

SINOPSE SOBRE O STATUS, PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA O AVANÇO DA
CAPTURA E DO CULTIVO DE LAGOSTAS NO BRASIL E NO MUNDO (Revisão de
Literatura)

SYNOPSIS ON THE STATUS, PERSPECTIVES AND CHALLENGES FOR THE
ADVANCEMENT OF THE LOBSTERS FISHERIES AND CULTURE IN BRAZIL AND IN
THE WORLD (A review)

Marco Antonio IGARASHI¹

¹*Docente do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, PhD
em Engenharia de Pesca, email: igarashi@ufc.br*

Resumo

As lagostas espinhosas são recursos marinhos importante em todos os oceanos do mundo, proporcionando segurança alimentar, emprego, renda com um produto de alto valor comercial. Diante desse cenário, tornou-se latente a necessidade de desenvolver o cultivo da lagosta visando um conceito de sustentabilidade da produção, bem como preservação das espécies voltadas ao consumo. Este artigo de revisão analisa o estado atual das capturas de lagosta e o seu cultivo. No cultivo, a engorda de lagosta *Panulirus ornatus*, tem sido uma atividade comercial na Ásia. Por outro lado, ainda há uma significativa quantidade de problemas a serem resolvidos antes de estabelecer o cultivo completo de lagosta em escala comercial.

Palavras-Chave: Lagosta espinhosa. Pesca. Filosoma. Qualidade da água. Engorda.

Abstract

Spiny lobsters are important resources in every ocean in the world, providing food security, employment, income and a commodity of high commercial value. Spiny lobster commercial scale aquaculture has been very slow to develop. This paper reviews the current status of global spiny lobster catch, aquaculture and identifies the major challenges for

generating alternative global supplies of spiny lobsters from aquaculture for the future and make recommendations on spiny lobster conservation and management. This review article was carried out to describe culture procedures of the spiny lobster, mainly *Panulirus ornatus*. Grow-out of the spiny lobster *P. ornatus*, has been a commercial activity in Asia. On the other hand, still there are significant problems to overcome in the establishment of large-scale complete culture of spiny lobster.

Keywords: Spiny lobster. Fisheries. Phyllosoma. Water quality. Grow-out.

INTRODUÇÃO

As lagostas marinhas estão entre as mais valorizadas espécies de crustáceos como fonte geradora de alimentos, emprego e renda. Devido a sua importância as investigações sobre a biologia, possibilidade de cultivo tem sido desenvolvida por pesquisadores de diversas partes do mundo (SOLANKI, *et al.*, 2012; CRUZ, 2015; ESPINOSA-MAGAÑA *et al.*, 2017; SMITH *et al.*, 2017).

Phillips *et al.* (1980) relataram que existem quatro famílias principais de crustáceos decápodes comumente referidas como lagostas; as lagostas com quelas que pertencem à família Nephropidae, Synaxidae (lagostas corais), Scyllaridae (lagostas sapata, lagostas espanholas ou de “nariz achatado”) e a família Palinuridae ou lagostas espinhosas. Nesse contexto Larasati *et al.* (2018) relataram que a captura da lagosta Palinuridae teve o maior valor econômico nas muitas capturas mundiais de lagosta.

A família Palinuridae conta com 47 espécies (Holthuis, 1991), as quais cerca de 33 sustentam a pesca comercial (WILLIAMS, 1988 *apud* LIPCIUS e EGGLESTON, 2000) e, têm uma distribuição global que se estende de zonas tropicais a temperadas (SMITH *et al.*, 2017). No Brasil as capturas são direcionadas para as lagostas espinhosas *Panulirus argus* (Latreille, 1804) lagosta vermelha, e lagosta verde *P. laevicauda* (Latreille, 1817). A lagosta pintada *P. echinatus* (Smith, 1869) e espécies da Família Scyllaridae (Latreille, 1825) são capturadas como fauna acompanhante (SANTANA, 2016).

Nesta revisão, fornecemos uma visão de aspectos da produção de lagostas, do ciclo de vida e da aquicultura, focalizando um olhar integrado às capturas de lagostas no Brasil e no mundo, desafios e oportunidades.

REVISÃO DE LITERATURA

Estima-se que a produção global de lagosta tenha atingido 77.000 toneladas métricas por ano, com um valor em torno de US \$ 500 milhões (PHILLIPS e KITAKA, 2000 *apud* LARASATI *et al.*, 2018). A alta demanda de lagosta causa um aumento na taxa de captura levando à existência de populações de lagostas sob alta pressão da pesca (BALKHAIR *et al.*, 2012).

O Brasil produziu mais de 9.000 toneladas nos anos 90, mas agora apenas 6.700 toneladas (PEREIRA e JOSUPEIT, 2017). Nesse contexto a *P. laevicauda* representa 30% das capturas de lagosta no Brasil (SANTANA, 2016).

No entanto os estoques das lagostas *P. argus* (Latreille, 1804) e *P. laevicauda* (Latreille, 1817) no Brasil continuam em elevada sobrepesca, tornando o resultado da pescaria extremamente instável e com elevado risco de colapso total (DIAS – NETO, 2017).

A pesca ilegal, recursos financeiros e capacidade humana são também obstáculos que precisam ser superados. Além de incrementar as fiscalizações nas capturas de lagostas, necessitamos melhorar a qualidade de vida daqueles que vivem no litoral tentando amenizar um pouco dos problemas socioeconômicos, embora o mais correto seria resolver o problema sócio econômico dos pescadores de lagostas. Para que as pessoas que tenham seus problemas econômicos não venha encontrar a solução na lagosta, onde muitas vezes são capturadas lagostas miúdas.

A lagosta é um crustáceo muito apreciado pela culinária internacional, sendo um dos principais recursos pesqueiros do Brasil, como produto de exportação (ARAGÃO, 2013; DIAS-NETO e DIAS, 2015; D'OLIVEIRA, 2017). Nesse contexto as lagostas *P. argus* (Latreille, 1804) e *P. laevicauda* (Latreille, 1817) são explorada comercialmente ao longo da costa brasileira (IVO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2013; CRUZ *et al.*, 2014; IBAMA, 2017; D'OLIVEIRA, 2017) do Amapá ao Espírito Santo (SANTANA *et al.*, 2015). Os estoques são explorados por uma frota de pesca de lagosta operando em águas rasas e médias (<50 m) ou em maiores profundidades (50-100 m) (SANTANA *et al.*, 2015).

A expansão da frota lagosteira e de sua área de atuação, com conseqüente incremento do esforço de pesca e decréscimo das capturas, levou à adoção de medidas regulatórias, com o intuito de obter uma exploração sustentável a médio e longo prazos (IBAMA, 2008 *apud* LIMA e ANDRADE, 2017). No entanto, devido à fraca fiscalização e falta de monitoramento na pesca, leis e regulamentos projetado para proteger os recursos como a lagosta são frequentemente violados, fazendo esforços da gestão da pesca ineficaz e criando um cenário de sobrepesca e

crise no setor (CAVALCANTE *et al.*, 2011) comprometendo a conservação e o manejo das espécies em toda a sua extensão.

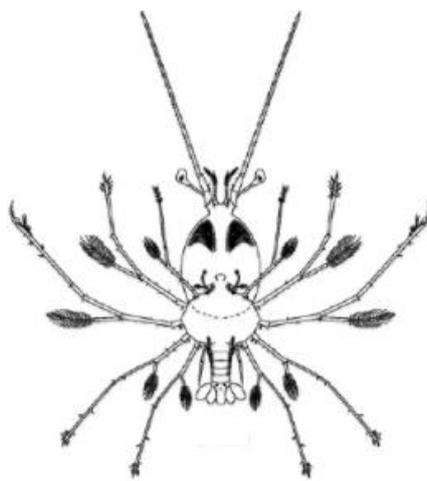
Dadas as questões econômicas, para a gestão relacionadas a comercialização das lagostas capturadas, sugere-se para incrementar a produção, planos de manejo que poderão beneficiar os pescadores e a indústria. Neste contexto pode ser de grande importância a realização de pesquisas contínuas focadas em tópicos como: proteção aos indivíduos com maior capacidade reprodutiva, avaliar a eficácia dos regulamentos de pesca e impactos da pesca ilegal nos estoques de lagosta.

O cultivo de lagostas espinhosas palinurideos tem sido pesquisado com considerável interesse comercial por vários anos (RADHAKRISHNAN, 2012; PHILLIPS, 2013; PILLAI, 2013; KIZHAKUDAN *et al.*, 2013; JONES, 2014; ERNST *et al.*, 2017; SMITH, 2017). Os estudos sobre a biologia de lagostas não são novas, com os estudos sendo realizados no Japão desde os anos de 1800 (SMITH, 2017). A investigação biológica da fase bentônica dos estágios jovem e adulto tem sido desenvolvida em vários países, enquanto os estudos biológicos do estágio planctônico são escassos, fato o qual está entre os impedimentos para estabelecer uma indústria sustentável, no cultivo de lagostas. Apesar das dificuldades o ciclo larval de até 10 espécies de lagostas foi completado em laboratório (KITAKA e IKEGAMI, 1988; KITAKA *et al.*, 1997; KITAKA e BOOTH, 2000; MATSUDA e YAMAKAWA, 2000; MATSUDA *et al.*, 2006; GOLDSTEIN *et al.*, 2008; SMITH *et al.*, 2009); no entanto, até recentemente, replicar esses resultados em escala comercial não foi possível (SMITH *et al.*, 2017).

O maior obstáculo ao desenvolvimento da aquicultura de lagostas espinhosas tem sido sua complexa vida larval que pode ser de mais de 300 dias de cultivo para algumas espécies de lagosta. Este atributo está entre os mais longos períodos nos invertebrados marinhos (THORSON, 1950; SAUNDERS, 2012; FRANCIS *et al.*, 2014). Francis *et al.* (2014) relataram que a criação de larvas em escala comercial para a produção em laboratório, só é consolidada para espécies de crustáceos que têm uma fase larval de alguns dias a semanas. Na fase larval de crustáceos comercialmente cultivados, como os camarões peneídeos, a fase larval é entre 10 e 30 dias (DALL *et al.*, 1990). A grande maioria de todas as espécies de larvas marinhas tem vida planctônica de 8 semanas, com apenas 5 % tendo uma fase planctônica superior a 3 meses (THORSON, 1961). Na água fria para as espécies *Jasus*, a fase larval planctônica é estimada ser entre 12 e 23 meses na natureza (BOOTH, 2006). Em espécies de *Panulirus* subtropicais, como *P. cygnus*, a fase larval se estende de 9 a 11 meses (PHILLIPS e MELVILLE-SMITH, 2006). As lagostas *P. ornatus* e a *P. argus* são as mais indicadas para o cultivo devido ao fato de possuírem o período larval mais curto (4 a 8 meses) (ACOSTA *et al.*, 1997; CRUZ *et al.*,

2001). O período de desenvolvimento larval é estimado para *P. ornatus* (Figura 1) em 4 a 7 meses (DENNIS *et al.*, 2001). A larva de *P. ornatus* cultivada em cativeiro passa por 23–24 mudas que pode ser dividido em 11 estágios (SMITH *et al.*, 2009). É necessário maximizar as novas tecnologias para encurtar o período larval da lagosta.

Figura 1 - Larva filosoma de *Panulirus ornatus* (adaptado de SMITH *et al.*, 2009).



O número extremamente baixo de larvas filosomas que atingem com sucesso a metamorfose para puerulus em todas as pesquisas realizadas até o momento, demonstra claramente os problemas e deficiências associados à dieta com alimentos vivos e frescos (FRANCIS *et al.*, 2014; LE ANH e JONES, 2015; SHANKS e JONES, 2015; WOODINGS *et al.*, 2017).

A dieta mais comum para larvas filosomas é o náuplio de *Artemia salina* para os estágios iniciais de filosomas e gônada de mexilhão (espécies de *Mytilus* ou *Perna canaliculus*) para os estágios mais avançados (KITAKA e BOOTH, 2000). Nesse contexto em várias pesquisas com palinurídeos foi completado o ciclo larval de lagostas utilizando nos estágios iniciais náuplios de *Artemia* e nos estágios posteriores gônada de mexilhão *Mytilus edulis*. As dietas formuladas são ainda inferiores na qualidade a dieta comparada com mexilhão fresco (JEFFS *et al.*, 2013). Portanto os métodos de produção em massa comercialmente viável de pós-larvas de lagostas estão ainda em desenvolvimento.

Devido a dificuldade em produzir pós-larvas de lagostas, um grande interesse permanece na engorda de lagostas com base na captura de sementes na natureza (WILLIAMS, 2007; PERERA e SIMON, 2014; RADHAKRISHNAN, 2015), especialmente para espécies tropicais de rápido crescimento (por exemplo, *P. argus* e *P. ornatus*) (JEFFS e DAVID, 2003; WILLIAMS, 2007).

A aquicultura de lagostas com base na engorda de puerulus ou juvenis capturados na natureza em gaiolas flutuantes ou viveiros tem sido desenvolvida desde 1992 (FRANCIS *et al.*, 2014) iniciando em vários países, principalmente no Vietnã, mas em muito menor grau nas Filipinas, Malásia, Tailândia, Índia, Indonésia, Taiwan, Nova Zelândia, México e Austrália (BOOTH e KITAKA, 2000; THUY e NGOC, 2004; VIJAYAKUMARAN *et al.*, 2009; JEFFS, 2010; JONES, 2010; PHILLIPS, 2013; RADHAKRISHNAN, 2015; LILYANTI e FATURRAHMAN, 2016; JONES, 2017). Embora o sucesso econômico do cultivo de lagosta ainda precise ser demonstrado no Brasil, o interesse para empreendimentos comerciais permanece alto. Os esforços para se passar da fase de pesquisa para a comercial devem continuar.

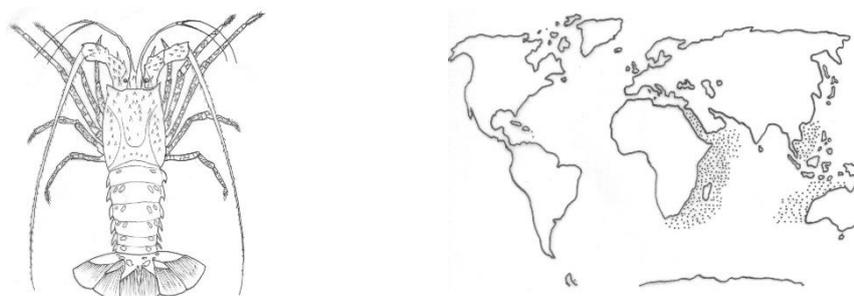
A engorda das lagostas palinurídeos demonstra que podem ser cultivadas em alta densidade, aceita uma grande variedade de alimentos naturais, pode possuir uma boa taxa de conversão alimentar e, considerando principalmente a qualidade ótima da água, são relativamente resistentes a doenças, tolerância a uma ampla gama de condições ambientais (WILLIAMS, 2009; PHILLIPS e MATSUDA, 2011, LILYANTI *et al.*, 2016, PRIYAMBODO *et al.*, 2017). Portanto os adultos podem ser engordados em cativeiro e são altamente fecundos (HALL *et al.*, 2013; LE ANH e JONES, 2015). Por outro lado as lagostas com garras Nephropoidea são geralmente de natureza agressiva e não prontamente passíveis de produção em sistemas de engorda em alta densidade (FRANCIS *et al.*, 2014; POWELL e POWELL, 2016).

Entre as espécies de lagostas palinurídeos, *P. ornatus* tem sido utilizado com grande frequência para a engorda. Smith *et al.* (2017) relataram que a preferência por *P. ornatus* se deve à alta demanda do consumidor, facilidade de cultivo pós-larval e rápida taxa de crescimento (1 kg em 15-18 meses).

A distribuição geográfica da lagosta *P. ornatus* abrange a região Indo-Oeste Pacífico a partir do Mar Vermelho e da África Oriental (Sul para Natal) para o sul do Japão, Ilhas Salomão, Papua Nova Guiné, Sudoeste, Oeste, Norte, Nordeste e Leste da Austrália, Nova Caledônia e Fiji (HOLTHUIS, 1991). Através de sua extensão a *P. ornatus* predominantemente habita águas

tropicais rasas (YELLAPU *et al.*, 2017). A Figura 2 demonstra a distribuição da lagosta *P. ornatus*.

Figura 2 - *Panulirus ornatus* e sua (adaptado de WILLIAMS, 1988).



■ Distribuição da *Panulirus ornatus*

Apesar dos esforços para estabelecer o cultivo da lagosta para incrementar a sua produção mundial, o progresso para determinar uma metodologia de cultivo comercial de lagostas tem sido lento. No entanto a engorda de lagostas tropicais de *P. ornatus* para a aquicultura é bem desenvolvida no Vietnã e a Indonésia também está vivenciando uma rápida expansão (DAO, 2016). O cultivo de *P. ornatus* desde o estágio de puerulus (estágio pós-metamorfose) e juvenis coletados na natureza começaram no Vietnã em 1992 usando um número de diferentes tipos de coletores para capturar sementes (SMITH *et al.*, 2009). Jones (2015) relatou que Vietnã captura 2 a 4 milhões de pueruli por ano na natureza para a engorda. De acordo com o mesmo autor na fase de berçário os pueruli são cultivados em gaiolas, atingindo 30 a 50 g e os juvenis são alimentados com rejeito de pesca havendo uma sobrevivência de 30 a 70 %. Embora as exigências nutricionais de algumas lagostas tenham sido avaliadas, as taxas de crescimento com dietas formuladas ainda são baixas para a maioria das espécies (SMITH *et al.*, 2005; SIMON e JEFFS, 2008; RODRÍGUEZ-VIERA *et al.*, 2017).

Jones *et al.* (2001) demonstraram que boas taxas de crescimento de *P. ornatus* em densidades tão altas como 5 kg.m⁻² poderia ser sustentável e possibilita um tamanho de 1 kg na despesca para ser atingido em 18 meses a partir de 3 g no tamanho de estocagem. Este resultado coincide com a experiência de criadores do Vietnã que geralmente despesca lagostas >1 kg após 18 a 20 meses de engorda na densidade de até 80 lagostas por gaiola (4 × 4 m) (JONES, 2010).

Jones (2017) relatou que, o Vietnã pode produzir na engorda mais de 1.500 toneladas de lagostas de 1 quilo da espécie *P. ornatus* (Fabricius, 1798), com preço superior a US \$ 60 por quilo. Essas lagostas são cultivadas no Vietnã em gaiolas flutuantes no mar (FAO, 2015; YELLAPU *et al.*, 2017). Portanto a implantação de fazendas de engorda de lagostas em gaiolas marinhas, particularmente em baías e lagoas costeiras e insulares protegidas de eventos climáticos severos, pode ter um impacto positivo significativo nos meios de subsistência em comunidades costeiras empobrecidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consolidação da tecnologia de cultivo comercial de lagostas palinurídeos poderá proporcionar desenvolvimento nas questões sobre preservações ecológicas e de conservação através da redução da pressão pesqueira sobre espécies de lagostas na natureza e do desenvolvimento de meios de subsistência alternativos principalmente em comunidades costeiras em países em desenvolvimento.

A tecnologia necessária para criar com sucesso lagostas palinurídeos em cativeiro exige que a larva filosoma cultivada receba níveis ótimos de nutrição com altos níveis de sobrevivência e metamorfose de filosoma a puerulus com um padrão que possa atender aos requisitos de uma produção em escala comercial, embora a tecnologia comercial de larva de lagosta não está estabelecida.

O sucesso relativo do cultivo em gaiola, métodos simples de aquicultura para lagostas palinurídeos no Vietnã e em outras regiões demonstram a viabilidade técnica de engorda de lagostas. Contudo, melhorias adicionais são necessárias na elaboração de alimentos artificiais, sistemas de cultivo (gaiola e viveiros em terra) e controle de doenças. Estas são as áreas em que as pesquisas precisam ser direcionada a curto prazo.

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Jiro Kittaka “In Memoriam” da Universidade de Ciência de Tokyo pelos conhecimentos que adquiri sobre o cultivo de lagostas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, C. A.; MATTHEWS, T. R.; BUTLER, M. J. Temporal patterns and transport processes in recruitment of spiny lobster (*Panulirus argus*) postlarvae to south Florida. *Marine Biology*, Berlin, v. 129, n. 1, p. 79-85, 1997.
- ARAGÃO, J. A. N. Pesca de lagostas no Brasil: monitorar para ordenar. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, Tamandaré, v. 19, n. 1, p. 103-106, 2013.
- BALKHAIR, M.; AL-MASHIKI, A.; CHESALIN, M. Experimental rearing of spiny lobster, *Panulirus homarus* (Palinuridae) in land-based tanks at Mirbat Sation (Sultanate of Oman) in 2009-2010. *Agriculture and Marine Science*, Omã, v.17, n. 1,p. 33-43, 2012.
- BOOTH, J. D.; KITTAKA, J. Spiny lobster growthout. In: PHILLIPS, B. F.; KITTAKA, J. *Spiny lobster: fisheries and culture*. London: Fishing News Books, 2000. p. 556-585.
- BOOTH, J. D. *Jasus* species. In: PHILLIPS, B. F. *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Oxford: Blackwell Publishing, 2006; p. 340–358.
- CAVALCANTE, P.P.L.; FURTADO-NETO, A.M.A.; COSTA, J.M.; NEVES, S. S. *Ordenamento da pesca da lagosta: uma experiência desordenada*. Fortaleza: Premium, 2011. 253 p.
- CRUZ, R.; DÍAZ, E.; BÁEZ, M.; ADRIANO, R. Variability in recruitment of multiple life stages of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, in the gulf of Batabano, Cuba. *Marine Freshwater Research*, Melbourne, v. 52, n. 8, p. 1263- 1270, 2001.
- CRUZ, R.; SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A.; SANTANA, V. M. J.; GAETA, C. J. Reproductive potential and stock recruitment of the Caribbean and Brazilian metapopulations of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804). *Crustaceana*, Amsterdam,v. 87, n. (11-12): 1315-1337, 2014.

CRUZ, R.; TEIXEIRA, C. E.; MENEZES, M. O.; SANTANA, J. V.; NETO, T. M.; GAETA, J. C.; CINTRA, I. H. Large-scale oceanic circulation and larval recruitment of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804). *Crustaceana*, Amsterdam, v. 88, n. 3, p. 298-323, 2015.

DALL, W.; HILL, B. J.; ROTH LISBERG, P. C.; STAPLES, D. J. *The Biology of the Penaeidae*. London: Academic Press, 1990, 489 p.

DAO, H. T. *Recruitment and genetic population genetics of spiny lobsters, Panulirus ornatus and P. homarus in the south-east Asian archipelago*. 2016. 155 p. Thesis (Doctor of Philosophy) Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture College of Science and Engineering James Cook University. Queensland. Disponível em <<https://researchonline.jcu.edu.au/48783/1/48783-dao-2016-thesis.pdf>> acesso em 18 de setembro de 2017.

DENNIS, D. M.; PITCHER, C. R.; SKEWES, T. D. Distribution and transport pathways of *Panulirus ornatus* and *Panulirus* spp. larvae in the Coral Sea. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, Melbourne. v. 52, n.8, p. 1175-1185, 2001.

DIAS-NETO, J. *O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca*. Brasília: Ibama, 2015. v. 1, 288 p.

DIAS-NETO, J. *Avaliação da execução do plano de gestão para o uso sustentável de lagostas no Brasil*. Brasília: Ibama, 2017. 62 p. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/gestao-pesqueira/publicacoes/2017-avaliacao-da-execucao-do-plano-de-gestao-lagostas.pdf>> Acesso em 25 de abril de 2018

D'OLIVEIRA, R. G. *A pesca e o pescador de lagosta em setor do litoral oriental do Nordeste do Brasil*. 2017. 140f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

ERNST, B.; MANRIQUEZ, P.; PALMA, A. A new growth model for the Juan Fernández rock lobster. In: 11th INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP. 2017, Portland. *Lobster Biology & Management*. Abstracts, Portland: ICLW, 2017, p. 90.

ESPINOSA-MAGAÑA, A.; LOZANO-ÁLVAREZ, E.; BRIONES-FOURZÁN P. Resistance to starvation of first-stage juveniles of the Caribbean spiny lobster. 2017; *PeerJ* 5: USA,e2852<https://doi.org/10.7717/peerj.2852>. Disponível em <<https://peerj.com/articles/2852/>> Acesso em 25 de abril de 2018.

FAO. *Voluntary guidelines for securing sustainable small – scale fisheries in the context of food security and poverty eradication*. Rome: FAO, 2015. 20 p.

FRANCIS, D. S.; SALMON, M. L.; KENWAY , M. J.; HALL, M. R. Palinurid lobster aquaculture: nutritional progress and considerations for successful larval rearing. Palinurid lobster aquaculture: nutritional progress and considerations for successful larval rearing. *Reviews in Aquaculture*, Australia, v. 6, n. 3, p. 180–203, 2014.

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. 2008. A description of the complete development of larval Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* (LATREILLE, 1804) in culture. *Journal of Crustacean Biology*, Oxford, v. 28, n. 2, p.306-327, 2008.

HALL, M. R.; KENWAY, M.; SALMON, M. L.; FRANCIS, D. S.; GOULDEN, E. F.; HØJ, L. Palinurid lobster larval rearing for closed-cycle hatchery production. In: ALLAN, G., BURNELL, G. *Advances in Aquaculture Hatchery Technology*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2013. n. 242, p. 289–328.

HOLTHUIS, L. B. *FAO species catalogue*. Rome: Marine lobsters of the world FAO Fisheries Synopsis, 1991, v. 13, n. 125, 292 p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2008. *Plano de gestão para o uso sustentável de lagostas no Brasil: Panulirus argus (Latreille, 1804) e Panulirus laevicauda (Latreille, 1817)*. Organizador: José Dias Neto. Brasília: IBAMA. 121p

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Avaliação da execução do plano de gestão para o uso sustentável de lagostas no Brasil / José Dias Neto*. – Brasília: Ibama, 2017, 62 p.

IVO, C. T. C.; FONTELES FILHO, A. A.; SILVA, A. C.; VIEIRA, R. H. S. F. *Cadeia produtiva da lagosta nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil*. Fortaleza: RDS Gráfica e Editora, 2012. 218 p.

JEFFS, A. J.; DAVID, M. An assessment of the aquaculture potential of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*. *Proceedings Gulf Caribbean Fisheries Institute*, Miami, v. 54, p. 413–426, 2013.

JEFFS, A. J. Status and challenges of advancing lobster aquaculture globally. *Journal of the Marine Biological Association of India*, Cochin, v. 52, n. 2, p. 320–326, 2010.

JEFFS, A. G.; GARDNER, C.; COCKROFT, A. 2013. *Jasus* and *Sagmariasus* species. In: PHILLIPS, B. F. *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 2013, p. 259–288.

JONES, C. M.; LINTON, L.; HORTON, D.; BOWMAN, W. Effect of density on growth and survival of ornate rock lobster, *Panulirus ornatus* (Fabricius, 1798), in a flow-through raceway system. *Marine & freshwater research*, Melbourne, v. 52, n.8, p. 1425-1429, 2001.

JONES, C. M. Tropical spiny lobster aquaculture development in Vietnam, Indonesia and Austrália. *Journal of the Marine Biological Association of India*, Cochin, v. 52, n. 2, p. 304 – 315, 2010.

JONE, C. M. Summary of disease status affecting tropical spiny lobster aquaculture in Vietnam and Indonesia. Spiny lobster aquaculture development in Indonesia, Vietnam, and Australia. In: AQUACULTURE SYMPOSIUM, 2014, Lombok, Indonesia. Proceedings of the International

Lobster Aquaculture Symposium held in Lombok, Indonesia. Australia: ACIAR. *Anais... Indonesia*. Australia, 2015. p. 111-113.

JONES, C. M. Progress and Obstacles in Establishing Rock Lobster Aquaculture in Indonesia. In: 11th INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP. 2017, Portland. *Lobster Biology & Management*. Abstracts, Portland: ICLW, 2017, p. 53.

JONES, C. M, Progress and obstacles in establishing rock lobster aquaculture in Indonesia. In: 11th INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP. 2017, Portland. *Lobster Biology & Management*. Abstracts, Portland: ICLW, 2017, p. 83.

KITTAKA. J.; IKEGAMI, E. Culture of palinurid *Panulirus elephas* from egg stage to puerulus. *Nippon Suisan Gakkaishi*, Minato, v. 54, n. 7, p. 1149-1154, 1988.

KITTAKA, J.; ONO, K.; BOOTH, J. D. Complete development of the green rock lobster, *Jasus verreauxi* from egg to juvenile. *Bulletin of Marine Science*, EUA, v. 61, n. 1, p. 57–71, 1997.

KITTAKA, J.; BOOTH, J. D. Prospectus for aquaculture. In: PHILLIPS, B. F.; KITTAKA, J. *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture*. Oxford: Fishing News Books, 2000. p. 465–473.

KIZHAKUDAN, J. K.; KIZHAKUDAN, S. J.; PATEL, S. K. Growth and moulting in the mud spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793). *Indian Journal of Fisheries*, Cochin, v. 60, n. 2, p. 79-86, 2013.

LARASATI, R. F.; SUADI, SETYOBUDI, E. Short Communication: Population dynamics of double-spined rock lobster (*Panulirus penicillatus* Olivier, 1791) in Southern Coast of Yogyakarta. *Biodiversitas*, Indonesia, v. 19, n. 1, p. 337-342, 2018.

LE ANH, T.; JONES, C. Status report of Vietnam lobster grow-out. 2015. In: AQUACULTURE SYMPOSIUM, 2014, Lombok, Indonesia. Proceedings of the International Lobster Aquaculture Symposium held in Lombok, Indonesia. Australia: ACIAR. *Anais... Lombok*, Indonesia, 2014. p. 82-86.

LILIYANTI, M. A.; ALI, M.; FATURRAHMAN, O. Growth of spiny lobster (*Panulirus homarus*) in the integrated multi tropic aquaculture system. *International Research Journal of Natural and Applied Sciences*, India, v. 3, n. 8, p. 55-67, 2016.

LIMA, S. A. O.; ANDRADE, H. A. Variações nas capturas das lagostas vermelha (*Panulirus meripurpuratus*), verde (*Panulirus laevicauda* LATREILLE, 1817) e sapata (*Scyllarides brasiliensis* RATHBUN, 1906) na costa de Pernambuco. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 194 - 206, 2017.

MATSUDA, H.; YAMAKAWA, T. The complete development and morphological changes of larval *Panulirus longipes* under laboratory conditions. *Fisheries Science*, Tokyo, v.66, n. 2, p. 278-293, 2000.

MATSUDA, H.; TAKENOUCI, T.; GOLDSTEIN, J. S. The complete larval development of the Pronghorn spiny lobster *Panulirus penicillatus* (Decapoda, Palinuridae) in culture. *Journal of Crustacean Biology*, EUA, v. 26, Issue 4, p. 579 – 600, 2006.

PERERA, E.; SIMON, C. Digestive physiology of spiny lobsters: implications for formulated diet development. *Reviews in Aquaculture*, Australia, v. 6, n. 1, p.1–19, 2014.

PEREIRA, G.; JOSUPEIT, H. *The world lobster market. Globefish Research Programme*. Italy: FaoRome, v. 123, 2017, 31 p. Disponível em < <http://www.fao.org/3/a-i6816e.pdf> > Acesso em 26 de março de 2018.

PHILLIPS, B. F.; COBB, J. S.; GEORGE, R. W. General biology. In: Cobb, J. S.; Phillips, B. F. (EE) *The biology and management of lobsters: physiology and behavior*. v.1 New York: Academic Press, 1980. V.1, p. 2-72

PHILLIPS, B. F.; KITAKA, J. *Spiny lobster: fisheries and culture*. London: Blackwell Scientific publications Fishing News Books, 2000. 679 p.

PHILLIPS, B. F.; MELVILLE-SMITH, R. *Panulirus* species. In: PHILLIPS, B. F. (EE) *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2006. p. 359–384.

PHILLIPS, B. F.; MATSUDA, H. A global review of spiny lobster aquaculture. In: FOTEDAR, R. K.; PHILLIPS, B. F. *Recent Advances and New Species in Aquaculture*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. p. 22–84.

PHILLIPS, B. *Lobsters: Biology, management, aquaculture & fisheries*. USA: Wiley-Blackwell, USA, 2013, 2nd Edition. 488 p.

PILLAI, S. L. Hatchery and farming of spiny lobster an overview. [Teaching Resource]. India: *Central Marine Fisheries Research Institute*, 2013. 7 p. Disponível em <http://eprints.cmfri.org.in/9733/1/S_Lakshmi_Pillai.pdf> acesso em: 20 out 2015

POWELL, A.; POWELL, E. New developments in European lobster aquaculture. *Aquaculture Europe*, Oostende, v. 41, n. 2, p. 5 – 12, 2016.

PRIYAMBODO, B.; JONES, C. M.; SAMMUT, J. The status of spiny lobster aquaculture in Indonesia. n: MEETING OF WORLD AQUACULTURE SOCIETY, Kuala Lumpur, Malaysia: WAS 2017. *Anais...* Kuala Lumpur, Malaysia, 2017. Abstract. Disponível em <<https://www.was.org/meetings/ShowAbstract.aspx?Id=47778>> acesso em: 26 set. 2017

RADHAKRISHNAN, E. V. Review of Prospects for Lobster Farming in Handbook on Open Sea Cage Culture In: PHILIPOSE, K. K.; LOKA, J.; SHARMA, S. R. K.; DAMODARAN, D. *Handbook on Open Sea Cage Culture*. Karwar: Central Marine Fisheries Research Institute Karwar Research Centre, 2012, p. 96 – 106.

RADHAKRISHNAN, E. V. Review of prospects for lobster farming (chapter 10) In: Perumal S, et al., editors. *Advances in marine and brackish water aquaculture*. New Delhi: Springer; 2015. p. 173–185.

RODRÍGUEZ-VIERA, L.; PERERA, E.; MONTERO-ALEJO, V.; PERDOMO-MORALES, R.; GARCÍA-GALANO, T.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, G.; MANCERA, J. M. Carbohydrates digestion and metabolism in the spiny lobster (*Panulirus argus*): biochemical indication for limited carbohydrate utilization. *PeerJ.*, Bethesda, v. 5, 2017; 5: e3975. Disponível em <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5672836/>> Acesso em 30 de março de 2018.

SANTANA, J. V. M.; NEVES, S. D. S.; SARAIVA, S. Z. R.; ADAMS, C.; CRUZ, R. Current management and externalities in lobster fisheries exploitation on the continental shelf of Ceará, Brazil. *Arquivo de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 05- 18, 2015.

SANTANA, J. V. M. *Dinâmica do ciclo de vida da lagosta Panulirus argus (Latreille, 1804) na plataforma continental da margem equatorial brasileira*. 2016. 101 p. Tese (Doutor em Ciências Marinhas Tropicais) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SANTOS, M. F. *Sequenciamento do DNA, desenvolvimento de marcadores moleculares e montagem do genoma mitocondrial da lagosta Panulirus echinatus (Smith, 1869)*. 2016. 108 p. Tese (Doutor em Biotecnologia). Universidade Federal do Piauí, Teresina.

SANTOS, F. J. da S. *A pesca da lagosta na Plataforma Continental Amazônica*. 2016b. 86 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

SAUNDERS, M. I.; THOMPSON, P. A.; JEFFS, A. G.; SÄWSTRÖM, C.; SACHLIKIDIS, N.; BECKLEY, L. E.; WAITE, A. M. Fussy Feeders: Phyllosoma Larvae of the Western Rocklobster (*Panulirus cygnus*) demonstrate prey preference. *PLoS ONE*, California, v. 7, n.5, pg. e36580, 2012.

SHANKS, S.; JONES, C. Status of lobster hatchery technology development. In: AQUACULTURE SYMPOSIUM, 2014, Lombok, Indonesia. *Proceedings of the International Lobster Aquaculture Symposium held in Lombok, Indonesia*. Australia: ACIAR. 2014; p. 154-158.

SILVA, A.C.; FONTELES-FILHO, A.A. *Avaliação do Defeso Aplicado à Pesca da Lagosta no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: Editora Expressão Gráfica, 2011. 110p.

SIMON, C. J.; JEFFS, A. Feeding and gut evacuation of cultured juvenile spiny lobsters, *Jasus edwardsii*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 280, n. 1-4, p. 211–219, 2008. doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.05.019

SMITH, D. M.; WILLIAMS, K. C.; IRVIN, S. J. Response of the tropical spiny lobster *Panulirus ornatus* to protein content of pelleted feed and to a diet of mussel flesh. *Aquaculture Nutrition*, Danvers, v. 11, n. 3, p. 209–217, 2005.

SMITH, G.G., HALL, M.W., SALMON, M., 2009. Use of microspheres, fresh and microbound diets to ascertain dietary path, component size, and digestive gland functioning in phyllosoma of the spiny lobster *Panulirus ornatus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, New Zealand, v. 43, n. 1, p. 205-215, 2009.

SOLANKI, Y.; JETANI, K. L.; KHAN, S. I.; KOTIYA, A. S.; MAKAWANA, N. P.; RATHER, M. A. Effect of stocking density on growth and survival rate of Spiny Lobster (*Panulirus polyphagus*) in cage culture system. *International Journal Aquatic Science*, Karaj, v. 3, n.11, p. 3-14, 2012.

THUY NTB, NGOC, N. B. Current status and exploitation of wild spiny lobsters in Vietnamese waters. In: WILLIAMS, K. C. *Spiny Lobster Ecology and Exploitation in the South China Sea Region*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 2004.n. 120. p. 13-16.

THORSON, G. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews*, Boulder, v. 25, n. 1, p. 1–45, 1950.

THORSON. G. Length of pelagic larval life in marine bottom invertebrates as related to larval transport by ocean currents. In: SEARS, M. *Oceanography*, Publs. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1961. p. 455 -474.

VIJAYAKUMARAN, M. R.; VENKATESAN, T. S.; MURUGAN, T. S.; KUMAR, D. K.; JHA, M. C.; REMANY, J. M. L.; THILAKAM, S. S.; JAHAN, G.; DHARANI, S.; KATHIROLI, K.; SELVAN, K. Farming of spiny lobsters in sea cages in India. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, New Zealand, v. 43, n. 2, p. 623-634, 2009.

WILLIAMS, A. B. *Lobster of the world: an illustrated guide*. New York: Osprey Books Huntington, 1988. 186 p.

WILLIAMS, K. C. Spiny lobster aquaculture in the Asia-Pacific region. In: PROCEEDINGS OF AN INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Spiny Lobster Aquaculture in the Asia-Pacific region, 2008, Nha Trang, Vietnam. *Anais...* Australian Centre for International Agricultural Research, Nha Trang, Vietnam, 2009. p. 162.

WILLIAMS, K. C. Nutritional requirements and feeds development for postlarval spiny lobster. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 263, n. 1/4, p. 1-14, 2007.
doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.10.019.

WOODINGS, L. N.; MURPHY, N. P.; DOYLE, S. R.; HALL, N. E.; ROBINSON, A. J.; LIGGINS, G. W.; GREEN, B. S.; COOKE, I. R.; NELL, J. J.; STRUGNELL, J. M. Assessing the population structure and connectivity of the eastern rock lobster, *Sagmariasus verreauxi*, utilizing next-generation sequencing. In: 11th INTERNATIONAL CONFERENCE & WOKSHOP. 2017, Portland. Lobster Biology & Management. 2017, Portland. *Anais...* Portland, 2017. Abstracts, Portland: ICLW, 2017, p. 60.

YELLAPU, B.; JEFFS, A.; BATTAGLENE, S.; LAVERY, S. D. Population subdivision in the tropical spiny lobster *Panulirus ornatus* throughout its Indo-West Pacific distribution ICES. *Journal of Marine Science*, Oxford, v.74, n. 3, p. 759–768, 2017.