



Soluções MICRO para problemas MACRO

O mexilhão dourado e seu controle

Sávio Henrique Calazans Campos

Pesquisador do IEAPM, Mestre em Biofísica
pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Flávio da Costa Fernandes

Pesquisador titular do IEAPM, Doutor em Oceanografia
Biológica pela Universidade de São Paulo.



UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE



Mudanças ambientais estão cada vez mais recorrentes na pauta de discussões dos especialistas em todo o mundo. Neste contexto, a bioinvasão aquática tem se tornado uma preocupação dos ór-

gãos e instituições internacionais. A Organização Marítima Internacional - IMO já está discutindo temas como o controle da água de lastro e incrustações em navios. Nesta mesma linha, países desenvolvidos criaram suas políticas de prevenção e controle da água de lastro. Os navios transportam, não intencionalmente, organismos em sua estrutura (casco e água de lastro) tornando-se o principal vetor de introdução de espécies exóticas aquáticas. O problema das espécies exóticas é identificado por especialistas como uma das maiores ameaças aos corpos de água continentais e costeiros. Após o deslastro, várias formas de vida podem encontrar boas condições ambientais para se estabelecerem no novo



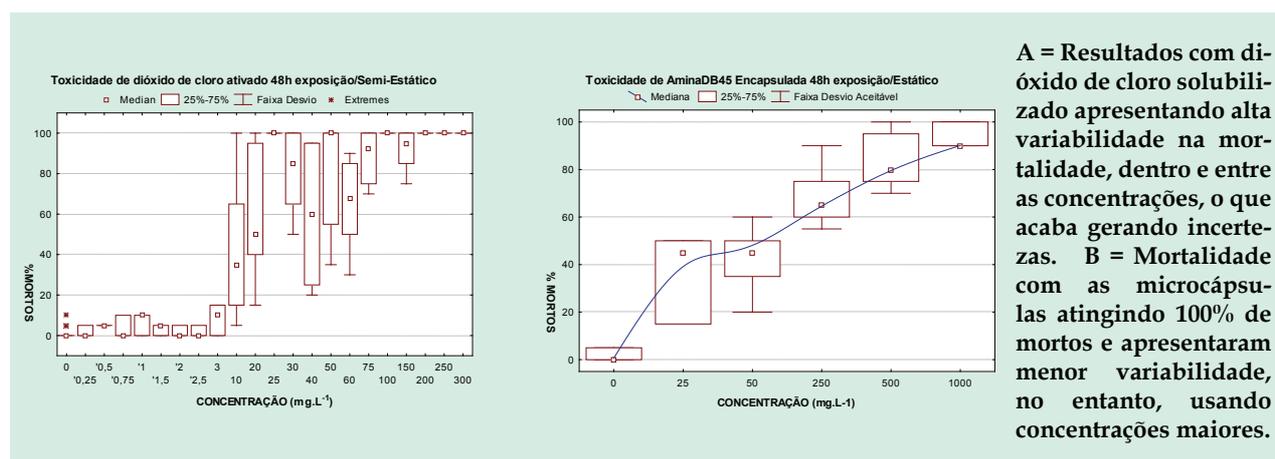
local e quanto maior for a quantidade e a frequência de propágulos introduzidos, maior será a probabilidade da invasão ser bem sucedida. Desta forma, o crescente intercâmbio comercial, via transporte marítimo, aumenta o número de casos de espécies invasoras no Brasil e no mundo.

Geralmente, ao se estabelecerem, as espécies exóticas invasoras interferem no equilíbrio ecológico, e conseqüentemente, em atividades produtivas, gerando danos econômicos, problemas sociais e alterações ambientais, principalmente quando não encontram fatores limitantes para o seu desenvolvimento (predadores, parasitas e competidores). O estabelecimento de uma espécie invasora dificilmente é reversível num ecossistema natural.

No mundo, moluscos límnicos, como o *Dreisse-*

na polymorpha, *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea*, estão se espalhando, colonizando diferentes regiões e se tornando a principal preocupação dos órgãos de controle ambiental, devido às alterações causadas nos ambientes, onde antes estes organismos não existiam. No Brasil, já foram identificadas quatro espécies exóticas de bivalves límnicos: o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) e três espécies de *Corbiculidae* (*Corbicula fluminalis*, *C. fluminea* e *C. largillierti*).

Sem nenhuma dúvida, a melhor conduta para o controle dos organismos invasores é a prevenção. Contudo, já é considerada inevitável a ocorrência das invasões biológicas em função das alterações ambientais geradas pelas atividades humanas. Desta forma, a busca pelas alternativas de mitigar os seus efeitos surge como uma necessidade.



Uma variedade de substâncias biocidas está sendo testada e avaliada dentro de diferentes abordagens e estratégias de controle. Os biocidas dissolvidos geralmente são opções preferidas no controle de moluscos em instalações e sistemas produtivos em função de serem fáceis de dosar e seu efeito se estende por todo o sistema sem a necessidade de desmontá-lo.

O uso contínuo de algum tipo de biocida dissolvido previne a incrustação (assentamento dos organismos) dentro dos sistemas industriais. Contudo, esta estratégia acaba gerando um alto custo ambiental em função da concentração de biocida na massa de água que passa nas tubulações, para conseguir matar os organismos. Ao considerarmos o controle de bivalves adultos, biocidas

dissolvidos acabam gerando uma variabilidade na mortalidade e com isto uma incerteza no resultado esperado.

As substâncias dissolvidas na água (principalmente os cloros) provocam a reação de defesa natural dos mexilhões, que fecham suas conchas por até três semanas resistindo às dosagens do biocida. Esta capacidade de defesa dos mexilhões amplificam o risco de dano ambiental gerada pelos biocidas dissolvidos, principalmente sobre os organismos não-alvo, além do alto custo com dosagens contínuas para a remoção dos organismos.

O desenvolvimento de técnicas inovadoras, produtos, métodos e substâncias alternativas, para o controle de organismos invasores no mundo está sendo impulsionado pela busca por maior eficiên-



cia com baixo custo, associado a um baixo impacto ambiental e operacional.

Neste contexto foram propostos biocidas microencapsulados, em estudos realizados pela universidade de Cambridge-UK, para o controle do mexilhão zebra (*Dreissena polymorpha*) e atualmente comercializados pela empresa BioBullets.

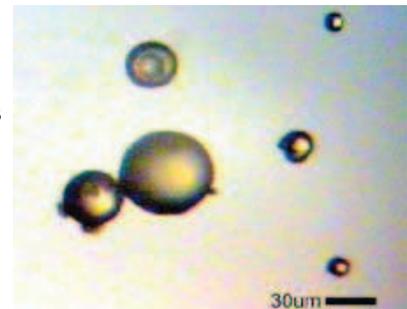
Microcápsulas são utilizadas em diferentes atividades tecnológicas (tintas, têxteis, eletrônicas

etc.), sendo mais empregadas na indústria alimentícia e farmacológica. No caso dos mexilhões, as partículas servem para direcionar o efeito do biocida, isolar e controlar a sua dissolução, evitando a degradação do princípio ativo.

As substâncias que compõem os microencapsulados utilizados são aprovadas para a utilização em tratamento de água potável na Europa (cloreto de potássio e compostos de amônia quaternária).

As microcápsulas são produzidas como pequenas partículas (de 3 a 800 μ m) que contêm compostos ativos (20-30%) revestidos por uma cobertura ou proteção, geralmente um invólucro nutritivo ou atrativo (algínatos, proteínas, lipídeos, etc).

Microcápsulas de KCl utilizadas em experimentos com *Limnoperna fortunei* (adaptado de Campos, 2009)



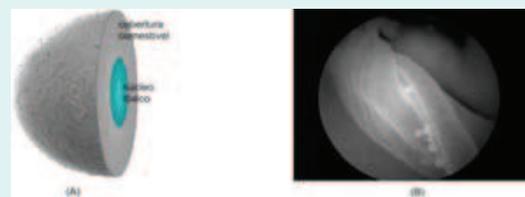
Testes realizados com o mexilhão zebra (Europa e EUA) e também com o mexilhão dourado (Brasil – IEAPM) demonstram que o uso de microencapsulado é eficaz, alcançando 100% de mortalidade em laboratório com uma baixa variabilidade de resposta em relação às substâncias químicas dissolvidas (Campos, SHC. 2009). Tais resultados estimulam a expectativa em um produto altamente eficiente. Os benefícios proporcionados por biocidas encapsulados podem oferecer vantagens econômicas e operacionais, bem como benefícios ambientais em função de se considerar os hábitos de filtração dos mexilhões.



Limnoperna fortunei fixados em estrutura de metal (Calazans C., S.H.)



Microcápsulas de AminaDB45 na cavidade paleal do *Limnoperna fortunei* (Calazans C., S.H.)



A ideia de encapsulamento de biocida para o controle de mexilhões. A - Representação de biocida encapsulado; B - Fotografia com endoscópio, do biocida microencapsulado sendo transportado pelas brânquias de um mexilhão zebra vivo (Modificado de Elliot e Aldridge, 2006)

Esta técnica oferece como vantagens:

- A proteção do princípio ativo até o seu momento de reação;
- A possibilidade da dosagem específica necessária para o controle do mexilhão e a consequente diminuição das emissões no efluente;
- A possibilidade de lançar menor quantidade de biocida no ambiente devido o mexilhão retirá-lo da água ao realizar a filtração.
- A possibilidade de selecionar os diferentes filtradores (organismos alvo e não alvo) através da diferenciação do tamanho das partículas.

Em contrapartida, em tratamento de águas de



resfriamento de indústrias, ainda é necessário muito material, o que o torna pouco competitivo em relação aos biocidas estabelecidos no mercado como o cloro.

A forma particulada ou microencapsulada de entregar o biocida aos mexilhões tornam-se uma alternativa promissora e eficiente para o controle de bivalves filtradores. No entanto, ainda existe a necessidade de melhorar esta tecnologia para ampliar o desempenho da formulação do moluscocida em condições reais de densidade de mexilhões, qualidade de água e hidrodinamismos; e também, de tornar esta técnica ainda mais acessível comercialmente. No Brasil, ainda não há nenhum estudo de desenvolvimento para o uso deste produto em larga escala. Certamente a continuidade das pesquisas, no uso e no desenvolvimento de produtos inovadores irão promover a conquista de produtos mais efetivos para o controle de bioincrustação em sistemas de aquáticos.

Limnoperna fortunei colonizando filtro de usina hidroelétrica (Gustavo Darrigran)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldridge D.C., Elliott P., Moggridge G.D. 2006. Microencapsulated BioBullets for the control of biofouling zebra mussels. *Environ. Sci. Technol.*;40:975-979.
- Calazans C. SH, FERNANDES F. C, ALDRIDGE D, REBELO M.D. 2012. Assessment of dissolved and microencapsulated biocides toxicity for the control of golden mussel *Limnoperna fortunei* infestation. (in Magazine Review 2012). 1-11.
- Campos S.H.C. 2009. Avaliação de biocidas dissolvidos e microencapsulados para o controle do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). 63p.
- Cataldo, D.; Boltovskoy, D. & Pose, M. 2002. Control del molusco incrustante *Limnoperna fortunei* mediante el agregado de moluscicidas al agua. In. Tercera jornada sobre conservación de la fauna íctica en el río Uruguay, Paysandu, Uruguay.
- Costa, R., Elliott, P., Saraiva, P. M., Aldridge, D. and Moggridge, G. D. 2008. Development of Sustainable Solutions for Zebra Mussel Control Through Chemical Product Engineering, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16(3); 435—440.
- Darrigran, G. e Damborenea, C. 2009. Bioinvasões. p.1-29. In: DARRIGRAN, G. & DAMBORENEA, C. (Eds). Introdução a biologia das invasões – O mexilhão dourado na América do Sul: biologia, dispersão, impacto, prevenção e controle. Editora Cubo Multimídia Ltda, São Carlos - SP, Brasil, 245p.
- Fernandes, F.C.; Campos, S.H.C. e Plastina, A. 2009. Estrutura de prevenção e controle. p.397-423. In: MMA (Ministério do Meio Ambiente). Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas do Brasil. Série Biodiversidade, 33. MMA, Brasília – DF, Brasil, 439p.
- Mansur, M.C.D.; Santos, C.P.; Darrigran, G.; Heydrich, I.; Callil, C.T. and Cardoso, F.R. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 75–84.
- Polman H.J.G., Janssen-Mommen J.P.M. 2011. Consultancy services to assist and advise confederación hidrográfica del Ebro for control and mitigation of the Zebra mussel within the EU regulations. p. 115.
- Silva, J.S.V.; Fernandes, F.C.; Souza, R.C.L.; Larsen, K.T.S., Danelon, O.M. 2004. Água de lastro e bioinvasão. p.1-10. In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.L. (Orgs). Água de lastro e bioinvasão. Editora Interciência, Rio de Janeiro, Brasil, 224p.