

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**PRODUÇÃO DE SIRI-MOLE: SISTEMAS DE CULTIVO E POTENCIAIS MÉTODOS
PARA INDUÇÃO DA ECDISE EM *Callinectes ornatus***

Mestranda: Camila Prestes dos Santos Tavares
Orientador: Dr. Antonio Ostrensky
Coorientador: Dr. Ubiratã de Assis Teixeira da
Silva

**CURITIBA
2017**

CAMILA PRESTES DOS SANTOS TAVARES

**PRODUÇÃO DE SIRI-MOLE: SISTEMAS DE CULTIVO E POTENCIAIS MÉTODOS
PARA INDUÇÃO DA ECDISE EM *Callinectes ornatus***

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Zoologia

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ostrensky
Coorientador: Ubiratã de Assis Teixeira da Silva

CURITIBA

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação ZOOLOGIA

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **CAMILA PRESTES DOS SANTOS TAVARES** intitulada: **Produção de siri-mole: Tecnologia nos sistemas de cultivo e potenciais métodos para indução da ecdise em *Callinectes ornatus***, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovção.

Curitiba, 22 de Fevereiro de 2017.

UBIRATÃ DE ASSIS TEIXEIRA DA SILVA
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

EDUARDO LUIS CUPERTINO BALLESTER
Avaliador Interno (UFPR)

FLAVIA PINHEIRO ZANOTTO
Avaliador Externo (USP)

Dedico este trabalho à minha família, e a todos aqueles que, de alguma forma, fazem do mar sua fonte de sustento e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo provimento da bolsa de estudos que permitiu minha dedicação exclusiva a este trabalho durante os dois últimos anos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia pela oportunidade de ser aluna do programa.

Aos meus orientadores, pela orientação, exemplos, ensinamentos e discussões que contribuíram para o meu crescimento como profissional e ser humano. Ao professor Antonio por ter acreditado no meu potencial e me dado a oportunidade de trabalhar em sua equipe. Ao professor Ubiratã pela coorientação, amizade e por compartilhar suas experiências durante todo o período de trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Eduardo Luis Cupertino Ballester, Dr^a. Flavia Pinheiro Zanotto e Dr. Leandro Ângelo Pereira pelas valiosas contribuições à versão final do trabalho.

Aos pescadores Ariel Tavares e Joanide Tavares pela coleta dos siris, e pela motivação para realizar o presente estudo.

Ao GIA por ceder toda a sua estrutura para a realização do trabalho. E a todos os alunos e estagiários que durante o período de realização deste trabalho passaram pelos laboratórios do GIA e pelo CAMAR, agradeço pelos auxílios nas coletas e nos experimentos de laboratório, mas principalmente pela amizade e por compartilhar tantos momentos bons, ou até mesmo por partilhar exaustivas horas no laboratório.

À minha família, mãe e pai, pelo apoio, amor, por sempre me motivarem e me ajudarem nos momentos mais difíceis, sempre dando uma palavra de amor e conforto. E ao meu esposo, Henrique, que sempre me incentivou e sempre esteve ao meu lado. Dedico todo o meu esforço a vocês!

A Deus, pela vida, e por poder citar todas estas pessoas neste momento tão importante.

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho está inserido em uma linha de pesquisa do Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, GIA, que visa a geração de dados e informações voltados ao desenvolvimento de tecnologias para a produção de siri-mole em larga escala no Brasil. Seu objetivo é sintetizar as práticas realizadas nos principais países produtores, além do aprimoramento das técnicas de produção com base técnica e científica, possibilitando, a médio e longo prazo, o desenvolvimento de um novo produto para ser explorado pela aquicultura brasileira: o siri-mole.

O estudo foi motivado pelo potencial da produção do siri-mole na complementação alimentar e econômica da população de pescadores do litoral paranaense. Na região, o siri é o crustáceo mais abundante no rejeito da pesca de arrasto de camarão, por isso, não raro, os siris são capturados e descartados no ambiente, gerando grandes quantidades de descarte (*bycatch*).

Esses animais são geralmente comercializados inteiros ou descarnados (carne separada manual ou mecanicamente do seu exoesqueleto), porém esse método de comercialização, além de aumentar os impactos ambientais, limita os ganhos comerciais com o produto. O valor de venda atual da carne do siri no mercado brasileiro gira em torno de R\$ 30,00/kg, porém, se comercializado como siri-mole, pode ser vendido inteiro por pelo menos R\$ 100,00/kg, o que indica a potencialidade comercial desse produto.

Embora não exista uma cadeia produtiva de siri-mole no Paraná, no futuro essa linha de pesquisa poderá servir como base para o desenvolvimento e otimização do processo de produção de siris-moles em escala comercial no Estado.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os sistemas empregados para a produção de siri-mole nos principais países produtores e as principais técnicas de produção, bem como testar diferentes técnicas de indução da muda em siris provenientes do descarte pesqueiro para desenvolver alternativas para aumentar a eficiência e reduzir os desperdícios nessa cadeia produtiva.

A dissertação é constituída por dois capítulos: O **Capítulo 1** é intitulado “Sistemas e técnicas utilizados para o cultivo de siri-mole”, e visa apresentar e discutir os principais sistemas e técnicas de produção utilizadas atualmente. No **Capítulo 2**, intitulado “Avaliação de diferentes métodos para indução da ecdise em *Callinectes ornatus* (CRUSTACEA, DECAPODA, PORTUNIDAE) como ferramenta para a produção comercial de siri-mole”, testa-se diferentes técnicas para indução da muda em *Callinectes ornatus*.

RESUMO GERAL

Os siris são importantes recursos pesqueiros em diversos países e reconhecidos pelo seu grande potencial para a aquicultura. Uma das formas mais lucrativa de comercialização é a sua venda como siri-mole. Esse termo se refere ao siri em estágio de muda ou ecdise, em que seu exoesqueleto está momentaneamente mole. A produção de siris-moles baseia-se fundamentalmente na captura e seleção de indivíduos em estágio de pré-muda, que são mantidos em sistemas de cultivo até que realizem a muda. Esses sistemas podem ser abertos, semifechados ou fechados. Em relação à produção de siri-mole em escala industrial, a opção pelo uso de sistemas fechados tem aumentado nos últimos anos, devido às várias vantagens que esse sistema oferece, em relação aos outros sistemas. O uso dos sistemas fechados no cultivo de siri-mole tende a aumentar no mundo todo devido à elevação dos preços de imóveis em zonas costeiras, a busca por maior eficiência no processo produtivo, o desenvolvimento de novas tecnologias de automação, o aumento da demanda, e a valorização do produto no mercado. Neste trabalho, além da realização de uma revisão bibliográfica acerca dos sistemas empregados para o cultivo de siri-mole utilizados no mundo e da descrição das principais técnicas de produção, foram avaliadas diferentes técnicas de indução da muda em *Callinectes ornatus*. O principal fator limitante da produção de siri-mole é a carência de fontes estáveis de siris em estágio de pré-muda. Por isso, técnicas de indução da muda em siris em estágio intermuda apresentam-se como uma alternativa para aumento da eficiência e redução de desperdício nessa cadeia produtiva. Para isso, siris em intermuda foram selecionados, e divididos em duas classes de tamanho (largura da carapaça): 1 (50-70mm) e 2 (<50mm). Após a seleção e a classificação, os animais eram dispostos individualmente em garrafas PET perfuradas, mantidas em caixas interligadas em um sistema de recirculação. Para a avaliação dos efeitos dessas técnicas de indução sobre as taxas de muda e de sobrevivência, os exemplares de cada classe foram divididos em quatro grupos experimentais. No grupo AQ (n=76), os siris foram submetidos à autotomia induzida de um dos quelípodos; no grupo AU (n=66), os animais foram submetidos à ablação unilateral do pedúnculo ocular; no grupo AB (n=66), foram ablacionados bilateralmente; enquanto o grupo C (n=70) foi utilizado como controle, sem nenhum tipo de intervenção. A maior frequência de indivíduos que passaram para o estágio de pré-muda e posteriormente para o de muda durante os 30 dias de duração do experimento foi registrada no grupo AB (32%), seguida pelo grupo AQ (16%). A frequência de muda de siris da classe 2 (28%) foi significativamente maior ($p < 0,05$) que em indivíduos da classe 1 (8%). O tempo médio até a muda dos animais do grupo AB foi mais curto ($p < 0,05$) quando comparado com outros grupos testados. Nenhum animal do grupo controle realizou a muda durante o experimento. As maiores taxas de mortalidade registradas foram de 55% e 25% em siris dos grupos AB e AQ, respectivamente. O período de maior mortalidade coincidiu com a o período de maior frequência de mudas. Os resultados aqui obtidos indicam que as técnicas de ablação bilateral do pedúnculo ocular e de autotomia de quelípodos são potencialmente capazes de induzir a muda de *C. ornatus*, porém apresentam eficácia limitada para a aplicação na produção comercial de siris-moles em larga escala.

Palavras-chave: Aquicultura; Ablação; Autotomia; Ecdise; Recirculação.

GENERAL ABSTRACT

The swimming crabs are important fisheries resources in several countries and recognized for their potential for aquaculture. One of the most profitable forms of the commercialized swimming crabs is the soft-shell crab. This term refers to the swimming crab presenting a soft exoskeleton during a briefly period of time after molt. The production of soft-shell crab is based on capture and selection of animals during stage of premolt, which are kept in controlled captivity conditions until molting. These cultivation systems can be open, semi-closed or closed, according to the scale of technification adopted. In order to elevated the production of soft-shell crab to industrial scale, the use of closed systems has increased in recent years, due advantages offered by this system. Among this advantages include the increase in prices of properties in coastal zones, the search for greater efficiency in the productive process, the development of new automation technologies, and the valorization of the product in the market. In this work, in addition to a bibliographical review regarding the systems used in cultivation of soft-shell crabs used in the world and the description of the main production techniques (chapter 1), different techniques to induce molt in *Callinectes ornatus* were evaluated (chapter 2). The main limiting factor for soft-shell crab production is the lack of steady sources of crabs in premolt stage. Thus, methods to induced molt in intermolt swimming crabs emerge as an alternative to increase efficiency and reduce waste. Crabs at intermolt were selected and grouped into two size classes according to carapace width: 1 (50–70 mm) and 2 (<50 mm). After selection and classification, individuals were placed in perforated polyethylene terephthalate (PET) bottles, which were maintained in a recirculation system. Each class was divided into four experimental groups to assess the effects of the induced molt methods on molting occurrence and survival rates. In the AQ group (n=76), soft-shell crabs were induced to autotomy of the cheliped; the AU group (n=66) were subjected to unilateral eyestalk ablation; group AB (n=66) were bilaterally ablated; and the C group (n=70) was used as the control, without any intervention. The highest frequency of individuals who moved to the premolt stage and subsequently to the molt stage, during 30 days of experiment, was the AB group (32%), followed by the AQ (16%). The molting frequency of class 2 crabs (28%) was higher ($p<0.05$) than class 1 individuals (8%). The mean time until molting of the AB group animals was shorter ($p<0.05$) when compared to other tested groups. No animals in the control group molted during the experiment. The highest mortality rates were recorded in the AB and AQ groups (55% and 25%, respectively). The period of highest mortality coincided with the period of highest molting frequency. The present findings indicate that the bilateral eyestalk ablation and cheliped autotomy are potentially capable to induce the molt of *C. ornatus*, but have limited efficacy for commercial application in large-scale farming due high mortality rates.

Keywords: Aquaculture; Ablation; Autotomy; Ecdysis, Recirculation System.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Ilustração do sistema aberto para cultivo de siri-mole, representando o trabalho de rotina de identificação da ocorrência de muda. Em detalhe, a gaiola onde são mantidos os siris. 5
- Figura 1.2. Ilustração do sistema semifechado de produção de siri-mole, representando o trabalho de rotina de identificação da ocorrência de muda. Em detalhe, a gaiola onde são mantidos os animais. 7
- Figura 1.3. Ilustração do sistema fechado do tipo celular para o cultivo de siri-mole. Em detalhe, mostra o compartimento onde são mantidos os siris. 8
- Figura 1.4. Presença do sinal macroscópico da ecdise no pleópodo de um siri em estágio de pré-muda (A) e ausência em um siri em intermuda (B), o detalhe “a” indica a linha branca ao longo das bordas distais do segundo segmento do pleópodo, o detalhe “b” a coloração avermelhada indicativa da proximidade da muda, que são as cerdas da epicutícula nova dobradas ao longo das bordas (b), e no “c” as cerdas da epicutícula antiga. 13
- Figura 2.1. Procedimento de indução da autotomia do quelípodo direito de *Callinectes ornatus*. A) Posicionamento do quelípodo; B) excisão do mero, com auxílio de uma tesoura cirúrgica previamente esterilizada; C) excisão do mero concluída; D) entre 1 a 2 minutos, o siri realiza a autotomia da porção restante do apêndice; E) siri recém-autotomizado, a seta destaca a posição do músculo responsável pela autotomia. 27
- Figura 2.2. Procedimento de ablação do pedúnculo ocular de *Callinectes ornatus*. A) Posicionamento do pedúnculo ocular; B) constrição, com auxílio de uma pinça hemostática previamente esterilizada, do pedúnculo ocular; C) remoção do pedúnculo ocular com o uso de um bisturi; D) remoção completa do pedúnculo ocular; E) siri recém-ablacionado. 27
- Figura 2.3. Frequência de pré-ecdise acumulada em *Callinectes ornatus* submetido a diferentes tratamentos experimentais por 30 dias. Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ($p < 0,001$) entre os grupos experimentais, calculadas através do teste de McNemar. 30
- Figura 2.4. Curva de sobrevivência dos exemplares de *Callinectes ornatus* submetido a diferentes tratamentos experimentais por 30 dias: C- Grupo controle; AQ- Autotomia de quelípodo; AU – Ablação unilateral; AB - Ablação bilateral. 32
- Figura 2.5. Relação entre o período de morte e o de pré-muda (A), e entre o período de muda (B), bem como intervalo de confiança de 95%, para *Callinectes ornatus* submetidos a diferentes tratamentos experimentais por 30 dias. 33
- Figura 2.6 Presença dos sinais morfológicos dos estágios de muda em *Callinectes ornatus*: linha branca ao longo das bordas distais do pleópodo (a); coloração avermelhada indicadora da proximidade da muda (b). 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Análise comparativa da eficiência dos diferentes sistemas utilizados mundialmente no processo produtivo de siri-mole.	9
Tabela 1.2. Recomendações de qualidade de água para cultivo de siri-mole em sistema fechado.	12
Tabela 2.1. Média \pm desvio padrão das variáveis de qualidade de água do sistema experimental, e as recomendações de condições ideais para o cultivo de siris por Malone e Burden (1988) e Hochheimer (1988).	29
Tabela 2.2. Frequência de pré-muda e de muda em <i>Callinectes ornatus</i> de diferentes classes de tamanho, submetido a diferentes tratamentos experimentais.	30
Tabela 2.3. Tempo (dias) até o estágio de pré-muda e, posteriormente, até que ocorresse a muda em indivíduos da espécie <i>Callinectes ornatus</i> submetidos a diferentes tratamentos experimentais.....	31

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	VI
RESUMO GERAL	VII
GENERAL ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	X
Capítulo 1 - Sistemas e técnicas utilizados para o cultivo de siri-mole.....	1
1.1. Introdução	1
1.2. Sistemas de cultivo de siri-mole	3
1.2.1. Sistemas abertos	4
1.2.2. Sistemas semifechados	5
1.2.3. Sistemas fechados.....	7
1.3. Técnicas de produção	10
1.3.1. Obtenção de indivíduos	10
1.3.2. Manejo de rotina	11
1.3.3. Identificação de ocorrência de muda e despesca	12
1.3.4. Abate	15
1.4. Conclusão	15
1.5. Referências	16
Capítulo 2 - Avaliação de diferentes métodos para indução da ecdise em <i>Callinectes ornatus</i> (Crustacea, Decapoda, Portunidae) como ferramenta para a produção comercial de siri-mole.....	22
2.1. Introdução	23
2.2. Material e métodos	25
2.2.1. Coleta, identificação e classificação.	25
2.2.2. Sistema experimental.....	26
2.2.3. Tratamentos experimentais.....	26
2.2.4. Análise de dados.....	28
2.3. Resultados	29
2.4. Discussão	33
2.5. Conclusão	38
2.6. Referências	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS GERAIS	47

Capítulo 1 - Sistemas e técnicas utilizados para o cultivo de siri-mole

RESUMO

O interesse acadêmico pela produção de siri-mole tem aumentado na proporção direta do aumento da demanda mundial por essa iguaria gastronômica. As técnicas de obtenção desse produto estão fundamentalmente baseadas na manutenção de siris em estágio de pré-muda em diferentes tipos de sistemas de cultivo, até o momento da muda. Esses sistemas podem ser abertos, semifechados ou fechados. Em relação à produção de siri-mole em escala industrial, a opção pelo uso de sistemas fechados tem aumentado nos últimos anos. Esse tipo de sistema oferece várias vantagens como maior controle sobre as variáveis ambientais, maior facilidade de instalação, uso de densidades de estocagem mais elevadas, facilidade de monitoramento da ocorrência de ecdise e, principalmente, a possibilidade de incorporação de diversas formas de automação. Nesta revisão, os principais sistemas de produção utilizados atualmente, bem como as principais técnicas de obtenção de animais, seu manejo em condições controladas, despesca e abate, são apresentados e discutidos, tendo como foco as perspectivas futuras para a produção mundial de siri-mole.

Palavras-chave: Aquicultura, Cercado, Ecdise, Recirculação, Portunidae, Viveiro.

1.1. Introdução

Os crustáceos decápodes portunídeos apresentam ampla distribuição geográfica, ocorrendo em águas tropicais e subtropicais de todo o mundo, desde regiões estuarinas a hipersalinas, de baixa profundidade a águas profundas, em fundos arenosos, de lama, rochosos, com cascalhos e associados a corais (Melo, 1996). Possuem grande importância ecológica na cadeia trófica como predadores generalistas e consumidores da matéria orgânica depositada nos estuários (Mantelatto e Fransozo, 1999)

Os portunídeos são reconhecidos pelo seu grande potencial para a aquicultura (Mwaluma, 2002), sendo que uma das formas mais lucrativa de comercialização é a sua venda como "siri-mole" (Perry *et al.*, 2010; Fao, 2015; He, 2015).

O termo siri-mole não se refere a uma espécie determinada de siri, mas sim a um estágio do ciclo de crescimento de qualquer espécie de siri, quando ele passa pelo processo de ecdise, em que seu exoesqueleto rígido antigo é descartado e substituído por um novo, momentaneamente descalcificado, hidratado e mole (Aiken, 1969; Freeman e Perry, 1985).

Neste momento, quando o siri se livra do seu exoesqueleto antigo, ele é conhecido como "siri-mole" (Freeman e Perry, 1985; Freeman *et al.*, 1987). Em pouco tempo, o exoesqueleto inicia um processo de endurecimento, para

restabelecer rapidamente a capacidade de defesa e a locomoção do animal (Cameron, 1985; Perry *et al.*, 2001), perdendo seu valor comercial.

Se capturado logo após a muda, o siri pode ser consumido inteiro, o que o transforma em uma iguaria muito apreciada. Devido ao seu interesse gastronômico, nos Estados Unidos, um siri-mole pode ser vendido por até sete vezes o preço que é pago por siris duros (Cap Log Group, 2012).

Embora sejam conhecidas pelo menos 714 espécies de portunídeos (Gbif, 2016), apenas poucas espécies de siris são regularmente comercializadas como siri-mole no mundo (Kennedy e Cronin, 2007), dentre estas se destacam *Scylla serrata* (Paterson e Mann, 2011; Shelley e Lovatelli, 2011; Hasan e Zafar, 2013), *Portunus pelagicus* (Azra e Ikhwanuddin, 2015) e *Callinectes sapidus* (Oesterling, 1988), devido principalmente à sua abundância e à sua rusticidade para o cultivo em cativeiro.

Nos Estados Unidos, a exploração comercial do siri-mole já ocorre há mais de 150 anos (Roberts, 1905; Oesterling, 1988) e há pouco mais de 100 anos no continente asiático (Yalin e Qingsheng, 1994). Segundo Oesterling (1993), a produção de siri-mole pode ter sido uma das primeiras formas de cultura de organismos aquáticos nos Estados Unidos. Segundo o autor, os animais já eram consumidos pelos índios. Inicialmente, os siris eram obtidos de forma incidental, por meio da pesca, e eram mantidos em sistemas simples de cercado até a ecdise. Com a chegada dos colonos ingleses na América esse consumo foi rapidamente popularizado, mas levaria ainda centenas de anos para que surgissem as primeiras tentativas de produção comercial de siri-mole.

Desde então, a produção controlada de siris-moles esteve sempre em ascensão, devido ao avanço das tecnologias dos sistemas de produção e ao aumento da demanda mundial pelo produto, transformando o cultivo de siri-mole em um componente efetivo da indústria de frutos-do-mar (Ferdoushi *et al.*, 2010; Gaudé e Anderson, 2011). Nos Estados Unidos, entre 2010 e 2015 foram capturados aproximadamente 950 mil toneladas de siris, pouco mais de 4 mil toneladas foram aplicados na produção de siri-mole, rendendo cerca de 27 milhões de dólares (Noaa, 2017).

Atualmente, as capturas para a produção de siri-mole não são mais acidentais. A pesca é dedicada especificamente à coleta de siris e, mais especificamente, aos animais que exibem sinais indicativos da proximidade do período de ecdise, embora ainda no estágio de pré-muda (Perry *et al.*, 2010; Primavera *et al.*, 2010; Gaudé e

Anderson, 2011; Shelley e Lovatelli, 2011; Songrak *et al.*, 2013). Em seguida, os animais selecionados são transferidos para instalações de cultivo, onde são mantidos em condições ambientais controladas até que ocorra a ecdise (Oesterling, 1988; Kennedy e Cronin, 2007; Perry *et al.*, 2010; Gaudé e Anderson, 2011). O sucesso deste processo depende diretamente da condição dos siris (estágio de muda e condição física) e do sistema de cultivo utilizado (Chaves e Eggleston, 2003).

Neste artigo, são descritos os sistemas empregados para a produção de siri-mole utilizadas no mundo e as principais técnicas de coleta, manejo, despesca de abate adotadas, como base para uma análise das perspectivas da produção de siri-mole no mundo.

1.2. Sistemas de cultivo de siri-mole

Os principais pontos em comum entre os principais sistemas utilizados atualmente para o cultivo de siri-mole são o confinamento de animais em estágio de pré-muda (Gaudé e Anderson, 2011), bem como a necessidade de que o local utilizado para manter os animais possibilite o monitoramento da ocorrência de ecdise e a fácil e rápida retirada dos animais (Oesterling e Moore, 1995).

A partir dessas características em comum, os sistemas de cultivo de siri-mole podem ser divididos em três grupos: sistemas abertos, realizados em áreas costeiras contínuas, tais como baías, enseadas ou lagoas; sistemas semifechados, em viveiros, semelhantes aos utilizados para os cultivos de peixes e de camarões; e sistemas fechados, realizados em locais abrigados e sob rigoroso controle das condições ambientais.

De modo geral, os sistemas abertos e semifechados foram muito utilizados para produzir siri-mole da espécie *Callinectes sapidus* nos Estados Unidos (Oesterling, 1988; Kennedy e Cronin, 2007), e ainda são comumente utilizados para produzir *Scylla serrata* e *Portunus pelagicus* em países asiáticos (Dat, 1999; Trino *et al.*, 2001; Mwaluma, 2002; Shelley, 2008; Primavera *et al.*, 2010; Paterson e Mann, 2011; Shelley e Lovatelli, 2011). No entanto, nos últimos anos a produção de siris em escala industrial tem se concentrado em sistemas fechados de produção (Kennedy e Cronin, 2007; Gaudé e Anderson, 2011). Uma comparação entre as principais características desses sistemas utilizados mundialmente no processo produtivo de siri-mole é apresentada na Tabela 1.1.

1.2.1. Sistemas abertos

Os sistemas abertos empregados ainda hoje guardam algumas das características dos sistemas de produção utilizados nos anos de 1850 (Rathbun, 1887; Roberts, 1905), principalmente quando se utilizam cercados (Oesterling, 1993).

Os cercados são colocados em áreas costeiras, tais como baías, enseadas ou lagos em águas rasas. As estruturas são fundeadas em locais com profundidade suficiente para mantê-las parcialmente submersas, mesmo durante a maré baixa (Oesterling, 1988).

O cultivo em cercados representa a forma mais primitiva e menos tecnicizada para a obtenção de siri-mole, entre todos os sistemas empregados atualmente. Além de ser bastante influenciado pelas oscilações naturais de temperatura e de salinidade do ambiente, e permitir a ocorrência de altas taxas de canibalismo, segundo Oesterling e Moore (1995) e Kennedy e Cronin (2007), sua principal ineficiência e limitação técnica é a dificuldade intrínseca para identificar o momento exato de ocorrência da ecdise, o que impede que a despesca seja feita de forma rápida e eficiente.

Inicialmente, os cercados utilizados na produção de siri-mole eram circulares e construídos com estacas ou placas finas de madeira, pregadas em conjunto e dispostas verticalmente para evitar o escape de siris (Roberts, 1905; Kennedy e Cronin, 2007).

Um avanço mais recente foi a instalação de caixas ou gaiolas flutuantes individuais dentro dos mesmos cercados para proteger os siris do canibalismo e da ação de predadores (Fielder, 1988; Oesterling e Moore, 1995; Kennedy e Cronin, 2007; Shelley e Lovatelli, 2011). Para isso, os cercados sofreram alterações em sua concepção básica (Figura 1.1). As estacas de madeira foram dispostas de maneira mais afastada e em formato quadrangular, para melhorar a distribuição interna e proteger as gaiolas flutuantes da ação do vento e das ondas (Kennedy e Cronin, 2007).

As gaiolas flutuantes podem ser feitas inteiramente de madeira ou de polietileno. Geralmente medem entre 7 e 10 cm de largura, 30 cm de comprimento e 38 a 45 cm de profundidade (Oesterling e Moore, 1995; Gaudé e Anderson, 2011).

Comparativamente, em termos de custos, os cercados com as gaiolas flutuantes são os mais baratos em termos de construção, manutenção e operação,

entre os sistemas utilizados para a produção de siri-mole (Oesterling, 1988; Oesterling e Moore, 1995).

Para a produção em escala industrial, é necessária a instalação de milhares de gaiolas flutuantes, que acabam ocupando uma grande área (Oesterling, 1988). A dificuldade de acesso é considerada por Oesterling (1988) como a maior desvantagem, já que o manejo demanda o uso de embarcação, o que geralmente não elimina o desconforto laboral associado ao manejo das gaiolas, pois os operadores precisam trabalhar em posição curvada sob a borda do barco para acessar as gaiolas (Gaudé e Anderson, 2011).

Nos locais em que ainda se utilizam os sistemas abertos, muitas vezes a produção de siri-mole divide espaço com o cultivo de outras espécies de interesse comercial (policultivo) (Milstein, 2005). Esse modelo é comum na Malásia e na Tailândia, onde *Scylla serrata* pode ser produzido junto com tilápia (*Oreochromis niloticus*), milkfish (*Chanos chanos*), tainha (*Mugil mugil*), com outros crustáceos, como camarões (*Penaeus indicus*, *Penaeus monodon*) (Mwaluma, 2002) e até mesmo com macroalgas, como a *Gracilaria* sp. (Chen, 1990).

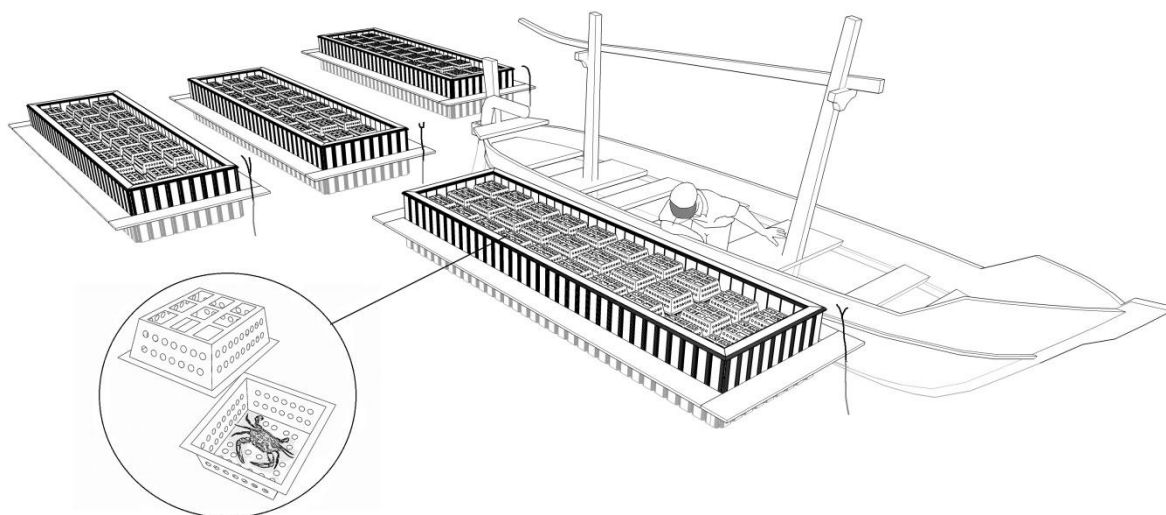


Figura 1.1 Ilustração do sistema aberto para cultivo de siri-mole, representando o trabalho de rotina de identificação da ocorrência de muda. Em detalhe, a gaiola onde são mantidos os siris.

1.2.2. Sistemas semifechados

Poucas mudanças ocorreram nos sistemas produtivos até 1950, ano em que, pela primeira vez, viveiros construídos em terra foram usados para a produção de siri-mole (Oesterling e Moore, 1995).

Os viveiros são estruturas simples, usadas para armazenar água, bombeada a partir de uma fonte de água salobra ou salgada adjacente e, depois de utilizada, devolvida para o ambiente (Oesterling, 1988; Trino *et al.*, 2001).

O sistema semifechado foi projetado justamente com o propósito de melhorar e facilitar o manejo na produção de siri-mole, em relação aos problemas descritos para o manejo dos sistemas abertos (Kennedy e Cronin, 2007). Em muitos casos, os viveiros são cheios até ao nível da cintura, para possibilitar uma melhor posição postural dos trabalhadores durante as atividades de rotina (Oesterling e Moore, 1995).

Além disso, neste sistema os siris ficam mais protegidos das intempéries e de alguns predadores, e há a possibilidade de um controle, ainda que limitado, sobre a qualidade da água, principalmente da salinidade (Kennedy e Cronin, 2007).

Os viveiros utilizados desde 1950 são geralmente retangulares, com área média de 100-200 m², com o fundo coberto com uma camada de lama ou de areia e lama (Figura 1.2) (Keenan e Blackshaw, 1997). Os siris não são cultivados soltos no viveiro, como ocorre em cultivos de camarão. Os animais são mantidos em pequenas gaiolas individuais apoiadas em sistemas flutuantes, semelhantes àsquelas usadas nos sistemas abertos (Oesterling, 1988; Fao, 2015). Acima dos viveiros são dispostas passarelas, geralmente construídas de madeira, para facilitar o manejo das gaiolas e a identificação da ocorrência de muda.

No entanto, apesar dos avanços em relação ao controle da qualidade da água, o sistema ainda é muito dependente da existência de água salgada/salobra em condições próximas às ideais. Além disso, se comparados com os sistemas descritos anteriormente, os viveiros requerem maiores custos com a construção e com as atividades operacionais (Kennedy e Cronin, 2007).

A empresa Seafood Company (2016) localizada em Makasa, na Indonésia, e a empresa Aung Moe Khine Manufacturing (2016) em Myanmar, são exemplos de fazendas produtoras de siri-mole que utilizam viveiros de terra com gaiolas flutuantes. Atualmente, as empresas produzem mensalmente 30 e 50 toneladas de siris do gênero *Scylla*, respectivamente.

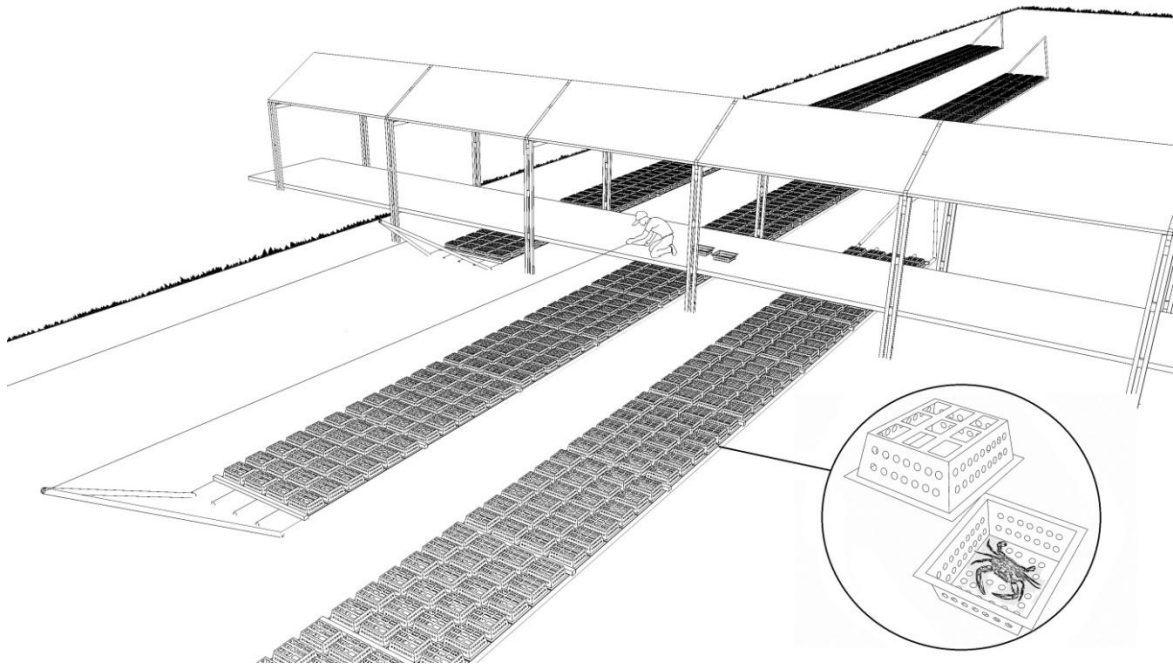


Figura 1.2. Ilustração do sistema semifechado de produção de siri-mole, representando o trabalho de rotina de identificação da ocorrência de muda. Em detalhe, a gaiola onde são mantidos os animais.

1.2.3. Sistemas fechados

Os sistemas fechados representam a forma mais moderna de produção de siri-mole. A principal característica é o uso de sistemas de recirculação, em que a água passa pelas estruturas de manutenção dos animais e, em seguida, por equipamentos ou estruturas de filtração (mecânica, biológica e química), antes de retornar para o sistema de produção (Ogle *et al.*, 1982; Perry *et al.*, 1982; Malone e Burden, 1988).

As estruturas de manutenção, por sua vez, podem ser comunais ou individuais (celulares). Nas primeiras, podem ser utilizados vários tipos de tanques, construídos de madeira, de concreto, polietileno ou de fibra de vidro (Oesterling, 1988). Já as estruturas celulares envolvem a circulação de água por caixas, gaiolas ou gavetas sobrepostas (Figura 1.3) (Shelley e Lovatelli, 2011).

Esse tipo de sistema de produção oferece várias vantagens em relação aos métodos tradicionais, citados anteriormente, dentre elas: garantir um maior controle sobre as variáveis ambientais e operacionais; aumentar significativamente a disponibilidade de locais para a instalação de unidades de produção; permitir a adoção de elevadas densidades de estocagem; possibilitar um melhor monitoramento da ocorrência de ecdise, além de permitir diversas formas de

automação (Malone e Burden, 1988; Gaudé e Anderson, 2011; Shelley e Lovatelli, 2011).

Por outro lado, os sistemas fechados são mais complexos, implicam na necessidade de mão-de-obra mais qualificada e exigem maiores recursos para investimento e custeio da produção (Oesterling, 1988).

Existem atualmente no mercado vários equipamentos para recirculação de água em ambientes fechados, inclusive alguns sistemas celulares completos específicos para a produção de siris-moles. Um sistema com capacidade para 100 animais pode ser adquirido, diretamente em sites *on-line* especializados, por preços entre US\$ 10 a 15 mil (Zhongkehai, 2016).

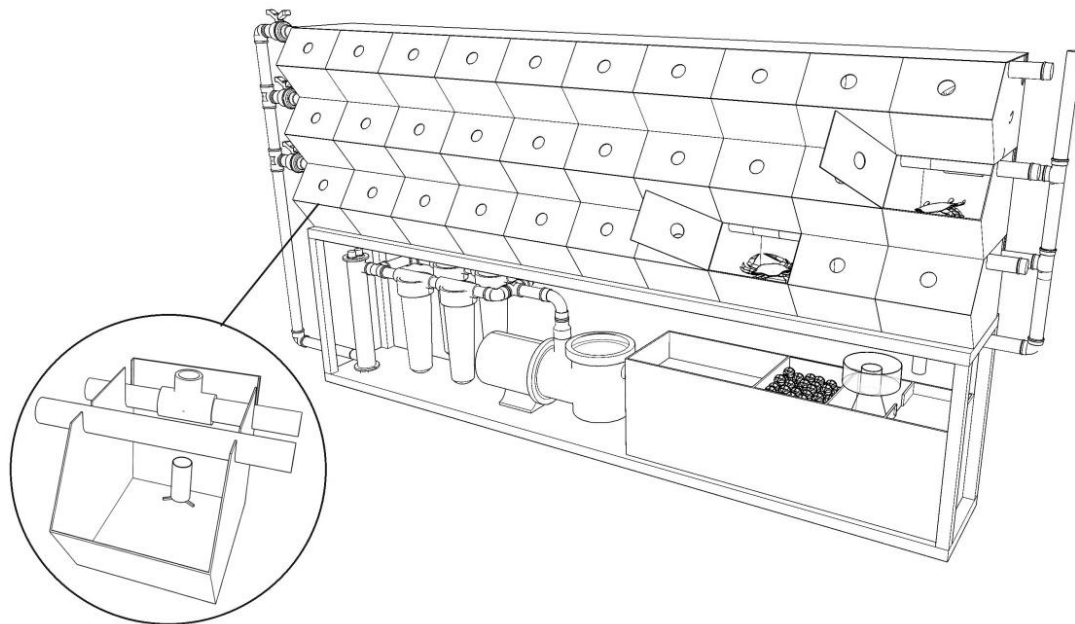


Figura 1.3. Ilustração do sistema fechado do tipo celular para o cultivo de siri-mole. Em detalhe, mostra o compartimento onde são mantidos os siris.

Tabela 1.1. Análise comparativa da eficiência dos diferentes sistemas utilizados mundialmente no processo produtivo de siri-mole.

Fatores analisados	Sistema aberto		Sistema semifechado	Sistema fechado	
	Cercado comunal	Cercado com compartimento celular (gaiolas flutuantes)	Viveiro de terra com compartimento celular (gaiolas flutuantes)	Tanque comunal	Compartimento celular
Monitoramento da ocorrência da ecdise	○	○	◐	●	●
Facilidade da despesca	○	○	◐	●	●
Facilidade do manejo	○	○	◐	●	●
Controle da qualidade da água	○	◐	◐	●	●
Controle do canibalismo	○	●	●	○	●
Controle de predadores	○	○	◐	●	●
Acesso ao sistema de produção	○	○	◐	●	●
Investimento	●	●	●	●	●
Automação do processo produtivo	○	○	○	◐	●

● Alta ◐ Média ○ Baixa

1.3. Técnicas de produção

1.3.1. Obtenção de indivíduos

Os animais utilizados na produção de siri-mole são obtidos principalmente por meio da captura em ambiente natural de siris em estágio de pré-muda, e depois mantidos em cativeiro até que ocorra a muda. Uma grande variedade de métodos costuma ser utilizado para captura dos siris em pré-muda na natureza, como armadilhas iscadas (contendo carne de peixe, frango e outros animais, e até mesmo siris machos em estágio de maturação para atrair fêmeas em pré-muda), redes de cerco e de arrasto, e até mesmo manualmente (Oesterling e Moore, 1995; Guillory e Prejean, 1997; Chaves e Eggleston, 2003; Gaudé e Anderson, 2011; Songrak *et al.*, 2013; Anderson e Alford, 2014).

Cada um desses métodos costuma ser adaptado para as condições geográficas, ambientais e regimes jurídicos específicos, em conformidade com o que é determinado pelas agências locais de regulamentação, respeitando-se limites específicos de tamanhos e as épocas do ano em que as capturas são autorizadas (Gaudé e Anderson, 2011).

Essa forma de obtenção de siris, todavia, é diretamente dependente dos estoques naturais, que estão vulneráveis à pressão por sobrepesca, por poluição ou por mudanças climáticas, fatores que têm levado ao declínio das populações nos últimos anos (Lindner, 2005; Paolisso, 2007; Shelley, 2008; Zohar *et al.*, 2008; Johnston *et al.*, 2011; Shelley e Lovatelli, 2011; Ikhwanuddin *et al.*, 2012).

A diminuição da oferta de animais oriundos da exploração das populações naturais de siris tem servido de incentivo ao desenvolvimento de técnicas de reprodução, larvicultura e engorda de siris em condições ambientais controladas (Zohar *et al.*, 2008).

O siri-da-lama, *Scylla* spp. (Keenan e Blackshaw, 1997; Shelley e Lovatelli, 2011), o siri-azul, *Callinectes sapidus* (Zmora *et al.*, 2005) e o siri-azul-nadador do sudoeste asiático, *Portunus pelagicus* (Azra e Ikhwanuddin, 2015) já possuem tecnologia dominada para sua reprodução, larvicultura e engorda em condições ambientais controladas. Mas, a realização de todo o ciclo de produção de siri-mole exclusivamente a partir da aquicultura é ainda

uma atividade incipiente em todo o mundo (Zohar *et al.*, 2008; Igarashi, 2009; Paterson e Mann, 2011; Azra e Ikhwanuddin, 2015).

Entre os principais obstáculos para a realização do ciclo completo de cultivo dos portunídeos estão: a dificuldade para prevenção de eventos que provocam a mortalidade em massa durante a fase de larvicultura (Azra e Ikhwanuddin, 2015), provavelmente, resultantes da inadequação técnica dos sistemas de cultivo (Paterson e Mann, 2011); as elevadas taxas de canibalismo, ocasionadas pelas altas densidades de estocagem (Mann *et al.*, 2007; Azra e Ikhwanuddin, 2015); e, por fim, a necessidade de uma melhor adequação dos requerimentos nutricionais para as espécies e estágios cultivados (Keenan e Blackshaw, 1997; Geoff e Fielder, 2004; Paterson e Mann, 2011; Azra e Ikhwanuddin, 2015).

1.3.2. Manejo de rotina

Durante o período de manutenção em cativeiro, os siris podem ser alimentados com uma grande variedade de itens alimentares, incluindo pedaços de peixes frescos, mexilhões, fragmentos de camarões, pequenos bivalves, peles e entranhas de animais e até mesmo rações formuladas para camarões (Shelley e Lovatelli, 2011). Geralmente, os alimentos são ofertados a cada dois ou três dias, em uma proporção de cerca de 2 a 8% da biomassa total de siris estocados ou até a saciedade (Keenan e Blackshaw, 1997; Kennedy e Cronin, 2007; Paterson e Mann, 2011; Fao, 2015).

Em cultivos coletivos, o controle da alimentação é utilizado também como uma estratégia para minimização do canibalismo, que é mais frequente quando os siris estão famélicos. Já quando os siris são cultivados ou mantidos em sistemas individuais, é possível manter os animais em período de pré-muda em jejum sem que isso afete a eficiência do processo produtivo (Shelley e Lovatelli, 2011).

O monitoramento dos principais parâmetros físico-químicos determinantes da qualidade da água nos sistemas produtivos (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia) deve ser constante, principalmente em sistemas fechados (Lakshmi, 1984; Malone e Burden, 1988; Gaudé e Anderson, 2011; Liao *et al.*, 2011). Hochheimer (1988) e Malone e Burden (1988) recomendam que os parâmetros de qualidade de água em cultivo de

siri-mole em sistema de recirculação sejam mantidos dentro dos limites indicados na Tabela 1.2.

Tabela 1.2. Recomendações de qualidade de água para cultivo de siri-mole em sistema fechado.

Parâmetro	Limite recomendado
Oxigênio dissolvido	Acima de 7,0 mg O ₂ /L
Amônia total	Abaixo de 1,0 mg NH ₃ +NH ₄ -N/L
Nitrito	Abaixo de 0,5 mg NO ₂ -N/L
Temperatura	Entre 22 a 28°C
Salinidade	5 ppm abaixo/acima da água de coleta dos siris
pH	Entre 6,5 e 8,5
Dióxido de carbono	Abaixo de 5 mg/L
Alcalinidade	Acima de 100 mg/L de CaCO ₃

Baixas concentrações de oxigênio dissolvido são consideradas como uma das maiores causas de mortalidade em cativeiro (Vega-Villasante *et al.*, 2006), pois, durante a muda, os siris passam por dificuldades para ajustar a sua respiração em ambientes com concentrações abaixo de 7,0 mg/L (Hochheimer, 1988). Isto ocorre porque durante a muda, estruturas relacionadas ao processo respiratório são eliminadas juntamente com o exoesqueleto ou estão muito moles para cumprir eficientemente o seu papel (De Fur *et al.*, 1985).

1.3.3. Identificação de ocorrência de muda e despesca

A parte final do processo produtivo, ou seja, a identificação da ocorrência de ecdise e a despesca imediata dos indivíduos é a mais complexa e trabalhosa de todas. Nessa fase, o monitoramento dos animais deve ser intensificado, com o objetivo de assegurar que eles sejam removidos da água antes que se inicie a calcificação e o endurecimento do novo exoesqueleto (Oesterling, 1988; Perry *et al.*, 2001; Ferdoushi *et al.*, 2010).

Como o siri geralmente apresenta várias evidências morfológicas de que a ecdise está se aproximando, o período de pré-muda pode ser identificado por

inspeção visual (Drach, 1939; Freeman *et al.*, 1987; Oesterling e Moore, 1995). O método mais confiável e amplamente utilizado envolve a observação do último par de pleópodos. Durante o período de pré-muda, o novo exoesqueleto começa a ser formado e tornar-se visível por baixo do exoesqueleto antigo (Kennedy e Cronin, 2007). No início da fase de pré-muda é possível observar uma linha branca ao longo das bordas distais dos pleópodos, preferencialmente no segundo ao último segmento dos pleópodos (Figura 1.4). À medida que se aproxima o momento da ecdise, a linha indicadora muda gradualmente de cor e assume uma coloração rosada, indicando que a ecdise ocorrerá em cerca de uma semana. Em seguida, a linha torna-se avermelhada, o que indica que a ecdise deve ocorrer dentro de 1 ou 2 dias (Kennedy e Cronin, 2007).

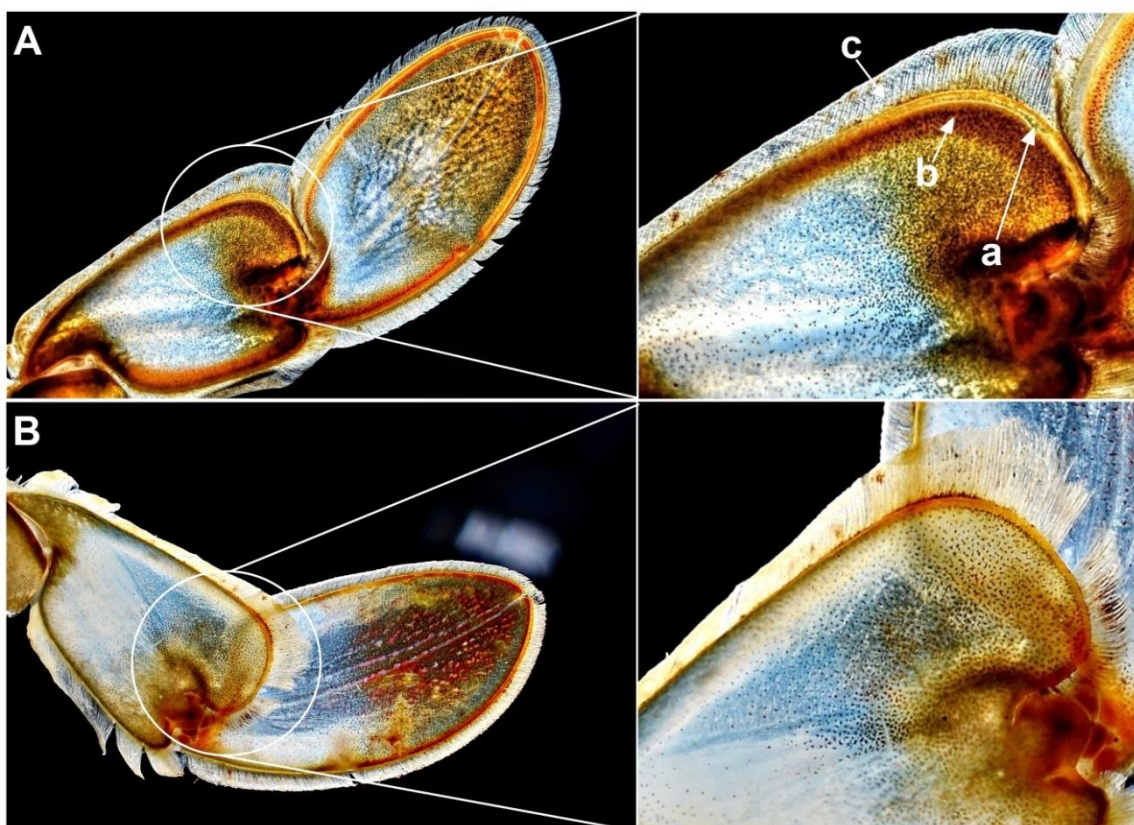


Figura 1.4. Presença do sinal macroscópico da ecdise no pleópodo de um siri em estágio de pré-muda (A) e ausência em um siri em intermuda (B), o detalhe “a” indica a linha branca ao longo das bordas distais do segundo segmento do pleópodo, o detalhe “b” a coloração avermelhada indicativa da proximidade da muda, que são as cerdas da epicutícula nova dobradas ao longo das bordas (b), e no “c” as cerdas da epicutícula antiga.

Para o sucesso da produção de siri-mole, é necessário que os funcionários estejam suficientemente capacitados para identificar os animais em pré-muda e em ecdise tanto no momento da captura como posteriormente,

durante a fase de cultivo, (Shelley e Lovatelli, 2011). O trabalho é particularmente árduo quando considerado que uma unidade de produção (no caso de sistemas individualizados) pode abrigar entre 10.000 a 50.000 caixas individuais, que precisam ser vistoriadas mais de uma vez ao dia (Keenan e Blackshaw, 1997).

Perder o timing para a despesca pode comprometer significativamente os valores de mercado do produto, devido à perda de maciez do exoesqueleto dos animais comercializados (Ferdoushi *et al.*, 2010). Diante desse desafio, algumas tentativas de automatizar esse processo têm sido desenvolvidas.

Malone e Culley (1988) elaboraram um método para a separação automática e colheita dos siris recém-mudados, utilizando a vazão de água como ferramenta. O sistema inclui um tanque com uma entrada de água e um canal de saída na outra extremidade, preenchido com água suficiente para cobrir os siris. Como os siris-moles perdem a capacidade de controle motor, o sistema é configurado e dimensionado de modo que o fluxo da água tenha uma velocidade suficiente para deslocar os siris recém-mudados até o canal de saída, mas insuficiente para deslocar os siris duros. Apesar do conceito simples, a sua utilização e eficácia na produção comercial de siri-mole é desconhecida, devido à ausência de registros de uso nos países produtores.

Uma empresa australiana (Watermark Seafoods) investiu em alta tecnologia para otimizar o processo produtivo, desenvolvendo o sistema de recirculação de água mais sofisticado utilizado atualmente na produção de siri-mole (Shelley e Lovatelli, 2011). O equipamento praticamente elimina a necessidade de inspeção humana, substituindo-a por um sistema robótico de identificação de animais aptos para a despesca (Tobias-Quinitio *et al.*, 2015).

Segundo relato do inventor desse sistema, Angus Cameron, durante uma entrevista dada a Blanch (2012), o equipamento tem a capacidade de monitorar até 40.000 siris mantidos em compartimentos individuais de um sistema fechado. Este mecanismo robótico é projetado para monitorar o estágio de ecdise de cada animal no intervalo de 2 horas, operando da seguinte maneira: Primeiramente o robô determina, por meio da captura de imagens realizada por meio de uma câmera automatizada, se há ou não um animal no compartimento individual. Em seguida, o equipamento introduz pedaços de peixes nos compartimentos em que foi confirmada a presença de

animais. Com base na aceitação ou não do alimento, o robô registra a informação no sistema, pois é esperado que dentro de três dias ocorra a ecdise. Quando ocorre a ecdise, o robô consegue identificar, através do sistema de captura de imagens associado a um software específico, a presença de dois corpos em um determinado compartimento (corpo do siri e sua exúvia). Em seguida, remove o animal do sistema e o disponibiliza para o beneficiamento. A descrição detalhada da patente está disponível em Campbell *et al.* (2006).

1.3.4. Abate

Logo após a ecdise, os siris são retirados do sistema de produção e são colocados sob refrigeração e, em seguida, encaminhados para o beneficiamento. No entanto, os siris devem chegar vivos e com o exoesqueleto intacto ao beneficiamento, caso contrário devem ser descartados (Kennedy e Cronin, 2007; Gaudé e Anderson, 2011; Shelley e Lovatelli, 2011).

Ainda vivos, os animais são embalados de forma individual e abatidos por meio do congelamento rápido, a $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$, para assegurar a qualidade do produto. Após o congelamento, os crustáceos podem ser armazenados a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, condição suficiente para conservar o produto por até um ano sem perda significativa de qualidade (Lawlor *et al.*, 1997; Shelley e Lovatelli, 2011).

1.4. Conclusão

A tendência de elevação dos preços de imóveis em zonas costeiras, a busca por maior eficiência no processo produtivo, o desenvolvimento de novas tecnologias de automação, além do forte aumento da demanda, associado à valorização do produto no mercado, são fatores que têm criado condições para o desenvolvimento dos sistemas fechados de produção de siris-moles em todo o mundo. Essa atividade tende a alcançar grande destaque na aquicultura mundial nos próximos anos. No entanto, ainda está longe o tempo em que essa produção será inteiramente abastecida através de sistemas de cultivo totalmente independentes da captura de animais em ambientes naturais, o que reforça a necessidade de investimentos e pesquisas em temas como reprodução e larvicultura, alimentação e nutrição e técnicas de manejo de siris em cativeiro.

1.5. Referências

AIKEN, D. E. Photoperiod, endocrinology and the crustacean molt cycle. **Science**, v. 164, n. 3876, p. 149-55, 1969. ISSN 0036-8075.

ANDERSON, J. A.; ALFORD, A. B. Ghost fishing activity in derelict blue crab traps in Louisiana. **Marine Pollution Bulletin**, v. 79, p. 261-267, 2014. ISSN 0025-326X.

AZRA, M. N.; IKHWANUDDIN, M. Larval culture and rearing techniques of commercially important crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758): Present status and future prospects. **Songklanakarín Journal of Science & Technology**, v. 37, n. 2, p. 135-145, 2015. ISSN 01253395.

BLANCH, D. Robotic Soft Shell Crab Harvester. ABC Radio Australia, 2012. Disponível em: <
<http://www.radioaustralia.net.au/international/radio/onairhighlights/robotic-soft-shell-crab-harvester> >. Acesso em: 15/10/2015.

CAMERON, J. N. Molting in the blue crab. **Scientific American**, Estados Unidos, v. 252, n. 5, 1985. ISSN 0036-8733.

CAMPBELL, A.; HARMAN, G.; DAY, J. **System for harvesting crustaceans**: Google Patents 2006.

CAP LOG GROUP. **Overview of the Maryland comeercial Blue Crab fishery**. June 2012, p.1-32. 2012

CHAVES, J. C.; EGGLESTON, D. B. Blue crab mortality in the North Carolina soft-shell industry: Biological and operational effects. **Journal of Shellfish Research**, v. 22, p. 241-250, 2003. ISSN 0730-8000.

CHEN, L. C. Mud crab culture. **Aquaculture in Taiwan Fishing News Books**, p. 7, 1990.

COMPANY, S. SOFT SHELL CRAB FARMING. 2016. Disponível em: <
<http://www.theseafoodcompany.com.sg/index.php/component/k2/item/22-soft-shell-crab-farming> >. Acesso em: 28/04.

DAT, H. D. Description of Mud Crab (*Scylla* spp.) Culture Methods in Vietnam. **ACIAR Proceedings**, n. 78, p. 67-71, 1999. ISSN 10386920.

DE FUR, P. L.; MANGUM, C. P.; MCMAHON, B. R. Cardiovascular and ventilatory changes during ecdysis in the Blue Crab *Callinectes sapidus* RATHBUN. **JCB Journal of Crustacean Biology**, v. 5, n. 2, p. 207-215, 1985. ISSN 0278-0372.

DRACH, P. Mue et cycle d'intermue chez les crustaces decapodes. **Ann Inst Oceanogr Monaco**, v. 19, p. 103 - 391, 1939.

FAO. **Cultured aquatic species information programme - *Scylla serrata***. 2015

FERDOUSHI, Z.; XIANG, Z.; HASAN, M. R. Mud crab (*Scylla* sp.) marketing system in Bangladesh. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v. 3, p. 17, 2010.

FIELDER, D. S., MANN, D.L. AND HEASMAN, M.P. . Development of intensive pond farming techniques for the mud crab *Scylla serrata* (Forskål) in Northern Australia. **FIRTA Project Report**, v. 86, n. 9, p. 37, 1988.

FREEMAN, J.; PERRY, H. The crustacean molt cycle and hormonal regulation: its importance in soft shell blue crab production. **Proceedings of the National Symposium on the Soft-Shelled Blue Crab Fishery**, p. 23 - 30, 1985.

FREEMAN, J. A. et al. Postmolt and intermolt molt cycle stages of *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 61, n. 3–4, p. 201-209, 4/1/ 1987. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848687901499> >.

GAUDÉ, A.; ANDERSON, J. A. Soft shell crab shedding systems. **SRAC Publication**, Stoneville, Miss., v. 4306, p. 6, October 2011 2011.

GBIF. Global Biodiversity Information Facility. www.gbif.org, 2016. Disponível em: < http://www.gbif.org/species/search?q=portunidae&dataset_key=d7dddbf4-2cf0-4f39-9b2a-bb099caae36c&highertaxon_key=4555&rank=SPECIES >. Acesso em: 03/29/2016.

GEOFF, A.; FIELDER, D. **Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia** Joondoburri Conference Centre, Bribie Island. 2004

GUILLORY, V.; PREJEAN, P. Blue crab, *Callinectes sapidus*, trap selectivity studies: Mesh size. **Marine Fisheries Review**, v. 59, n. 1, p. 29, 1997. ISSN 00901830.

HASAN, A. M. N.; ZAFAR, M. Soft Shell Mud Crab (*Scylla serrata*) Fattening in plastic cages and it's economic importance. Saarbrücken, 2013. ISSN 9783659371059 365937105X. Disponível em: < <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2013040312809> >.

HE, J. Chinese public policy on fisheries subsidies: Reconciling trade, environmental and food security stakes. **Marine Policy**, v. 56, n. 0, p. 106-116, 6// 2015. ISSN 0308-597X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X15000020> >.

HOCHHEIMER, J. **Water Quality in Soft Crab Shedding**. University of Maryland, Sea Grant Extension Program, 1988. 6.

IGARASHI, A. M. Cultivo de siri: perspectivas para o pequeno criador. **Revista Acadêmica : Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, p. 12, 2009.

IKHWANUDDIN, M. et al. Improved hatchery-rearing techniques for juvenile production of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758). **Aquaculture Research**, v. 43, n. 9, p. 1251-1259, 08 / 01 / 2012. ISSN 1355557X 13652109.

JOHNSTON, D. et al. Decline of a blue swimmer crab (*Portunus pelagicus*) fishery in Western Australia—History, contributing factors and future management strategy. **Fisheries Research**, v. 109, n. 1, p. 119-130, 4// 2011. ISSN 0165-7836. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783611000476> >.

KEENAN, C. P.; BLACKSHAW, A. Mud Crab Aquaculture and Biology - Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia. **ACIAR Proceedings**, v. 78, p. 216, 1997.

KENNEDY, V. S.; CRONIN, L. E. **The Blue Crab: *Callinectes Sapidus***. Maryland Sea Grant College University of Mary, 2007.

LAKSHMI, G. J. **The Effect of ammonia accumulation on blue crab shedding success : final report, March, 1983 through December, 1983**. Ocean Springs, Miss.: Gulf Coast Research Laboratory, 1984.

LAWLOR, F.; FISHER, B.; OESTERLING, M. Model HACCP Program for Soft Shell Blue Crab. **Florida Sea Grant College Program**, p. 22, 1997.

LIAO, Y. Y.; WANG, H. H.; LIN, Z. G. Effect of ammonia and nitrite on vigour, survival rate, moulting rate of the blue swimming crab *Portunus pelagicus* zoea. **Aquaculture International**, v. 19, n. 2, p. 339-350, 04 / 01 / 2011. ISSN 09676120 1573143X.

LINDNER, B. Impacts of Mud Crab Hatchery Technology in Vietnam. **Assessment Series Report**, v. 36, p. 68, 2005.

MALONE, R. F.; BURDEN, D. G. Design of recirculating soft crawfish shedding systems. **Louisiana Sea Grant College Program**, p. 80, 1988.

MALONE, R. F.; CULLEY, D. D. **Method and apparatus for farming softshell aquatic crustaceans**: Google Patents 1988.

MANN, D. L. et al. Stocking density and artificial habitat influence stock structure and yield from intensive nursery systems for mud crabs *Scylla serrata* (Forsskål 1775). **Aquaculture Research**, v. 38, n. 14, p. 1580-1587, 2007. ISSN 1355557X.

MANTELATTO, F. L. M.; FRANSOZO, A. Reproductive Biology and Moulting Cycle of the Crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, v. 72, n. 1, p. 63-76, 1999. ISSN 0011216X. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/20106084> >.

MANUFACTURING, A. M. K., 2016. Disponível em: < <http://www.aungmoekhine.com/uncategorized/about-us/> >. Acesso em: 28/04.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Pleiade, FAPESP, 1996.

MILSTEIN, A. Polyculture in aquaculture. **Animal Breeding Abstracts**, v. 73, n. 12, p. 26, 2005.

MWALUMA, J. **Pen Culture of the Mud Crab *Scylla* Mangrove System, Kenya**: Western Indian Ocean Marine Science Association (WIOMSA), 2002. 2002.

NOAA, F. "Annual Commercial Landing Statistics.". 2017. Disponível em: < http://www.st.nmfs.noaa.gov/pls/webpls/MF_ANNUAL_LANDINGS.RESULTS >. Acesso em: January 16.

OESTERLING, M. **Marine Aquaculture in the Commonwealth of Virginia**. Virginia Sea Grant's Marine Advisory Program, School of Marine Science, Virginia Institute of Marine Science, 1993. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?id=QSyfjgEACAAJ> >.

OESTERLING, M. J. Manual for handling and shedding blue crabs (*Callinectes sapidus*). **Virginia Sea Grant College** Gloucester Point, Va, 1988.

OESTERLING, M. J.; MOORE, N. E. **Characterization of the Virginia soft crab/peeler industry**. Gloucester Point, Va.: Virginia Sea Grant Marine Advisory Program, Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary, 1995.

OGLE, J. T.; PERRY, H. M.; NICHOLSON, L. **Closed recirculating seawater systems for holding intermolt blue crabs : a literature review, systems design and construction**. Ocean Springs, MS: Gulf Coast Research Laboratory, 1982.

PAOLISSO, M. Taste the Traditions: Crabs, Crab Cakes, and the Chesapeake Bay Blue Crab Fishery. **American Anthropologist**, v. 109, n. 4, p. 654-665, 2007. ISSN 1548-1433. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1525/aa.2007.109.4.654> >.

PATERSON, B. D.; MANN, D. L. **Mud Crab Aquaculture**. Queensland Government, 2011. 115-135.

PERRY, H. et al. Expansion of the Soft Crab Fishery in Mississippi Using Cultured Blue Crabs. **Proceedings of the 63rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, p. 482 - 486, November 1 - 5 2010.

PERRY, H. et al. Calcium concentration in seawater and exoskeletal calcification in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 198, p. 197-208, 1/1/2001 2001. ISSN 0044-8486.

PERRY, H. M.; OGLE, J. T.; NICHOLSON, L. The fishery for soft crabs with emphasis on the development of a closed recirculating seawater system for holding shedding crabs. **Gulf States Marine Fisheries Commission**, v. 7, p. 137-153, 1982.

PRIMAVERA, J. H. et al. Mud crab pen culture: replacement of fish feed requirement and impacts on mangrove community structure. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 8, p. 1211-1220, 2010. ISSN 1365-2109. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02408.x>>.

RATHBUN, R. **The crab, lobster, crayfish, rock lobster, shrimp, and prawn fisheries**. [Washington]: [Government Printing Office], 1887.

ROBERTS, W. A. **The crab industry of Maryland**. Washington: Govt. Print. Off., 1905.

SHELLEY, C. Capture-based aquaculture of mud crabs (*Scylla* spp.). **FAO Fisheries Technical Paper (FAO)**, Rome (Italy), 2008. ISSN 978-92-5-106030-8 0429-9345.

SHELLEY, C.; LOVATELLI, A. Mud crab aquaculture. A practical manual. **Fisheries and Aquaculture Technical Paper (FAO)**, Rome (Italy), 2011. ISSN 978-92-5-106990-5 2070-7010.

SONGRAK, A.; BODHISUWAN, W.; THAPANAND-CHAIDEE, T. **Selectivity of traps for blue swimming crab in Trang province**. 2013.

TOBIAS-QUINITIO, E. J. et al. **Soft-shell crab production using hatchery-reared mud crab**. Southeast Asian Fisheries Development (SEAFDEC), 2015. 25.

TRINO, A. T.; MILLAMENA, O. M.; KEENAN, C. P. Pond Culture of the Mud Crab *Scylla serrata* (Forsk.) Fed Formulated Diet With or Without Vitamin and Mineral Supplements. **Asian Fisheries Science**, v. 14, p. 191-200, 2001. ISSN 0116-6514.

VEGA-VILLASANTE, F. et al. **Manual técnico para la producción de jaiba suave en el pacífico mexicano**. México: Universidad de Guadalajara, 2006. ISBN 9702709911 9789702709916.

YALIN, S.; QINGSHENG, L. Present Status of Mangrove Crab (*Scylla serrata* (Forsk.)) Culture in China. **NAGA, The ICLARM Quarterly**, v. 17, n. 1, p. 2, 1994.

ZHONGKEHAI. [Crab House] soft shell crab dimensional culture water system. 2016. Disponível em: <<http://www.zhongkehai.net/productenenen/productenenen85.html>>. Acesso em: 28/04.

ZMORA, O. et al. Large-scale juvenile production of the blue crab *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 244, n. 1-4, p. 129-139, 2005. ISSN 0044-8486.

ZOHAR, Y. et al. The Chesapeake Bay Blue Crab (*Callinectes sapidus*): A Multidisciplinary Approach to Responsible Stock Replenishment. **Reviews in Fisheries Science**, v. 16, n. 1-3, p. 24-34, 2008. ISSN 10641262.

Capítulo 2 - Avaliação de diferentes métodos para indução da ecdise em *Callinectes ornatus* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) como ferramenta para a produção comercial de siri-mole

RESUMO

A produção de siris-moles baseia-se fundamentalmente na captura e seleção de indivíduos em estágio de pré-muda, que são mantidos em cativeiro até que realizem a ecdise. No entanto, a carência de fontes estáveis de siris em estágio de pré-muda é um fator limitante para o incremento da oferta de siris-moles no mercado. Por isso, técnicas de indução da muda em siris em estágio intermuda despontam como uma alternativa para aumento da eficiência e redução de desperdícios nessa cadeia produtiva. Neste trabalho, as técnicas de ablação e de autotomia de quelípodos foram testadas como ferramentas de indução da ecdise em *Callinectes ornatus*. Os siris foram selecionados com base na ausência dos sinais macroscópicos da pré-muda e na largura da carapaça, sendo divididos em duas classes de tamanho: 1 (30-50 mm) e 2 (51-70 mm). Após a seleção e a classificação, os animais eram dispostos individualmente em garrafas PET perfuradas, mantidas em caixas interligadas em um sistema de recirculação. Para a avaliação dos efeitos dessas técnicas de indução sobre as taxas de muda e de sobrevivência, os exemplares de cada classe foram divididos em quatro grupos experimentais. No grupo AQ (n=76), os siris foram submetidos à autotomia induzida de um dos quelípodos; no grupo AU (n=66), os animais foram submetidos à ablação unilateral do pedúnculo ocular; no grupo AB (n=66), foram ablaçados bilateralmente; enquanto o grupo C (n=70) foi utilizado como controle, sem nenhum tipo de intervenção. A maior frequência de indivíduos que passaram para o estágio de pré-muda e posteriormente para o de muda durante os 30 dias de duração do experimento foi registrada no grupo AB (32%), seguida pelo grupo AQ (16%). A frequência de muda de siris da classe 2 (28%) foi significativamente maior ($p < 0,05$) que em indivíduos da classe 1 (8%). O tempo médio até a muda dos animais do grupo AB foi significativamente menor ($p < 0,05$) que os dos demais grupos testados. Nenhum animal do grupo controle realizou a muda durante o experimento. As maiores taxas de mortalidade registradas foram de 55% e 25% em siris dos grupos AB e AQ, respectivamente. O período de maior mortalidade coincidiu com a o período de maior frequência de mudas. Os resultados aqui obtidos indicam que as técnicas de ablação bilateral do pedúnculo ocular e de autotomia de quelípodos são potencialmente capazes de induzir a muda de *C. ornatus*, porém apresentam eficácia limitada para a aplicação na produção comercial de siris-moles em larga escala.

Palavras-chave: Portunidae; ecdise; ablação; autotomia.

2.1. Introdução

A família Portunidae, composta por crustáceos popularmente conhecidos como siris, caracteriza-se pela presença de adaptações morfológicas que os permitem explorar a coluna de água. Uma dessas adaptações mais evidentes é a modificação do último par de pereiópodos, que têm forma de remo e a função natatória (Hartnoll, 1971).

Como todos os demais crustáceos, estes animais trocam periodicamente seu exoesqueleto, em um processo chamado de ecdise ou muda, cujo ciclo total divide-se em quatro etapas: intermuda, pré-muda, muda e pós-muda, sendo a intermuda a fase temporalmente predominante desse ciclo (Freeman *et al.*, 1987).

Durante a muda, o exoesqueleto rígido é substituído por um novo, flexível e macio, com elevado teor de água e baixo nível de calcificação (Tagatz, 1968; Chang e Mykles, 2011). Nesse momento, o animal é chamado de "siri-mole", apresenta grande valor gastronômico e costuma atingir elevados valores no mercado internacional, apresentando-se como uma das formas mais lucrativas de comercialização de siris (Oesterling, 1988; Perry *et al.*, 2010; Gaudé e Anderson, 2011). No entanto, como o exoesqueleto novo passa por um rápido processo de endurecimento após a muda (Wheatly, 1999; Perry *et al.*, 2001; Taylor e Kier, 2003), o produto acaba rapidamente perdendo valor de mercado se os animais não forem abatidos nesse momento.

O siri-mole pode ser obtido a partir da captura de animais no ambiente ou do seu cultivo em condições controladas (Oesterling, 1988; Shelley e Lovatelli, 2011). Em ambos os casos, são geralmente selecionados apenas indivíduos em estágio de pré-muda, que depois são transferidos para sistemas de produção, onde são mantidos até realizarem a muda, enquanto os indivíduos em outros estágios do ciclo de muda são geralmente descartados (Freeman *et al.*, 1987; Oesterling, 1988; Perry *et al.*, 2010; Gaudé e Anderson, 2011).

Como a maior parte da produção mundial depende da pesca, um fator limitante da produção de siris-moles em muitos países é a falta de fontes seguras e estáveis de animais em estágio de pré-muda (Perry *et al.*, 1982; Perry e Malone, 1985). Ary *et al.* (1987) sugerem que métodos de indução e de

sincronização da muda poderiam ser explorados como forma de aumentar a produção em escala comercial de siris-moles em cativeiro.

Várias técnicas de indução da ecdise em crustáceos têm sido estudadas, entre elas, a injeção de hormônios, que eleva rapidamente as concentrações dos ecdisteróides na hemolinfa (Rao *et al.*, 1972; Rao *et al.*, 1973; Cheng e Chang, 1991); a ablação do pedúnculo ocular, que reduz a produção do hormônio inibidor da muda (HIM) (Skinner e Graham, 1972; Molyneaux e Shirley, 1988; Stella *et al.*, 2000; Techa e Chung, 2015); e a autotomia de apêndices, que funciona como um mecanismo biológico para minimizar os problemas decorrentes da perda desses apêndices (Ary Jr. *et al.*, 1987; Smith, 1990; Amador Del Ángel *et al.*, 1993; Alvarez e Meruane, 2009; Quintio e Estepa, 2011; Dvoretzky e Dvoretzky, 2012).

Os resultados dos experimentos realizados com a injeção de ecdisteróides mostraram que essa técnica aumenta a mortalidade dos animais (Rao *et al.*, 1973; Cheng e Chang, 1991) e, em muitas vezes, para aumentar a eficiência da técnica é necessário injetar grandes quantidades de ecdisteróides no organismo (Rao *et al.*, 1972), o que reduziria a aceitação do produto final (siri-mole) pelo mercado consumidor. Enquanto, os resultados com as técnicas de ablação do pedúnculo ocular e de autotomia foram satisfatórios na indução da muda em crustáceos, porém o seu uso na aquicultura para obtenção de siris-moles a partir de siris duros em intermuda, ainda não foi investigado.

O objetivo deste trabalho é testar três técnicas de indução da muda (ablação uni e bilateral do pedúnculo ocular e autotomia de apêndices) em *Callinectes ornatus*, avaliando sua eficácia e seus efeitos sobre as taxas de mortalidade dos siris em condições ambientais controladas.

Callinectes ornatus foi a espécie escolhida para este trabalho devido à abundância de indivíduos no litoral do estado do Paraná - o que poderá, no futuro, facilitar a produção regional de siris-moles em escala comercial - e à disponibilidade de informações básicas relacionadas à sua biologia e distribuição (Mantelatto e Christofolletti, 2001; Baptista *et al.*, 2003; Tudesco *et al.*, 2012; Watanabe *et al.*, 2014), pré-requisitos essenciais para o domínio das técnicas de produção.

2.2. Material e métodos

2.2.1. Coleta, identificação e classificação.

Os exemplares de *Callinectes ornatus* foram obtidos a partir de animais da fauna acompanhante da pesca direcionada à captura de camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). A pesca foi realizada por meio de arrasto de fundo, utilizando redes com comprimento médio de 7,5 m e malha de abertura de 20 mm entre nós. Os arrastos foram realizados por pescadores dos balneários de Praia de Leste, Ipanema e Shangri-lá, localizados no município de Pontal do Paraná, Paraná, Brasil.

Imediatamente após a atracagem dos barcos, os siris vivos eram separados dos demais animais capturados. Eles eram então acondicionados em caixas de polietileno, contendo um pequeno volume de água do mar, coletada no próprio local da captura. Nas caixas, os siris eram protegidos por telas plásticas (abertura de malha - 20 mm), para minimizar a mortalidade durante o transporte. Em seguida, foram transportados até o Centro de Aquicultura Marinha e Repovoamento (CAMAR), pertencente ao Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizado no município de Pontal do Paraná.

Em laboratório, os siris foram identificados até o nível específico, com base no manual de identificação elaborado por (Melo, 1996). Em seguida, foram identificados conforme o estágio de desenvolvimento e o sexo, mediante a visualização da morfologia dos somitos abdominais no cefalotórax (Baptista *et al.*, 2003). Os sinais macroscópicos do estágio de muda foram identificados de acordo com Freeman *et al.* (1987) e Oesterling (1988).

De cada exemplar foi mensurada a largura da carapaça (distância entre a base dos espinhos laterais), com o auxílio de um paquímetro manual (Vonder, Brasil), e medido o peso, com o auxílio de uma balança digital de precisão (Marte AL 500c - 0,001g, Brasil). Para a realização dos experimentos, os siris foram separados em duas classes de tamanhos (Classe 1: 30-50 mm; e Classe 2: 50-70 mm). Para evitar o canibalismo durante os experimentos, os animais eram dispostos individualmente em garrafas PET perfuradas, de volumes variados (0,6 e 1 L), de acordo com a classe de tamanho a que pertenciam. Em seguida, as garrafas eram identificadas com lacres numerados.

2.2.2. Sistema experimental

Os animais foram estocados em caixas de polietileno interligadas (30 caixas com cerca de 10 siris cada), com volume de 70 L, em um sistema de recirculação, composto ainda por um esterilizador de água de luz ultravioleta (Sibrape® UVC AG-Industrial, Brasil), sistema de filtração mecânica e biológica e aeração artificial. O fotoperíodo foi ajustado para 12: 12 h (claro: escuro), controlado com auxílio de temporizador analógico.

Em cada caixa, foram adicionados cerca de 5 kg de areia, previamente aquecida à aproximadamente 65° C, para eliminação de eventuais organismos indesejados. A camada de areia foi adicionada para servir como substrato para fixação de bactérias nitrificantes (Malone e Burden, 1988).

Antes do início dos experimentos, os siris (acondicionados individualmente nas garrafas PET) eram aclimatados por até 10 dias às condições experimentais. Os animais eram alimentados, uma vez por semana, com pedaços de peixe até a saciedade.

2.2.3. Tratamentos experimentais

Para a avaliação dos efeitos das técnicas indução sobre as taxas de muda e de sobrevivência em *C. ornatus*, 278 exemplares em estágio de intermuda - 151 pertencentes à classe de tamanho 1 (30 - 50 mm) e 127 à classe 2 (51 - 70 mm) - foram divididos em quatro grupos (AQ, AU, AB e C). No grupo AQ (n=76), os siris foram submetidos à autotomia induzida de um dos quelípodos. No tratamento AU (n=66), os animais foram submetidos à ablação unilateral do pedúnculo ocular. No tratamento AB (n=66), foram ablacionados bilateralmente. O grupo C (n=70) foi utilizado como tratamento controle. Nesse caso, os animais não foram submetidos a nenhum tipo de intervenção complementar.

A autotomia foi realizada no quelípodo direito de cada animal e induzida por meio de excisão na região do mero, com auxílio de uma tesoura cirúrgica previamente esterilizada (Figura 2.1). Após a excisão, em um intervalo de, no máximo, dois minutos, o animal realizava a autotomia do membro (metodologia adaptada de Quintio e Estepa, 2011), havendo o início imediato do processo de cicatrização do membro autotomizado (Hopkins, 1989). Todo o

procedimento cirúrgico era realizado o mais rapidamente possível, não durando mais que dois minutos para cada animal.

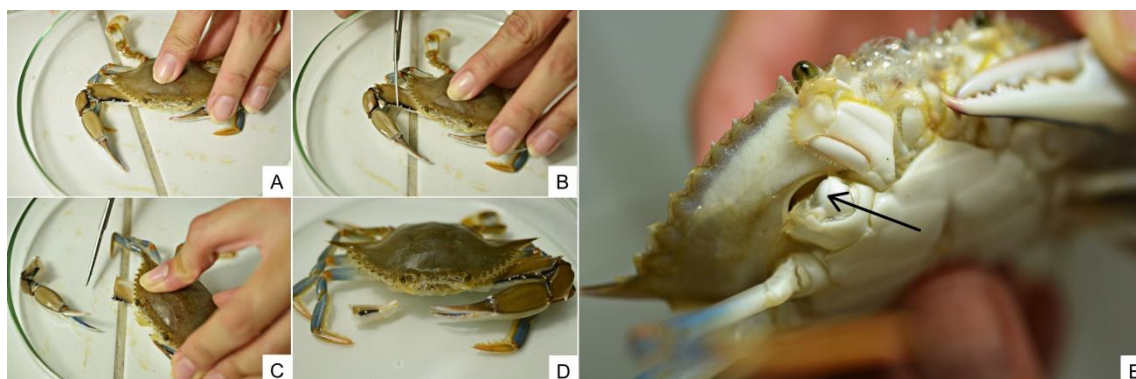


Figura 2.1. Procedimento de indução da autotomia do quelípodo direito de *Callinectes ornatus*. A) Posicionamento do quelípodo; B) excisão do mero, com auxílio de uma tesoura cirúrgica previamente esterilizada; C) excisão do mero concluída; D) entre 1 a 2 minutos, o siri realiza a autotomia da porção restante do apêndice; E) siri recém-autotomizado, a seta destaca a posição do músculo responsável pela autotomia.

A técnica de ablação foi realizada por extirpação, com auxílio de uma pinça hemostática e um bisturi. A constrição era feita rente à base do pedúnculo ocular. O local da incisão era imediatamente cauterizado “a quente”, evitando o extravasamento da hemolinfa (metodologia adaptada de Primavera, 1989) (Figura 2.2). Todo o procedimento foi realizado o mais rapidamente possível, não durando mais que cinco minutos para cada animal.

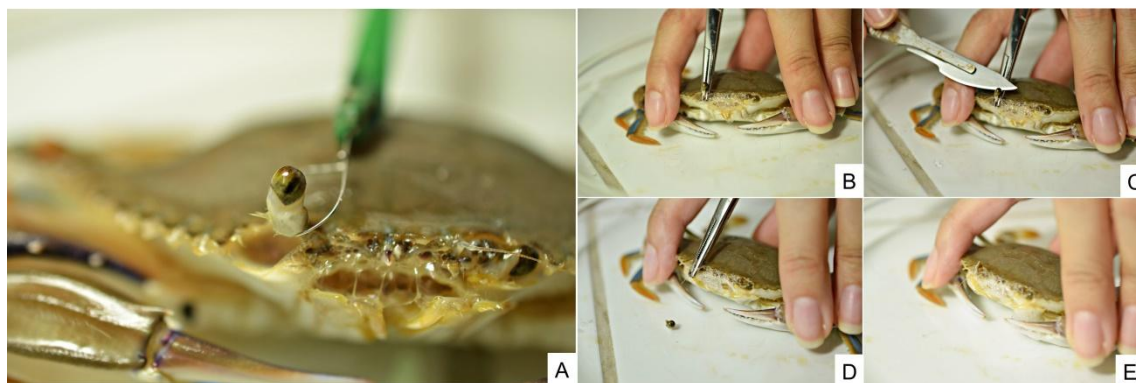


Figura 2.2. Procedimento de ablação do pedúnculo ocular de *Callinectes ornatus*. A) Posicionamento do pedúnculo ocular; B) constrição, com auxílio de uma pinça hemostática previamente esterilizada, do pedúnculo ocular; C) remoção do pedúnculo ocular com o uso de um bisturi; D) remoção completa do pedúnculo ocular; E) siri recém-ablacionado.

Diariamente era realizada a observação dos siris quanto à ocorrência dos sinais macroscópicos da pré-muda ou da muda, e de mortes. Após a

observação, o número de identificação dos indivíduos nas condições citadas, era registrado em planilhas Excel[®].

O experimento teve duração de 30 dias. Esse período foi baseado na duração média do estágio de intermuda reportada para o gênero *Callinectes* (Freeman *et al.*, 1987; Vega-Villasante *et al.*, 2007), período, portanto, considerado suficiente para avaliar se as técnicas apresentavam ou não resultados na indução a muda. Durante o período experimental, cada siri era alimentado uma vez por semana, com pedaços de peixe até a saciedade.

As seguintes variáveis físicas e químicas da água foram analisados diariamente como rotina durante o experimento: salinidade, medida por meio de refratômetro óptico (Instrutemp, Brasil); pH, através de peagâmetro digital (AZ-86505, Taiwan); temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) e percentagem de saturação de oxigênio (%), por meio de oxímetro digital (YSI, 550A, USA); alcalinidade (mg/L), por titulometria com ácido sulfúrico 0,02N (Apha, 2005); concentração de dióxido de carbono (mg/L), medida por titulometria com hidróxido de sódio 0,02N (Apha, 2005); concentração de íons de cálcio (mg/L Ca²⁺), detecção por eletrodo (Horiba 8203-10C, Japão); concentração de nitrogênio na forma de amônia total (mg/L de N-AT), obtida pelo método do indofenol (Apha, 2005) e nitrito (mg/L de N-NO₂⁻) (Apha, 1995) mediante leitura das amostras por espectrometria (Spectronic 20 Genesys, EUA). Para análise, alíquotas de 200 ml eram retiradas com um béquer e analisadas na forma de amostras únicas.

2.2.4. Análise de dados

Um banco de dados foi gerado e organizado através do uso do *software* Excel[®]. Os dados de qualidade da água e biométricos foram analisados através do teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). A homogeneidade das variâncias entre os grupos experimentais foi analisada através do teste de Fisher. Os resultados, em termos de frequência de ecdises foram analisados através do teste Q de Cochran para amostras emparelhadas, seguido por Teste McNemar. O efeito dos tratamentos sobre o tempo necessário para a ecdise foi avaliada por análise de variância ANOVA – One-way, seguido de post-hoc Tukey, utilizando-se o *software* Statsoft Statistica[®], versão 10.0. Os dados de mortalidade foram plotados através da curva de sobrevivência de

Kepler-Meier e analisados através dos métodos de Mantel-Cox, Breslow e Tarone-Ware, por meio do software IBM - SPSS® versão 22.

2.3. Resultados

As variáveis físicas e químicas da água mantiveram-se relativamente estáveis durante todo o período experimental (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Média \pm desvio padrão das variáveis de qualidade de água do sistema experimental, e as recomendações de condições ideais para o cultivo de siris por Malone e Burden (1988) e Hochheimer (1988).

Variáveis físico-químicas	Média \pm desvio padrão	Valores recomendados por Malone e Burden (1988) e Hochheimer (1988)
Temperatura (°C)	26,2 \pm 2,0	22 – 28
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,86 \pm 0,5	>7,0
Oxigênio dissolvido (%)	72,8 \pm 7,4	Nd*
pH	7,99 \pm 0,1	6,5 - 8,5
Salinidade	35,3 \pm 0,9	Nd*
Amônia Total (mg/L)	0,07 \pm 0,02	<1,0
Nitrito (mg/L)	0,07 \pm 0,05	<0,5
CO ₂ (mg/L)	0,67 \pm 0,46	<5,0
Alcalinidade (mg/L)	46,58 \pm 9,90	>100,0
Cálcio (mg/L)	256,77 \pm 100,42	Nd*

* Não Disponível

A maior frequência de indivíduos que passaram do estágio de intermuda para o de pré-muda durante os 30 dias de experimento, foi observada nos siris submetidos à técnica de ablação bilateral do pedúnculo ocular (32%), seguida pela autotomia induzida de quelípodo (16%) (Figura 2.3). Não foram observados animais em pré-muda ou em muda no tratamento controle. Todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,001$) entre si.

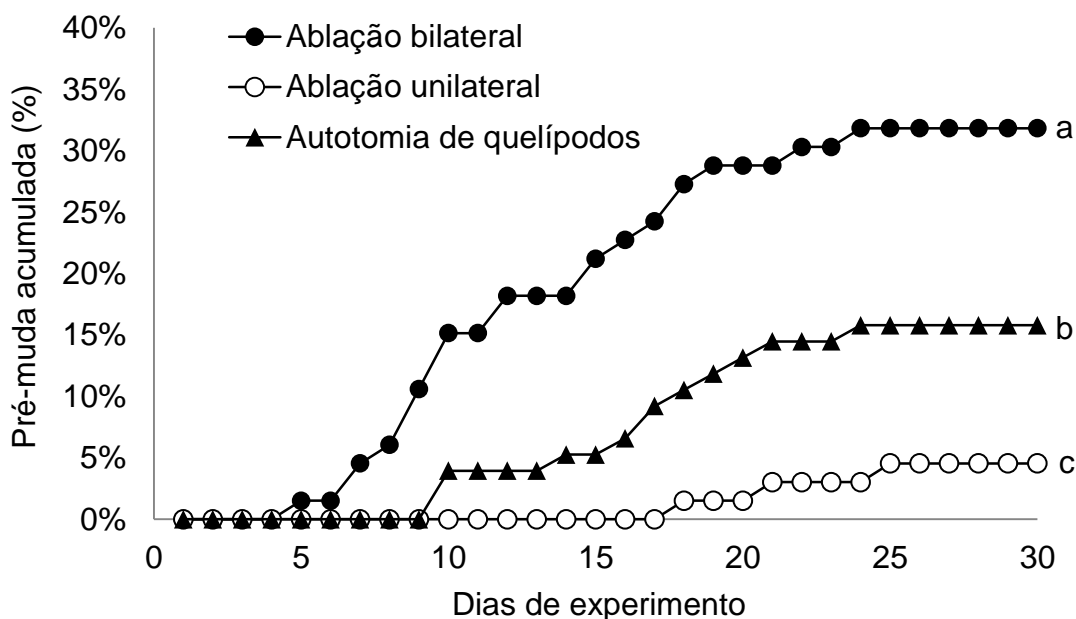


Figura 2.3. Frequência de pré-ecdise acumulada em *Callinectes ornatus* submetido a diferentes tratamentos experimentais por 30 dias. Letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferenças significativas ($p < 0,001$) entre os grupos experimentais, calculadas através do teste de McNemar.

Houve maior ocorrência de pré-muda e, posteriormente de muda, em siris da classe de tamanho 1. Do total de 36 animais registrados em estágio de pré-muda, somente 8% eram siris pertencentes à classe 2 (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Frequência de pré-muda e de muda em *Callinectes ornatus* de diferentes classes de tamanho, submetido a diferentes tratamentos experimentais.

GRUPOS	Classe de tamanho	PRÉ-MUDA		MUDA	
		Nº de observações	%	Nº de observações	%
Controle	1	0 ^a	0	0 ^a	0
	2	0 ^a	0	0 ^a	0
Autotomia de quelípodos	1	10 ^c	26	10 ^c	26
	2	2 ^b	5	2 ^b	5
Ablação unilateral	1	1 ^e	3	1 ^e	3
	2	2 ^d	6	0 ^d	0
Ablação bilateral	1	16 ^{fc}	52	16 ^{fc}	52
	2	5 ^f	14	0 ^f	0

Letras minúsculas distintas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,001$) entre as classes, calculadas através do teste de McNemar.

Após os animais serem submetidos aos respectivos procedimentos cirúrgicos, o período até o início do estágio de pré-muda variou de 10,8 a 23 dias. Depois que entraram em estágio de pré-muda, os animais demoraram de

6,2 a 9,0 dias, em média, até que ocorresse a muda. Os siris ablacionados bilateralmente passaram do estágio de intermuda para o de ecdise em menos tempo, em comparação com os siris dos demais tratamentos experimentais, com diferença significativa de $p < 0,05$. Animais do grupo controle permaneceram em estágio intermuda durante todo o experimento (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Tempo (dias) até o estágio de pré-muda e, posteriormente, até que ocorresse a muda em indivíduos da espécie *Callinectes ornatus* submetidos a diferentes tratamentos experimentais.

GRUPOS	Classe de tamanho	PRÉ-MUDA	MUDA
		Média ± desvio padrão	Média ± desvio padrão
Autotomia de quelípodo	1	16,2 ± 1,3 ^a	6,7 ± 0,9 ^a
	2	17,0 ± 2,2 ^a	8,5 ± 0,7
Ablação unilateral	1	18,0 ± 4,31 ^a	9,0 ± 2,8 ^a
	2	23,0 ± 2,2 ^a	-
Ablação bilateral	1	10,8 ± 1,0 ^b	6,2 ± 0,7 ^a
	2	19,6 ± 1,4 ^a	-
Controle	1		
	2	30 ± 0,0*	-

*Durante os 30 dias de experimento todos os animais do grupo controle permaneceram no estágio de intermuda. Letras minúsculas distintas, por colunas, são significativamente diferentes ($p < 0,05$), obtida através de análise de variância (ANOVA)

A maior taxa de mortalidade registrada ao final dos 30 dias de experimento foi registrada em siris ablacionados bilateralmente (55%) e em siris autotomizados (25%), e a menor taxa em animais do grupo controle (10%). Houve diferenças significativas ($p < 0,001$) quando da análise das curvas de sobrevivência através dos métodos de Mantel-Cox, de Breslow e de Tarone-Ware, indicando que o padrão de mortalidade foi distinto ao longo de todo o período experimental (Figura 2.4)

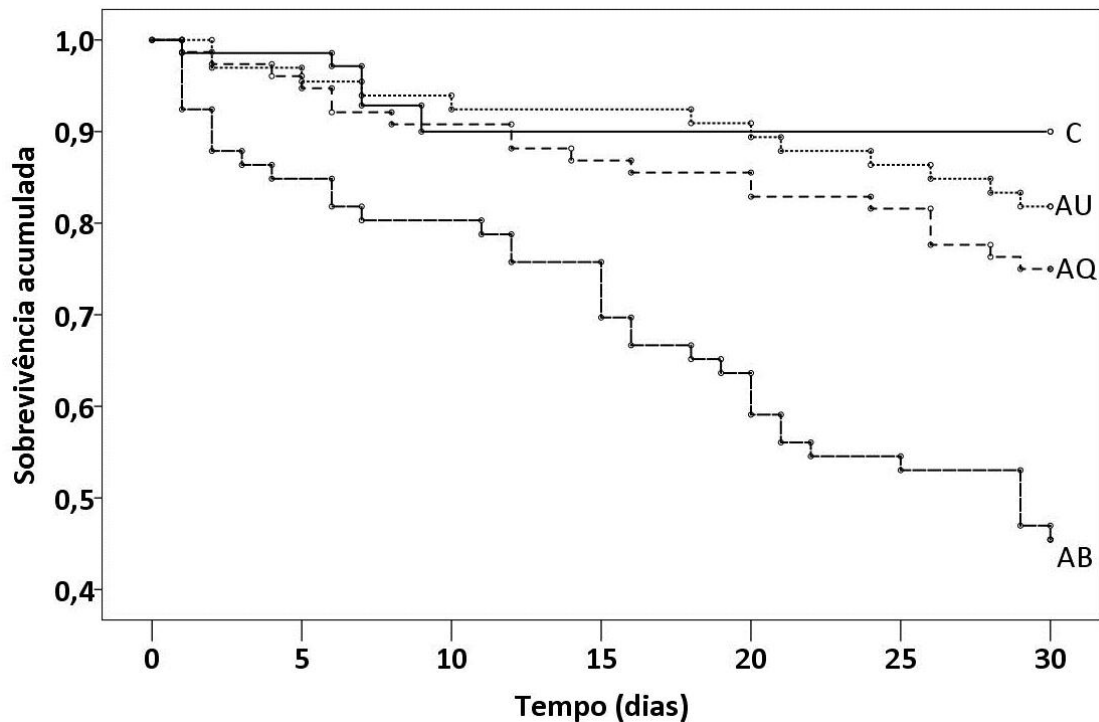


Figura 2.4. Curva de sobrevivência dos exemplares de *Callinectes ornatus* submetido a diferentes tratamentos experimentais por 30 dias: C- Grupo controle; AQ- Autotomia de quelípodo; AU – Ablação unilateral; AB - Ablação bilateral.

Observou-se ainda que as técnicas de autotomia de quelípodo e de ablação unilateral afetaram de modo similar a mortalidade dos siris. O período médio entre o primeiro dia de experimento e a morte dos animais testados foi de $6,5 \pm 3,5$ dias para o grupo controle, $13,7 \pm 1,5$ dias para os siris ablaçados bilateralmente, de $14,2 \pm 2,1$ dias para os siris autotomizados e de $16 \pm 2,7$ para siris submetidos à ablação unilateral.

Foi observada uma correlação estatística relativamente alta entre o tempo até a morte dos animais e o tempo até a pré-muda ($r^2 = 0,63$), e também entre o tempo até a morte dos animais e o período de muda ($r^2 = 0,62$) (Figura 2.5), indicando que o processo de muda também possa ter influenciado no aumento da mortalidade dos indivíduos.

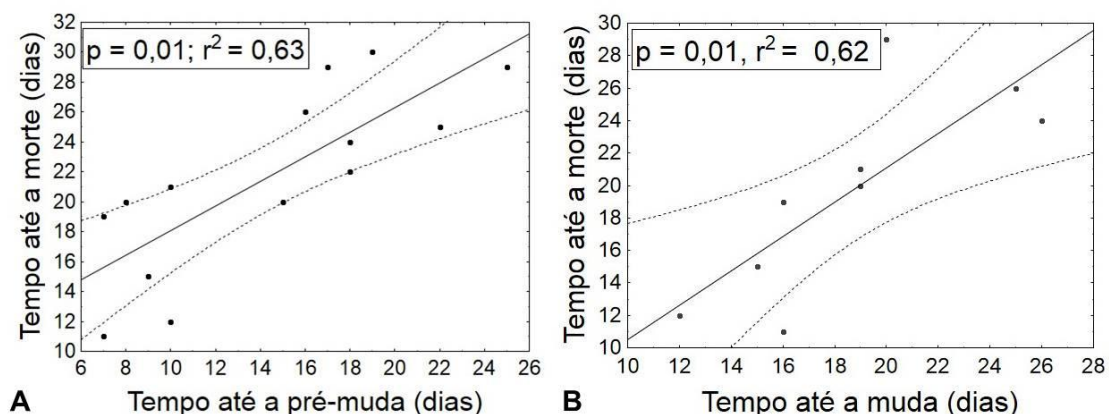


Figura 2.5. Relação entre o período de morte e o de pré-muda (A), e entre o período de muda (B), bem como intervalo de confiança de 95%, para *Callinectes ornatus* submetidos a diferentes tratamentos experimentais por 30 dias.

2.4. Discussão

Durante os estudos realizados, as variáveis físicas e químicas da água mantiveram-se relativamente estáveis e nos limites recomendados por Hochheimer (1988) e por Malone e Burden (1988), exceto alcalinidade e oxigênio dissolvido.

Os valores de alcalinidade mantiveram-se abaixo do limite recomendado para a manutenção de siris em sistemas fechados. No entanto, não há evidências de que a alcalinidade tenha apresentado influência nas taxas de pré-muda, muda ou de sobrevivência registradas no presente estudo. De acordo com Malone e Burden (1988) a manutenção da alcalinidade acima de 100 mg/L tem como objetivo principal evitar a variação do pH e aumentar a eficiência da nitrificação. Mas, nem o pH e nem as concentrações de compostos nitrogenados apresentaram variações anormais durante o experimento.

Os valores de oxigênio dissolvido durante o experimento também foram abaixo do limite recomendado, mas não há registros de que esse nível afete o processo de muda em crustáceos (Malone e Burden, 1988). O nível de oxigênio dissolvido começa a ser problemático somente quando está abaixo de 2,0 mg/L por mais de uma hora, pois afeta negativamente o processo de muda, diminui o desempenho das bactérias nitrificantes resultando na rápida

acumulação de amônia e nitrito no sistema e aumenta as taxas de mortalidade (Hochheimer, 1988; Malone e Burden, 1988).

O monitoramento diário dos níveis de dióxido de carbono (CO_2) na água do sistema de cultivo foi importante, pois no processo de respiração, os siris consomem oxigênio e liberam CO_2 (Aldridge e Cameron, 1979), que em contato com as moléculas de água forma ácido carbônico (H_2CO_3). Além de causar depressão dos níveis de pH e de alcalinidade (Malone e Burden, 1988), o ácido carbônico pode ser tóxico para os animais cultiváveis (quando associado a níveis de oxigênio dissolvido abaixo de 2,0 mg/L) (Boyd e Lichtkoppler, 1979).

Todos os siris que passaram do estágio de intermuda para o pré-muda e posteriormente a muda apresentaram as mesmas características morfológicas (Figura 2.6) usadas para determinar os estágios de muda em *C. sapidus* (Freeman *et al.*, 1987) e em *C. arcuatus* (Wehrtmann e Mena-Castaneda, 2003). Demonstrando que é possível identificar espécimes de *C. ornatus* que estão próximos à muda com base na presença da linha branca ao longo das bordas distais dos pleópodos, e a coloração rosada a avermelhada à medida que se aproxima o momento da ecdise.

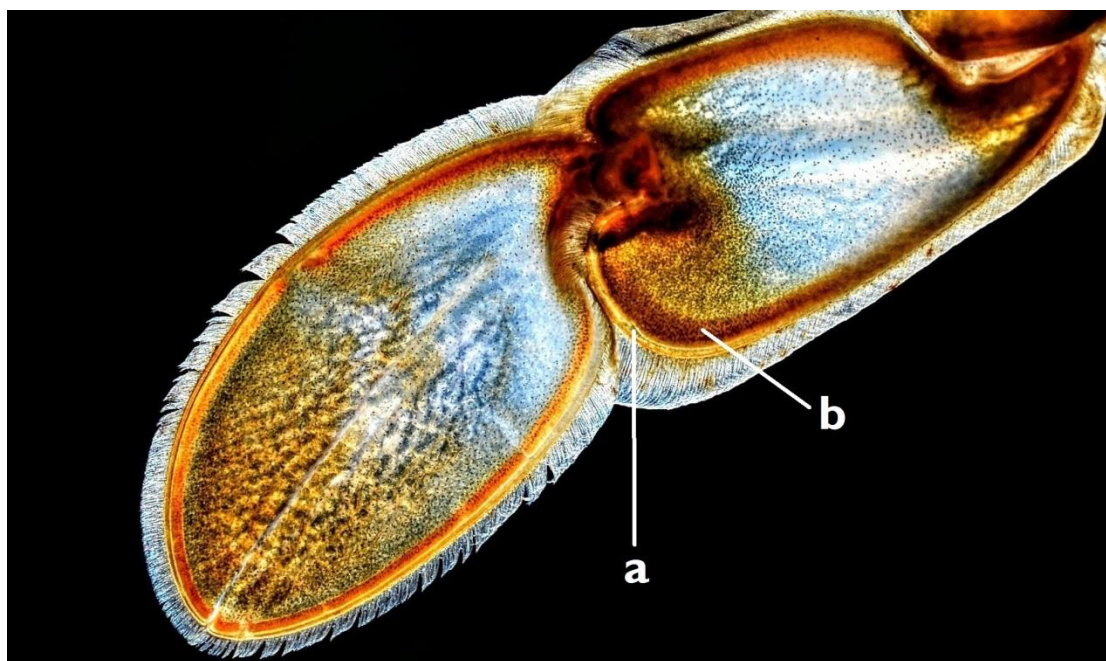


Figura 2.6 Presença dos sinais morfológicos dos estágios de muda em *Callinectes ornatus*: linha branca ao longo das bordas distais do pleópodo (a); coloração avermelhada indicadora da proximidade da muda (b).

A ablação bilateral do pedúnculo ocular e a autotomia induzida de quelípodo reduziram a duração do ciclo de muda em *C. ornatus* em até 57% do

período médio de intermuda registrado para o gênero *Callinectes* (Freeman *et al.*, 1987; Vega-Villasante *et al.*, 2007).

O aumento das taxas de ecdise também foi observada em juvenis de caranguejos *Paralithodes camtschatica* ablacionados bilateralmente, com redução significativa de 30% do período de intermuda (Molyneaux e Shirley, 1988); em megalopas de siris *C. sapidus*, com redução de aproximadamente 15 a 28% do período de intermuda (Costlow Jr, 1963); no camarão *Palaemon elegans*, com redução de 15 a 24% do período de intermuda (Webster, 1985); e em juvenis de lagostim *Procambarus clarkii* (Smith, 1940). A ablação bilateral também foi um forte fator indutor da ecdise em populações naturais de caranguejos *Chasmagnathus granulata*, para as quais foram registradas percentagens de 65 a 100% de ecdises nos animais ablacionados (Stella *et al.*, 2000).

No presente caso, a ablação unilateral também induziu a muda em *C. ornatus*, entretanto, com eficiência muito menor (somente 5% dos siris testados). Estudos comparativos relacionados à ablação unilateral do pedúnculo ocular são raros e geralmente apresentam resultados pouco conclusivos (Costlow Jr, 1963; Molyneaux e Shirley, 1988). Segundo Stella *et al.* (2000), a ablação unilateral em caranguejos *Chasmagnathus granulata* não induziu a muda, porém provocou a aceleração do processo reprodutivo e da desova. Resultados semelhantes foram observados em vários estudos com camarões (Santiago Jr, 1977; Santos e Pinheiro, 2000; Pervaiz *et al.*, 2011; Uawisetwathana *et al.*, 2011).

No entanto, os métodos utilizados nesse tipo de estudos muitas vezes acabam sendo criticados por não controlar variáveis importantes que influenciariam nos resultados, como a fase do ciclo de muda que os animais se encontravam no momento da ablação (Sochasky, 1973). No presente caso, a não ocorrência dos sinais macroscópicos de pré-muda ou de muda no grupo controle evidencia que todos os siris testados encontravam-se igualmente no estágio de intermuda. Com isso, há evidências suficientes para se concluir que a técnica de ablação unilateral do pedúnculo ocular não seria um método eficiente para a indução da ecdise de *C. ornatus* durante o processo de produção de siri-mole em larga escala.

A técnica de autotomia de quelípodos resultou em 16% de ecdise em *C. ornatus*, em período médio de 23,3 (\pm 1,5) dias. Os resultados obtidos corroboram com os de Qunitio e Estepa (2011), que observaram em juvenis de *Scylla serrata* autotomizados mudas precoces, naquele caso com intervalo de 12 (\pm 1) dias. Ecdises precoces também foram observadas em siris da espécie *C. sapidus* por Amador Del Ángel *et al.* (1996), que registrou 60% de ecdise em siris entre 50-75 mm de tamanho no período médio de 43,6 (\pm 3,8) dias. Diante disso, há evidências para se sugerir que a autotomia de um dos quelípodos pode reduzir o período de muda em *C. ornatus*, mas sua eficácia pode variar de acordo com a espécie e o tamanho do animal.

Os animais do grupo controle permaneceram em estágio de intermuda durante todo o experimento, provavelmente porque estavam em estágio inicial de intermuda no momento da captura, e o período total maior do que o período de estudo (30 dias). Amador Del Ángel *et al.* (1996) registrou em *C. sapidus* período de intermuda maior em siris monitorados a partir da última muda (63 \pm 7,79 dias), em comparação aos siris monitorados a partir do estágio de intermuda em período desconhecido (24,33 \pm 12,21 dias).

A separação dos animais, aqui adotada, em duas classes, foi importante para se estudar os efeitos dos tamanhos dos animais e sua relação com a muda. Para as três técnicas testadas, a maior frequência de ecdises (28%) foi observada em juvenis de *C. ornatus* menores que 50 mm de largura de carapaça (Classe 1) e apenas 8% de ecdises foram registradas em siris com comprimento de carapaça entre 51-70 mm (Classe 2). Resultados semelhantes já foram reportados para várias espécies de crustáceos (Smith, 1940; Molyneaux e Shirley, 1988; Stella *et al.*, 2000; Vega-Villasante *et al.*, 2007).

A maioria dos decápodes caracteriza-se por apresentar crescimento indeterminado e contínuo ao longo de toda vida, mas o aumento percentual de tamanho se reduz com o passar do tempo, assim como os períodos de intermuda aumentam com a idade, limitando assim o crescimento dos animais (Vega-Villasante *et al.*, 2007; Vogt, 2012). Isso pode ser compreendido como uma estratégia evolutiva relacionada à redução do tempo nas fases de vida em que os animais são menores, mais vulneráveis e mais sujeitos à predação/canibalismo (Fernández, 1999; Marshall *et al.*, 2005); à insignificância da senescência dos tecidos reprodutivos de espécies de crustáceos que

apresentam crescimento indeterminado (Zmora *et al.*, 2009; Vogt, 2012), habilitando-os a reprodução ao longo de praticamente toda a vida; a um possível aumento dos requerimentos nutricionais e fisiológicos dos animais maiores (Andrews *et al.*, 1972; Catacutan, 2002; Goimier *et al.*, 2006) e ao fato de que é no período intermuda que as reservas metabólicas são acumuladas (Ary Jr. *et al.*, 1987).

Sob uma perspectiva comercial, os siris da classe de tamanho 2, utilizados no presente estudo, podem ser classificados como de tamanho “médio”, enquanto os siris da classe 1 não teriam ainda atingido o tamanho comercial mínimo. Desta forma, como a técnica de ablação bilateral não apresentou a mesma eficácia em animais maiores que apresentou para os animais da classe 1, sua utilização em escala comercial precisaria ainda ser melhor investigada.

Além da eficácia limitada, no caso dos animais maiores, todas as técnicas investigadas provocaram aumentos significativos das taxas de mortalidade de *C. ornatus*. No caso da ablação unilateral, esse aumento foi de duas vezes em relação ao grupo controle, enquanto a autotomia de quelípodo aumentou em três vezes a taxa de mortalidade, que chegou a ser cinco vezes maior nos siris ablacionados bilateralmente, em relação aos animais do grupo controle.

A ecdise é naturalmente um período estressante e normalmente resulta em aumento das taxas de mortalidade (Drach, 1939). No entanto, os siris submetidos à ablação do pedúnculo ocular ou à autotomia de quelípodos passam a ser submetidos a um estresse adicional como evidenciado neste e em vários outros estudos (Mauviot e Castell, 1976; Snyder, 1986; Ary *et al.*, 1987; Amador Del Ángel *et al.*, 1996; Quintio e Estepa, 2011).

O aumento das taxas de mortalidade em siris submetidos à ablação bilateral, também foi observado em juvenis de *Paralithodes camtschaticus* (Molyneaux e Shirley, 1988). Em siris da espécie *C. sapidus*, a ablação bilateral resultou na taxa de mortalidade significativamente maior do que em animais ablacionados unilateralmente (Costlow Jr, 1963).

Já a taxa de mortalidade registrada nos siris aqui autotomizados foi semelhante à taxa observada em *C. sapidus* submetidos à mesma técnica (Amador Del Ángel *et al.*, 1993). Segundo Skinner e Graham (1972) e Juanes e

Smith (1995), a autotomia é um processo estressante, que pode ocasionar mortes devido ao rompimento de vários nervos localizados nos apêndices.

A mortalidade foi distinta ao longo de todo o período experimental, que sugere que a maioria delas tenha sido decorrente das intervenções realizadas nos animais, além disso, a mortalidade apresentou correlação relativamente alta com os períodos de pré-muda e de muda. Resultado semelhante foi observado por Smith (1940), trabalhando com juvenis de *Procambarus clarkii* ablaçados, e também em juvenis de *Paralithodes camtschaticus* (Molyneaux e Shirley, 1988).

Esses resultados sugerem que as mortes tenham sido influenciadas por problemas fisiológicos relacionados à ecdise, possivelmente porque os siris testados se encontravam no estágio inicial de intermuda, período em que o animal carece de uma preparação fisiológica adequada para realizar os processos de muda quando algum membro é removido durante a intermuda (Ary *et al.*, 1987). Corroborando com o aventado por Smith (1940), que observou uma maior sensibilidade fisiológica dos animais durante os estágios de pré ou de pós-muda.

2.5. Conclusão

A ablação bilateral do pedúnculo ocular e a autotomia de quelípodo, nesta ordem, constituem técnicas potencialmente capazes de induzir a ecdise em siris *Callinectes ornatus* em condições ambientais controladas. Porém, há muitos desafios a serem superados até que se possa utilizar eficientemente tais técnicas em larga escala para a produção comercial de siris-moles. Além de apresentarem eficácia limitada, principalmente quando aplicadas em animais de tamanho comercial, elas aumentam consideravelmente as perdas por mortalidade. Dessa forma, os resultados aqui obtidos não corroboram a aplicação da ablação (uni ou bilateral) ou da autotomia de quelípodo na produção comercial de siris-moles em larga escala a partir da utilização de animais em estágio de intermuda.

2.6. Referências

ALDRIDGE, J. B.; CAMERON, J. N. CO₂ exchange in the blue crab, *Callinectes sapidus* (Rathbun). **Journal of Experimental Zoology**, v. 207, n. 2, p. 321-328, 1979. ISSN 1097-010X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/jez.1402070215> >.

ALVAREZ, J.; MERUANE, J. Regeneración de extremidades en la jaiba remadora *Ovalipes trimaculatus* (de Han, 1833) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) y su aplicación práctica en acuicultura y pesquería. **revbiolmar Revista de biología marina y oceanografía**, v. 44, n. 2, p. 285-293, 2009. ISSN 0718-1957.

AMADOR DEL ÁNGEL, E. L.; LUGO MORENO, J.; CABRERA-RODRÍGUEZ, P. La quelotomía y la ablación ocular en la obtención de jaiba de concha suave *Callinectes sapidus* Rathbun en condiciones de laboratorio. **Proceedings 41st Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute - Charleston, South Carolina USA**, v. 45, p. 11, 1993.

AMADOR DEL ÁNGEL, E. L.; LUGO MORENO, J.; CABRERA-RODRÍGUEZ, P. La remoción de quelípedos en la obtención de jaiba azul de concha suave *Callinectes sapidus* R. en condiciones de laboratorio. **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 17, n. 2-3, 1996.

ANDREWS, J. W.; SICK, L. V.; BAPTIST, G. J. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. **Aquaculture**, v. 1, p. 341-347, 1972/05/01 1972. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848672900373> >.

APHA, A. P. H. A. Standard methods for the examination of water and wastewater: 4500-NH₃ Método fenol de determinação de Amônia Total. **American Journal of Public Health**, v. 85, n. 1, p. 127-132, 1995/01/01 1995. ISSN 0090-0036. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2105/AJPH.85.1.127> >. Acesso em: 2016/03/24.

_____. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22. Washington: APHA: 733 p. 2005.

ARY JR., R. D.; BARTELL, C. K.; POIRRIER, M. A. The Effects of Chelotomy on Molting in the Blue Crab, *Callinectes sapidus*. **Journal of Shellfish Research**, v. 6, n. 2, p. 103-108, 1987.

ARY, R. D. J.; BARTELL, C. K.; POIRRIER, M. A. The effects of chelotomy on molting in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **J. Shell. Res.**, v. 6, n. 2, p. 103-108, // 1987.

BAPTISTA, C.; PINHEIRO, M. A. A.; BLANKENSTEYN, A.; BORZONE, C. A. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 4, 2003-12-01 2003. ISSN 0101-8175.

BOYD, C. E.; LICHTKOPPLER, F. R. **Water quality management in pond fish culture**. Auburn, Ala.: Auburn University, International Center for Aquaculture, 1979.

CATACUTAN, M. R. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. **Aquaculture**, v. 208, n. 1–2, p. 113-123, 5/31/ 2002. ISSN 0044-8486. Disponible em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848601007098> >.

CHANG, E. S.; MYKLES, D. L. Review: Regulation of crustacean molting: A review and our perspectives. **General and Comparative Endocrinology**, v. 172, p. 323-330, 7/1/1 July 2011 2011. ISSN 0016-6480.

CHENG, J. H.; CHANG, E. S. Ecdysteroid Treatment Delays Ecdysis in the Lobster, *Homarus americanus*. **The Biological Bulletin**, v. 181, n. 1, p. 169-174, 1991. Disponible em: <
<http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.2307/1542499> >.

COSTLOW JR, J. D. The effect of eyestalk extirpation on metamorphosis of megalops of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. **General and Comparative Endocrinology**, v. 3, n. 2, p. 120-130, 4// 1963. ISSN 0016-6480. Disponible em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016648063900315> >.

DRACH, P. Mue et cycle d'intermue chez les crustaces decapodes. **Ann Inst Oceanogr Monaco**, v. 19, p. 103 - 391, 1939.

DVORETSKY, A. G.; DVORETSKY, V. G. Does spine removal affect molting process in the king red crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea? **Aquaculture**, 2012. ISSN 0044-8486.

FERNÁNDEZ, M. Cannibalism in Dungeness crab *Cancer magister*. Effects of predator-prey size ratio, density, and habitat type. **Marine Ecology Progress Series**, v. 182, p. 221-230, 1999. Disponible em: <
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-18544393163&partnerID=40&md5=57d0a9f6a6295126d4336409c62149e8> >.

FREEMAN, J. A.; KILGUS, G.; LAURENDEAU, D.; PERRY, H. M. Postmolt and intermolt molt cycle stages of *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 61, n. 3–4, p. 201-209, 4/1/ 1987. ISSN 0044-8486. Disponible em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848687901499> >.

GAUDÉ, A.; ANDERSON, J. A. Soft shell crab shedding systems. Stoneville, Miss.?, 2011.

GOIMIER, Y.; PASCUAL, C.; SÁNCHEZ, A.; GAXIOLA, G.; SÁNCHEZ, A.; ROSAS, C. Relation between reproductive, physiological, and immunological condition of *Litopenaeus setiferus* pre-adult males fed different dietary protein

levels (Crustacea; Penaeidae). **Animal Reproduction Science**, v. 92, n. 1–2, p. 193-208, 3// 2006. ISSN 0378-4320. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037843200500148X> >.

HARTNOLL, R. G. The occurrence, methods and significance of swimming in the Brachyura. **Animal Behaviour**, v. 19, n. 1, p. 34-50, 2// 1971. ISSN 0003-3472. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000334727180132X> >.

HOCHHEIMER, J. **Water Quality in Soft Crab Shedding**. University of Maryland, Sea Grant Extension Program, 1988. 6.

HOPKINS, P. M. Ecdysteroids and regeneration in the fiddler crab *Uca pugilator*. **Journal of Experimental Zoology**, v. 252, n. 3, p. 293-299, 1989. ISSN 1097-010X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/jez.1402520312> >.

JUANES, F.; SMITH, L. D. Behavioural Ecology of Decapod Crustaceans: An Experimental Approach The ecological consequences of limb damage and loss in decapod crustaceans: a review and prospectus. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 193, n. 1, p. 197-223, 1995/11/29 1995. ISSN 0022-0981. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022098195001182> >.

MALONE, R. F.; BURDEN, D. G. Design of recirculating soft crawfish shedding systems. **Louisiana Sea Grant College Program**, p. 80, 1988.

MANTELATTO, F. L. M.; CHRISTOFOLETTI, R. A. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): Influence of season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, v. 138, n. 3, p. 585-594, 01 / 01 / 2001. ISSN 00253162.

MARSHALL, S.; WARBURTON, K.; PATERSON, B.; MANN, D. Cannibalism in juvenile blue-swimmer crabs *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766): effects of body size, moult stage and refuge availability. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 90, n. 1, p. 65-82, 1// 2005. ISSN 0168-1591. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016815910400173X> >.

MAUVIOT, J. C.; CASTELL, J. D. Molt- and Growth-Enhancing Effects of Bilateral Eyestalk Ablation on Juvenile and Adult American Lobsters (*Homarus americanus*). **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 33, n. 9, p. 1922-1929, 1976/09/01 1976. ISSN 0015-296X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1139/f76-245> <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f76-245> >. Acesso em: 2016/05/12.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Pleiade, FAPESP, 1996.

MOLYNEAUX, D. B.; SHIRLEY, T. C. Molting and growth of eyestalk-ablated juvenile red king crabs, *Paralithodes camtschatica* (Crustacea: Lithodidae).

Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, v. 91, n. 2, p. 245-251, 1988/01/01 1988. ISSN 0300-9629. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0300962988904124> >.

OESTERLING, M. J. Manual for handling and shedding blue crabs (*Callinectes sapidus*). **Virginia Sea Grant College** Gloucester Point, Va, 1988.

PERRY, H.; GRAHAM, D.; TRIGG, C.; CROCHET, G. Expansion of the Soft Crab Fishery in Mississippi Using Cultured Blue Crabs. **Proceedings of the 63rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, p. 482 - 486, November 1 - 5 2010.

PERRY, H.; TRIGG, C.; LARSEN, K.; FREEMAN, J.; ERICKSON, M.; HENRY, R. Calcium concentration in seawater and exoskeletal calcification in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 198, p. 197-208, 1/1/2001 2001. ISSN 0044-8486.

PERRY, H. M.; MALONE, R. F. Proceedings of the National Symposium of the Soft-Shell Blue Crab Fishery. **National Symposium on the Soft-Shell Blue Crab Fishery : [proceedings]**, Baton Rouge, La. , p. 1, 1985 1985.

PERRY, H. M.; OGLE, J. T.; NICHOLSON, L. The fishery for soft crabs with emphasis on the development of a closed recirculating seawater system for holding shedding crabs. **Gulf States Marine Fisheries Commission**, v. 7, p. 137-153, 1982.

PERVAIZ, P. A.; MANOHAR, S.; SIKDAR-BAR, M.; KHAN, H. A.; WANI, A. A. Studies on the Effect of Unilateral Eyestalk Ablation in Maturation of Gonads of a Freshwater Prawn *Macrobrachium dayanum*. **World Journal of Zoology**, v. 6, n. 2, p. 159 - 163, 2011.

PRIMAVERA, J. H. Broodstock of sugpo, (*Penaeus monodon* Fabricius). **AQUACULTURE EXTENSION MANUAL**, v. 4, p. 37, 1989. Disponível em: <
<http://hdl.handle.net/10862/62> >.

QUINITIO, E. T.; ESTEPA, F. D. P. Survival and growth of Mud crab, *Scylla serrata*, juveniles subjected to removal or trimming of chelipeds. **Aquaculture**, v. 318, p. 229-234, 1/1/2011 2011. ISSN 0044-8486.

RAO, K. R.; FINGERMAN, S. W.; FINGERMAN, M. Effects of exogenous ecdysones on the molt cycles of fourth and fifth stage american lobsters, *Homarus americanus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 44, n. 4, p. 1105-1120, 1973/04/01 1973. ISSN 0300-9629. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0300962973902491> >.

RAO, R. K.; FINGERMAN, M.; HAYS, C. Comparison of the abilities of α -ecdysone and 20-hydroxyecdysone to induce precocious proecdysis and ecdysis in the fiddler crab, *Uca pugilator*. **Zeitschrift für vergleichende**

Physiologie, v. 76, n. 3, p. 270-284, 1972// 1972. ISSN 1432-1351. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF00303233> >.

SANTIAGO JR, A. C. Successful spawning of cultured *Penaeus monodon* Fabricius after eyestalk ablation. **Aquaculture**, v. 11, n. 3, p. 185-196, 7// 1977. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848677901119> >.

SANTOS, M. J. M. D.; PINHEIRO, M. A. A. Ablação ocular no camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae): efeitos sobre a reprodução, pigmentação epidérmica e atividade alimentar. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17 n. 3, p. 667-680 2000.

SHELLEY, C.; LOVATELLI, A. Mud crab aquaculture. A practical manual. **Fisheries and Aquaculture Technical Paper (FAO)**, Rome (Italy), 2011. ISSN 978-92-5-106990-52070-7010.

SKINNER, D. M.; GRAHAM, D. E. Loss of limbs as a stimulus to ecdysis in Brachyura. **The Biological Bulletin**, v. 143, n. 1, p. 222-233, August 1, 1972 1972. Disponível em: < <http://www.biobull.org/content/143/1/222.abstract> >.

SMITH, L. D. Patterns of limb loss in the blue crab, *Callinectes sapidus* RATHBUN, and the effects of autotomy on growth. **Bulletin of Marine Science**, v. 46, n. 1, p. 23-36, 1990.

SMITH, R. I. Studies on the effects of eyestalk removal upon young Crayfish (*Cambarus clarkii* GIRARD). **The Biological Bulletin**, v. 79, n. 1, p. 145-152, August 1 1940. Disponível em: < <http://www.biobull.org/content/79/1/145.abstract> >.

SNYDER, M. J. C., ERNEST S. Effects of eyestalk ablation on larval molting rates and morphological development of the american lobster, *Homarus americanus*. **The Biological Bulletin**, v. 170, n. 2, p. 232-243, April 1, 1986 1986. Disponível em: < <http://www.biobull.org/content/170/2/232.abstract> >.

SOCHASKY, J. B. **Failure to accelerate molting following eyestalk ablation in decapod crustaceans : a review of the literature**. St. Andrews, N.B.: Fisheries Research Board of Canada, Biological Station, 1973.

STELLA, V. S.; GRECO, L. S. L.; RODRÍGUEZ, E. M. Effects of Eyestalk Ablation at Different Times of the Year on Molting and Reproduction of the Estuarine Grapsid Crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Brachyura). **Journal of Crustacean Biology**, v. 20, n. 2, p. 239-244, 2000. ISSN 02780372. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/1549340> >.

TAGATZ, M. E. Biology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. **Fishery Bulletin**, v. 67, n. 1, p. 16, 1968.

TAYLOR, J. R. A.; KIER, W. M. Switching skeletons: Hydrostatic support in molting crabs. **Science**, v. 301, n. 5630, p. 209-210, 07 / 11 / 2003. ISSN 00368075.

TECHA, S.; CHUNG, J. S. Ecdysteroids regulate the levels of Molt-Inhibiting Hormone (MIH) expression in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **PLoS One**, v. 10, n. 4, p. e0117278, 2015. ISSN 1932-6203 (Electronic) 1932-6203 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25849453> >.

TUDESCO, C. C.; FERNANDES, L. P.; BENEDITTO, A. P. M. D. Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern Rio de Janeiro state, Brazil **Biota Neotropica**, Campinas, n. 1, p. 93, 2012. ISSN 1676-0603.

UAWISETWATHANA, U.; LEELATANAWIT, R.; KLANCHUI, A.; PROMMOON, J.; KLINBUNGA, S.; KAROONUTHAISIRI, N. Insights into Eyestalk Ablation Mechanism to Induce Ovarian Maturation in the Black Tiger Shrimp. **PLoS ONE**, v. 6, n. 9, p. e24427, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0024427> >.

VEGA-VILLASANTE, F.; CORTÉS-JACINTO, E.; GARCÍA-GUERRERO, M. Contribution to the knowledge of moulting and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Brachyura, Portunidae) in Baja California Sur, Mexico. **Crustaceana**, v. 80, n. 7, p. 769-778, 2007. ISSN 0011216X.

VOGT, G. Ageing and longevity in the Decapoda (Crustacea): A review. **Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology**, v. 251, n. 1, p. 1-25, 3// 2012. ISSN 0044-5231. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044523111000362> >.

WATANABE, T. T.; SANT'ANNA, B. S.; HATTORI, G. Y.; ZARA, F. J. Population biology and distribution of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in an estuary-bay complex of southern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 31, p. 329-336, 2014. ISSN 1984-4670. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-46702014000400004&nrm=iso >.

WEBSTER, S. G. The Effect of Eyestalk Removal, Wounding and Limb Loss Upon Moulting and Proecdysis in the Prawn *Palaemon Elegans* (Rathke). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 65, n. 02, p. 279-292, 1985. ISSN 0025-3154.

WEHRTMANN, I. S.; MENA-CASTANEDA, D. Molt sign description of the Pacific blue crab *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae). **Nauplius**, v. 11, n. 2, p. 135-139, 2003.

WHEATLY, M. G. Calcium homeostasis in crustacea: The evolving role of branchial, renal, digestive and hypodermal epithelia. **Journal of Experimental Zoology**, v. 283, n. 7, p. 620-640, 1999. ISSN 1097-010X. Disponível em:

<[http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-010X\(19990601\)283:7<620::AID-JEZ2>3.0.CO;2-3](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-010X(19990601)283:7<620::AID-JEZ2>3.0.CO;2-3)>.

ZMORA, N.; TRANT, J.; ZOHAR, Y.; CHUNG, J. S. Molt-inhibiting hormone stimulates vitellogenesis at advanced ovarian developmental stages in the female blue crab, *Callinectes sapidus* 1: an ovarian stage dependent involvement. **Saline Systems**, v. 5, p. 7-7, 07/07 03/09/received 07/07/accepted 2009. ISSN 1746-1448. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2715418/>>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito do grande potencial produtivo e comercial que a produção de siri-mole apresenta, ainda há uma série de gargalos que impedem que a cadeia produtiva se estruture e desenvolva. Para que isso venha a ocorrer de maneira efetiva, é fundamental que se aprofundem os estudos científicos e tecnológicos sobre o tema.

No trabalho aqui realizado ficou evidenciado que, entre as diversas opções disponíveis mundialmente, o sistema de cultivo que oferece maior eficiência no processo produtivo de siri-mole em escala comercial é o sistema fechado, com a manutenção dos animais em estruturas individuais.

Esse sistema, por sua vez, implica na necessidade de maiores recursos para investimento, custeio da produção e em mão-de-obra qualificada que os sistemas abertos ou mesmo que os sistemas fechados, mas com a manutenção coletiva de siris em estágio de pré-muda em um mesmo espaço físico.

Porém, esse sistema individual, por si só não resolve os principais problemas envolvidos na atividade como, por exemplo, a necessidade de descarte prévio dos animais que não estiverem em pré-muda.

A utilização de siris em intermuda provenientes do descarte pesqueiro como “matéria-prima” para a produção de siri-mole ainda não é praticável, pois as técnicas de indução de muda (incluindo as aqui testadas), principalmente quando aplicadas a animais de tamanho comercial, apresentam eficácia ainda bastante limitada.

Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento e validação de técnicas de indução mais eficientes e menos estressantes para diminuir as perdas por mortalidade, requisito fundamental para a sustentabilidade ambiental e comercial da produção de siri-mole em cativeiro.

REFERÊNCIAS GERAIS

AIKEN, D. E. Photoperiod, endocrinology and the crustacean molt cycle. **Science**, v. 164, n. 3876, p. 149-55, 1969. ISSN 0036-8075.

ALDRIDGE, J. B.; CAMERON, J. N. CO₂ exchange in the blue crab, *Callinectes sapidus* (Rathbun). **Journal of Experimental Zoology**, v. 207, n. 2, p. 321-328, 1979. ISSN 1097-010X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/jez.1402070215> >.

ALVAREZ, J.; MERUANE, J. Regeneración de extremidades en la jaiba remadora *Ovalipes trimaculatus* (de Han, 1833) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) y su aplicación práctica en acuicultura y pesquería. **revbiolmar Revista de biología marina y oceanografía**, v. 44, n. 2, p. 285-293, 2009. ISSN 0718-1957.

AMADOR DEL ÁNGEL, E. L.; LUGO MORENO, J.; CABRERA-RODRÍGUEZ, P. La quelotomía y la ablación ocular en la obtención de jaiba de concha suave *Callinectes sapidus* Rathbun en condiciones de laboratorio. **Proceedings 41st Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute - Charleston, South Carolina USA**, v. 45, p. 11, 1993.

AMADOR DEL ÁNGEL, E. L.; LUGO MORENO, J.; CABRERA-RODRÍGUEZ, P. La remoción de quelípedos en la obtención de jaiba azul de concha suave *Callinectes sapidus* R. en condiciones de laboratorio. **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 17, n. 2-3, 1996.

ANDERSON, J. A.; ALFORD, A. B. Ghost fishing activity in derelict blue crab traps in Louisiana. **Marine Pollution Bulletin**, v. 79, p. 261-267, 2014. ISSN 0025-326X.

ANDREWS, J. W.; SICK, L. V.; BAPTIST, G. J. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. **Aquaculture**, v. 1, p. 341-347, 1972/05/01 1972. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848672900373> >.

APHA, A. P. H. A. Standard methods for the examination of water and wastewater: 4500-NH₃ Método fenol de determinação de Amônia Total. **American Journal of Public Health**, v. 85, n. 1, p. 127-132, 1995/01/01 1995. ISSN 0090-0036. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2105/AJPH.85.1.127> >. Acesso em: 2016/03/24.

_____. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22. Washington: APHA: 733 p. 2005.

ARY JR., R. D.; BARTELL, C. K.; POIRRIER, M. A. The Effects of Chelotomy on Molting in the Blue Crab, *Callinectes sapidus*. **Journal of Shellfish Research**, v. 6, n. 2, p. 103-108, 1987.

AZRA, M. N.; IKHWANUDDIN, M. Larval culture and rearing techniques of commercially important crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758): Present status and future prospects. **Songklanakarin Journal of Science & Technology**, v. 37, n. 2, p. 135-145, 2015. ISSN 01253395.

BAPTISTA, C.; PINHEIRO, M. A. A.; BLANKENSTEYN, A.; BORZONE, C. A. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 4, 2003-12-01 2003. ISSN 0101-8175.

BLANCH, D. Robotic Soft Shell Crab Harvester. ABC Radio Australia, 2012. Disponível em: <http://www.radioaustralia.net.au/international/radio/onairhighlights/robotic-soft-shell-crab-harvester> >. Acesso em: 15/10/2015.

BOYD, C. E.; LICHTKOPPLER, F. R. **Water quality management in pond fish culture**. Auburn, Ala.: Auburn University, International Center for Aquaculture, 1979.

CAMERON, J. N. Molting in the blue crab. **Scientific American**, Estados Unidos, v. 252, n. 5, 1985. ISSN 0036-8733.

CAMPBELL, A.; HARMAN, G.; DAY, J. **System for harvesting crustaceans**: Google Patents 2006.

CAP LOG GROUP. **Overview of the Maryland comeercial Blue Crab fishery**. June 2012, p.1-32. 2012

CATACUTAN, M. R. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. **Aquaculture**, v. 208, n. 1–2, p. 113-123, 5/31/ 2002. ISSN 0044-8486. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848601007098> >.

CHANG, E. S.; MYKLES, D. L. Review: Regulation of crustacean molting: A review and our perspectives. **General and Comparative Endocrinology**, v. 172, p. 323-330, 7/1/1 July 2011 2011. ISSN 0016-6480.

CHAVES, J. C.; EGGLESTON, D. B. Blue crab mortality in the North Carolina soft-shell industry: Biological and operational effects. **Journal of Shellfish Research**, v. 22, p. 241-250, 2003. ISSN 0730-8000.

CHEN, L. C. Mud crab culture. **Aquaculture in Taiwan Fishing News Books**, p. 7, 1990.

CHENG, J. H.; CHANG, E. S. Ecdysteroid Treatment Delays Ecdysis in the Lobster, *Homarus americanus*. **The Biological Bulletin**, v. 181, n. 1, p. 169-174, 1991. Disponível em: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.2307/1542499> >.

COMPANY, S. SOFT SHELL CRAB FARMING. 2016. Disponível em: < <http://www.theseafoodcompany.com.sg/index.php/component/k2/item/22-soft-shell-crab-farming> >. Acesso em: 28/04.

COSTLOW JR, J. D. The effect of eyestalk extirpation on metamorphosis of megalops of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. **General and Comparative Endocrinology**, v. 3, n. 2, p. 120-130, 4// 1963. ISSN 0016-6480. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016648063900315> >.

DAT, H. D. Description of Mud Crab (*Scylla* spp.) Culture Methods in Vietnam. **ACIAR Proceedings**, n. 78, p. 67-71, 1999. ISSN 10386920.

DE FUR, P. L.; MANGUM, C. P.; MCMAHON, B. R. Cardiovascular and ventilatory changes during ecdysis in the Blue Crab *Callinectes sapidus* RATHBUN. **JCB Journal of Crustacean Biology**, v. 5, n. 2, p. 207-215, 1985. ISSN 0278-0372.

DRACH, P. Mue et cycle d'intermue chez les crustaces decapodes. **Ann Inst Oceanogr Monaco**, v. 19, p. 103 - 391, 1939.

DVORETSKY, A. G.; DVORETSKY, V. G. Does spine removal affect molting process in the king red crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea? **Aquaculture**, v. 326, p. 173–177, 2012. ISSN 0044-8486.

FAO. **Cultured aquatic species information programme - Scylla serrata**. 2015

FERDOUSHI, Z.; XIANG, Z.; HASAN, M. R. Mud crab (*Scylla* sp.) marketing system in Bangladesh. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v. 3, p. 17, 2010.

FERNÁNDEZ, M. Cannibalism in Dungeness crab *Cancer magister*: Effects of predator-prey size ratio, density, and habitat type. **Marine Ecology Progress Series**, v. 182, p. 221-230, 1999. Disponível em: < <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-18544393163&partnerID=40&md5=57d0a9f6a6295126d4336409c62149e8> >.

FIELDER, D. S., MANN, D.L. AND HEASMAN, M.P. . Development of intensive pond farming techniques for the mud crab *Scylla serrata* (Forskål) in Northern Australia. **FIRTA Project Report**, v. 86, n. 9, p. 37, 1988.

FREEMAN, J.; PERRY, H. The crustacean molt cycle and hormonal regulation: its importance in soft shell blue crab production. **Proceedings of the National Symposium on the Soft-Shelled Blue Crab Fishery**, p. 23 - 30, 1985.

FREEMAN, J. A.; KILGUS, G.; LAURENDEAU, D.; PERRY, H. M. Postmolt and intermolt molt cycle stages of *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 61, n. 3–4, p. 201-209, 4/1/ 1987. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848687901499> >.

GAUDÉ, A.; ANDERSON, J. A. Soft shell crab shedding systems. **SRAC Publication**, Stoneville, Miss, v. 4306, p. 6, October 2011 2011a.

_____. Soft shell crab shedding systems. Stoneville, Miss.?, 2011b.

GBIF. Global Biodiversity Information Facility. www.gbif.org, 2016. Disponível em: <
http://www.gbif.org/species/search?q=portunidae&dataset_key=d7dddbf4-2cf0-4f39-9b2a-bb099caae36c&highertaxon_key=4555&rank=SPECIES >. Acesso em: 03/29/2016.

GEOFF, A.; FIELDER, D. **Mud crab aquaculture in Australia and Southeast Asia** Joondoburri Conference Centre, Bribie Island. 2004

GOIMIER, Y.; PASCUAL, C.; SÁNCHEZ, A.; GAXIOLA, G.; SÁNCHEZ, A.; ROSAS, C. Relation between reproductive, physiological, and immunological condition of *Litopenaeus setiferus* pre-adult males fed different dietary protein levels (Crustacea; Penaeidae). **Animal Reproduction Science**, v. 92, n. 1–2, p. 193-208, 3// 2006. ISSN 0378-4320. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037843200500148X> >.

GUILLORY, V.; PREJEAN, P. Blue crab, *Callinectes sapidus*, trap selectivity studies: Mesh size. **Marine Fisheries Review**, v. 59, n. 1, p. 29, 1997. ISSN 00901830.

HARTNOLL, R. G. The occurrence, methods and significance of swimming in the Brachyura. **Animal Behaviour**, v. 19, n. 1, p. 34-50, 2// 1971. ISSN 0003-3472. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000334727180132X> >.

HASAN, A. M. N.; ZAFAR, M. Soft Shell Mud Crab (*Scylla serrata*) Fattening in plastic cages and it's economic importance. Saarbrücken, 2013. ISSN 9783659371059 365937105X. Disponível em: < <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2013040312809> >.

HE, J. Chinese public policy on fisheries subsidies: Reconciling trade, environmental and food security stakes. **Marine Policy**, v. 56, n. 0, p. 106-116, 6// 2015. ISSN 0308-597X. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X15000020> >.

HOCHHEIMER, J. **Water Quality in Soft Crab Shedding**. University of Maryland, Sea Grant Extension Program, 1988. 6.

HOPKINS, P. M. Ecdysteroids and regeneration in the fiddler crab *Uca pugilator*. **Journal of Experimental Zoology**, v. 252, n. 3, p. 293-299, 1989. ISSN 1097-010X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/jez.1402520312> >.

IGARASHI, A. M. Cultivo de siri: perspectivas para o pequeno criador. **Revista Acadêmica : Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, p. 12, 2009.

IKHWANUDDIN, M.; MANSOR, J. H.; BOLONG, A. M. A.; LONG, S. M. Improved hatchery-rearing techniques for juvenile production of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758). **Aquaculture Research**, v. 43, n. 9, p. 1251-1259, 08 / 01 / 2012. ISSN 1355557X 13652109.

JOHNSTON, D.; HARRIS, D.; CAPUTI, N.; THOMSON, A. Decline of a blue swimmer crab (*Portunus pelagicus*) fishery in Western Australia—History, contributing factors and future management strategy. **Fisheries Research**, v. 109, n. 1, p. 119-130, 4// 2011. ISSN 0165-7836. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783611000476> >.

JUANES, F.; SMITH, L. D. Behavioural Ecology of Decapod Crustaceans: An Experimental Approach The ecological consequences of limb damage and loss in decapod crustaceans: a review and prospectus. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 193, n. 1, p. 197-223, 1995/11/29 1995. ISSN 0022-0981. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022098195001182> >.

KEENAN, C. P.; BLACKSHAW, A. Mud Crab Aquaculture and Biology - Proceedings of an international scientific forum held in Darwin, Australia. **ACIAR Proceedings**, v. 78, p. 216, 1997.

KENNEDY, V. S.; CRONIN, L. E. **The Blue Crab: *Callinectes Sapidus***. Maryland Sea Grant College University of Mary, 2007.

LAKSHMI, G. J. **The Effect of ammonia accumulation on blue crab shedding success : final report, March, 1983 through December, 1983**. Ocean Springs, Miss.: Gulf Coast Research Laboratory, 1984.

LAWLOR, F.; FISHER, B.; OESTERLING, M. Model HACCP Program for Soft Shell Blue Crab. **Florida Sea Grant College Program**, p. 22, 1997.

LIAO, Y. Y.; WANG, H. H.; LIN, Z. G. Effect of ammonia and nitrite on vigour, survival rate, moulting rate of the blue swimming crab *Portunus pelagicus* zoea. **Aquaculture International**, v. 19, n. 2, p. 339-350, 04 / 01 / 2011. ISSN 09676120 1573143X.

LINDNER, B. Impacts of Mud Crab Hatchery Technology in Vietnam. **Assessment Series Report**, v. 36, p. 68, 2005.

MALONE, R. F.; BURDEN, D. G. Design of recirculating soft crawfish shedding systems. **Louisiana Sea Grant College Program**, p. 80, 1988.

MALONE, R. F.; CULLEY, D. D. **Method and apparatus for farming softshell aquatic crustaceans**: Google Patents 1988.

MANN, D. L.; ASAKAWA, T.; KELLY, B.; LINDSAY, T.; PATERSON, B. Stocking density and artificial habitat influence stock structure and yield from intensive nursery systems for mud crabs *Scylla serrata* (Forsskål 1775). **Aquaculture Research**, v. 38, n. 14, p. 1580-1587, 2007. ISSN 1355557X.

MANTELATTO, F. L. M.; CHRISTOFOLETTI, R. A. Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): Influence of season, sex, size and molt stage. **Marine Biology**, v. 138, n. 3, p. 585-594, 01 / 01 / 2001. ISSN 00253162.

MANTELATTO, F. L. M.; FRANSOZO, A. Reproductive Biology and Moulting Cycle of the Crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, v. 72, n. 1, p. 63-76, 1999. ISSN 0011216X. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/20106084> >.

MANUFACTURING, A. M. K., 2016. Disponível em: < <http://www.aungmoekhine.com/uncategorized/about-us/> >. Acesso em: 28/04.

MARSHALL, S.; WARBURTON, K.; PATERSON, B.; MANN, D. Cannibalism in juvenile blue-swimmer crabs *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766): effects of body size, moult stage and refuge availability. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 90, n. 1, p. 65-82, 1// 2005. ISSN 0168-1591. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016815910400173X> >.

MAUVIOT, J. C.; CASTELL, J. D. Molt- and Growth-Enhancing Effects of Bilateral Eyestalk Ablation on Juvenile and Adult American Lobsters (*Homarus americanus*). **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 33, n. 9, p. 1922-1929, 1976/09/01 1976. ISSN 0015-296X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1139/f76-245> <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f76-245> >. Acesso em: 2016/05/12.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Pleiade, FAPESP, 1996.

MILSTEIN, A. Polyculture in aquaculture. **Animal Breeding Abstracts**, v. 73, n. 12, p. 26, 2005.

MOLYNEAUX, D. B.; SHIRLEY, T. C. Molting and growth of eyestalk-ablated juvenile red king crabs, *Paralithodes Camtschatica* (crustacea: lithodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 91, n. 2, p. 245-251, 1988/01/01 1988. ISSN 0300-9629. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0300962988904124> >.

MWALUMA, J. **Pen Culture of the Mud Crab Scylla Mangrove System, Kenya**: Western Indian Ocean Marine Science Association (WIOMSA), 2002. 2002.

NOAA, F. "Annual Commercial Landing Statistics.". 2017. Disponível em: < http://www.st.nmfs.noaa.gov/pls/webpls/MF_ANNUAL_LANDINGS.RESULTS >. Acesso em: January 16.

OESTERLING, M. **Marine Aquaculture in the Commonwealth of Virginia**. Virginia Sea Grant's Marine Advisory Program, School of Marine Science, Virginia Institute of Marine Science, 1993. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?id=QSyfigEACAAJ> >.

OESTERLING, M. J. Manual for handling and shedding blue crabs (*Callinectes sapidus*). **Virginia Sea Grant College** Gloucester Point, Va, 1988.

OESTERLING, M. J.; MOORE, N. E. **Characterization of the Virginia soft crab/peeler industry**. Gloucester Point, Va.: Virginia Sea Grant Marine Advisory Program, Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary, 1995.

OGLE, J. T.; PERRY, H. M.; NICHOLSON, L. **Closed recirculating seawater systems for holding intermolt blue crabs : a literature review, systems design and construction**. Ocean Springs, MS: Gulf Coast Research Laboratory, 1982.

PAOLISSO, M. Taste the Traditions: Crabs, Crab Cakes, and the Chesapeake Bay Blue Crab Fishery. **American Anthropologist**, v. 109, n. 4, p. 654-665, 2007. ISSN 1548-1433. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1525/aa.2007.109.4.654> >.

PATERSON, B. D.; MANN, D. L. **Mud Crab Aquaculture**. Queensland Government, 2011. 115-135.

PERRY, H.; GRAHAM, D.; TRIGG, C.; CROCHET, G. Expansion of the Soft Crab Fishery in Mississippi Using Cultured Blue Crabs. **Proceedings of the 63rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, p. 482 - 486, November 1 - 5 2010.

PERRY, H.; TRIGG, C.; LARSEN, K.; FREEMAN, J.; ERICKSON, M.; HENRY, R. Calcium concentration in seawater and exoskeletal calcification in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **Aquaculture**, v. 198, p. 197-208, 1/1/2001 2001. ISSN 0044-8486.

PERRY, H. M.; MALONE, R. F. Proceedings of the National Symposium of the Soft-Shell Blue Crab Fishery. **National Symposium on the Soft-Shell Blue Crab Fishery : [proceedings]**, Baton Rouge, La. , p. 1, 1985 1985.

PERRY, H. M.; OGLE, J. T.; NICHOLSON, L. The fishery for soft crabs with emphasis on the development of a closed recirculating seawater system for holding shedding crabs. **Gulf States Marine Fisheries Commission**, v. 7, p. 137-153, 1982.

PERVAIZ, P. A.; MANOHAR, S.; SIKDAR-BAR, M.; KHAN, H. A.; WANI, A. A. Studies on the Effect of Unilateral Eystalk Ablation in Maturation of Gonads of a Freshwater Prawn *Macrobrachium dayanum*. **World Journal of Zoology**, v. 6, n. 2, p. 159 - 163, 2011.

PRIMAVERA, J. H. **Broodstock of sugpo, (*Penaeus monodon* Fabricius)**. Tigbauan, Iloilo, Philippines: Southeast Asian Fisheries Development Center, 1989. 37 Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10862/62> >.

PRIMAVERA, J. H.; BINAS, J. B.; SAMONTE-TAN, G. P. B.; LEBATA, M. J. J.; ALAVA, V. R.; WALTON, M.; LEVAY, L. Mud crab pen culture: replacement of fish feed requirement and impacts on mangrove community structure. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 8, p. 1211-1220, 2010. ISSN 1365-2109. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02408.x> >.

QUINITIO, E. T.; ESTEPA, F. D. P. Survival and growth of Mud crab, *Scylla serrata*, juveniles subjected to removal or trimming of chelipeds. **Aquaculture**, v. 318, p. 229-234, 1/1/2011 2011. ISSN 0044-8486.

RAO, K. R.; FINGERMAN, S. W.; FINGERMAN, M. Effects of exogenous ecdysones on the molt cycles of fourth and fifth stage american lobsters, *Homarus americanus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 44, n. 4, p. 1105-1120, 1973/04/01 1973. ISSN 0300-9629. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0300962973902491> >.

RAO, R. K.; FINGERMAN, M.; HAYS, C. Comparison of the abilities of α -ecdysone and 20-hydroxyecdysone to induce precocious proecdysis and ecdysis in the fiddler crab, *Uca pugilator*. **Zeitschrift für vergleichende Physiologie**, v. 76, n. 3, p. 270-284, 1972// 1972. ISSN 1432-1351. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF00303233> >.

RATHBUN, R. **The crab, lobster, crayfish, rock lobster, shrimp, and prawn fisheries**. [Washington]: [Government Printing Office], 1887.

ROBERTS, W. A. **The crab industry of Maryland**. Washington: Govt. Print. Off., 1905.

SANTIAGO JR, A. C. Successful spawning of cultured *Penaeus monodon* Fabricius after eyestalk ablation. **Aquaculture**, v. 11, n. 3, p. 185-196, 7// 1977. ISSN 0044-8486. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848677901119> >.

SANTOS, M. J. M. D.; PINHEIRO, M. A. A. Ablação ocular no camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae): efeitos sobre a reprodução, pigmentação epidérmica e atividade alimentar. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17 n. 3, p. 667-680 2000.

SHELLEY, C. Capture-based aquaculture of mud crabs (*Scylla* spp.). **FAO Fisheries Technical Paper (FAO)**, Rome (Italy), 2008. ISSN 978-92-5-106030-8 0429-9345.

SHELLEY, C.; LOVATELLI, A. Mud crab aquaculture. A practical manual. **Fisheries and Aquaculture Technical Paper (FAO)**, Rome (Italy), 2011. ISSN 978-92-5-106990-5 2070-7010.

SKINNER, D. M.; GRAHAM, D. E. Loss of limbs as a stimulus to ecdysis in Brachyura. **The Biological Bulletin**, v. 143, n. 1, p. 222-233, August 1, 1972. Disponível em: < <http://www.biolbull.org/content/143/1/222.abstract> >.

SMITH, L. D. Patterns of limb loss in the blue crab, *Callinectes sapidus* RATHBUN, and the effects of autotomy on growth. **Bulletin of Marine Science**, v. 46, n. 1, p. 23-36, 1990.

SMITH, R. I. Studies on the effects of eyestalk removal upon young Crayfish (*Cambarus clarkii* GIRARD). **The Biological Bulletin**, v. 79, n. 1, p. 145-152, August 1 1940. Disponível em: < <http://www.biolbull.org/content/79/1/145.abstract> >.

SNYDER, M. J. C., ERNEST S. Effects of eyestalk ablation on larval molting rates and morphological development of the american lobster, *Homarus americanus*. **The Biological Bulletin**, v. 170, n. 2, p. 232-243, April 1, 1986. Disponível em: < <http://www.biolbull.org/content/170/2/232.abstract> >.

SOCHASKY, J. B. **Failure to accelerate molting following eyestalk ablation in decapod crustaceans : a review of the literature**. St. Andrews, N.B.: Fisheries Research Board of Canada, Biological Station, 1973.

SONGRAK, A.; BODHISUWAN, W.; THAPANAND-CHAIDEE, T. **Selectivity of traps for blue swimming crab in Trang province**. 2013.

STELLA, V. S.; GRECO, L. S. L.; RODRÍGUEZ, E. M. Effects of Eyestalk Ablation at Different Times of the Year on Molting and Reproduction of the Estuarine Grapsid Crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Brachyura). **Journal of Crustacean Biology**, v. 20, n. 2, p. 239-244, 2000. ISSN 02780372. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/1549340> >.

TAGATZ, M. E. Biology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. **Fishery Bulletin**, v. 67, n. 1, p. 16, 1968.

TAYLOR, J. R. A.; KIER, W. M. Switching skeletons: Hydrostatic support in molting crabs. **Science**, v. 301, n. 5630, p. 209-210, 07 / 11 / 2003. ISSN 00368075.

TECHA, S.; CHUNG, J. S. Ecdysteroids regulate the levels of Molt-Inhibiting Hormone (MIH) expression in the blue crab, *Callinectes sapidus*. **PLoS One**, v.

10, n. 4, p. e0117278, 2015. ISSN 1932-6203 (Electronic) 1932-6203 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25849453> >.

TOBIAS-QUINITIO, E. J.; LIBUNAO, G. X. S.; PARADO-ESTEPA, F. D.; CALPE, A. T. **Soft-shell crab production using hatchery-reared mud crab**. Southeast Asian Fisheries Development (SEAFDEC), 2015. 25.

TRINO, A. T.; MILLAMENA, O. M.; KEENAN, C. P. Pond Culture of the Mud Crab *Scylla serrata* (Forsk.) Fed Formulated Diet With or Without Vitamin and Mineral Supplements. **Asian Fisheries Science**, v. 14, p. 191-200, 2001. ISSN 0116-6514.

TUDESCO, C. C.; FERNANDES, L. P.; BENEDITTO, A. P. M. D. Population structure of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Brachyura: Portunidae) bycatch in shrimp fishery in northern Rio de Janeiro state, Brazil **Biota Neotropica**, Campinas, n. 1, p. 93, 2012. ISSN 1676-0603.

UAWISETWATHANA, U.; LEELATANAWIT, R.; KLANCHUI, A.; PROMMOON, J.; KLINBUNGA, S.; KAROONUTHAISIRI, N. Insights into Eystalk Ablation Mechanism to Induce Ovarian Maturation in the Black Tiger Shrimp. **PLoS ONE**, v. 6, n. 9, p. e24427, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0024427> >.

VEGA-VILLASANTE, F.; CORTÉS-JACINTO, E.; GARCÍA-GUERRERO, M. Contribution to the knowledge of moulting and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Brachyura, Portunidae) in Baja California Sur, Mexico. **Crustaceana**, v. 80, n. 7, p. 769-778, 2007. ISSN 0011216X.

VEGA-VILLASANTE, F.; CORTÉS JACINTO, E.; REYES JUÁREZ, A.; CUPUL MAGAÑA, F. G. **Manual técnico para la producción de jaiba suave en el pacífico mexicano**. México: Universidad de Guadalajara, 2006. ISBN 9702709911 9789702709916.

VOGT, G. Ageing and longevity in the Decapoda (Crustacea): A review. **Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology**, v. 251, n. 1, p. 1-25, 3// 2012. ISSN 0044-5231. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044523111000362> >.

WATANABE, T. T.; SANT'ANNA, B. S.; HATTORI, G. Y.; ZARA, F. J. Population biology and distribution of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in an estuary-bay complex of southern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 31, p. 329-336, 2014. ISSN 1984-4670. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-46702014000400004&nrm=iso >.

WEBSTER, S. G. The Effect of Eystalk Removal, Wounding and Limb Loss Upon Moulting and Proecdysis in the Prawn *Palaemon elegans* (Rathke). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 65, n. 02, p. 279-292, 1985. ISSN 0025-3154.

WEHRTMANN, I. S.; MENA-CASTANEDA, D. Molt sign description of the Pacific blue crab *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae). **Nauplius**, v. 11, n. 2, p. 135-139, 2003.

WHEATLY, M. G. Calcium homeostasis in crustacea: The evolving role of branchial, renal, digestive and hypodermal epithelia. **Journal of Experimental Zoology**, v. 283, n. 7, p. 620-640, 1999. ISSN 1097-010X. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-010X\(19990601\)283:7<620::AID-JEZ2>3.0.CO;2-3](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-010X(19990601)283:7<620::AID-JEZ2>3.0.CO;2-3) >.

YALIN, S.; QINGSHENG, L. Present Status of Mangrove Crab (*Scylla serrata* (Forsk.) Culture in China. **NAGA, The ICLARM Quarterly**, v. 17, n. 1, p. 2, 1994.

ZHONGKEHAI. [Crab House] soft shell crab dimensional culture water system. 2016. Disponível em: < <http://www.zhongkehai.net/productenenen/productenenen85.html> >. Acesso em: 28/04.

ZMORA, N.; TRANT, J.; ZOHAR, Y.; CHUNG, J. S. Molt-inhibiting hormone stimulates vitellogenesis at advanced ovarian developmental stages in the female blue crab, *Callinectes sapidus* 1: an ovarian stage dependent involvement. **Saline Systems**, v. 5, p. 7-7, 07/07 03/09/received 07/07/accepted 2009. ISSN 1746-1448. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2715418/> >.

ZMORA, O.; FINDIESEN, A.; STUBBLEFIELD, J.; FRENKEL, V.; ZOHAR, Y. Large-scale juvenile production of the blue crab *Callinectes sapidus*. **Aquaculture Aquaculture**, v. 244, n. 1-4, p. 129-139, 2005. ISSN 0044-8486.

ZOHAR, Y.; HINES, A. H.; ZMORA, O.; JOHNSON, E. G.; LIPCIUS, R. N.; SEITZ, R. D.; EGGLESTON, D. B.; PLACE, A. R.; SCHOTT, E. J.; STUBBLEFIELD, J. D.; CHUNG, J. S. The Chesapeake Bay Blue Crab (*Callinectes sapidus*): A Multidisciplinary Approach to Responsible Stock Replenishment. **Reviews in Fisheries Science**, v. 16, n. 1-3, p. 24-34, 2008. ISSN 10641262.