

RELATÓRIO DE VIAGEM

12^a Conferência Internacional sobre Espécies Aquáticas
Invasoras

Windsor, Ontario, 8 – 14 de Junho, 2003

Márcia Divina Oliveira
EMBRAPA, Brasil

A "12ª Conferência Internacional sobre Espécies Aquáticas Invasoras", ocorrida de 09 a 12 de junho de 2003, em Windsor, Canadá, deu-me a oportunidade de obter informação e melhorar minha compreensão sobre a pesquisa do mexilhão zebra. Eu apresentei um trabalho intitulado "A invasão do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* nas terras alagadas do Pantanal, Brasil", em que eu discuti a invasão do mexilhão dourado no Brasil, com um estudo de caso na região das terras alagadas do Pantanal.

Na conferência eu consegui obter materiais valiosos de pesquisa, incluindo um livro, intitulado "Zebra Mussel monitoring and Control" [Controle e monitoramento do mexilhão zebra], do *World Fisheries Trust* e um CD contendo um banco de dados sobre o mexilhão zebra que foi distribuído pela *US Army Corp of Engineers* [Corporação de Engenheiros das Forças Armadas Americanas]. Eu também passei um tempo na biblioteca da Universidade de Windsor, onde achei e fotocopiei vários artigos científicos relevantes.

Além disso, minha viagem ao Canadá me deu uma valiosa oportunidade de visitar um país de língua inglesa e de melhorar minhas habilidades na língua, o que é muito importante para a troca de conhecimento científico. Eu também valorizei a experiência de visitar outra cultura e achei a cidade de Windsor, um espaço urbano muito diferente, muito interessante.

RESUMO DA CONFERÊNCIA

Os países participantes da conferência incluem Itália, Nova Zelândia, China, Estados Unidos, Canadá, Brasil, Filipinas, Inglaterra, Índia e Holanda. A conferência foi separada em sessões sobre as seguintes questões:

- Políticas Científicas, política
- Perspectivas internacionais sobre o gerenciamento de AIS [Sigla em inglês para "Espécies Aquáticas Invasoras"]
- Opiniões de controle para a indústria I, II
- Impactos e interações no ecossistema I, II
- Implicações para a saúde humana e para a integridade do ecossistema: patógenos, toxinas e tóxicos
- Impactos econômicos
- Transporte comercial como um vetor para introduções de novas espécies I, II
- Tolerâncias e fisiologia de espécies invasoras
- Casos de estudo de gerenciamento
- Controle do AIS em instalações não-industriais
- Educação e conscientização pública
- Técnicas e avaliação de riscos
- Introduções não autorizadas de peixes
- Desenvolvimento de uma resposta internacional para a prevenção do alastramento do mexilhão zebra na América do Norte, a iniciativa do 100º Meridiano

As apresentações da conferência abordaram tópicos como: introduções em águas de lastro e questões gerenciais, tecnologias atuais para o controle de organismos em águas de lastro e vários aspectos da invasão do mexilhão zebra, sua biologia e seu controle nos Estados Unidos e Canadá. Discussões enfocaram o mexilhão zebra, a espécie introduzida que causa o maior impacto econômico e ambiental nos Estados Unidos e Canadá.

A INICIATIVA DO 100º MERIDIANO

Uma iniciativa importante destacada durante a conferência foi a iniciativa do 100º Meridiano (www.100thmeridian.org). A iniciativa foi estabelecida para definir o risco da introdução acidental do mexilhão zebra nas águas do oeste dos EUA e Canadá pelo tráfego de embarcações turísticas e inclui muitos projetos designados para frear a expansão do mexilhão zebra nos EUA e Canadá. A iniciativa tem dois objetivos principais: 1) prevenir a expansão do mexilhão zebra e de outras espécies invasoras e monitoramento, e 2) controlar o mexilhão zebra e outras espécies invasoras nessas áreas.

Os seguintes passos estão sendo seguidos para se alcançar esses objetivos:

1. **Informação e educação:** informar e educar o público sobre os impactos econômicos e ecológicos causados pelos mexilhões zebra, a forma pela qual eles se espalham e quais ações podem ser tomadas para prevenir seu espalhamento.
2. **Inspeções de Barco Voluntárias e Levantamentos de Barqueiros:** prevenir o espalhamento dos mexilhões zebra nas jurisdições do 100º Meridiano e a oeste através de inspeções voluntárias em barcos e levantamento pelos barqueiros.
3. **Embarcações comercialmente rebocadas:** prevenir o espalhamento dos mexilhões zebra nas jurisdições do 100º meridiano e a oeste pelo rebocamento comercial de barcos e/ou pelos torneios profissionais de pesca.
4. **Monitoramento:** Estabelecer locais de monitoramento das águas nas jurisdições do 100º Meridiano e a oeste para determinar se os mexilhões zebra e outras espécies invasoras estão presentes.
5. **Resposta rápida:** Erradicação ou contenção dos mexilhões zebra imediatamente após a sua detecção.
6. **Identificação e avaliação de risco de passagens adicionais:** Estabelecer um programa para identificar passagens adicionais pelas quais os mexilhões zebra e outras espécies invasoras poderiam ser introduzidos a oeste do 100º Meridiano. Avaliar estas passagens e desenvolver um plano de ação para aqueles que constituam riscos em potencial.
7. **Avaliação:** Assegurar a eficácia da iniciativa do 100º Meridiano na prevenção do espalhamento dos mexilhões zebra e de outras espécies invasoras para o oeste.

GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DE LASTRO

O Brasil é um dos seis participantes do *Global Ballast Water Management Program - GloBallast* [Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro], mas, no atual momento, nenhum plano de gerenciamento ou estratégia nacional está vigente no Brasil.

Um programa de inventariamento e monitoramento de espécies invasoras, seguindo as recomendações e protocolos da *International Marine Organisation - IMO* [Organização Internacional da Marinha], foi conduzido no porto de Sepetiba. Um grupo de cientistas de ponta do IEAPM/Serviço Naval do Brasil pesquisou a mudança no oceano e concluiu que 95% das águas de lastro podem ser modificadas pelo método da diluição. Porém, uma estratégia nacional, baseada nas recomendações do IMO, é necessária para a realização deste conceito. Este tipo de estratégia, que inclui os portos do planejamento e a execução dos planos de ação, é aquela usada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Este tipo de estratégia iria usar de questionários para a obtenção de informação sobre a origem do navio, tornando-se possível, tomar-se decisões sobre o descarte da água de lastro, se necessário. Também, será preciso para o Brasil estudar métodos de controle biológico e químico de água de lastro.

Em dois eventos recentes, a "1ª Oficina Internacional sobre Diretrizes e Padrões para Levantamento e Monitoramento de Espécies Aquáticas" no Rio de Janeiro e o "Primeiro Curso em Gerenciamento de Águas de Lastro", instituições do Brasil e de outros países discutiram o tópico de espécies invasoras e controle de água de lastro. Eu consegui participar dos dois eventos junto a vários outros cientistas, gestores de portos, órgãos ambientais e agências sanitárias, entre outros.

Como foi discutido na 12ª Conferência Internacional sobre Espécies Aquáticas Invasoras, para que planos de gerenciamento de água de lastro sejam eficientes, agências federais, estaduais, e municipais devem estar envolvidas. Isso é particularmente difícil no Brasil devido a diferenças de prioridades em cada nível de governo. Muitos planos de gerenciamento vigentes nos EUA e Canadá não têm sido muito eficientes, pois não têm sido apropriadamente implementados ou não são suficientes para controlar descargas de água de lastro. Isso demonstra a complexidade da questão à cerca da questão de águas de lastro.

Uma das questões principais sobre água de lastro discutidas na conferência foi a respeito de sedimentos, uma vez que eles não são completamente removidos durante a mudança de oceanos. Mario Tamburri, da Universidade de Maryland, fez uma apresentação sobre o método de desoxigenação, uma solução interessante e promissora para o controle da água de lastro. Infelizmente, este método é caro e ainda necessita de mais pesquisa. Enquanto o tratamento de água de lastro é recomendado, nenhum método apresentado na conferência era eficiente e economicamente viável o bastante para ser implementado em larga escala no Brasil.

BIOLOGIA DO MEXILHÃO DOURADO

Pesquisas sobre a biologia do mexilhão dourado estão apenas começando no Brasil. É necessário um entendimento das relações entre o mexilhão dourado e características de

qualidade da água, (pH. Temperatura, oxigênio dissolvido) e de seu comportamento em diferentes ambientes, de forma a identificar opções de controle. É importante também entender o ciclo reprodutivo do mexilhão dourado, porque a aplicação de vários tratamentos deve depender desta informação.

Pesquisas realizadas na Argentina encontraram que 50% dos indivíduos de *L. Fortunei* morriam quando expostos ao ar entre 57 a 61 horas, dependendo de seu tamanho, e que, por volta do oitavo dia havia uma mortalidade de 100%. Exposição ao ar deve, portanto, representar uma alternativa para o controle da expansão do mexilhão dourado (Darrigran & Damborenea, 2001). No entanto, deve-se repetir esses experimentos no Brasil, devido a diferenças na temperatura e umidade do ar.

Darrigran et al. (2001) também analisaram a resposta da larva de mexilhão dourado a várias concentrações do polímero quaternário de amônio, coletado no rio La Plata para a prevenção/controle da larva de *L. fortunei*. Os resultados obtidos demonstraram a eficiência dessa técnica, apesar do fato de que as concentrações utilizadas nesse experimento não induziram 100% de mortalidade em 24 horas. Os mesmos autores analisaram a eficiência do biocida (BULAB 6002®) em jovens e adultos de mexilhões dourados como método para limpeza de sistemas de refrigeração industriais e para o uso em companhias hidrelétricas. Eles constataram que 20 mg/L é o suficiente para se obter 100% de mortalidade de adultos em 144 horas.

Espécies invasoras de mexilhão, como o mexilhão zebra e o mexilhão dourado, têm características biológicas similares, como o ciclo reprodutivo, a presença de bisco para a fixação e tolerância a diferentes condições ambientais, que fazem delas boas invasoras. Por exemplo, a liberação de gametas de mexilhão zebra na coluna d'água ocorre a temperaturas de aproximadamente 12° C na América do Norte (Claudi and Mackie, 1994). Eles podem sobreviver a temperaturas que vão desde de 0 a 30° C. Por curtos períodos de tempo, com a temperatura ótima geralmente abaixo de 25° C (Machon, R.E., Britton, D.K.2003 – Conference). Para o mexilhão dourado o pico para a larva ocorre em temperaturas entre 24-28° C, com uma queda de atividade abaixo de 16° C (Cataldo & Boltovskoy, 2000).

Mihuc et al. (1999) estudaram a aclimatização das populações de mexilhão zebra. Eles observaram que os mexilhões em zonas mais frias podem sobreviver em climas mais quentes e que o limite de tolerância superior pode mudar após anos de pressão seletiva. Da mesma forma, na região do Pantanal, pesquisas indicam que vários fatores ambientais, como a concentração de oxigênio dissolvida na água, temperatura, pH e cálcio, podem controlar a densidade populacional em um rio. Porém, mais tempo é necessário para se tomar quaisquer conclusões, enquanto a seleção deve ocorrer com o passar do tempo.

A temperatura também tem um efeito significativo no crescimento dos mexilhões. A mínima temperatura para o crescimento e desenvolvimento do mexilhão zebra é de aproximadamente 10° C (Karatayev et al. 1998). Altas taxas de alimentação estão diretamente correlacionadas às altas taxas de crescimento. Aldridge et al. (1995) relataram que 1) as taxas de alimentação do

mexilhão zebra declinaram em até 73% quando a temperatura estava entre 20 e 32° C, e 2) acima de 28° C a atividade de alimentação cessou (dados do sistema de informação do mexilhão zebra), portanto os indivíduos podem existir no ambiente em baixas densidades, limitadas por um fator ambiental.

OPÇÕES DE CONTROLE DO MEXILHÃO DOURADO NO BRASIL

Vários métodos sendo atualmente utilizados para o controle do mexilhão zebra devem ser considerados para teste no mexilhão dourado no Brasil. Estes métodos incluem ambos métodos de estratégias preventivas e de reação. Métodos preventivos incluem materiais de construção tóxicos, camadas anti-fuligem, tratamento químico, tratamento térmico e filtração mecânica. Métodos de reação, aqueles empregados após a detecção de uma infestação, incluem: limpeza mecânica, jatos d'água de alta pressão, jatos de gelo seco, congelamento e dessecação. Tratamentos térmicos e cloração podem ser utilizados inicialmente como tratamento reativo para limpar um sistema e depois preventivamente como uma manutenção regular para evitar novas incrustações.

Razões para se ajeitar ou rejeitar os métodos de controle do mexilhão dourado são variadas. Todas estratégias de controle têm vantagens e desvantagens. Critérios para selecionar-se os métodos de controle apropriados incluem preocupações econômicas e ambientais, e facilidade de aplicação. Dada a natureza da estratégia, um tipo de método de controle pode ser mais apropriado do que outro, para uma situação ou habitat particular. Várias estratégias de controle podem ser aplicadas dependendo do tamanho da infestação de mexilhão zebra, desde que as estratégias escolhidas sejam as mais econômicas, ambientalmente corretas e de fácil aplicação. Atenção especial deve ser tomada para condições físicas existentes de habitat, características da instalação, resultados desejados, química da água, taxas de fluxo d'água, temperatura e os tipo e números de estruturas vulneráveis dentro do sistema.

Deve-se prestar atenção em particular em qualquer sistema de eliminação de resíduos e descarga de água tratada com métodos químicos ou térmicos para evitar-se a liberação de água contaminada. Esses contaminantes devem ser cuidadosamente descartados ou diluídos antes de serem liberados rio abaixo e no ambiente no entorno. Ainda que se saiba muito pouco sobre a biologia do mexilhão dourado no Brasil, é provável que um controle químico esteja sendo usado na represa de Itaipu e no estado do Rio Grande do Sul para o controle de colonização. Porém, a indústria não divulga suas estratégias de controle, as substâncias utilizadas ou os custos econômicos.

O cloro é a substância química mais comum utilizada no controle de infestações de mexilhão zebra na Europa, EUA e Canadá, pois é eficiente em larvas e adultos, é barato quando comparado com outros métodos e pode ser usado em grandes áreas. Mais recentemente, cloraminas têm sido recomendadas por que elas não formam trihalometanos, um produto formado pela combinação de cloro com compostos orgânicos (Claudi & Mackie, 1994). No rio Paraguai, o uso de cloro não é recomendado durante a época cheia devido às altas concentrações de materiais orgânicos disponíveis para a formação de trihalometanos.

É importante desenvolver-se estudos considerando métodos não-químicos de controle como filtros de areia, UV, eletro-choque, velocidade de fluxo (Claudi & Mackie, 1994), desoxigenação, método térmico e o uso de uma toxina bacteriana (método desenvolvido por Molloy et al 2002, em fase experimental). Métodos biológicos são muito limitados pelo custo e o tamanho da área a ser limpa.

SITUAÇÃO ATUAL BRASILEIRA

No rio Paraguai, o mexilhão dourado irá muito provavelmente expandir no norte da bacia do alto Paraguai, devida à intensa navegação comercial entre Corumbá e Cáceres, uma vez que os navios ficam no rio Paraguai tempo o bastante para o acontecimento de incrustação. A navegação é a principal responsável pela expansão do mexilhão dourado para e dentro do rio Paraná, que contem muitos reservatórios/represas para a geração de energia. Atenção especial deve ser tomada para as bacias do Tocantins e do São Francisco. O potencial de introdução do mexilhão dourado nessas bacias é alto devido a sua ocorrência nas bacias adjacentes. A dispersão será provavelmente causada por barcos de turismo que são freqüentemente deslocados de um lugar para o outro. A bacia do Amazonas também deve ser monitorada para espécies exóticas, pois existe um potencial de invasão via água de lastro de navios de outras partes do Brasil e de outros países que entram nos portos de água doce de Manaus e Belém.

A 1ª Reunião Sul Americana de Ações Integradas para Controle do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) aconteceu na usina hidrelétrica de Itaipu, em julho de 2003. O objetivo dessa reunião foi trocar conhecimentos e experiências sobre o controle do mexilhão dourado e preparar recomendações para a próxima reunião do CODESUL (Porto Alegre, RS, Julho) e para o Fórum Internacional da Água/ONU, em outubro. Uma cooperação técnico-científica entre Brasil, Paraguai e Argentina foi estabelecida para estudar o mexilhão dourado. Durante o evento, eu fiz uma apresentação sobre a experiência de se estudar mexilhões dourados no Pantanal e fiz recomendações relativas à redução da expansão da espécie.

Eu ordenei a execução dessas recomendações na bacia do Alto Paraná onde tenho a intenção de formar um grupo de trabalho que inclui cientistas da Argentina, PUC-RS, NUPELIA, UFMT e CETEC (Mônica), que vão se reunir em Corumbá, provavelmente em setembro de 2003. Mônica (CETEC) e eu estamos interessados em combinar nossa experiência de campo e experimental para melhor encontrar nossos objetivos de pesquisa. No entanto, como é comum a todos campos de pesquisa, é necessário apoio financeiro para se conduzir essa pesquisa e elaborar novos projetos. Em setembro, nós submetemos uma proposta para o Fundo Nacional do Meio Ambiente/MMA. Além disso, o Centro Tecnológico em Itaipu irá apresentar nossa proposta para várias agências brasileiras na esperança de obter-se recursos. De qualquer forma, não estamos confiantes que esses caminhos serão frutíferos.

RECOMENDAÇÕES

O custo da prevenção tem sido estimado como em muito menor do que o custo de controle de invasões estabelecidas. As companhias hidrelétricas e órgãos governamentais deveriam,

portanto, investir mais tempo e verbas no estudo da biologia do mexilhão dourado e na prevenção como alternativas de controle. Ainda que o total de áreas invadidas seja pequeno no Brasil, considerado-se o tanto de habitat disponível para invasões, essas invasões ocorrem muito rapidamente. Pelo lado positivo, ainda há tempo para se investir em educação e divulgação para se retardar a expansão do mexilhão dourado no Brasil.

Os seguintes passos devem ser seguidos para se prevenir o alastramento do mexilhão dourado nos reservatórios do Brasil:

1. Estabelecimento de um grupo de trabalho composto por cientistas, órgãos municipais, estaduais e federais, representantes dos empresários, técnicos de tratamento de águas das hidrelétricas, representantes da atividade de aquicultura e especialista em análise de risco para desenvolver um plano de ação para o gerenciamento do mexilhão dourado no Brasil.
2. O Estabelecimento de novos projetos de estudos da biologia do mexilhão dourado para melhorar-se o entendimento sobre seu potencial de sobrevivência em meios aquáticos diferentes.
3. Continuação dos estudos no sistema do rio Guaíba e na região do Pantanal. Esses estudos são dependentes de uma série temporal e em resultados que não são esperados até 2004-2005.
4. Mapear a área de ocorrência do mexilhão dourado no Brasil. O projeto Mexilhão Dourado coordenado pelo IEAPM e pelo MMA planeja alcançar esse objetivo em 2004.
5. Estabelecimento de um programa de monitoramento para locais com altas chances de invasão pelo mexilhão dourado (conforme conclusão da análise de risco).
6. Estabelecimento de um programa público de educação/informação, visando barqueiros, pescadores e aquicultores nas áreas de ocorrência do mexilhão dourado.
7. Estabelecer métodos de inspeção de barcos, treinar pessoal para essa função, e estabelecer estações de inspeção de barcos onde o tráfego é mais intenso.
8. Conduzir uma análise de risco da invasão de mexilhão dourado em bacias brasileiras. Ao contrário do mexilhão zebra, as características da água e de requerimento do mexilhão dourado são muito pouco conhecidas. Isto tornará o desenvolvimento de uma análise de risco para o mexilhão dourado mais difícil do que as que têm sido desenvolvidas para o mexilhão zebra. Por exemplo, na apresentação da 12^a Conferência de Espécies Aquáticas Invasoras, Michelle Babione da *Silvio National Fish e Wildlife Refuge/USA* [Reserva Nacional de Peixes e Vida Selvagem/EUA] utilizou-se de variáveis limnológicas para determinar o potencial invasivo do mexilhão zebra em uma bacia de Connecticut. Tais estudos irão, portanto, fornecer diretrizes valiosas para estudos futuros no Brasil.

CONCLUSÕES

O conhecimento obtido durante a conferência, principalmente sobre ecologia e controle do mexilhão zebra nos EUA e Canadá, será muito importante para o desenvolvimento de pesquisa de base e preparação de estratégias de controle do mexilhão dourado no Brasil. Um grupo de

especialistas no Brasil, coordenado pelo IEAPM e MMA, tem discutido estas questões em várias reuniões e eu pretendo informá-los sobre as questões discutidas durante essa conferência.

Ainda que os requerimentos ambientais para o desenvolvimento dos mexilhões zebra e dourado sejam diferentes, principalmente em relação às características da água, seus comportamentos são similares e a experiência norte americana do mexilhão zebra pode fornecer um direcionamento importante para o controle do mexilhão dourado no Brasil. Precisamos conhecer melhor as características dos ambientes aquáticos no Brasil e do comportamento do mexilhão dourado para analisarmos o risco de invasão do mexilhão dourado em novas áreas, e o risco da invasão do mexilhão zebra no Brasil.

Corumbá, MS, Brasil, 5 de julho, 2003

Márcia Divina de Oliveira,

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa