para Brandimarte *et al.*, (2003), os invertebrados bentônicos constam entre os organismos mais utilizados nas avaliações de efeitos de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos.

O mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) é um molusco aquático bivalve, classificado assim por apresentar uma única concha formada por duas valvas simétricas encaixadas dorsalmente que se articulam e não apresenta rádula, como pode ser observado na figura 1 (BARNES, 1990).

Uma determinada espécie, seja ela de origem animal ou vegetal, é considerada exótica quando é introduzida em área adversa à sua ocorrência natural, em ambientes distintos daqueles nos quais ela ocorre normalmente, relata ainda, que essas espécies são consideradas invasoras quando sobrevivem no novo meio e passam a exercer processos de dominância sobre a biodiversidade nativa (RESENDE, 2007).

Segundo Silva (2006) uma espécie invasora é um organismo que não é nativo de um determinado ecossistema e cuja introdução no mesmo é passível de causar danos ambientais, econômicos ou a saúde humana.

Para Giordani *et al.* (2005), a invasão de um ecossistema natural por organismos exóticos causa a modificação na estrutura da cadeia alimentar, e a colonização de ambientes aquáticos naturais por organismos invasores filtradores causa também a alteração das características físicas e químicas das águas.



Figura 1 - *Limnoperna fortunei* (Mexilhão dourado).

O *Limnoperma fortunei* é originário do sudeste asiático, rios das Pérolas, China, comumente encontrado na Coreia, China, Tailândia, Taiwan, Camboja, Vietnã e Indonésia (MAGARA *et al.*, 2001). Nos últimos 30 anos essa espécie invasora tem se dispersado por Hong Kong, Japão, Taiwan e América do sul (RICCIARDI, 1998).

Com o objetivo de manter a segurança, aumentar seu calado (Distância entre a quilha do navio e a linha de flutuação) e ajudar na navegação oferecendo mais estabilidade ou compensar perda de peso por consumo de combustível, os navios utilizam água nos tanques de lastros, circulando em grandes volumes, e dessa forma introduzindo acidentalmente espécies exóticas por essa via (CARLTON; GELLER, 1993).

No Brasil, a presença do *L. fortunei* foi registrada pela primeira vez em 1998, no Delta do rio Jacuí, próximo a Porto Alegre- RS. Em 1999, foi detectada no rio Guaíba, no qual deságua o rio Jacuí, e na hidrelétrica Paraguaio - Argentina de Yacyretá, no rio Paraná (DARRIGRAN, 2002). Em abril de 2001, foi encontrado em uma das tomadas de água da Barragem de Itaipu, 400 quilômetros acima de Yacyretá (PATELLA *et al.*, 2004).

A primeira detecção do *L. fortunei* (mexilhão dourado) na Usina Hidrelétrica de Itaipu ocorreu em janeiro de 2000 durante um içamento de barcos de jusante para montante, e em 20 de abril de 2001 foi detectada também a presença dos primeiros exemplares na Tomada de Água da unidade geradora UG11 (ITAIPU 2008).

L. fortunei possui uma estrutura protéica chamada bisso, que o torna capaz de se fixar em vários tipos de substratos, completando seu desenvolvimento. Apresenta grande plasticidade fenotípica, comportamento gregário, alta capacidade reprodutiva e ampla tolerância ambiental (RICCIARDI, 1998; DARRIGRAN, 2001).

Formando aglomerações chamadas de macrofouling (Figura 2), o *L. fortunei* reduz a passagem de água no interior de tubulações com decréscimo de velocidade do fluxo de água, entupimentos nos sistemas coletores de água e também a contaminação de água por causa da mortandade e deterioração em massa. Esses fatores causam ainda a oclusão de bombas, filtros e sistemas de refrigeração (BOLTOVSKOY, 1999). Em reservatórios, eles são abundantes em locais mais profundos, colonizando preferencialmente áreas mais escondidas e sombreadas (RICCIARDI, 1998).



Figura 2 - Macrofouling

Quanto à capacidade filtradora e resistência a metais pesados, organoclorados e toxinas, Darrigan e Coppola (1994) citam que estes organismos, podem facilmente acumular esses compostos, causando uma biomagnificação na cadeia alimentar.

Giordani *et al.* (2005) afirmam que *L. fortunei* já foi incorporado na dieta alimentar de alguns peixes como o Armado, a Piapara, o Piau, o Mandi que deixam de preda o organismo que normalmente serviam de alimento, com isso dá uma alteração de forma significativa a cadeia alimentar dos ecossistemas invadidos.

Segundo Barnes (1990), além de metais pesados, pode-se também encontrar bactérias, pois os bivalves alimentam-se de plâncton, microrganismos e matéria orgânica em suspensão presentes na água, através de filtração pelas brânquias, as quais não possuem nenhuma capacidade seletiva, e sendo a ingestão dessas partículas limitada apenas pelo tamanho da boca.

Entre as principais doenças transmitidas pela água e pelo pescado estão: infecções bacterianas causada por enterobactérias, como *Shigella* e *Salmonella*; gastroenterites causadas pela *Escherichia coli*; salmoneloses; febre tifóide (causada por *Salmonella typhi*); shigelose; cólera; brucelose; botulismo; hepatites; amebíase entre outras (PELCZAR *et al.*, 1981 e 1996).

Como bactéria representante principal do grupo de coliformes fecais está a *Escherichia coli*. Por isso, é considerada a indicadora mais específica de contaminação fecal e da eventual presença de organismos patogênicos e pertencentes às enterobactérias. Bactérias que pertencem ao grupo coliforme têm como habitat o trato intestinal do homem e de outros animais (PARDI *et al.*, 1995).

Por não fazer parte da microbiologia do pescado, a presença de *E. Coli* e *Salmonella* estão associadas à contaminação fecal da água. Segundo Tessari (2003), *Salmonella* sp. é uma bactéria entérica responsável por graves intoxicações alimentares, sendo um dos principais agentes envolvidos em surtos registrados em vários países .

Nas questões ambientais esse bivalve traz danos que vão desde a variação na composição da comunidade bêntica, com a remoção e/ou diminuição de moluscos nativos e o aumento na abundância e distribuição de outros grupos como Oligochaeta, Hirudinea, diversos crustáceos, Chironomida, Turbellaria e Nematoda, até modificações na cadeia trófica, nas quais as espécies malacófagas são beneficiadas em detrimento de outras (DARRIGRAN *et al.* 1995).

Para Agustini (2009), a qualidade dos moluscos bivalves, especialmente ostras e mexilhões, está diretamente relacionada com a qualidade dos ambientes onde estão inseridos. Pavlica *et al.*, (2001) acrescentam que em corpos d'água, é de grande valia o uso de bivalves, por serem animais filtradores, sem mobilidade e com capacidade de acumular os prováveis contaminantes.

Dentre os contaminantes, merece destaque os de origem biológica. Os mais utilizados são os coliformes fecais (termotolerantes a 45°C) e totais – são bactérias que habitam o trato digestório de animais de sangue quente, e, a disposição inadequada de dejetos de origem animal e esgoto levam estes micro-organismos até rios e lagos. O *Limnoperma fortunei* se alimenta filtrando a água, e por este motivo, são utilizados como bioindicadores de locais contaminados.

Desta maneira, este estudo teve por objetivo determinar a qualidade microbiológica de organismos *Limnoperma fortunei*, oriundos do Lago de Itaipu, Colônia de pescadores em São Miguel do Iguaçu, verificando-se a presença destes microorganismos nos tecidos do animal.

Material e Métodos

Os organismos *Limnoperma fortunei* foram coletados na colônia de pescadores de São Miguel do Iguaçu-PR, lago de Itaipu. As coletas ocorreram nos dias 06 de abril e 9 de setembro de 2011. O local onde foram realizadas as coletas está localizado geograficamente nas coordenadas: 25°15'44.25'' de latitude e 54°21'00.64'' de longitude a oeste de Greenwich. Os mexilhões encontravam-se aderidos às cordas de um tanque-rede e a sua remoção foi realizada através de raspagem.

As amostras foram coletadas aleatoriamente em quantidades aproximadas de 500g para cada coleta. Em seguida, os organismos foram deixados ao sol para secagem e, posteriormente triturados em moinho de faca, originando um produto denominado farinha de molusco (Agustini, 2009). A farinha do molusco foi submetida às análises microbiológicas.

Foram realizadas duas análises microbiológicas com a utilização de 25g de farinha em cada amostra, que foram analisadas no Laboratório de análises microbiológicas e físico-químicas de alimentos e água (LAMAG) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Medianeira.

Metodologias usadas: a) Número mais provável por grama (NMP/g) para Coliformes à 35°C; b) Número mais provável por grama (NMP/g) para Coliformes à 45°C; c) Contagem de *Escherichia coli*; d) Presença/ausência de *Salmonella sp*; realizada segundo a instrução normativa nº 62, de 26/08/2003 para esses microorganismos (Instrução Normativa nº 62 de 26/08/2003 / MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (D.O.U. 18/09/2003) Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Instrução Normativa nº 62 de 26/08/2003.

Resultados e Discussão

Segundo Silva *et al.*, 2006; o grupo dos coliformes totais inclui todas as bactérias na forma de bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. Esta definição é a mesma para o grupo de coliformes fecais, porém, restringindo-se aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 44,5- 45,5°C.

O índice de coliformes totais avalia as condições higiênicas e o de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação fecal e avalia as condições higiênico-sanitárias deficientes, visto presumir-se que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *E. coli* (PAVLICA, 2001).

Os mais importantes patógenos entéricos proveniente da poluição de água com resíduos humanos e/ou animais, incluem *Salmonella spp* (CARLTON; GELLER, 1993). A presença de *Salmonella sp* na primeira amostra é preocupante, já que a legislação vigente impõe ausência total dessa bactéria para qualquer amostra aleatória de 25 g (BRASIL, 2001). Resultado este que difere de Agustini e Mucelin (2009), que em seus trabalhos, não encontraram *Salmonella sp*.

Quanto aos demais patógenos entéricos analisados na amostra não houve nenhum resultado significativo que aponte excessos, ficando dentro dos parâmetros da ANVISA como mostra a tabela 1.

Tabela 1- Resultados dos parâmetros microbiológicos avaliados na farinha de mexilhão dourado obtidos na 1ª coleta no Lago de Itaipu na colônia de pescadores de São Miguel do Iguaçu– PR.

ANÁLISE	RESULTADO	LIMITES*
Coliformes à 45°C (NMP/g)	0,3 NMP/g	<5*10 NMP/g
Contagem de <i>Escherichia coli</i>	3,0 NMP/g	>230 NMP/g
<i>Salmonella sp/25g</i>	Presença	Ausência

* Quanto à presença de bactérias na carne de moluscos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, através da Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, estabelece Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos.

Na segunda amostra coletada no dia 9 de setembro de 2011, os resultados para coliformes a 35° C, coliformes a 45° C e *E.coli*, ficaram dentro dos limites exigidos pela ANVISA e *Salmonella sp.* ausente - conforme mostra a tabela 02.

Tabela 2- Resultados dos parâmetros microbiológicos avaliados na farinha de mexilhão dourado obtidos na 2ª coleta no Lago de Itaipu na colônia de pescadores de São Miguel do Iguaçu– PR.

ANÁLISE	RESULTADO	LIMITES*
Coliformes à 45°C (NMP/g)	0,4NMP/ g	<5*10 NMP/g
Contagem de <i>Escherichia coli</i>	0,4NMP/ g	>230 NMP/g
<i>Salmonella sp/25g</i>	Ausência	Ausência

* Quanto à presença de bactérias na carne de moluscos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, através da Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, estabelece Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos.

São vários os fatores que podem explicar a presença de *Salmonella sp* na primeira amostra e ausência na segunda, dentre eles Farias, *et al.*, 2010, destaca a precipitação pluviométrica e

temperatura são fatores que podem influenciar diretamente nos níveis de bactérias entéricas no ambiente aquático.

Segundo Farias, *et al.*, os elevados valores de NMP de CT/100 ml obtidos para as amostras de água, principalmente na estação chuvosa, sugerem que a contaminação bacteriológica, relacionada aos fatores abióticos da área de estudo (precipitação pluviométrica, marés, salinidade e temperatura), podem influenciar diferentemente nos níveis de bactérias entéricas no ambiente aquático, uma vez que, o aumento das chuvas influencia na diminuição da salinidade que, por sua vez, resulta diretamente na dispersão de partículas.

Uma alteração no potencial hidrogeniônico (pH) da água pode elucidar o fato de não ter encontrado o gênero *Salmonella* na 2ª amostra coleta, visto que, seu crescimento ótimo é de 6,5 a 7,5. Não se pode afirmar com certeza, que esta tenha sido a causa da ausência do microorganismo, uma vez, que o pH da água, não foi avaliado.

Conclusões

As diferenças entre os resultados nas duas análises pode ser explicada pela presença de inúmeros aviários nas proximidades da colônia de pescadores, e como a chuva pode arrastar tanto nutrientes como contaminantes para as águas, pode ter carregado a *Salmonella sp.* para o lago, explicando assim a presença em uma das amostras de *Salmonella sp.* nos tecidos do *Limnoperma fortunei*, animal de hábito filtrador.

A constatação da presença de *Salmonella sp.* na primeira coleta, leva a necessidade de um monitoramento da qualidade microbiológica do afluente e do corpo receptor. Novos estudos devem ser realizados quanto a possibilidade de contaminação da água por estes mecanismos.

Referências

AGUSTINI, M. A. B. **Análise microbiológica e de metais pesados em mexilhão dourado provenientes do Lago de Itaipu em Santa Helena- PR.** 2009.

APOLINÁRIO, M.. Cracas invasoras no litoral brasileiro. **Ciência Hoje:** São Paulo, 2002. p. 44-49.

BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados.** 4. ed. São Paulo. Editora Roca. 1990. p. 1029

BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU, G.Y.; ANAYA, M. & KUHLMANN, M. L. **Amostragem de invertebrados bentônicos.** In: BICUDO M. e BICUDO, D. de C. Amostragem em Limnologia. São Carlos: Rima, 2004.

Cascavel, v. 6, n. 4, p. 85 - 95, 2013.

- BOLTOVSKOY, D.; CATALDO, D. H. **Population dynamics of *Limnoperna fortunei*, an invasive fouling mollusc, in the lower Paraná River (Argentina).** Biofouling, 1999. 14 (3), 255 – 263.
- CHARRIERE, G. D. ; MOSSEL, A, A; BEAUDEAU; LECLERC, H. **Assessment of TheMarker Value of Various Components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of *Enterococcus* spp.** For the Official Monitoring of Drinking Water Supplies. Journal of Applied Bacteriology, 1994. p. 336- 344.
- CARLTON, J.; GELLER, J. Ecological Roulette: the global trapoto f nonindigenous marine organisms. **Science**, v. 261, p. 78-82, 1993.
- DARRIGRAN, G.; MARTINS, S.; GULLO, B.; ARMENDARIZ, L. **Macroin- vertebrates associated with *limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Rio de La Plata, Argentina.** Hidrobiología, 1998. 367: 223-230.
- DARRIGRAN, G. **Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments.** Biological Invasions, 2002. 4: 145-156.
- DARRIGRAN, G. ; A. COPPOLA. **Los Bivalvos invasores del Rio de la Plata. Su potencial uso como bioindicadores ambientales.** Tankay, Vol. 1 p. 150 – 152. 1994.
Disponível em: ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/36_2_135-142.pdf. Acesso em 10/10/10.
- FARIAS, M. F. *et al.* **Condições microbiológicas de *Tagelus plebeius* (LIGHTFOOT, 1786) (MOLLUSCA: BIVALVIA: SOLECURTIDAE) e da água no estuário do rio Ceará, em Fortaleza- CE.**
- GIORDANI, S.; NEVES, P. S.; ANDREOLI, C. V. ***Limnoperna fortunei* ou mexilhão dourado: impactos causados, métodos de controle passíveis de serem utilizados e a importância do controle de sua disseminação.** (MS/Brasil) In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.
- MANSUR, M.C.D.; C.B. QUEVEDO; C.P. SANTOS; 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 (Eds). Água de lastro e Bioinvasão. Rio de Janeiro, Interciências, p. 33-38, 2004.
- MAGARA, Y.; MATSUI, Y; GOTO, Y.; YUASA, A. **Invasion of non-indigenous nuisance mussel, *Limnoperna fortunei*, into water supply facilities in Japan.** Journal of Water supply research and technology – AQUA, 50(3): p. 113-124, 2001.
- MANSUR, M. C. D.; L. M. Z. RICHINITTI; SANTOS, C. P. Biociências, Porto Alegre, 7(2): 147-150. ***Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), molusco bivalve invasor, na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil.** 1999..
- Cascavel*, v. 6, n. 4, p. 85 - 95, 2013.

- MENDES, E.S. **Avaliação das ostras consumidas na Grande Recife- PE. Botucatu. 102p.** Tese em Doutorado em Biologia Tropical. Faculdade de Medicina Botucatu, UESP, 2001.
- MUCELIN, C. A.; SANTOS, C. **Estudos Ecológicos: O Grupo de Pesquisa em Ecossistemas Aquáticos e Comunidade Zoobentônica.** In: Anais... IV ENCONTRO NACIONAL DE DIFUSAO TECNOLÓGICA – ENDITEC, Medianeira PR, 2007. NASREDDLINE, I. MASSIN, D.P. Food contamination and pesticides in the European Union. Should we worry. Toxicology Letters, v.127, n.1-3, p.29-41. 2002.
- PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. Ciência, higiene e tecnologia da carne: **Riscos microbiológicos da carne**, Goiânia: UFG, 1995. v.1, p.294-308.
- PATELLA, L., BOEGER, W. A. P., TORRES, R. A. **Diferenciação das larvas de *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea* utilizando técnicas de RFLP.** In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 2004. Universidade de Brasília - DF.
- PAVLICA, M., KLOBUCAR, G. I. V. M, MOJAS, N., ERBEN, R., PAPES, D. **Detection of D damage in haemocytes of zebra mussel using comet assay.** Mutation Research, 2001. 490, 209 – 214.
- PASTORINO, G.; DARRIGRAN, G.; MARTIN, S.; LUNASCHI, L. ***Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo i en aguas del río de La Plata.** Neotropica, 1993. 39 (101/102): 34.
- PELCZAR Jr., M. J.; CHAN, E. C. S. e KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações.** vol.1 . 2. ed. Makron Books. São Paulo, 1996. p. 524.
- RESENDE, M. R. **Variação das características hidráulicas em condutos forçados devido a infestação pelo *Limnoperna fortunei*.** 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em saneamento, Meio ambiente e recursos hídricos) - Escola de engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- RICCIARDI, A. **Global range expansion of the asian mussel *Limnoperna fortunei* (Mytilidae): another fouling threat to freshwater systems.** Biofouling 1998. 13(2): 97 – 106.
- SILVA, D. P. **Aspectos bioecológicos do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae).** 2006. 123p. (Tese de Doutorado em Engenharia Florestal) – Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- TESSARI, E. N. C.; CARDOSO A. L. S. P., CASTRO, A. G. M. Prevalência de ***Salmonella enteritidis* em carcaças de frango industrialmente processadas.** Higiene Alimentar 2003; 17(107):52-55.
Disponível em: diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-77-23-2003-08-26-62
acesso em 10/10/2011.