

Lagosta espinhosa: situação atual, obstáculos e oportunidade para o cultivo

Aquicultura, filosoma, juvenil, gaiola.

Marco Antonio Igarashi

PhD pela Universidade de Kitasato, Japão. E-mail: igarashi@ufc.br.

RESUMO

Este artigo analisa a situação atual do cultivo da lagosta espinhosa e identifica as principais restrições técnicas para um maior desenvolvimento. As lagostas espinhosas são frutos do mar de alto valor com mercados de exportação bem estabelecidos em todo o mundo e formam importantes produtos da pesca em muitos países. A pesca da lagosta no Brasil é uma atividade de grande importância social e econômica. A aquicultura é a opção para aumentar a produção. O cultivo de filosomas de lagostas palinurídeos tem sido estudado ao longo dos anos. Tem havido um interesse considerável no desenvolvimento de tecnologias de cultivo para a lagosta espinhosa. As lagostas espinhosas possuem diversas características que as tornam atrativas para cultivo comercial, algumas espécies de lagostas alcançam preços muito elevados no mercado interno e externo. A produção aquícola de lagostas espinhosas tropicais é baseada em pueruli/juvenis capturados na natureza e depende fortemente de frutos do mar capturados na natureza como a principal fonte de alimento para as lagostas que estão sendo engordadas. No Vietnã, *Panulirus ornatus* (ornate spiny lobster) é a espécie cultivada (engorda) mais importante. No entanto, o maior obstáculo para o sucesso do cultivo das lagostas espinhosas é o longo e complexo período de desenvolvimento larval.

Palavras-chave: aquicultura, filosoma, juvenil, gaiola.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 21, Nº 01, jan/fev de 2024

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

SPINY LOBSTER: CURRENT SITUATION, OBSTACLES AND OPPORTUNITY FOR CULTURE ABSTRACT

This paper reviews the current status of spiny lobster culture and identifies major technical constraints to further development. Spiny lobsters are high valued seafood with well established export markets around the world and form important fisheries in many countries. The fishing of lobsters in Brazil is an activity of high social and economic importance. Aquaculture is the option to increase production. Phyllosoma cultures of palinurid lobsters have been studied over the years. There has been considerable interest in developing culture technologies for the spiny lobster. The spiny lobsters have several characteristics that make them attractive for commercial cultivation, some species of spiny lobsters fetch very high price in the domestic and export market. Aquaculture production of tropical spiny lobsters is based on wild-caught pueruli/juveniles and relies heavily on wild-caught seafood as the major source of nutrition. In Vietnam, *Panulirus ornatus* (ornate spiny lobster) is the most important cultured species. However, the major obstacle to the successful culture of the spiny lobsters is the long and complex larval development period.

Keyword: aquaculture, phyllosoma, juvenile, cage.

INTRODUÇÃO

As lagostas espinhosas (família Palinuridae) estão entre as espécies de frutos do mar mais valiosas do mundo (ARUMUGAMA et al., 2020), impulsionadas pela forte demanda e oferta global limitada (NANKERVIS; JONES, 2022). A sua sobrepesca tornou-se um problema sério (MA et al. (2021).

Ma et al. (2021) relataram que entre 2017 e 2019, os volumes de importação e exportação de lagostas em várias grandes economias foram geralmente estáveis, mas as flutuações de preço por unidade foram dramáticas, indicando a instabilidade de seus recursos pesqueiros (FAO, 2019). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2017) os desembarques globais de espécies de lagosta espinhosa foram cerca de 73.000 toneladas e, em 2019 alcançou 70.000 toneladas (FAO, 2020). A demanda por consumo de lagosta continua a aumentar de ano para ano (AMALI; SARI, 2020).

Portanto, a lagosta constitui um recurso marinho de grande importância econômica para muitos países, inclusive o Brasil, motivo pelo qual o interesse pelo seu cultivo tem aumentado. A maior parte da produção mundial tem origem na captura na natureza com uma quantidade menor proveniente de sementes (pós-larvas) capturada na natureza e em seguida engordada em cativeiro (OOI et al., 2023).

Arumugama et al. (2020) relataram que a introdução do comércio de lagostas vivas aliadas à demanda por lagostas de pequeno porte (150 - 350 g) trouxeram o cultivo da lagosta espinhosa para o centro das atenções (VIJAYANAND et al., 2007). A tendência de cultivar lagosta remonta a mais de 100 anos atrás (MIRZAEI; AJDARI, 2021). O desenvolvimento da aquicultura da lagosta espinhosa é de especial interesse porque a demanda do mercado continua a aumentar, enquanto a produção da pesca permanece estática e com pouca probabilidade de qualquer aumento (JONES et al., 2019).

O principal problema no cultivo comercial da lagosta é a dificuldade no estágio de crescimento larval, embora estudos extensos tenham sido conduzidos recentemente e algum progresso tenha sido feito .

(MIRZAEI; AJDARI, 2021). Devido ao longo estágio planctônico das lagostas espinhosas (6 a 12 meses) (MA et al., 2021) e complexo vida larval, a lagosta espinhosa não atraiu a atenção dos aquicultores para aumentar a sua produção através da aquicultura (ARUMUGAMA et al., 2020).

A lagosta *Panulirus ornatus* é um dos frutos do mar de maior valor comercializado no mundo (AMIN et al., 2022a). Assim, a lagosta *P. ornatus* tem sido uma das principais espécies cultivadas em gaiolas em vários países do Indo-Pacífico Ocidental, incluindo a Indonésia (NGUYEN et al., 2022; AMIN et al., 2022a). Mai e Tran (2022) relataram que o cultivo tradicional de lagostas em gaiolas no mar se desenvolveu há três décadas e se tornou uma atividade importante no Vietnã, sendo a única indústria de aquicultura de lagostas (engorda) estabelecida e significativa no mundo (MAI et al., 2016) onde a engorda de lagostas está totalmente desenvolvida (JONES et al., 2019).

A indústria vietnamita é baseada em um suprimento natural de lagostas com sementes, já que o suprimento oriundo de laboratórios de produção de pós-larvas (cultivo de filosomas) ainda não está disponível devido às difíceis demandas técnicas de criação de larvas de lagostas espinhosas em cativeiro (JONES et al., 2019). Portanto Ma et al. (2021) relataram que atualmente, a aquicultura comercial de lagostas espinhosas envolve principalmente o uso de pueruli e juvenis capturados na natureza (GOLDSTEIN et al., 2019; GARCÍA-ECHAURI et al., 2020). Os pueruli da lagosta espinhosa são comumente referidos como sementes (PRIYAMBODO et al., 2020).

Thesiana et al. (2023) relataram que a produção da lagosta cultivada (engorda) na Indonésia caiu de 914 toneladas em 2013 para apenas 206 toneladas em 2020; por outro lado, o Vietnã, como o maior produtor de lagosta em cativeiro, produziu entre 2.273 e 3.500 toneladas (PHU et al., 2022).

No que tange ao Brasil, a região nordeste do Brasil é a principal produtora (captura) de lagosta espinhosa, cuja produção majoritária cabe ao Estado do Ceará. Alencar et al. (2020) relataram que no Brasil em 2019, as exportações de caudas congeladas foram

predominantes, com 4.625 t. (76,40%) e 64,2 milhões de dólares (69,47%). De acordo com os mesmos autores as lagostas inteiras congeladas aparecem como o segundo produto mais exportado, com 1.273 t. (21,04%) e 24,6 milhões de dólares (26,59%). Tavares (2021) nos estudos realizados em 2020 relatou que existem 2.900 embarcações e 15.000 pescadores envolvidos diretamente na cadeia produtiva da lagosta. Kinas et al. (2020) relataram que a lagosta-vermelha (*P. argus*) é a espécie mais importante das capturas (70% a 80%), com a lagosta-verde (*P. laeviscauda*) também tendo representatividade significativa (15 % a 20 %).

No Brasil as capturas da lagosta vermelha (*P. argus*) e da verde (*P. laeviscauda*), se fazem principalmente com o covó, também denominado manzuá. Mas, independentemente da forma como é capturada, a possibilidade de ampliação das atividades ligadas à pesca da lagosta é finita, devido às limitações bioecológicas naturais existentes. Em face dessa inevitabilidade, perspectivas estão se vislumbrando na aquicultura.

Normalmente, a lagosta capturada no Brasil, desembarcada na forma de cauda congelada, ou conservada em gelo, demonstra características de frescor aquém do produto similar australiano ou neozelandês, procedente de lagostas desembarcadas vivas, o que se reflete na melhor cotação destas últimas.

Alencar et al. (2021) relataram que mais de 50 anos atrás, o Brasil começou a regulamentar a pesca de lagostas espinhosas (MADRID; IZQUIERDO, 2013). De acordo com os mesmos autores na década de 1960, a pesca da lagosta adquiriu proporções industriais, levando a uma queda na produção ao longo das duas décadas seguintes e a pesca artesanal para exportação foi incentivado pelo governo brasileiro e a indústria pesqueira em várias regiões costeiras (DIAS-NETO, 2008). Alencar et al. (2021) relataram historicamente as pesquisas sobre a criação de lagostas no Brasil (IGARASHI et al., 2000; IGARASHI, 2007) e esses estudos contribuíram com informações importantes para a regulamentação da pesca da lagosta. Embora várias pesquisas já foram realizadas sobre o assunto

(IGARASHI, 1996; IGARASHI; KOBAYASHI, 1997; IGARASHI; MAGALHÃES NETO, 1999; IGARASHI, 2000; IGARASHI et al., 2000; IGARASHI et al., 2002).

O acasalamento e a desova de lagostas têm sido realizados em cativeiro no Brasil. Na Universidade Federal do Ceará, a equipe comandada por Igarashi conseguiu, em 1995, provavelmente pela primeira vez, o acasalamento da lagosta verde, *P. laeviscauda*, em laboratório, contribuindo para o conhecimento da biologia da referida espécie. No entanto os pesquisadores têm tido dificuldade em cultivar a larva filosoma. Portanto, é necessário desenvolver esforços na aquicultura para atender a demanda por lagosta (AMALI; SARI, 2020). O maior impedimento para a lagosta na aquicultura é uma falta de compreensão sobre dietas e técnicas de criação (AMIN et al., 2022a; AMIN et al., 2022b).

Por muitos anos as lagostas espinhosas foram consideradas impróprias para o cultivo, por causa do seu longo e complexo período larval. No entanto, os pesquisadores continuam investigando o potencial de várias espécies para o cultivo em cativeiro, e gradualmente vem sendo elucidado os detalhes pertinentes ao seu ciclo vital, comportamento, dinâmica populacional, ecologia e fisiologia.

Desenvolvimento

Ciclo de vida

Os palinúrídeos possuem cinco grandes fases dentro do seu ciclo de vida: ovo, filosoma (estágios larvais), puerulus, juvenil e adultos.

As fêmeas acasalam após a ecdise ou muda do exoesqueleto, e os óvulos são liberados após a cópula. A fêmea de *P. ornatus* pode produzir até um milhão de ovos em um único evento de desova (MUSBIR et al., 2018 citado por LEWIS et al., 2022). Uma vez desovados e fertilizados, os ovos são transportados no abdômen da fêmea presos aos pleópodos, onde sofrem embriogênese com duração de 3 a 5 semanas, com duração dependente da temperatura ambiente da água (SACHLIKIDIS et al., 2010 citado por LEWIS et al., 2022), sendo que em temperaturas mais elevadas o tempo de incubação pode diminuir. Lewis et al. (2022) relataram que a 20°C, o período de incubação da lagosta espinhosa

Sagmariasus verreauxi, foi de aproximadamente 55 dias (MOSS et al., 2004) e em *P. ornatus*, a embriogênese durou 36 dias quando mantida a 24°C e reduzida para 22 dias a 30°C (SACHLIKIDIS et al., 2010), confirmada por Liang e He (2012).

Na natureza acredita-se que a liberação das larvas ocorre primariamente em águas profundas. Quanto à desova da *P. argus* e *P. laevicauda* pode ocorrer durante o ano inteiro.

Quando os ovos eclodem, as pequenas larvas emergem para crescer em alto mar. As larvas de lagostas são conhecidas como filosoma. As larvas filosomas possuem o corpo plano e parecido com folha, o qual pode alcançar cerca de 1,5 a 2 mm e chegam ao instar final, com aproximadamente 30 mm de comprimento (KITAKA, 2000).

As larvas filosomas habitam o oceano, onde dependendo da espécie o número de estágios pode variar. A fase larval de *P. argus* compreende 10 estágios de filosoma, com uma duração estimada de 5 a 9 meses (GOLDSTEIN et al., 2008). Porém o período de filosoma pode variar com a espécie.

As larvas filosomas completam a fase larval e, metamorfoseiam-se em um estágio transicional conhecido por puerulus. Em toda a muda durante a metamorfose leva cerca de 10 minutos em média (MURAKAMI et al., 2007). Com base neste critério, várias espécies de palinurídeos metamorfosearam-se em águas oceânicas além da “shelf break” (quebra da plataforma) (PHILLIPS; McWILLIAM, 2009).

O puerulus da espécie de *P. argus* é bastante pequeno (~ 6 mm de comprimento da carapaça [CL] em média) (MARTÍNEZ-CALDERÓN et al., 2018). O puerulus persiste no plâncton, nadando em direção ao litoral, presumivelmente respondendo a dicas para direcioná-lo para um habitat de assentamento adequado (PHILLIPS et al., 2013). Portanto, o puerulus desloca-se para o litoral, refugiando-se isoladamente, em locais rasos, áreas de recifes, substratos de algas, etc. Eles tendem a se tornar mais gregários com o crescimento e começam a se reunir em locais, formações rochosas, etc., onde os juvenis permanecem por vários meses antes de mi-

grar para os habitats de lagosta considerados subadultas/adultas (recifes de coral) (BRIONES-FOURZÁN et al., 2021). O puerulus na fase inicial é quase que transparente e morfologicamente é semelhante ao juvenil. Priyambodo et al. (2020) relataram que o puerulus não se alimenta e o período de puerulus pode ser de cerca de 2 a 3 semanas. Por seu turno, os juvenis de mais idade migram sempre destas áreas, denominadas berçários, para locais mais profundos.

Filosomas

O presente status do cultivo de larvas de lagostas espinhosas é similar àquele alcançado com larvas de camarões há aproximadamente 80 anos, quando pós-larvas foram cultivadas pela primeira vez.

Basicamente, as pesquisas acerca do cultivo de camarões Peneídeos foram realizadas entre 1934 e 1960, sendo as respectivas técnicas de produção em larga escala desenvolvidas no período de 1961 a 1980 (LIAO, 1988).

Ma et al. (2021) relataram que desenvolver a tecnologia de cultivo de lagostas espinhosas é uma preocupação crescente. Foi somente no biênio 1986/87 que Jiro Kittaka (Figura 1) completou pela primeira vez o ciclo larval de lagostas espinhosas. Jiro Kittaka alcançou o estágio puerulus de *Jasus lalandii*, a lagosta sul-africana, através do cultivo de seus estágios larvais no Japão. Neste experimento, o citado pesquisador utilizou como alimento, uma combinação de artêmia (pequeno crustáceo) com o mexilhão *Mytilus edulis* (molusco bivalve) e, para controlar a qualidade da água, a microalga *Nannochloropsis*. A taxa de sobrevivência durante a fase larval inicial foi pequena nestes experimentos, o que se atribui principalmente a qualidade inferior da água. A dificuldade em manter uma ótima qualidade da água e devido aos requisitos nutricionais desconhecidos, a taxa de sobrevivência das larvas filosomas é extremamente baixa (MATSUDA; YAMAKAWA, 2000; MATSUDA; TAKENOUCI, 2005; SEKIGUCHI; INOUE, 2010; SMITH et al., 2000).

FIGURA 1. Marco Antonio Igarashi (centro) e Jiro Kittaka (esquerda) no Japão



Fonte: Arquivo pessoal.

Historicamente Kittaka liderando as pesquisas com lagostas, completou o ciclo larval de seis (KITAKA, 1988; KITAKA et al., 1988; KITAKA; Ikegami, 1988; KITAKA; Kimura, 1989; Yamana et al., 1989) das aproximadamente trinta espécies, dos gêneros *Panulirus*, *Palinurus* e *Jasus* explorados industrialmente na pesca. Nesse contexto entre as espécies que Kittaka e sua equipe completaram o ciclo larval destaca-se a lagosta *S. verreauxi* (Figura 2) (KITAKA et al., 1997) é a maior lagosta espinhosa do mundo, podendo chegar a 20 kg e 70 cm de comprimento total (HOLTHUIS, 1991; JEFFS et al., 2013).

FIGURA 2. Lagosta *Sagmarriasus verreauxi* no laboratório de Kittaka no Japão

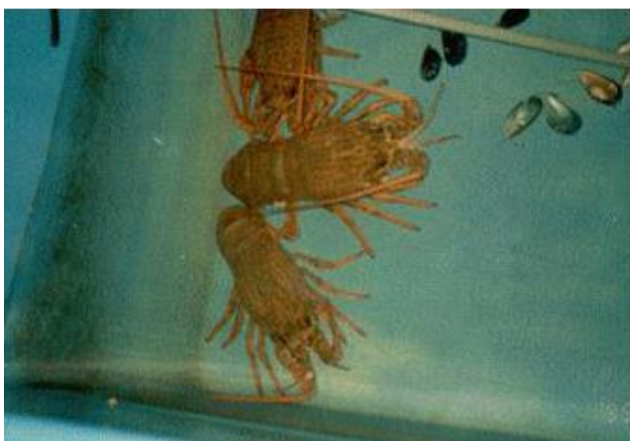
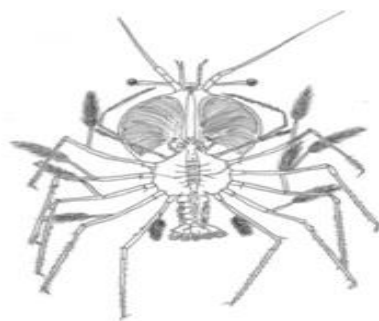


Foto: Arquivo pessoal.

Ao dar continuidade nas pesquisas Jiro Kittaka e sua equipe (IGAARASHI et al., 1990; IGARASHI et al., 1991; SHIODDA et al., 1997; IGARASHI; KITAKA, 2000) no laboratório de cultivo de filosomas (Figura 3) obtiveram pela primeira vez, uma sobrevivência de aproximadamente de 10% no cultivo desde o ovo até a fase de puerulus da espécie *S. verreauxi*.

De acordo com os experimentos realizados por Kittaka, o período larval no cativeiro pode ser de 65 a 391 dias (KITAKA, 2000), podendo variar com a espécie. Fletcher (2022) relatou que os juvenis foram produzidos após 2 a 3 meses de período de cultivo de filosoma de *P. elephas*, ao contrário do ciclo larval de 7 a 9 meses na natureza.

FIGURA 3. Larva filosoma de lagosta



Fonte: adaptado de KITAKA et al., 1997.

O sucesso no cultivo de larva filosomas em laboratório (Figura 4) representa uma grande conquista no cultivo de lagostas espinhosas. Porém, para se estabelecer o cultivo comercial, muitos problemas reclamam soluções. No laboratório de Kittaka, o cultivo de filosoma a nível experimental, foi realizado de modo a evitar a possibilidade de contaminação da água de cultivo, os filosomas mortos e os resíduos alimentares foram removidos diariamente. Evidente que tais procedimentos são inapropriados para cultivos comerciais. O controle qualitativo da água deveria depender da atuação de organismos depuradores, a exemplo de microalgas e bactérias.

FIGURA 4. Tanque de cultivo de filosomas



Fonte: Arquivo pessoal.

Embora a alimentação das larvas ainda não esteja satisfatoriamente definida, o desenvolvimento destas tem sido alcançado ministrando-se mexilhões. No entanto, devido à variação sazonal na disponibilidade de tais moluscos, a elaboração de uma ração será de grande valia para o estabelecimento do cultivo de lagostas espinhosas em escala comercial. Para o cultivo de larvas de lagosta, é necessário, condições controláveis da desova, desenvolvimento de técnicas simplificadas, desenvolvimento das larvas a altas densidades populacionais e resistência a doenças.

O comprimento do corpo no estágio final de filosoma e de puerulus de *P. argus* (Figura 5) variou de 25,60 - 28,20 mm (média = 27,00 mm) e 16,40 - 17,50 mm comprimento do corpo (BL) (média = 17,00 mm), respectivamente (GOLDSTEIN et al., 2006).

FIGURA 5. Puerulus de *P. argus*



Fonte: Arquivo pessoal

O puerulus de *P. argus* muda para o primeiro ínstar bentônico em sete a dez dias no verão (>29 °C), e quatorze a vinte e oito dias, no inverno (< 20 °C; FIELD; BUTLER, 1994). Uma característica comum de todas as espécies de lagostas espinhosas como *P. elephas* é que o estágio puerulus não se alimenta devido as reservas adequadas de nutrientes armazenadas durante o período anterior de alimentação da larva filosoma (FLETCHER, 2022).

Dessa forma, a criação de um grande contingente de pós-larvas (Figura 6) permitirá o repovoamento de áreas onde às capturas de exemplares adultos tenha se reduzido a níveis próximos da extinção, de forma

a sustentar ou dilatar a produção do recurso marinho em foco.

FIGURA 6. Laboratório de cultivo de filosomas no Japão



Fonte: Arquivo pessoal.

Engorda de lagostas

No Instituto de Estudos Marinhos e Antárticos (IMAS) na Austrália, a pesquisa com lagosta espinhosa *P. ornatus* demonstrou que esta espécie pode engordar até 1 kg em 20 meses de cultivo desde pós-larva (KENWAY et al., 2009) e as lagostas espinhosas *P. homarus* de 13 gramas têm um período de crescimento de cerca de 8 a 10 meses para atingir 120 gramas (PETERSEN et al., 2013). A taxa de conversão alimentar de lagosta (FCR) também é alto, chegando a 1: 15 a 25 (THESIANA et al., 2023). No Brasil Igarashi e equipe realizaram pesquisas sobre a engorda de lagostas espinhosas em laboratório (IGARASHI, 1996; IGARASHI; KOBAYASHI, 1997; IGARASHI; MAGALHÃES NETO, 1999; IGARASHI, 2000; IGARASHI et al., 2000; IGARASHI et al., 2002). Um exemplar de lagosta vermelha (*P. argus*) foi cultivado da fase de puerulus (fase intermediária entre a larva e o juvenil) até o tamanho comercial. Atingindo o peso de 365 g em 810 dias de cultivo. Com o avanço das pesquisas, existem expectativas de se obter lagostas no tamanho comercial com 2 a 3 anos de engorda.

Diniz et al. (2005) em uma pesquisa relataram que, apresenta evidências de que as lagostas capturadas próximo à linha do Equador e as lagostas que ocorrem a aproximadamente 20°S podem se constituir de diferentes linhagens; nessa pesquisa foi utilizada uma amostra muito pequena e os resultados devem ser considerados com precaução (ARAGÃO; CINTRA, 2018) e com relação ao estoque

de lagostas do Caribe, existem, comprovações de que são grupos diferentes, compostos por duas subespécies: *P. argus argus* no Caribe; e *P. argus westonii* no Brasil (SARVER et al., 2000 citado por ARAGÃO; CINTRA, 2018). A lagosta vermelha do Brasil foi reclassificada (KINAS et al., 2000) taxonomicamente como *P. meripurpuratus* com ocorrência restrita à costa brasileira por Giraldes e Smyth (2016).

Tudo leva a crer que várias espécies de lagostas podem ser cultivadas até o tamanho comercial de 200 g, em 2 anos, e de 300 g, em 3 anos (BOOTH; KITAKA, 1994), ao passo que na natureza os crustáceos podem demandar um período de 3 a 4 anos para atingir o tamanho comercial.

A produção de lagostas em gaiolas no mar é o método de cultivo preferido, especialmente nos países do Sudeste Asiático, devido ao seu baixo custo e à sua eficácia como sistema de engorda de lagostas juvenis (TUZAN, 2018). A produção aquícola de lagostas tropicais é baseada em pueruli/juvenis capturados na natureza para propósitos comerciais (LEE; WICKINS, 1992), principalmente *P. ornatus* e *P. homarus*, no Vietnã e Indonésia produzidos no mar perto da costa cultivado em gaiola, mas o ideal seria cultivar a lagosta espinhosa desde a fase de ovo. Jones et al. (2019) relataram que o início da engorda consiste em criar as sementes (puerulus e juvenis pequenos) em pequenas gaiolas suspensas ou submersas, com uma dieta de frutos do mar frescos – caranguejos, moluscos e peixes. Segundo os mesmos autores são produzidas lagostas juvenis que, por sua vez, são vendidas aos criadores de lagostas que as estocam em gaiolas flutuantes maiores, suspensas em estruturas flutuantes simples. Nesses sistemas de gaiolas, um juvenil de 5 cm leva de 18 a 24 meses para atingir 1 kg de peso na despesca (WRL, 2022). O crescimento contínuo de pueruli capturado na natureza é uma prática estabelecida no Vietnã (JONES et al., 2019).

Para realizar o cultivo a partir de pueruli ou juvenis, capturado no mar, devem ser observados os seguintes fatores:

- O impacto da captura de pueruli ou juvenis sobre a pesca;
- A necessidade de formulação de dietas artificiais econômicas;
- Uma metodologia eficiente para o cultivo comercial de lagostas espinhosas.

Ooi et al. (2023) relataram que as lagostas espinhosas juvenis do gênero *Panulirus* na natureza consome crustáceos, moluscos, peixes e outros animais e algas (BRIONES-FOURZÁN et al., 2003; BRUHNm et al., 2007). Arumugama et al. (2020) relataram que as lagostas espinhosas consomem uma ampla gama de organismos marinhos, incluindo invertebrados com movimentos bentônicos lentos como moluscos, equinodermos, vermes poliquetas e crustáceos, bem como quantidades ocasionais de possivelmente incidental de macroalgas (FIELDER, 1965). Nankervis e Jones (2022) relataram que a criação de lagostas depende fortemente de frutos do mar da natureza como a principal fonte de nutrição. Comercialmente, as lagostas espinhosas geralmente são alimentadas com peixe fresco, crustáceos e moluscos, embora às vezes a inconsistência na qualidade desses alimentos leve a taxa de crescimento e sobrevivência reduzida (SLAMET et al., 2020). Com a comercialização e produção aquícola de *P. ornatus* surge a necessidade do desenvolvimento de uma ração industrializada reduzindo a dependência de alimentos frescos e a introdução de patógenos e doenças (OOI et al., 2023).

Slamet et al. (2020) relataram que assim, o desenvolvimento de dietas formuladas é um dos problemas na aquicultura bem-sucedida de lagostas espinhosas em termos de lucratividade e sustentabilidade. De acordo com os mesmos autores os alimentos naturais provaram promover um crescimento maior do que as dietas com pellets para lagostas espinhosas (CREAR et al., 2000; CREAR et al., 2002; SMITH et al., 2003; THOMAS et al., 2003). Nankervis e Jones (2022) relataram que pouco se sabe sobre as diferenças nas exigências de nutrientes em relação à idade ou tamanho da lagosta. De acordo com os mesmos autores o crescimento de *P. ornatus* parece aumentar linearmente com o aumento da proteína digestível na

na ração, pelo menos para ração contendo até 56 por cento de proteína digestível (61 por cento de proteína bruta).

A seguir a Figura 7 demonstra o ciclo de produção da lagosta *P. homarus*.

FIGURA 7. Ciclo de produção da *Panulirus homarus*



Fonte: Adaptado de FAO, 2012.

Estudos demonstram que os juvenis têm, relativamente, uma ampla tolerância ao ambiente; suas necessidades nutritivas e o seu crescimento tornam-nos apropriados para o cultivo; podem ser mantidos com êxito em sistemas convencionais de cultivo, a um custo mais módico; adaptam-se bem às condições artificiais e aos alimentares; se cultivados em temperaturas elevadas sua taxa de crescimento pode ser incrementada marcadamente, quando comparada com a dos juvenis em condições naturais.

Há mercado para todas as lagostas espinhosas capturadas. A duração do suprimento e a competição entre os países estão mudando com a moderna tecnologia em operação. Vale ressaltar que tais circunstâncias estão afetando a população de lagostas espinhosas e, conseqüentemente, o valioso mercado respectivo, a integração de toda a pesca e o processamento estão tornando necessário melhorar a competição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Completar o ciclo larval em cativeiro de lagostas palinurídeos em quantidades comercialmente relevantes representa atualmente um dos mais difíceis desafios enfrentados pela aquicultura moderna. Mais pesquisas sobre a biologia de determinadas espécies são necessárias. A duração e a complexidade do ciclo de vida larval agravam o problema, constituindo o principal gargalo para o sucesso da aquicultura. O desenvolvimento de pesquisa da nutrição poderá fornecer os avanços necessários para tornar realidade a criação de lagostas espinhosas em cativeiro. Atualmente não existe uma ração comercialmente formulada para seu cultivo. É necessário formular uma ração barata e eficiente no desenvolvimento das lagostas espinhosas. No entanto, tem havido uma grande quantidade de pesquisas realizadas para elucidar muitas das incógnitas sobre as necessidades nutricionais das larvas. Deve-se tornar o cultivo da larva de lagosta espinhosa um processo simples. Neste ponto, informações técnico-científicas existentes no Brasil são suficientes para iniciar um projeto piloto, embora o mais importante atualmente seja o suprimento necessário de pueruli e juvenis recentes para o cultivo (engorda) comercial.

Todavia, observando-se os resultados obtidos em pesquisas realizadas recentemente, várias espécies apresentam perspectivas para o cultivo comercial, e progressos estão sendo feitos, na área biológica.

Os maiores problemas enfrentados para se levar a bom termo os projetos de cultivo e pesquisa de lagostas espinhosas não só no Brasil como em vários países, podem ser o longo período para o retorno do investimento, e a lucratibilidade modesta, devido ao dilatado período que o cultivo exige. Os procedimentos de técnicas de produção em larga escala e o intercâmbio de compra e venda deve ser efetuada de uma forma simples e direta para confirmar a viabilidade comercial da engorda de juvenis de lagostas espinhosas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Professor Dr. Jiro Kittaka (in memoriam) da Universidade de Ciências de Tóquio, Japão, pelas informações valiosas sobre a lagosta.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. G.; TAVARES, L. DA S.; CINTRA, I. H. A. Estado atual das exportações de lagostas no Brasil. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista. v. 9, n. 8, p. e312985804-e312985804, 2020.
- ALENCAR, C. E. R. D.; ARAÚJO, P. V. DO N.; AMORIM, L. C.; LIMA, M. S. P.; MENDES, L. DE F.; Fúlvio Aurélio de Moraes Freire. **Artisanal fisheries of native spiny lobster *Panulirus meripurpuratus* and smoothtail spiny lobster *Panulirus laevicauda* in the northeast region of Brazil**, Annals of the Brazilian Academy of Sciences, Rio de Janeiro. v. 93, n. 2, e20190715, 2021, 21 p. Disponível em < <https://www.scielo.br/j/aabc/a/PxgPPxjt7jyK6Tj4QbjwHFN/?format=pdf&lang=en> > Acesso em 27 de maio de 2023.
- AMALI, I.; SARI, P. D. W. Growth performance of cultivated spiny lobster (*Panulirus homarus*, linnaeus 1758) in tuban, east java, Indonesia. **Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries**, Egito. v. 24, n. 3, p. 381-388, 2020.
- AMIN, M.; TAHA, H.; SAMARA, S. H.; FITRIA, A.; MUSLICHAN, N. A.; MUSDALIFAH, L.; ODEYEMI. O. A.; ALIMUDDIN, A.; ARAI, T. Revealing diets of wild-caught ornate spiny lobster, *Panulirus ornatus*, at puerulus, post-puerulus and juvenile stages using environmental DNA (eDNA) metabarcoding. **Aquaculture Reports**, Netherlands. v. 27, artigo 101361, 2022a, 20 p.
- AMIN, M.; FITRIA, A.; MUKTI, A. T.; MANGUNTUNGI, I. B.; AMRULLAH, S.; ALIM. S.; MARTIN, M. B. Evaluating the stomach content of Wild Scalloped Spiny Lobster (*Panulirus homarus*). **Biodiversitas**, Indonesia. v. 23, n. 12, p. 6397-6403, 2022b.
- ARAGÃO, J. A. N.; CINTRA, I. H. A. Avaliação do estoque de lagosta vermelha *Panulirus argus* na costa brasileira. **Arquivos de ciências do Mar**, Fortaleza, v. 51, n. 2, p. 7-26, 2018.
- ARUMUGAMA, A.; DINESHKUMARB, R.; RASHEEQC, A. A.; GOWRISHANKARA, M. P.; MURUGANA, S.; SAMPATHKUMAR, P. Growth performance of spiny lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758). **Indian Journal of Geo Marine Sciences**, India. v. 49, n. 5, p. 812-819, 2020.
- BRIONES-FOURZÁN, P.; CASTAÑEDA-FERNÁNDEZ DE LARA, V.; LOZANO-ÁLVAREZ, E.; ESTRADA-OLIVO, J. Feeding ecology of the three juvenile phases of the spiny lobster *Panulirus argus* in a tropical reef lagoon. **Marine Biology**, Kiel, v. 142, n. 5, p. 855–865, 2003.
- BRIONES-FOURZÁN, P.; CANDELA, J.; CARRILLO, L.; ESPINOSA-MAGAÑA, A. F.; NEGRETE-SOTO, IF.; BARRADAS-ORTIZ, C.; ESCALANTE-MANCERA, E.; COTEHERNÁNDEZ, R. M. MARTÍNEZ-CAUDERÓN, R.; LOZANO-ÁLVAREZ, E. Metamorphosis of spiny lobsters (*Panulirus argus* and *Panulirus guttatus*) in the Yucatan Current as inferred from the distribution of pueruli and final stage phyllosomata. **Limnology and Oceanography**, Berlin. v. 66, n. 9, p. 3421-3438, 2021.
- BRUHN, J.B.; GRAM, L.; BELAS, R. Production of antibacterial compounds and biofilm formation by Roseobacter species are influenced by culture conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, USA. 2007, v. 73, n. 2, p. 442–450, 2007.
- CREAR, B. J.; THOMAS, C. W.; HART, P. R.; CARTER, C. G. Growth of juvenile Southern rock lobsters, *Jasus edwardsii*, is influenced by diet and temperature, whilst survival is influenced by diet and tank environment. **Aquaculture**, USA. v. 190, issue ½, p. 169-182, 2000.
- CREAR, B.; HART, P.; THOMAS, C.; BARCLAY, M. Evaluation of commercial shrimp grow-out pellets as diets for juvenile Southern rock lobster, *Jasus edwardsii*: influence on growth, survival, color, and biochemical composition. **Journal of Applied Aquaculture**, USA. v. 12, n. 3, p. 43-57, 2002.
- DIAS-NETO, J. (Org.). **Plano de gestão para o uso sustentável de Lagostas no Brasil: *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817)**. Brasília: IBAMA, 2008, 121p.
- DINIZ, F.M.; MACLEAN, N.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; BENTZEN, P. The hypervariable domain of the mitochondrial control region in Atlantic spiny lobsters and its potential as marker for investigating phylogeographic structuring. **Marine Biotechnology**. Newcastle, v. 7, n. 5, p. 462-473, 2005.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Cultured Aquatic Species**

- Information Programme.** Fisheries and Aquaculture Department. Rome: FAO. 2012, 11 p. Disponível em <file:///C:/Users/Marco%20A.%20Igarashi/Downloads/FAO%20Fisheries%20&%20Aq uaculture%20Panulirus%20homarus.pdf > Acesso em 8 de junho de 2023.
- FAO. GLOBEFISH Highlights October 2019 ISSUE, with Jan.–Jun. 2019 **Statistics—A quarterly update on world seafood markets.** In Globefish Highlights; Lem, A., Ryder, J., Souza, M.C.D., Pierce, R.M., Eds.; FAO: Rome, Italy. v. 4, 2019, p. 62.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020** Sustainability in action. Rome: FAO. 2020, 224 p.
- FIELD, J. M.; BUTLER, M. J. I. V. The influence of temperature, salinity, and postlarval transport on the distribution of juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in Florida Bay. **Crustaceana**, Leiden, v. 67, n. 1, p. 26-45, 1994.
- FIELDER, D. R. A dominance order for shelter in the Spiny lobster *Jasus lalandei* (H. Milne Edwards). **Behaviour**, Leiden. v. 24, n. ¾, p. 236-245, 1965.
- FLETCHER, D. Potential for cultured European spiny lobster juveniles to support fishery restoration. Cork: The Fish Site, . 2022, 7 p. Disponível em <https://thefishsite.com/articles/potential-for-cultured-european-spiny-lobster-juveniles-to-support-fishery-restoration> Acesso em 28 de maio de 2023.
- GARCÍA-ECHAURI, L. L.; LIGGINS, G.; CETINA-HEREDIA, P.; ROUGHAN, M.; COLEMAN, M.A.; JEFFS, A. Future ocean temperature impacting the survival prospects of post-larval spiny lobsters. **Marine Environmental Research**, Netherlands. v. 156, n.1, 104918, 2020.
- GIRALDES, B. W.; SMYTH, D. M. Recognizing *Panulirus meripurpuratus* sp. nov. (Decapoda: Palinuridae) in Brazil — Systematic and biogeographic overview of *Panulirus* species in the Atlantic Ocean. **Zootaxa**, Auckland. 4107 (3), p. 353–366, 2016.
- GOLDSTEIN, J.; MATSUDA, H.; BUTLER I. V. M. **Success! Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus* is cultured from egg to juvenile for the first time.** The Lobster Newsletter, Norfolk, v. 19, n. 1, p. 3-5, 2006.
- GOLDSTEIN, J. S.; MATSUDA, H.; TAKENOUCI, T.; BUTLER IV, M. J. The complete development of larval Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in culture. **Journal Crustacean Biology**, USA. v. 28, n. 2, p. 306-327, 2008.
- GOLDSTEIN, J.S.; MATSUDA, H.; MATTHEWS, T.R.; ABE, F.; YAMAKAWA, T. Development in culture of larval spotted spiny lobster *Panulirus guttatus* (Latreille, 1804) (Decapoda: Achelata: Palinuridae). **Journal of Crustacean Biology**, Pomona. v. 39, n. 395, p. 574 – 581, 2019.
- HOLTHUIS L. **FAO species catalogue.** v. 13: Marine lobsters of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries known to date. Rome: FAO Fish. Synop. (FAO) 1991;125(13):292.
- IGARASHI, M. A.; KITAKA, J.; KAWAHARA, E. Phyllosoma culture with inoculation of marine bacteria. **Bulletin o the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Kanda Jinbo-cho. v. 56, n. 11, 1781-1786, 1990.
- IGARASHI, M. A.; ROMERO, S. F.; KITAKA, J. Bacteriological character in the culture water of penaeid, homarid and palinurid larvae. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Kanda Jinbo-cho. v. 57, n. 12, 2255-2260, 1991.
- IGARASHI, M. A. **Engorda de Lagosta.** Fortaleza: Edição SEBRAE, 1996. 40 p.
- IGARASHI, M. A.; KOBAYASHI, R. K. Desenvolvimento de lagostas *Panulirus argus* de puerulus ao tamanho comercial. **Boletim Técnico do CEPENE**, Tamandaré, v. 5, n. 1, 147-151, 1997.
- IGARASHI, M. A.; MAGALHÃES NETO, E. O. O ciclo de desenvolvimento e a situação atual do cultivo de lagostas no Brasil e no mundo. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, n. 1, p. 94-99, 1999.
- IGARASHI, M. A. Nota técnica sobre o desenvolvimento de juvenil recente de lagosta *Panulirus laevicauda* até o tamanho comercial. **Boletim Técnico do CEPENE**, Tamandaré, v. 8, n. 1, p. 297-301, 2000.
- IGARASHI, M. A.; KITAKA, J. Water quality and microflora in the culture water of phyllosomas. In: PHILLIPS, B. F., J. KITAKA, J. (Eds.). **Spiny lobster: Fisheries and Culture.** London: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications,

- Oxford, UK, 2000. p. 533-555.
- IGARASHI, M. A.; SILVA, J. W. B.; VIANA, M. S. R. Cycle of development and prospects for the culture of the lobster, *Panulirus* sp. **Revista Científica de Produção Animal**, Fortaleza, v. 2, n.1, p. 107-118, 2000.
- IGARASHI, M. A.; CANDIDO, A. S.; JÚNIOR, A. P. M.; OLIVEIRA, M. A.; ARAGÃO, L. P.; SOUZA, R. A. L. Farming spiny lobsters in the next century: opportunities for growth challenges of sustainability. In: VI Congreso De La Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (ALASRU). Porto Alegre, Brasil, Entre el 25 y 29 de Noviembre del año 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2002. p. 1696-1704.
- JEFFS, A. G.; GARDNER, C.; COCKCROFT, A. *Jasus* and *Sagmariasus* Species. In: **Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries**, Second Edition, (Editor: B. Phillips) Oxford, p. 259–288, 2013.
- JONES, C. M.; ANH, T. L.; PRIYAMBODO, B. Lobster Aquaculture Development in Vietnam and Indonesia. In E. V. Radhakrishnan, Bruce Phillips and Gopalakrishnan Achamveetil (Eds.), **Lobster: Biology, Fisheries and Aquaculture**. p. 541–570. Singapore: Springer.
- JONES, C.; ANH, T. L.; PRIYAMBODO, B. Lobster aquaculture development in Vietnam and Indonesia. In: Radhakrishnan, E. V., Phillips, Bruce, F.; Achamveetil, Gopalakrishnan, (eds.) **Lobsters: Biology, Fisheries and Aquaculture**. Springer, Singapore, p. 541-570, 2019.
- KENWAY, M.; SALMON, M.; SMITH, G. G.; HALL, M. R. **Potential of sea cage culture of *Panulirus ornatus* in Australia**. In: Williams, K. C. International Symposium On Spiny Lobster Aquaculture in the Asia-Pacific Region, Australian Centre for International Agricultural Research. Proceedings... Canberra: ACIAR, 2009, p. 18-25.
- KINAS, P. G.; SANT'ANA, R.; ARAGÃO, J. A. N. **Avaliação de estoque da lagosta-vermelha (*Panulirus argus*)** [livro eletrônico] : análise sequencial de populações e dinâmica de biomassa / [Oceana Brasil ; estudo desenvolvido pelos avaliadores de estoque Paul Gehard Kinas, Rodrigo Sant'Ana, José Augusto Negreiros Aragão]. -- Brasília, DF : Oceana Brasil, 2020. PDF. Disponível em:< http://brasil.oceana.org/wp-content/uploads/sites/23/avaliacao_de_estoque_agosta.pdf> Acesso em 8 de junho de 2020.
- KITAKA, J. Culture of the palinurid *Jasus lalandii* from egg stage to puerulus. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 54, 87-93, 1988.
- KITAKA, J.; IWAI, M.; YOSHIMURA, M. Culture of hybrid of spiny lobster genus *Jasus* from egg stage to puerulus. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 54, 413-417, 1988.
- KITAKA, J.; IKEGAMI, E. Culture of the palinurid *Panulirus elephas* from egg stage to puerulus. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 54, 1149-1154, 1988.
- KITAKA, J.; KIMURA, K. Culture of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* from egg to juvenile stage. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 55, 963-970, 1989.
- KITAKA, J.; ONO, K.; BOOTH, J. D. Complete development of the green rock lobster, *Jasus verreauxi* from egg to juvenile. **Bulletin of Marine Science**, USA. v. 61, n. 1, p. 57-71, 1997.
- KITAKA, J. (Eds.) **Spiny lobster: fisheries and culture**. London: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications. 2000, p. 508-532.
- LEE, D. O. C.; WICKINS, J. F. **Crustacean Farming**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1992.
- LEWIS, C. L.; FITZGIBBON, Q. P.; SMITH, G. G.; ELIZUR, A.; VENTURA, T. "Transcriptomic analysis and time to hatch Visual Prediction of Embryo Development in the Ornate Spiny Lobster (*Panulirus ornatus*)", **Frontiers in Marine Science: Aquatic Physiology**, v. 9, Article 889317. 2022, 12 p.
- LIANG H.; HE J. Study on the Artificial Propagation and Embryonic Development of *Panulirus Ornatus*. **Acta Microbiologica Sinica**, Beijing. V. 36, n. 2, p. 236–245, 2012.
- MA, C. H.; HUANG, P. Y.; CHANG, Y. C.; PAN, Y. J.; AZRA, M. N.; CHEN, L. L.; HSU, T. H. Improving Survival of Juvenile Scalloped Spiny Lobster (*Panulirus homarus*) and Crucifix Crab (*Charybdis feriatus*) Using Shelter and Live Prey. **Animals**, Basel. v. 11, n. 370., 2021, 9 p.
- MADRID, R. M. M.; CRUZ, R. Lagosta brasileira: um diamante desvalorizado. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 303, n. 51, p. 1-22, 2013.
- MAI, D. M., PHẠM, T. G., TONG, P. H. S. AND LE, V. C. (2016). **Culture Plan for spiny lobsters in central of Vietnam in a vision to 2030**. Final

- technical report. Vietnamese Directorate of fisheries. Fulltext in Vietnamese, 2016, 122 p.
- MAI, M. D.; TRAN, L. T. Growth Performance of Scalloped Spiny Lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) Fed Formulated Diet in Recirculating System. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, New York. v. 11, n. 1, 2022, p. 1-7, 2022. Disponível em < file:///C:/Users/Marco%20A.%20Igarashi/Downloads/10.11648.j.aff.20221101.11.pdf > acesso em 26 de maio de 2023.
- MARTÍNEZ-CALDERÓN, R.; LOZANO-ÁLVAREZ, R.; BRIONES-FOURZÁN, P. Morphometric relationships and seasonal variation in size, weight, and a condition index of post-settlement stages of the Caribbean spiny lobster. **PeerJ**, USA. Jul 24, 6: e5297. 2018.
- MATSUDA, H.; TAKENOUCI, T. New tank design for larval culture of Japanese spiny lobster, *Panulirus japonicus*. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington. v. 39, n. 2, p. 279 – 285, 2005.
- MATSUDA, H.; YAMAKAWA, T. The complete development and morphological changes of larval *Panulirus longipes* (Decapoda, Palinuridae) under laboratory conditions. **Fisheries Science**, Minato. v. 66, n. 2, p. 278–293, 2000.
- MIRZAEI, M. R.; AJDARI, A. Review on aquaculture of different spiny lobster species. **Advanced Aquaculture Sciences Journal.**, Chabahar. v. 4, n. 4, 2021, p. 25 – 38.
- MOSS G. A., JAMES P. J., ALLEN S. E., BRUCE M. P. (2004). Temperature Effects on the Embryo Development and Hatching of the Spiny Lobster *Sagmariasus verreauxi*. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, United Kingdom. v. 38, n. 5, p. 795–801, 2004.
- MURAKAMI, K.; JINBO, T.; HAMASAKI, K. Aspects of the technology of phyllosoma rearing and metamorphosis from phyllosoma to puerulus in the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* reared in the laboratory. **Bulletin Fisheries Research Agency**, Japan. [s.l.], n. 20, p. 59-67, 2007.
- MUSBIR, M.; SUDIRMAN, S.; MALLAWA, A.; BOHARI, R. Egg Quantity of Wild Breeders of Spiny Lobster (*Panulirus Ornatus*) Caught From Southern Coastal Waters of Bulukumba, South Sulawesi, Indonesia. **AACL. Bioflux**. Romania. v. 11, n. 1, p. 295–300, 2018.
- NANKERVIS, L.; JONES, C. **Practical diet formulation and adoption in tropical spiny lobster aquaculture**. Portsmouth: Global Seafood Alliance, , 2022, 10 p.
- NANKERVIS, L.; JONES, C. **Practical diet formulation and adoption in tropical spiny lobster aquaculture**. Global Seafood Alliance, Portsmouth. 2022, 9 p. Disponível em < https://www.globalseafood.org/advocate/practical-diet-formulation-and-adoption-in-tropical-spiny-lobster-aquaculture/ > Acesso em 25 de maio de 2023.
- NGUYEN, N. T. N.; TRAN, S. Q.; TRUONG, O. T.; PHAM, H. T.; HUA, A. T. ; VAN DUONG, S.; BINH, D. T. Population genetic structure of ornatus spiny Lobster (*Panulirus ornatus*) in Indo-West Pacific Region. **The Electrochemical Society ECS Transactions**, USA. v. 107, n. 1, p. 14531, 2022.
- OESTERLING, M. J.; PROVENZANO, A. J. Other crustaceans species. In **Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States** (Ed. by J. V. Huner; E. E. Brown). p. 203-34. AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, 1985.
- OOI, M.C.; TROTTER, A.J.; SMITH, G.G.; BRIDLE, A.R. Characterisation of the Gut Bacteria of Cultured and Wild Spiny Lobster *Panulirus ornatus*. **Applied and Environmental Microbiology**, USA. 2023, v. 3, n. 1, p. 241–253, 2023.
- PETERSEN, E. H.; CLIVE, J.; PRIYAMBODO, B. **Asian Journal of Agriculture and Development**, Laguna. v. 10, n. 1, p 25- 39, 2013.
- PHILLIPS, B. F.; COBB, J. S.; KITTAKA. J. **Spiny lobster management**. Fishing News Books, USA, p. 550, 1994.
- PHILLIPS, B. F.; MCWILLIAM, P. S. Spiny lobster development: Where does successful metamorphosis to the puerulus occur?: A review. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, Switzerland, v. 19, n. 2, p. 193– 215 2009.
- PHILLIPS, B. F.; MELVILLE-SMITH, R.; KAY, M. C.; VEGA-VELÁZQUEZ, A. *Panulirus* species. In **Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries**, p. 289 – 325. Ed. by Phillips, B. F.

- Wiley-Blackwell, Oxford.
- PHU, L. H.; KIM-HONG, P. T.; CHUNG, T. V.; BINH, T. V.; DUNG, L. T.; NGOC, P. H.; THU, N. H.; THU, N. T. T.; ANH, N. T. H.; NGUYEN, A. L.; MINH-THU, P. Environmental Concerns for Sustainable Mariculture in Coastal Waters of South-Central Vietnam. **Sustainability**, Basel. v. 14, n. 13, p 8126, 2022.
- PRIYAMBODO, B.; JONES, C. M.; SAMMUT J. Assessment of the lobster puerulus (*Panulirus homarus* and *Panulirus ornatus*, Decapoda: Palinuridae) resource of Indonesia and its potential for sustainable harvest for aquaculture. **Aquaculture**, USA, v. 528(5) (2020) 735563, 2020, 8 p.
- PROVENZANO, A. J. Commercial culture of decapod crustaceans. In the Biology of Crustacea. v.10. Economic Aspects: Fisheries and Culture (Ed. by A. J. Provenzano), Academic Press, New York, p. 269-314, 1985.
- SACHLIKIDIS, N. G.; JONES, C. M.; SEYMOUR, J. E. The Effect of Temperature on the Incubation of Eggs of the Tropical Rock Lobster *Panulirus Ornatus*. **Aquaculture**, USA. v. 305, issues (1-4), 79–83, 2010.
- SARVER, S. K.; FRESHWATER, D. W.; WALSH, P. J. The occurrence of the provisional brazilian subspecies of spiny lobster (*Panulirus argus westonii*) in Florida waters. **Fishery Bulletin**, USA; v. 98, n; 4, p. 870-873, 2000.
- SEKIGUCHI, H.; INOUE, N. Larval recruitment and fisheries of the spiny lobster *Panulirus japonicus* coupling with the Kuroshio subgyre circulation in the western North Pacific: A review. **Journal of the Marine Biological Association of India**, Cochin. v. 52, n. 2, p. 195 – 207, 2010.
- SHIODA, K.; IGARASHI, M. A.; KITAKA, J. Control of water quality in the culture of early - stage phyllosomas of *Panulirus japonicus*. **Bulletin of Marine Science**, USA, v.61, n.1, p.177 – 189, 1997.
- SLAMET, B.; RUSDI, I.; GIRI, A.; HARYANTI1. **Post puerulus of scalloped spiny lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus 1758) rearing in floating net cage with different artificial diet**. Chennai: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science v. 521, n. 1, 012005, 2020, 9 p.
- SMITH, G.; KENWAY, M.; HALL, M. Starvation and recovery ability of phyllosoma of the tropical spiny lobsters *Panulirus ornatus* and *P. homarus* in captivity. **Journal of the Marine Biological Association of India**, Cochin. v. 52, n. 2, p. 249–256, 2000.
- SMITH, G.; RITAR, A.; DUNSTAN, G. An activity test to evaluate larval competency in spiny lobsters (*Jasus edwardsii*) from wild and captive broodstock held under different environmental conditions. **Aquaculture**, USA. v. 218, n. 1 – 4, p. 293– 307, 2003.
- TAMM, G. R. Spiny lobster culture: an alternative to natural stock assessment. **Fisheries**, USA. v. 5, n. 4, p. 59-62, 1980.
- TAVARES, A. S. **Pesca artesanal de lagosta a partir da comunidade de Cajueiro-Touros/RN: impactos econômicos e socioambientais**. 2021. 119f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021. Disponível em < https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/46866/1/Pescaartesanalagosta_Tavares_2021.pdf > Acesso em 28 de maio de 2023.
- THESIANA, L.; ALBASRI, H.; PRATAMA, I.; HANINTYO, R.; RAHMANIA, R.; SUSILO, E.; SUNIADA, K. I.; PUSPASARI, R.; ISTIYARINI, N.; SETIATI, N. A. **Estimating ecological and production carrying capacity for lobster farming based on organic carbon deposition in the mariculture zone**. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1137, 012025, 2023, 14 p.
- THOMAS, C.; CARTER, C.; CREAR, B. Feed availability and its relationship to survival, growth, dominance and agonistic behaviour of the Southern rock lobster (*Jasus edwardsii*) in captivity. **Aquaculture**, USA. v. 215, n. 1 – 4, p. 45-65, 2003.
- TUZAN, A. D. **Factors affecting growth disparity in spiny lobster aquaculture: the effect of physiology, behaviour and feeding**. Tasmania, 2018, 184 f. Submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy February 2018 University of Tasmania.
- VAN OLST, J. C.; CARLBERG, J. M.; HUGHES, J. T. Aquaculture. In **the Biology and Management of lobsters**, v. 2 (Ed. by J. S. Cobb; B. F. Phillips), p. 333-84. Academic Press, New York, 1980.

VIJAYAKUMARAN, M.; RADHAKRISHNAN, E.
Effects of food density on feeding and moulting of
phyllosoma larvae of the spiny lobster *Panulirus*
homarus (Linnaeus). **Proceedings of a**
Symposium of Coastal Aquaculture, Cochin. n.
4, 1281–1285, 1986.

VIJAYANAND, P.; MURUGAN, A.;
SARAVANAKUMAR, K.; KHAN S, A.;
RAJAGOPAL, S. Assessment of lobster
resources along Kanyakumari (South East Coast
of India). **Journal of Fisheries and Aquatic**
Sciences, USA. v. 2, n. 6, p. 387-394, 2007.

WRL. **An overview of global lobster**
production and international trade: 2022.
edition. Fremantle: Western Rock Lobster. 2022,
33 p.

YAMAKAWA, T.; NISHIMURA, M.; MATSUDA H.;
TSUJIGADO A.; KAMIYA, N. Complete larval
rearing of the Japanese spiny lobster *Panulirus*
japonicus. **Bulletin of the Japanese Society of**
Scientific Fisheries, Kanda Jinbo-cho, v. 55, n.
5, p. 745, 1989.