

A aquicultura a serviço da conservação

# A produção de larvas de caranguejo-uçá em sistema de cultivo em mesocosmos

Por:

Ubiratã Assis Silva<sup>1,2,\*</sup>,  
Fabrício Menezes<sup>1</sup>,  
Robson Ventura de Souza<sup>1,3</sup>,  
Antonio de Freitas Coelho<sup>1</sup>,  
Walter Antonio Boeger<sup>1,2</sup>,  
Antonio Ostrensky<sup>1,2</sup>

1- Instituto GIA; 2- Universidade Federal do Paraná, 3- CEDAP/EPAGRI.

\*ubiratan@gia.org.br



Desde 2000 o Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA) desenvolve estudos voltados ao domínio das técnicas e métodos de produção de larvas de caranguejo-uçá para repovoamento e recuperação populacional em manguezais alterados. Após alguns anos, com as técnicas de larvicultura em laboratório já bastante dominadas, ficou clara a necessidade de reduzir os custos de produção das larvas, para que essa tecnologia pudesse ser aplicada à conservação dos estoques, gerando benefícios econômicos e sociais para as populações que vivem da cata do caranguejo. E foi com esse objetivo que, em 2007, o GIA firmou uma parceria com a Bahia Pesca. Nos dois últimos anos, através do Projeto Puçá - financiado com recursos do Governo da Bahia e do CNPq - a produção massiva de larvas de caranguejo-uçá foi integralmente realizada a partir de técnicas fundamentadas no conceito de mesocosmos, que envolve tanques externos e a produção parcial de organismos-alimento nos próprios tanques de larvicultura. Mas a tecnologia desenvolvida pelo GIA não se limitou apenas ao protocolo de produção e às estratégias de liberação de larvas. Também foram desenvolvidos métodos genéticos de monitoramento e de avaliação do repovoamento, além de protocolos que garantem que todas as ações sejam corretamente orientadas por conhecimento científico robusto e confiável.

## O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*

Dentre os recursos naturais extraídos de manguezais brasileiros, a captura de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, é considerada a atividade econômica mais importante conduzida em escala comercial (Kjerfve & Lacerda, 1990 apud Schories et al., 2003; Vieira et al., 2004), e sua demanda é suprida em sua totalidade por catadores, que geralmente vivem próximos ou mesmo dentro das regiões de manguezal. Longe de ser romântica ou bucólica, a atividade de cata do caranguejo é altamente insalubre, e reflete as típicas contradições sociais do nosso país. Apesar de ser uma captura realizada de forma eminentemente artesanal, que se traduz nas péssimas condições de trabalho e de vida do caranguejeiro, o seu comércio se desenrola em uma escala suficientemente grande para colocar em risco as populações de caranguejo-uçá na maior parte das regiões onde é praticada.

Atualmente, o cultivo do caranguejo-uçá ainda não é tido como economicamente viável, principalmente devido ao longo tempo - mais de seis anos - necessário para que o caranguejo atinja o tamanho comercial. Assim, encontrar meios para assegurar a sustentabilidade da atividade da cata do caranguejo num longo prazo, é uma preocupação que deveria unir catadores, pesquisadores e a própria sociedade.

As únicas opções aplicadas na tentativa de manutenção dos estoques de caranguejo frente à cata desenfreada são aquelas baseadas nas clássicas ferramentas de manejo pesqueiro, ou seja, estabelecem restrições quanto ao tamanho mínimo de captura e proteção à atividade reprodutiva. Porém, o que se observa é que, apesar dessas medidas, há uma tendência de contínuo declínio das populações de caranguejo, ou, pelo menos do tamanho médio dos animais capturados, em praticamente todo país. Essa realidade é decorrência de fatores como sobrepesca, destruição de habitats ou mesmo a ocorrência de uma doença (vide Boeger et al., 2005) que há mais de dez anos vem afetando os caranguejos nos manguezais do Nordeste e, mais recentemente, no Sudeste. Desta forma, medidas alternativas e complementares de proteção e recuperação das populações de caranguejo são cada vez mais importantes. A produção controlada de larvas de caranguejo-uçá e sua posterior utilização em projetos de repovoamento é uma dessas possíveis medidas.

## **Mesocosmos**

Inicialmente baseada na larvicultura de camarões marinhos, a tecnologia de cultivo larval do caranguejo-uçá vem gradativamente adquirindo uma identidade própria, através dos trabalhos desenvolvidos pelo GIA. Os avanços mais significativos dizem respeito ao uso de um sistema de produção conhecido como mesocosmos.

O princípio de utilização do mesocosmos não é novo na aquicultura, e se baseia no uso de tanques de grande volume em que uma parte da alimentação do organismo alvo, principalmente durante as primeiras e mais críticas fases de alimentação larval, é produzida naturalmente, em resposta a estímulos controlados de determinados elos da cadeia trófica presentes no plâncton marinho (Lavens & Sorgeloos, 1996). Ao se estimular um "bloom" de microalgas, através da fertilização da água com adubos agrícolas, é possível estabelecer as bases para que ocorra uma sucessão ecológica no interior dos próprios tanques de cultivo. Essa "tecnologia de mais baixo custo" é considerada uma solução para o cultivo de espécies de moderado ou baixo valor comercial (Lee & Ostrowski, 2001).

Quando adequadamente fertilizado e na presença de iluminação intensa (acima de 13.000 lux), o pico máximo na densidade da maioria das espécies de microalgas ocorre após cerca de quatro a seis dias. Dois a três dias mais tarde é a vez do zooplâncton presente na água iniciar a sua fase de crescimento exponencial. Em função da própria predação, a curva de crescimento da microalga começa a declinar na medida em que a curva de crescimento do zooplâncton se aproxima de seu ápice. Estas sucessões de curvas de densidade entre predador e presa são consideradas clássicas nos estudos de dinâmica populacional.

Em um sistema de cultivo, no entanto, o processo deve ser adequadamente planejado e manejado de tal forma que o organismo alvo do cultivo se estabeleça como o único predador no topo da cadeia. Também é importante que as flutuações nas densidades de microalgas e de zooplâncton sejam minimizadas através da adição de indivíduos produzidos em cultivos massivos realizados paralelamente.

O sistema de cultivo em mesocosmos está passando por uma releitura no mundo inteiro, havendo um reconhecido potencial para cultivo larval de diversas espécies de peixes marinhos (Crosetti & Cataudella, 1995; Zouiten et al., 2008). No entanto, no que se refere à produção de larvas de invertebrados marinhos, as perspectivas são mais limitadas, o que aumenta a própria relevância do trabalho que vem sendo realizado na larvicultura do caranguejo-uçá.

## **O desenvolvimento da tecnologia**

As primeiras tentativas de cultivo de larvas de caranguejo-uçá no sistema de mesocosmos foram realizadas no ano de 2005, em pré-berçários de uma fazenda de cultivo de camarões marinhos (Fazenda Borges) localizada no litoral paranaense. Os tanques recebiam a água filtrada através de malha de nylon de 50 µm e eram posteriormente fertilizados. As comunidades de fitoplâncton respondiam de maneira diversa, dependendo da variação de fatores como salinidade, temperatura e luminosidade, da relação entre carbono e nitrogênio e das características intrínsecas do "inóculo". Como não havia controle sobre quais integrantes do plâncton eram efetivamente inoculados através da água e nem sobre quais responderiam bem às fertilizações, o risco da introdução de espécies indesejadas era muito grande. A alternância de bons e maus resultados demonstrava, contudo, que a tecnologia era tecnicamente promissora, mas que precisava ser refinada.

Nos anos seguintes, métodos adicionais de controle ambiental foram sendo aos poucos introduzidos, até que finalmente foi possível desenvolver um conjunto de práticas que logrou obter as taxas de sobrevivência que anteriormente só eram obtidas em laboratório.

O primeiro passo nesta direção foi o controle da qualidade da água utilizada no cultivo. Através de filtragem, esterilização por sistema de raios ultravioleta e de ajustes da salinidade, reduziu-se a influência das variáveis ambientais mais significativas. A inoculação de microalgas e de rotíferos cultivados em paralelo foi outra alteração importante no método e permitiu direcionar a sucessão ecológica dentro dos tanques de cultivo para espécies de reconhecida eficiência como organismo-alimento.

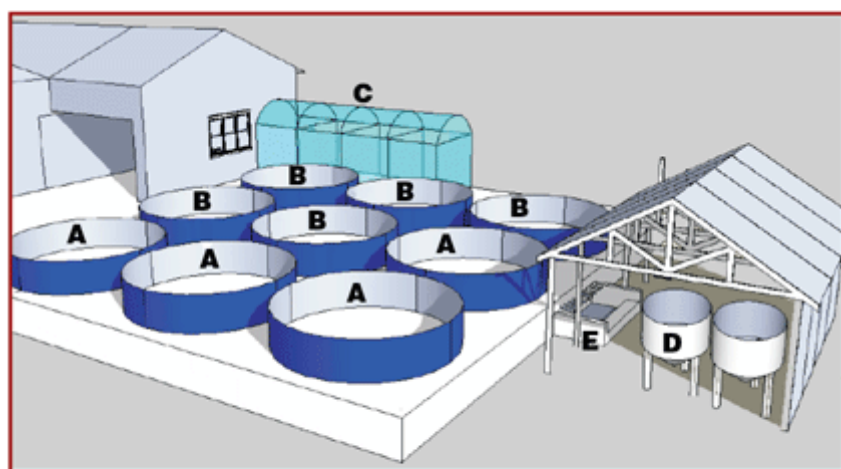
Entre setembro de 2007 e junho 2009 - quando foi encerrada a fase de larviculturas originalmente prevista no projeto Puçá - essa metodologia foi significativamente aperfeiçoada em cultivos larvais de caranguejo-uçá realizados em larga escala na Fazenda Oruabo, pertencente à Bahia Pesca e localizada próximo aos manguezais de Acupe, distrito de Santo Amaro, no estado da Bahia (Figura 1). As atividades do projeto Puçá, por sua vez, se estenderão até setembro próximo e também envolvem uma série de ações complementares de caráter social, econômico, educacional e cultural que devem, quase que de forma obrigatória, estar associadas a qualquer programa de recuperação ou manejo ambiental.



Figura 1. Vista geral da estrutura montada na Fazenda Oruabo, distrito de Acupe, BA, para realização das larviculturas do caranguejo-uçá

### O sistema de cultivo massivo em tanques externos desenvolvido na Bahia

Em um terreno de 25 x 25 m<sup>2</sup>, anexo ao complexo de laboratórios já existentes na Fazenda Oruabo, foram instalados 9 tanques, feitos em PVC desmontáveis, com 20 mil litros de capacidade nominal, contando com sistemas para distribuição de água marinha e aeração, assim como drenos centrais conectados a uma caixa de despesca. A água marinha usada no laboratório é proveniente de um sistema de captação instalado na praia, ao fundo da Baía de Todos os Santos e a aeração é mantida por um soprador elétrico de 5,5 hp. Cinco desses tanques foram utilizados no cultivo das larvas e os outros quatro para a produção massiva de microalgas (Figura 2).



- a) Tanques de produção massiva de microalgas      d) Produção de inóculo de rotíferos  
 b) Tanques de larvicultura                              e) Piscina de despesca  
 c) Estufa para produção de inóculo de microalgas

Figura 2. Representação esquemática da infraestrutura envolvida na produção de larvas de caranguejo em sistema de mesocosmos

O planejamento, quando se utiliza o método de mesocosmos, é uma atividade contínua e vital para o sucesso da larvicultura, já que no momento do povoamento os tanques de cultivo devem contar com densidades adequadas de alimentos vivos. Para isso, inóculos de cultura monoxênica de microalgas, utilizando as espécies *Nannochloropsis oculata* e *Chaetoceros muelleri* eram produzidos de maneira asséptica com bastante antecedência, até atingirem concentrações finais entre 100.000 e 300.000 células/ml e volumes de cerca de 1.000 litros. Estes inóculos deveriam estar prontos para serem introduzidos nos tanques de cultivo, juntamente com a fertilização inicial, cerca de seis a oito dias antes das eclosões, dependendo da temperatura ambiente e da luminosidade.

Da mesma maneira, inóculos do rotífero *Brachionus plicatilis* eram igualmente produzidos em cultivos paralelos, pelo sistema "batch" (no qual uma determinada quantidade de água, enriquecida com microalgas, é adicionada ou trocada diariamente), e introduzidos nos tanques de larvicultura dois a quatro dias antes das eclosões das larvas de caranguejo.

As larvas eram obtidas a partir de fêmeas ovígeras, capturadas diretamente dos manguezais por catadores profissionais, e transferidas para um tanque de desinfecção, onde ficavam imersas em água marinha, em descanso, por até uma hora. Após este período, a água era completamente renovada a cada hora, até que não houvesse sinal de sedimento no fundo do tanque ou na água. Ao final da lavagem, as fêmeas eram tratadas com 100 ppm de formalina a 37% por 10 minutos.

Após este período, os animais eram transferidos para tanques de eclosão, preenchidos com água marinha. Estes tanques contavam com substratos plásticos que permitiam que as fêmeas se mantivessem fora da água pelo período que desejassem. Como as eclosões geralmente ocorrem após as 18 horas (podendo também ocorrer um pouco antes do amanhecer), a alimentação das fêmeas (à base de peixes picados), a troca de água e qualquer outro manejo necessário era concluído até no máximo às 16 horas de cada dia.

O evento de eclosão de larvas de caranguejo-uçá ocorre de maneira sincronizada com as marés de sizígia, uma adaptação natural ao melhor momento para assegurar a dispersão larval no ambiente. Por este motivo, as eclosões tendem a ocorrer dentro de um período de quatro a seis dias antes da lua cheia ou da lua nova. No Sul do Brasil, as eclosões normalmente ocorrem a partir de dezembro, com a mesma intensidade tanto na lua cheia quanto na lua nova. No estado da Bahia, nos dois anos do projeto Puçá, observou-se que as primeiras eclosões ocorreram somente a partir de fevereiro, com intensidades diferentes entre a lua cheia e lua nova. No primeiro ano, as eclosões se concentraram na lua nova e em 2009 foram mais abundantes durante a lua cheia.

As larvas geralmente eclodem cerca de duas horas após o anoitecer. Com o uso de uma lâmpada, as zoeas, como são chamadas, eram coletadas dos tanques de eclosão e transferidas provisoriamente para baldes graduados para serem contadas através de amostragem; desinfetadas, com solução de iodo a 2 ppm; e imediatamente transferidas para os tanques de larvicultura.

Com o objetivo de evitar choques por diferenças ambientais, utilizava-se a água proveniente dos próprios tanques de cultivo para preencher os tanques de eclosão. Caso, ainda assim, existissem diferenças significativas, as larvas eram devidamente aclimatadas antes de serem transferidas. A densidade inicial de povoamento variava de 36 a 50 larvas/l.

## **A larvicultura**

As larvas do caranguejo-uçá passam por cinco a seis estágios durante seu desenvolvimento larval (Figura 3). A duração de cada estágio é dependente de fatores ambientais externos - principalmente da temperatura da água - e das condições nutricionais das próprias larvas. Os cultivos desenvolvidos no Sul do Brasil, em laboratório e sob condições totalmente controladas, duram em torno de 25 dias. Já nos cultivos realizados na Bahia, nas condições de mesocosmos e alta temperatura, as primeiras megalopas (que marcam o fim das larviculturas) apareciam em apenas 17 dias.

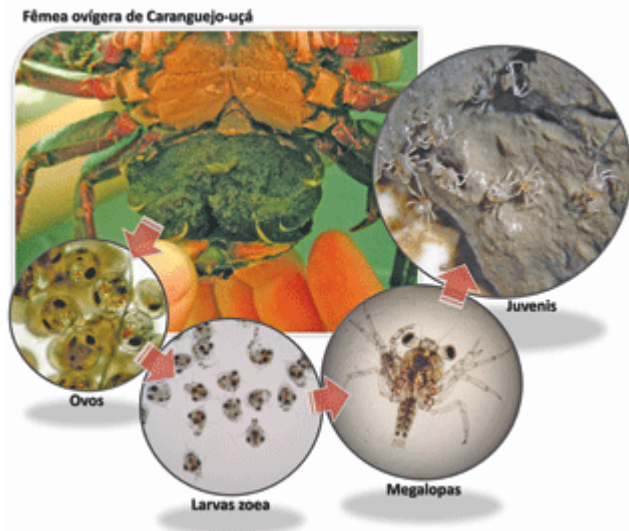


Figura 3. As diferentes fases do desenvolvimento ontogenético do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*

Diariamente eram coletadas amostras das larvas para contagem e monitoramento das taxas parciais de sobrevivência. Além disso, 10 larvas eram analisadas ao microscópio para avaliação do seu estado de saúde. Todos os dias as variáveis ambientais e de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito e salinidade) eram medidas e os dados registrados em planilhas de controle. Também diariamente eram transferidos, em média, 4.000 litros de microalgas provenientes dos tanques de cultivo massivo para os tanques de larvicultura e o mesmo volume de água era retirado por sifonamento para limpeza dos tanques.

Como a taxa inicial de predação pelas larvas de caranguejo é baixa, os rotíferos se reproduziam exponencialmente nos tanques nos primeiros dias do cultivo, consumindo as microalgas. No momento em que as larvas de caranguejo atingiam o estágio de zoea II, em resposta à predação larval, a densidade de rotíferos declinava repentinamente. A partir daí era feita a suplementação de rotíferos provenientes do cultivo massivo, mantendo-se uma densidade mínima de 5 rotíferos/ml até que as larvas atingissem o estágio de zoea IV (Figura 4).

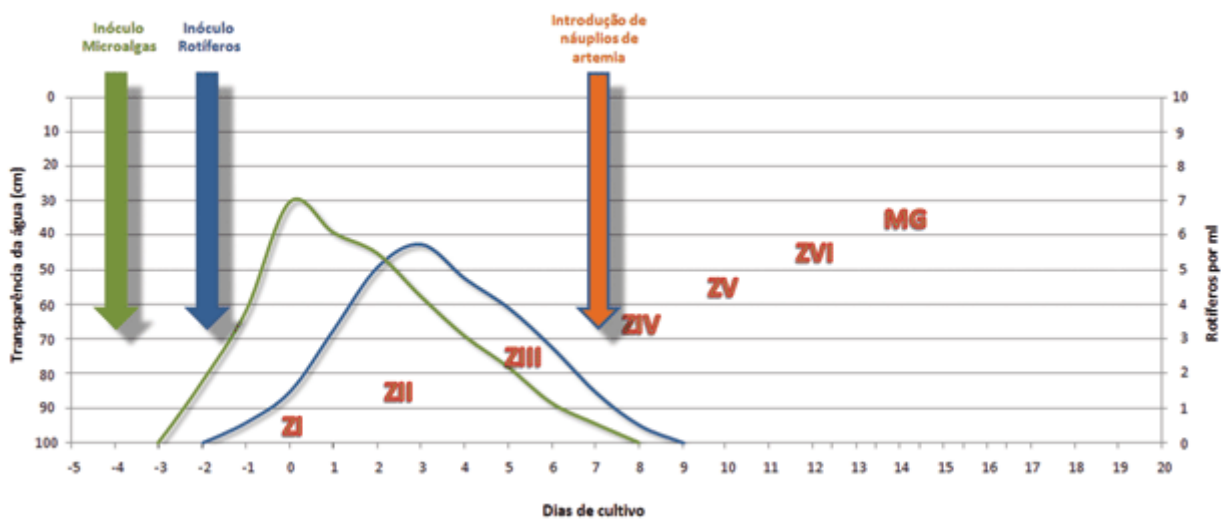


Figura 4. Representação gráfica da sequência de eventos envolvidos em um cultivo de larvas do caranguejo-uçá em sistema de mesocosmos. A produção máxima de organismos-alimento, em resposta à fertilização inicial, coincide com o estágio de zoea II, declinando rapidamente em função do aumento da capacidade de predação das larvas. Inoculações subsequentes são necessárias para a manutenção da cadeia trófica artificial até o estágio de zoea IV, quando se inicia o fornecimento de náuplios de artêmia

A partir de zoea IV as larvas passam a preda presas maiores. Por esse motivo, nessa fase deve-se interromper a suplementação de microalgas nos tanques de cultivo e a alimentação ser baseada em náuplios recém eclodidos de artêmia. Até o fim do cultivo, deve-se manter uma densidade mínima de 1 náuplio/ml, aumentando-se a quantidade administrada diariamente para compensar o aumento natural na capacidade de predação pelas larvas. Porém, como as larvas de caranguejo não realizam a muda de forma sincronizada, deve-se estabelecer um período de transição, que se inicia em zoea III, com a administração de pequenas quantidades de náuplios de artêmia, ao mesmo tempo em que se reduz o fornecimento de microalgas e rotíferos.

Ao contrário das zoeas, que se mantêm na coluna d'água através do batimento de seus maxilípedes (apêndices que auxiliam na alimentação), as megalopas apresentam primariamente hábitos bentônicos, permanecendo cada vez por menos tempo na coluna d'água. Quando cerca de 70% das larvas já se encontravam no estágio de megalopa, sobrando poucas larvas na coluna de água, eram iniciadas as despescas.

Durante as despescas, o nível dos tanques deve ser reduzido em cerca de 80% e o restante da água ser transferido para caixas d'água de 1.000 litros, adaptadas com drenos filtrantes. As megalopas concentradas nestas caixas estão enfim prontas para serem embaladas em sacos plásticos com água supersaturada com oxigênio e transportadas até os locais de soltura.

### **Problemas enfrentados e soluções encontradas**

Durante os cultivos realizados na Bahia, foram registradas temperaturas da água e salinidades muito elevadas (acima de 31° C e 40, respectivamente) por vários dias seguidos. Estas variáveis puderam ser parcialmente controladas através da renovação de água nos tanques de cultivo. Para isso, a água dos cultivos era trocada, em média, 20% diariamente. O ideal é que a temperatura seja mantida em torno de 25 a 28 oC e a salinidade em torno de 25 a, no máximo, 35.

Observou-se que a microalga *N. oculata* é demasiadamente pequena para ser consumida pelas larvas de caranguejo já a partir do estágio de zoea II. Por este motivo, sua densidade nos tanques de larvicultura aumentava a partir deste ponto do cultivo. Posteriormente, esta espécie foi inteiramente substituída pela *C. muelleri*, que podia ser consumida tanto pelos rotíferos quanto pelas larvas de caranguejo-uçá até o estágio de zoea IV. Isto, porém, contribuiu com um aumento substancial na quantidade de matéria orgânica sedimentada e, conseqüentemente, para a formação de detrito, que se acumula no fundo do tanque, e provoca um aumento significativo das concentrações de amônia dissolvidas na água.

O acúmulo de matéria orgânica no fundo dos tanques se revelou um problema bastante grave durante as larviculturas em sistema de mesocosmos. As megalopas desenvolvem hábitos bentônicos na fase final do cultivo e o contato cada vez mais frequente destas com o fundo contaminado do tanque exerce efeito comprovadamente negativo sobre a sobrevivência das larvas. Como forma de contornar este problema, no último cultivo realizado, tão logo as primeiras megalopas começaram a aparecer nos tanques de larvicultura, foi testada a transferência de todas as larvas para um tanque limpo, contendo água marinha renovada e náuplios recém eclodidos de artêmia. Os resultados iniciais foram bastante positivos, mas somente com a repetição dos cultivos será possível avaliar se esta estratégia poderá ser de fato validada.

Já a amônia geralmente está presente desde o início do cultivo e possivelmente esteja relacionada à presença dos rotíferos, que são introduzidos nos tanques de cultivo dias antes do povoamento. Com desenrolar da larvicultura, entretanto, as concentrações tendem a crescer paulatinamente superando, por vezes, o nível de 3 mg/l.

Como forma de reduzir a concentração de amônia na água, no último cultivo realizado pelo projeto Puçá, foi testado o uso de probióticos (Epicin® G-2, na concentração de 2-3 ppm diariamente). Neste cultivo, ao contrário de todos os precedentes, as concentrações de amônia e nitrito se mantiveram sempre abaixo de 1 mg/l durante todo o tempo. Porém, não é ainda possível afirmar com segurança que a redução substancial na concentração de amônia foi devida à utilização do probiótico, pois este último cultivo também se caracterizou pelo uso mais moderado de microalgas na alimentação larval. Como o acúmulo de matéria orgânica no fundo dos tanques também foi sensivelmente menor, isto certamente contribuiu para que uma menor quantidade de amônia fosse gerada. Outros cultivos usando a mesma técnica serão igualmente necessários para confirmar estas observações.

### **Complementando o pacote tecnológico: Ferramentas genéticas de monitoramento e avaliação**

Não é possível sintetizar em poucas páginas tudo o que tem sido desenvolvido e trabalhado em relação à tecnologia de repovoamento de caranguejo. Neste artigo o foco é o processo produtivo de larvas, mas há também uma série de estudos e protocolos desenvolvidos e que envolvem a soltura das mesmas, incluindo a escolha dos locais, métodos e efeitos do transporte na viabilidade das larvas, o momento certo da liberação, estruturas a serem utilizadas para a liberação, predadores e competidores, dentre vários outros. Contudo, um aspecto muito importante para ser aqui mencionado são os estudos realizados através do uso de ferramentas genéticas de última geração. Tais ferramentas têm sido desenvolvidas e aplicadas pelo GIA com pelo menos três grandes objetivos:



### 1- Avaliar o sucesso das ações de repovoamento

Uma das críticas mais frequentes aos projetos de repovoamento é que não basta liberar animais no ambiente. É preciso também avaliar adequadamente o sucesso das ações de repovoamento. Mas, como fazer isso? Na realidade, existem várias maneiras de fazê-lo. Uma delas é marcando os animais produzidos em laboratórios para permitir sua identificação na natureza. Essa forma de avaliação é bastante eficiente, pois permite detectar animais de laboratório no ambiente, mesmo anos após sua liberação. Com base nos dados gerados sobre a quantidade de animais produzidos em laboratório encontrados na natureza, métodos estatísticos permitem avaliar o sucesso do repovoamento em uma determinada área. É possível, por exemplo, estimar quanto da população local dessa espécie animal é representada por organismos produzidos em laboratório.

Marcar larvas de caranguejo-uçá, todavia, não é uma tarefa simples. Como todo crustáceo, o caranguejo, ao crescer, muda a sua carapaça. Portanto, nenhum método de marcação física permanece sobre o animal após a troca do exoesqueleto. Assim, o GIA está desenvolvendo e avaliando um procedimento genético de marcação, usando marcadores moleculares conhecidos como microsátélites.

O fundamento teórico do procedimento é relativamente simples. Se conhecermos o pai e a mãe, podemos identificar com alguma certeza as larvas produzidas em laboratório e liberadas no meio ambiente porque os filhos são o produto da mistura dos dois. Metade do material genético da larva vem do seu pai e a outra metade de sua mãe. Com esse marcador, podemos caracterizar a mãe geneticamente, reconstruir o pai e criar um banco de dados que será usado posteriormente na identificação de animais coletados no meio ambiente após a liberação das larvas. Os resultados do estudo de paternidade que realizamos através do projeto Puçá indicam que a maioria das fêmeas do caranguejo-uçá é fertilizada por apenas um macho, o que facilita bastante o procedimento.

### 2- Conhecer a estrutura genética das populações de caranguejo

Escolher adequadamente a origem das fêmeas que serão utilizadas na produção das larvas utilizadas é tão importante quanto avaliar o sucesso do repovoamento. É preciso, dentre outras coisas, respeitar as características genéticas dos estoques sendo recuperados, aqueles que irão receber as larvas produzidas em laboratório. Qualquer população de plantas e animais se adapta ao ambiente e às condições nas quais vivem. Por isso, é fundamental que fêmeas utilizadas no processo sejam da mesma população dos manguezais nos quais as larvas serão soltas. Se isso não for respeitado, podemos estar prejudicando a população natural, liberando larvas que não sobrevivem ou que não estão adaptadas às condições do local.

O GIA desenvolveu marcadores de genética molecular que permitem estabelecer os limites das populações do caranguejo-uçá. Essas técnicas detectam a existência de troca de informação genética entre animais que habitam lugares geograficamente distintos, se esses animais fazem parte de uma única população, com características genéticas iguais. Assim, é aceitável usar, por exemplo, adultos de um lugar para produzir larvas que serão liberadas em outro local.

### 3- Identificar a presença do fungo causador da DCL em caranguejos assintomáticos e no próprio ambiente

Os laboratórios associados ao GIA foram os primeiros a identificar o agente etiológico da enfermidade chamada por nós de Doença do Caranguejo Letárgico (DCL) (Boeger et al., 2005) e a realizar estudos buscando maior compreensão sobre o dinâmica da enfermidade, sua patologia e dispersão (Boeger et al., 2006; Ribeiro, 2008; Ferreira et al., 2009).

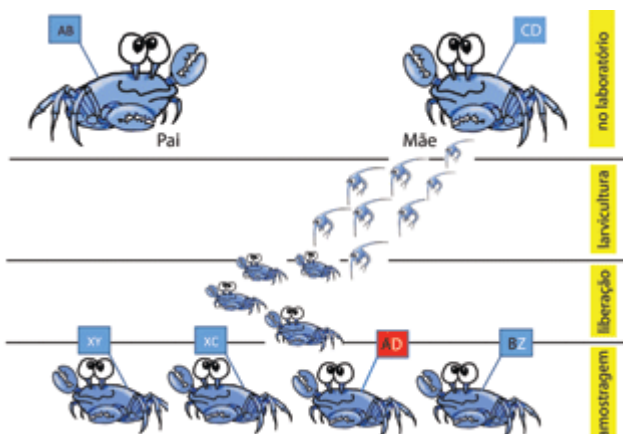


Figura 6. No laboratório, uma amostra da massa de ovos e do tecido de uma fêmea é retirada antes do nascimento das larvas do uçá. Essas amostras são utilizadas na caracterização genética materna e para a reconstrução do genótipo paterno. No exemplo, a fêmea foi identificada como tendo os marcadores C e D enquanto o macho, o pai, os marcadores A e B. Essas informações são guardadas em um banco de dados no computador. As larvas eclodem no laboratório, onde são criadas, alimentadas e posteriormente liberadas no meio ambiente. Amostras de caranguejos podem, então, ser coletadas em locais onde a liberação de larvas ocorreu. A caracterização genética de indivíduos coletados nesses locais poderá ser utilizada para avaliar se esses animais são oriundos de desovas realizadas em

laboratório. No exemplo da figura, apenas o caranguejo coletado no meio ambiente e marcado com a bandeira vermelha apresenta marcadores do pai e da mãe simultaneamente. Esse é o único indivíduo, dentre aqueles apresentados na figura, que foi produzido em laboratório.

A equipe do GIA desenvolveu um marcador molecular que permite realizar a diagnose rápida da presença do fungo causador da DCL em caranguejos e em amostras (biológicas ou não) coletadas na natureza. O protocolo é baseado no processo conhecido como reação em cadeia da polimerase do DNA (PCR). Uma sequência exclusiva da levedura negra da DCL usada como iniciadora dessa reação garante que o DNA dessa espécie de fungo será detectado se presente nas amostras analisadas.

Assim, as fêmeas utilizadas na produção de larvas são obtidas apenas daqueles estoques nos quais uma avaliação prévia realizada com esses marcadores demonstra estar livre da DCL. Dessa forma, evita-se a disseminação da enfermidade através de larvas potencialmente portadoras do fungo patogênico.

### Resultados alcançados e perspectivas futuras

Durante o projeto Puçá, o GIA, em parceria com a Bahia Pesca e com o CNPq, produziu cerca de 3,8 milhões de larvas de *Ucides cordatus* em fase de recrutamento (megalopa) utilizando o sistema de mesocosmos. Todo o trabalho de produção de larvas ocorreu em paralelo com os estudos de avaliação ambiental, de análise da estrutura genética das populações de caranguejo e da aplicação de metodologias de avaliação do sucesso de cada uma das ações desenvolvidas.

A relativa simplicidade do método de larvicultura em sistema de mesocosmos poderá possibilitar, em um futuro próximo, que pequenos laboratórios simplificados possam ser instalados próximos aos manguezais mais afetados, operando com a participação das próprias comunidades, e assim gerar a quantidade de larvas necessárias para acelerar o processo de recuperação dos estoques em áreas onde os outros métodos não se mostrem suficientes.

---

### Referências Bibliográficas

BOEGER, W. A.; PIE, M. R.; OSTRENSKY, A.; PATELLA, L. 2005. Lethargic crab disease: multidisciplinary evidence supports a mycotic etiology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 100, n. 2, p. 161-167.

BOEGER, W. A.; PIE, M.R.; VICENTE, V.A.; OSTRENSKY, A.; HUNGRIA, D.B.; CASTILHO, G.G. 2007. Histopathology of the mangrove land crab, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), affected by Lethargic Crab Disease: clues to understand the disease. *Diseases of Aquatic Organisms*, v. 78, p. 73-81.

CROSETTI, D.; CATAUDELLA, S. 1995. The mullets. In: Nash, C.E., Novotny, A.J. (Eds.), *World Animal Science - Production of aquatic animals (fishes-C8)*. Elsevier, Amsterdam, pp. 253-268.

LAVENS, P., SORGELOOS, P. (eds.). 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 361. Rome, FAO.. 295p.

LEE, C.S.; OSTROWSKI, A.C. 2001. Current status of marine finfish larviculture in the United States. *Aquaculture* 200, 89-109.

RIBEIRO, R. O. 2008. Doença do caranguejo letárgico: desvendando questões etiológicas, epidemiológicas e de saúde pública. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná.

FERREIRA, CP ; PIE, MARCIO R. ; MANCERA PFA ; ESTEVA, L ; BOEGER, WALTER A. ; OSTRENSKY, A. 2009. Modeling the Lethargic Crab Disease. *Journal of Biological Dynamics*, v. press, p. 1-1.

SCHORIES, D.; BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; KRUMME, U.; MEHLIG, U.; RADEMAKER, V. 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, v. 11, p. 243-255.

VIEIRA, R. H. S. F.; LIMA, E. A.; SOUSA, D. B. R.; REIS, E. F.; COSTA, R. G.; RODRIGUES, D. P. 2004. *Vibrio* spp. and *Salmonella* spp., presence and susceptibility in crab *Ucides cordatus*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 46, n. 4, p. 179-182. 2004.

ZOUITEN, D.; KHEMIS, I.; BESBES, R.; CAHU, C. 2008. Ontogeny of the digestive tract of thick lipped grey mullet (*Chelon labrosus*) larvae reared in "mesocosms". *Aquaculture*, 279(1-4), 166-172.



