



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA**

SORAYA DA SILVA NEVES

**ORGANIZAÇÃO E GESTÃO ATUAL DA PESCA DA LAGOSTA VERMELHA
(*Panulirus argus* LATREILLE, 1804) NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO
CEARÁ, BRASIL**

FORTALEZA

2014

SORAYA DA SILVA NEVES

ORGANIZAÇÃO E GESTÃO ATUAL DA PESCA DA LAGOSTA VERMELHA
(*Panulirus argus* LATREILLE, 1804) NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO CEARÁ,
BRASIL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Raúl Cruz Izquierdo.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

N427o Neves, Soraya da Silva.
Organização e gestão atual da pesca da lagosta vermelha (*Panulirus argus* Latreille, 1804) na plataforma continental do Ceará, Brasil / Soraya da Silva Neves. – 2014.
55 f. : il., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2014.

Área de Concentração: Recursos pesqueiros e Engenharia de pesca.
Orientação: Prof. Dr. Raúl Cruz Izquierdo.

1. Pesca - Administração. 2. Lagosta - Pesca. 3. Plataforma continental. I. Título.

CDD 469.5

SORAYA DA SILVA NEVES

ORGANIZAÇÃO E GESTÃO ATUAL DA PESCA DA LAGOSTA VERMELHA
(*Panulirus argus* LATREILLE, 1804) NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO CEARÁ,
BRASIL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raúl Cruz Izquierdo (Orientador)
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-UFC)

Profa. Dra. Danielle Sequeira Garcez
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-UFC)

Prof. Dr. Manuel Antonio de Andrade Furtado Neto
Departamento de Engenharia de Pesca
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dedico este trabalho aos meus pais, Deromir e Suely, e aos meus irmãos, Sherida, Naira e Deromir Jr.

AGRADECIMENTOS

Tenho muitos motivos para agradecer a várias pessoas que estiveram me ajudando nessa trajetória, mas tenho agradecimentos especiais a destacar.

Agradeço ao Deus Todo-Poderoso que está comigo em todos os momentos e que me proporcionou a vida.

Agradeço a meus pais Antonio Deromir e Suely e meus irmãos Sherida, Naira e Deromir Júnior, minha família que sempre me apoiou em tudo.

Agradeço aos meus amigos que me ajudaram direta ou indiretamente na execução do trabalho, assim como os que estiveram comigo nos momentos bons e ruins, que me deram forças quando precisei e, muitas vezes, estiveram orando por mim.

Agradeço especialmente aos colegas Juliana Gaêta e João Vicente pela ajuda nas amostragens.

Agradeço ao meu orientador, professor Raúl Cruz, por ter aceitado o desafio de me orientar e por ter me auxiliado atenciosamente em tudo.

Agradeço também à CAPES pela concessão de bolsa de auxílio financeiro.

RESUMO

As lagostas espinhosas apresentam grande importância nos desembarques nacionais de pescado e, sobretudo, no estado do Ceará. Representadas pelas espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, apresentam-se em estado de sobrepesca, o que torna necessária a reformulação do sistema de gestão atual a fim de assegurar a sustentabilidade da pescaria. Foi feita uma análise da gestão atual do recurso, bem como das consequências da variação da composição das capturas por tamanho nas profundidades de 0-10 m (setor raso) e 30-50 m (setor intermediário), a partir de amostragens a bordo e da análise de corte de Jones baseada em comprimentos. Verificou-se que não há divisão territorial para evitar aglomerações do esforço de pesca em uma mesma região. As capturas são realizadas com o uso de artes de pesca (legais e ilegais) não seletivas e embarcações de diferentes portes, ocorrendo o constante descumprimento das medidas regulatórias de uso e acesso existentes. O sistema de comercialização não beneficia o pescador, sendo parte do lucro destinada a um intermediário. Na prática, o acesso ao recurso é livre, originando um regime de acesso irrestrito, em que há geração de externalidades negativas e levando à sobre-exploração do recurso. Constatou-se diferença entre as distribuições de comprimento nos setores amostrados, havendo maior ocorrência de indivíduos juvenis e pré-recrutas no setor raso (SR) e de indivíduos maiores no setor intermediário (SI). As curvas de seletividade revelam que no SR o valor do L_{50} é 12% menor que o tamanho mínimo legal, enquanto no SI, é maior. Verificou-se também que no SR 86% das capturas correspondem a indivíduos jovens e pré-recrutas, enquanto no SI, essa porcentagem cai para 26%. As biomassas médias (B_m) calculadas para o SR e o SI são constituídas, respectivamente, em 98% e 55% por indivíduos menores que o permitido. No SR, um aumento de 13% no valor do L_{50} faz com que atinja o tamanho mínimo legal, incrementando a biomassa em 79%. Também um aumento de 21% no L_{50} o eleva ao tamanho mínimo ótimo (80 mm), havendo um incremento de 84% na biomassa. Como as populações brasileiras de lagosta são metapopulações fechadas, um plano de gestão abrangente que inclua medidas para mitigar as externalidades negativas como a criação de uma TAC (Captura Total Permissível), também o aumento no tamanho mínimo de captura, aliado à eliminação da sobrepesca de crescimento deve ser benéfico para aumentar os estoques de lagosta, assim como para elevar as capturas em peso.

Palavras-chave: Regimes de propriedade. Externalidades. Seletividade. Variação da biomassa.

ABSTRACT

The spiny lobsters present a great importance in national fish landings, especially in Ceará state. Represented by the species *Panulirus argus* and *Panulirus laevicauda*, both species in a overfishing situation, it is necessary a recast of the current management system to ensure the sustainability of their fishery. An analysis of current resource management was taken and the consequences of the variation in composition of catches by length at depths of 0-10 m (shallow region) and 30-50 m (intermediary region), from on board sampling and Jones' length-based cohort analysis. It was found that there is no territorial division to avoid agglomeration of fishing effort in the same region. The catch has been taken using fishing gears (legal and illegal) non selective and vessels with different sizes, occurring constant noncompliance of use and access to regulatory measures. The marketing system does not benefit the fisherman, being part of the profit destined to a middleman. In practice, the access to the resource is open, originating a system of unrestricted access, in which there is negative externality generation and leading to over-exploitation of the resource. It was found a difference between the length distributions in the sampled regions, with higher occurrence of juveniles and pre-recruits in the shallow region (SR) and larger individuals in the intermediary region (IR). The selection curves reveal that in the SR the value of L_{50} is 12% smaller than the minimum legal size, while the IR is greater. It was also found that in the SR 86% of catches correspond to juveniles and pre-recruits, while in IR, this percentage decreases to 26%. The mean biomasses (B_m) estimated to SR and IR are constituted in 98% and 55% by smaller individuals than permitted, respectively. In SR, an increase of 13% in the value of L_{50} makes it achieve the minimum legal size, increasing biomass by 79%. Also an increase of 21% in the L_{50} elevates the optimal minimum size (80 mm), with an increase of 84% in biomass. As Brazilian lobster's populations are closed metapopulations, a comprehensive management plan that includes measures to mitigate negative externalities such as the creation of a TAC (Total Allowable Catch), also the increase of the minimum catch size combined with the elimination of growth overfishing should be beneficial to increase the stocks of lobster, as well as to increase the catch by weight.

Keywords: Property regimes. Externalities. Selectivity. Biomass variation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Mapa da plataforma continental do Brasil mostrando a área de pesca (1–100 m) de lagostas espinhosas, <i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804) e <i>Panulirus laevicauda</i> (Latreille, 1817) por estado e as zonas de amostragem por isobátas.....	20
Figura 2 –	Mapa da plataforma continental das regiões norte e nordeste do Brasil (isóbatas de 1 a 100 m), onde ocorrem capturas de lagostas <i>Panulirus argus</i> e <i>Panulirus laevicauda</i>	24
Figura 3 –	Esquema mostrando os elementos do manejo e da comercialização das lagostas <i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804) e <i>Panulirus laevicauda</i> (Latreille, 1817) estado do Ceará, bem como a forma como se relacionam.....	25
Figura 4 –	Produção por viagem para captura de lagostas.....	28
Figura 5–	Percentuais das médias dos desembarques de lagostas <i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804) e <i>Panulirus laevicauda</i> (Latreille, 1817) nos estados costeiros do Brasil durante o período de 2002 a 2006.	31
Figura 6 –	Percentual dos desembarques de lagostas (<i>Panulirus argus</i> e <i>Panulirus laevicauda</i>) no estado do Ceará por ano, em relação aos desembarques totais na plataforma continental do Brasil, durante o período de 2002 a 2006.....	31
Figura 7 –	Médias dos desembarques de lagostas (<i>Panulirus argus</i> e <i>Panulirus laevicauda</i>) por municípios do estado do Ceará, Brasil, no período de 1999 a 2006.....	32
Figura 8 –	Médias dos desembarques de lagostas (<i>Panulirus argus</i> e <i>Panulirus laevicauda</i>) por zonas de administração pesqueira do estado do Ceará, Brasil, no período de 1999 a 2006.....	33
Figura 9 –	Estrutura de tamanhos relativos das lagostas <i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804) capturadas durante amostragem em águas rasas (1-10 m) e intermediárias (30-50 m) no ano de 2013 na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil.....	34
Figura 10 –	Curvas seleção atual (L50% = 66 mm CC) e estimada (L50% = 75 e 80 mm CC) para a pesca da lagosta <i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1804) no setor raso (1-10 m de profundidade) na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil, no ano de 2013.....	35
Figura 11–	Curvas seleção atual (L50% = 77 mm CC) e estimada (L50% = 80 mm CC) para a pesca da lagosta (<i>Panulirus argus</i> Latreille, 1804) no setor intermediário (30-50 m de profundidade) na plataforma continental do estado de Ceará, Brasil, no ano de 2013.....	35

- Figura 12 – Mortalidade por pesca (F) por comprimento da carapaça em relação às curvas de seleção (L_{50}) para a pesca de lagosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil, no ano de 2013..... 38
- Figura 13 – Comportamento da biomassa média (Bm) por comprimento da carapaça em relação às curvas de seleção: $L_{50\%} = 66$ mm CC (setor raso, 1-10 m) e $L_{50\%} = 77$ mm CC (setor intermediário, 30-50 m) para a pesca de lagosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) na plataforma continental do estado de Ceará, Brasil, no ano de 2013..... 39
- Figura 14 – Tendências dos desembarques de lagostas *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) no estado do Ceará. Série temporal de 1983 a 2006. Uma curva polinomial foi usada para obter o melhor ajuste dos dados: $y = 0,0532x^4 - 1,7107x^3 + 6,5327x^2 + 120,35x + 1383,7$ ($P = < 0,001$; $R^2 = 0,5476$)..... 40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Análise de coortes de Jones baseada no comprimento do cefalotórax da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) no setor raso (1–10 m) da plataforma continental do estado de Ceará, Brasil. Comprimento médio de seleção (L_{50}) atual..... 37
- Tabela 2 – Análise de coortes de Jones baseada no comprimento do cefalotórax da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) no setor intermediário (30–50 m) da plataforma continental do estado de Ceará, Brasil. Comprimento médio de seleção (L_{50}) atual..... 37
- Tabela 3 – Análise de coortes de Jones baseada no comprimento do cefalotórax da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) no setor raso (1 – 10 m) da plataforma continental do estado de Ceará, Brasil, aumentando o comprimento médio de seleção (L_{50}) atual em 13% e 21%..... 39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo geral	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1	Descrição da área de estudo	18
3.2	Terminologia biológica e pesqueira	18
3.3	Entrevista com pescadores	19
3.4	Base de dados pesqueiros e econômicos	19
3.5	Amostragem das lagostas	20
3.6	Análise da população virtual e seletividade	21
3.7	Modelo de avaliação do estoque	23
4	RESULTADOS	24
4.1	Divisão territorial e organização da pesca	24
4.2	Pescadores	26
4.3	Características das embarcações e da pescaria	27
4.4	Técnicas de pesca e composição da captura	29
4.5	Comportamento dos desembarques	30
4.6	Variações do comprimento da lagosta	33
4.7	Seletividade como uma função da composição de comprimento	34
4.8	Estrutura do estoque no setor raso (1-10 m) e intermediário (30-50 m)	36
4.9	Variações da mortalidade por pesca (F) e a biomassa (B)	38
4.10	Avaliação do estoque	40
5	DISCUSSÃO	41
5.1	Caracterização da pescaria	41
5.2	Produtividade das lagostas na plataforma cearense	42

5.3 Estado de exploração do estoque	42
5.4 Regimes de propriedade e a geração de externalidades.....	44
5.5 Considerações sobre o plano de gestão.....	46
6 CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NAS ENTREVISTAS COM PESCADORES DE LAGOSTAS DO LITORAL DO CEARÁ	55

1 INTRODUÇÃO

As capturas comerciais de lagostas no Brasil, das espécies *Panulirus argus* (LATREILLE, 1804) e *Panulirus laevicauda* (LATREILLE, 1817), ocorrem desde o estado do Amapá até o Espírito Santo (FONTELES-FILHO, 2000; IVO *et al.*, 2013). Essa modalidade de pescaria é considerada uma das mais importantes do país, representando uma relevante porcentagem nos desembarques e na pauta de exportação de pescados, tendo correspondido a 31% das exportações de produtos pesqueiros, em termos de valor, no ano de 2010, de acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

As principais espécies da pescaria são: a lagosta vermelha (*P. argus*) e a lagosta verde (*P. laevicauda*). Porém, outras espécies que apresentam pouca importância econômica são também encontradas nos desembarques, tais como a lagosta pintada (*Panulirus echinatus* Smith, 1869) e algumas espécies da família Scyllaridae (*Scyllarides brasiliensis* Rathbun, 1906, *Scyllarides delfosi* Holthuis, 1960 e *Parribacus antarcticus* Lund, 1793). Assim sendo, não há registros de desembarques dessas últimas espécies nem regulamentação da captura por meio de legislação, tendo sido pouco estudadas (CRUZ *et al.*, 2013a).

No Brasil, a região Nordeste é a que mais se destaca nas capturas de lagostas, constituindo aproximadamente 69% dos desembarques, em média, entre os anos de 2001 e 2006. Dentre os estados, o Ceará é o principal na produção e exportação do recurso, chegando a representar 28,4% dos desembarques nacionais entre 2001 e 2006, além de 44,96% e 35,95% das exportações nacionais de lagostas, em termos de valor, nos anos de 2006 e 2007, respectivamente. Ademais, as lagostas vermelha e verde representaram as espécies de pescado mais abundantes nas capturas (11,5%) e de maior valor comercial (R\$ 23,89/kg) em 2006, na plataforma continental cearense, conforme dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

As lagostas vermelha e verde podem ser encontradas em profundidades de até 90 a 100 m (SILVA *et al.*, 2003), e suas capturas comerciais, que tiveram início no Brasil em 1955 (PAIVA, 1965), ocorrem com a utilização de diversas artes e técnicas de pesca. As armadilhas admitidas pela legislação são o manzuá (ou covo), uma armadilha hexagonal com uma entrada única em forma de funil, e a cangalha, uma armadilha maior e mais leve com duas entradas que começou a ser utilizada na década de 1980 na costa do Ceará (FONTELES-FILHO, 2000).

Apesar de ilegais, outras artes de pesca têm sido utilizadas pelos usuários do recurso para assegurarem maior produção pesqueira, as quais são empregadas

clandestinamente em diferentes regiões onde ocorre a pescaria (MADRID; CRUZ, 2013). Uma delas é a rede de espera de fundo, também denominada “caçoeira”, que começou a ser utilizada a partir da década de 1970 e apresenta a desvantagem de remover grande quantidade do substrato que serve de habitat para as lagostas (PAIVA *et al.*, 1973). Também é utilizada a técnica de mergulho com o auxílio de compressor de ar nas capturas de lagostas e, ainda, desde o ano 2000 são colocados refúgios artificiais, popularmente conhecidos como “marambaias”, para a agregação dos animais o que facilita a captura (NASCIMENTO, 2006). Dessa forma, na tentativa de manter a renda, os pescadores artesanais dão prioridade à quantidade em prejuízo da qualidade (MADRID; CRUZ, 2013).

Atualmente, as medidas regulatórias da pescaria estabelecem um período de defeso de 180 dias (de dezembro a maio); proíbem o uso de redes de emalhar, mergulho comercial em abrigos naturais e artificiais; e a captura de indivíduos com comprimento de cauda inferior a 130 mm de comprimento (75 mm de comprimento do cefalotórax) para a lagosta vermelha e 110 mm (65 mm de comprimento do cefalotórax) para a lagosta verde (CAVALCANTE *et al.*, 2011). No entanto, em geral, a legislação brasileira é ineficaz, em parte devido à execução e à fiscalização ineficaz das medidas de controle (CRUZ *et al.*, 2013a).

Sistemas de monitoramento que incorporam diferentes aspectos do ciclo de vida da lagosta *P. argus* foram estabelecidos em Cuba (BUESA, 1965; CRUZ, 1981; CRUZ *et al.*, 1986, 1991; CRUZ, 2002), Flórida (MULLER; DOUG, 1997) e México (BRIONES, 1994). Iniciativas semelhantes foram realizadas no Brasil, como é o caso da elaboração de um sistema de amostragem nos portos de desembarques de lagostas no Nordeste do Brasil, por Fonteles-Filho e Ferreira (1991), para obter a composição por tamanho das populações de lagostas espinhosas. Os autores ainda enumeraram uma série de restrições e dificuldades importantes que poderiam influir na confiabilidade da informação obtida. Também Cruz *et al.* (2011) propuseram um sistema de amostragens aleatórias e estratificadas, entre 1 e 100 m de profundidade, a bordo de barcos lagosteiros e com uma periodicidade mensal para obter informações biológico-pesqueiras.

Um importante aspecto a ser considerado pela gestão pesqueira é a questão dos regimes de propriedade. De acordo com Hardin (1968), “a liberdade em um bem comum traz ruína para todos” e a única forma de evitar essa “tragédia dos comuns” é renunciando tal liberdade. No caso das pescarias, quando não há um regime de propriedade definido, ou seja, quando o acesso ao recurso é livre (acesso aberto), gera-se uma competição entre os pescadores à medida que o recurso se torna escasso, levando ao aumento do esforço de pesca

por cada pescador individualmente, possibilitando a ocorrência da sobrepesca (SCOTT, 2000).

Além do acesso aberto, onde não há propriedade, existem outros tipos de regime de propriedade a que o recurso pode estar submetido. Um deles é a propriedade estatal, que ocorre quando um órgão de controle e gestão estabelece as regras de uso e acesso (BROMLEY, 1991). Também existe a propriedade privada, quando o indivíduo ou a empresa tem o direito ao uso de maneira correta e o dever de não usufruir de forma incorreta, assim como os outros têm o dever de respeitar o uso aceitável e o direito de esperar que sempre ocorra o uso socialmente aceitável (BROMLEY, 1991). Ainda, a propriedade comunal, onde os membros do grupo gestor têm individualmente direitos e deveres em relação ao uso de taxas e manutenção da propriedade, além do direito coletivo de excluir os não membros e estes, o dever de aceitar a exclusão (BROMLEY, 1991).

De acordo com Cruz *et al.* (2013b), as populações de *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no Brasil são metapopulações fechadas, sem intercâmbio com outras populações de lagosta do Atlântico, não dependendo das migrações de larvas. Apresentam dois estoques distintos, sendo um em águas rasas (<50 m), constituído principalmente por animais jovens e pré-recrutas, e outro em águas mais profundas (50-100 m), representado basicamente pelos indivíduos adultos e maiores (acima de 75 mm). Os estoques são explorados por uma frota operacional de lagosta principalmente em águas rasas (<50 m) e, ocasionalmente, em águas mais profundas (50-100 m) (CRUZ *et al.*, 2013b).

Informações sobre a quantidade de pescadores e número de embarcações de lagostas podem ser encontrados no Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA por meio de solicitação, porém muitos pescadores atuam de forma ilegal na pescaria. Além disso, as informações biológica e pesqueira das artes de pesca são muito limitadas e não há informações para determinar em que situação encontram-se os níveis de biomassa das lagostas vermelha e verde atualmente. Entretanto, a diminuição espaço-temporal da abundância observada nas pescarias comerciais entre 1974 e 1991 aliada a uma intensificação da pesca de *P. argus* no segmento de águas profundas potencializam a ocorrência de uma redução drástica das populações (CRUZ *et al.*, 2011). Cushing (1971), King (1995), Goñi (1998) apontam a redução do recrutamento por baixos níveis do estoque desovante como causa do declínio de numerosas pescarias.

Na tentativa de incentivar a melhorias no sistema de gestão das pescarias, Paiva (2004) publicou uma visão geral de 500 anos de gestão da pesca no Brasil. Também, a análise no “Plano de Gestão para uso sustentável de lagostas” (BRASIL, 2008) teve como objetivo

reverter a crise por que passa o uso sustentável desse importante recurso pesqueiro no Brasil, além de relatar os instrumentos do plano de gestão estabelecido nas décadas passadas. Cavalcante *et al.* (2011) fizeram um histórico e análise das medidas de ordenamento adotadas no Brasil desde o início da pesca de lagostas. Ivo *et al.* (2013) descreveram a cadeia produtiva da lagosta, sugerindo modificações na forma de gestão do recurso com base na formação de “Arranjos Produtivos Locais” – sistema fragmentado de produção da lagosta com organização das atividades de captura, nos principais municípios produtores, com base no produto final (cauda congelada ou lagosta inteira) e em etapas do processo produtivo. Ademais, Cavalcante e Furtado-Neto (2014) realizaram uma análise comparativa entre as medidas de ordenamento adotadas na pesca de lagostas espinhosas no Brasil e nos países do Oceano Atlântico Centro-Occidental, destacando êxitos e insucessos na aplicação das mesmas, que visam assegurar a sustentabilidade das pescarias, com base no Código de Conduta para Pescarias Responsáveis da FAO.

Entretanto, a precariedade na fiscalização e a falta de monitoramento da pescaria, colaboram para o constante descumprimento das medidas de ordenamento vigentes. Essa situação, por sua vez, contribui para o fracasso na gestão do uso sustentável do recurso, o que traz como consequência que a pescaria desses recursos atingiu um estado de sobrepesca, gerando um cenário de crise no setor (CAVALCANTE *et al.*, 2011). Além disso, geram-se diferentes tipos de externalidades, feitos não contabilizados pelo pescador que as gera, que são comuns na exploração dos recursos marinhos, já que os direitos de propriedade raramente são totalmente atribuídos.

As externalidades são ações realizadas por um pescador que afetam o bem-estar de outro pescador, quer ele opere na mesma pescaria ou em outra. Quando o primeiro pescador causa um custo ao segundo sem compensá-lo por isso, caracteriza-se uma externalidade negativa. Ao contrário, se o primeiro concede um benefício ao segundo sem ser compensado por isso, define-se uma externalidade positiva (WACHSMAN, 2002). As pescarias estão sujeitas a externalidades negativas com a geração de custos externos, especialmente quando o recurso é de livre acesso, o que pode ocasionar a sua depleção (BRUCE, 2001).

Seijo, Defeo e Salas (1998) descrevem alguns tipos de externalidades aplicadas às pescarias, que são: a “de estoque”, também denominada externalidade “dinâmica” por Wachsmann (2002); a “de aglomeração”; a “tecnológica” (sequencial e incidental), a “ecológica”, chamada externalidade “biológica” por Wachsmann (2002); e a “tecnológica”.

Ademais, Wachsmann (2002) também relata a externalidade “de mercado”, a “de transbordamento e produção”, além da “múltipla”.

A problemática acerca e de como as capturas de lagostas no estado do Ceará contribuem para a sobrepesca do recurso, tem sido amplamente discutida. No entanto, estudos acerca da questão dos regimes de propriedade e das externalidades, apesar de serem assuntos normalmente não abordados, podem ser úteis na compreensão de situações que podem contribuir para a sobrepesca do recurso, bem como podem fornecer informações para elaboração de estratégias de gestão de maneira mais abrangente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar e analisar a organização e gestão atual da pesca de lagostas ao longo da plataforma continental cearense e seu impacto na biomassa explorável do recurso.

2.2 Objetivos específicos

Analisar os aspectos pesqueiros, sociais e econômicos que influenciam na produção e na biomassa explorável do recurso lagosta.

Avaliar a variação da composição por tamanho dos estoques de lagosta (*P. argus*) em função de duas faixas de profundidade (1–10 m e 30–50 m).

Determinar as variações da mortalidade por pesca (F) e a biomassa explorável (B) do estoque no estado.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo

No Brasil, as lagostas *Panulirus argus* (vermelha) e *Panulirus laevicauda* (verde) distribuem-se desde o litoral do estado do Amapá (região Norte) até o estado do Espírito Santo (região Sudeste), abrangendo assim a plataforma continental nordestina, onde ocorrem os maiores desembarques de lagostas no país (FONTELES-FILHO, 2000).

O estado do Ceará, principal produtor de lagostas do país, pertence à região Nordeste do Brasil. É composto por 20 municípios costeiros, sendo o litoral limitado pelos municípios de Barroquinha (03°01'08" S; 41°08'10" W), no extremo oeste do estado, e Icapuí (04°42'47" S; 37°21'19" W), no extremo leste. Tal extensão equivale a 578 km de costa, o que corresponde a uma área de 42.205 km² de plataforma continental, com variação de 1 a 100 m de profundidade (FIGURA 1).

Coutinho e Morais (1970) observaram que a plataforma continental da região Nordeste do Brasil é relativamente extensa, com perfis planos a profundidade de 50 m e finalizando em declive abrupto. Também, constataram a existência de estruturas de recifes e grandes leitos de algas calcárias, os quais apresentam maior extensão nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, possivelmente devido à ausência de grandes rios, gerando pouco aporte de origem fluvial e preservando águas limpas e sem material em suspensão. Essas características, aliadas à elevada salinidade (FONTELES-FILHO, 2007; IVO *et al.*, 2013) proporcionam ambiente bastante propício para a habitação de lagostas.

3.2 Terminologia biológica e pesqueira

A terminologia utilizada neste estudo para a distinção das principais fases do ciclo de vida da lagosta *P. argus* foi baseada em Herrnkind, Jernakoff e Butler (1994), Cruz *et al.* (2007) e Cruz e Bertelsen (2009). Dessa forma, as etapas são: (a) puerulus, fase em que os animais apresentam comprimento do cefalotórax (CC) entre 4 e 6 mm e migram para ambientes costeiros (ACOSTA; BUTLER, 1999); (b) pós-puerulus ou fase algal não gregária, na qual os indivíduos apresentam de 6 a 16 mm de CC; (c) gregária juvenil, quando os animais possuem entre 16 e 50 mm CC; (d) pré-recruta, na qual as lagostas apresentam 50 a 73 mm de CC; (e) recruta, no momento em que possuem entre 74 e 79 mm de CC (média de 76,8 mm CC); e (f) adulto, quando apresentam mais de 80 mm de CC.

A caracterização dos tipos de pesca de lagosta no Ceará e no Brasil neste estudo baseou-se na terminologia proposta pela Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (Fisheries and Aquaculture Department), disponível no sítio eletrônico da instituição. Com base nesses conceitos foram definidos os termos pesca industrial, pesca de pequena escala, pesca artesanal, pesca comercial, pesca tradicional e pesca de subsistência.

3.3 Entrevista com pescadores

As entrevistas com os pescadores de lagosta foram realizadas por meio de um questionário semiestruturado elaborado pelo autor (APÊNDICE A), o qual foi aplicado de forma aleatória a 44 pescadores nos municípios de Acaraú, Camocim e Cruz, litoral Oeste do estado do Ceará nos meses de janeiro e fevereiro de 2012, dentro do período de defeso estabelecido para a pescaria.

O questionário empregado é composto por 26 questões que abrangem os temas: aspectos sociais da mão-de-obra (idade, escolaridade, estado civil e renda mensal), características das embarcações (comprimento, propulsão e propriedade do barco), características da pescaria (quantidade de tripulantes, de viagens mensais, de dias de mar e de armadilhas utilizadas, bem como profundidade de captura, iscas utilizadas e fauna acompanhante) e características da comercialização local.

3.4 Base de dados pesqueiros e econômicos

Para a análise das estatísticas de pesca de lagostas dos estados do Brasil, inclusive do Ceará, utilizou-se como fonte de pesquisa as informações provenientes de Boletins Técnicos Científicos do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste (CEPENE), de Relatórios Técnicos do Estatpesca, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), disponíveis nos sítios eletrônicos do CEPENE e IBAMA, respectivamente, para os anos de 1999 a 2006. Além disso, também foram utilizadas as Estatísticas de Pesca disponíveis no sítio eletrônico do IBAMA, para os anos de 1999 a 2006, e do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), para os anos de 2008 a 2010.

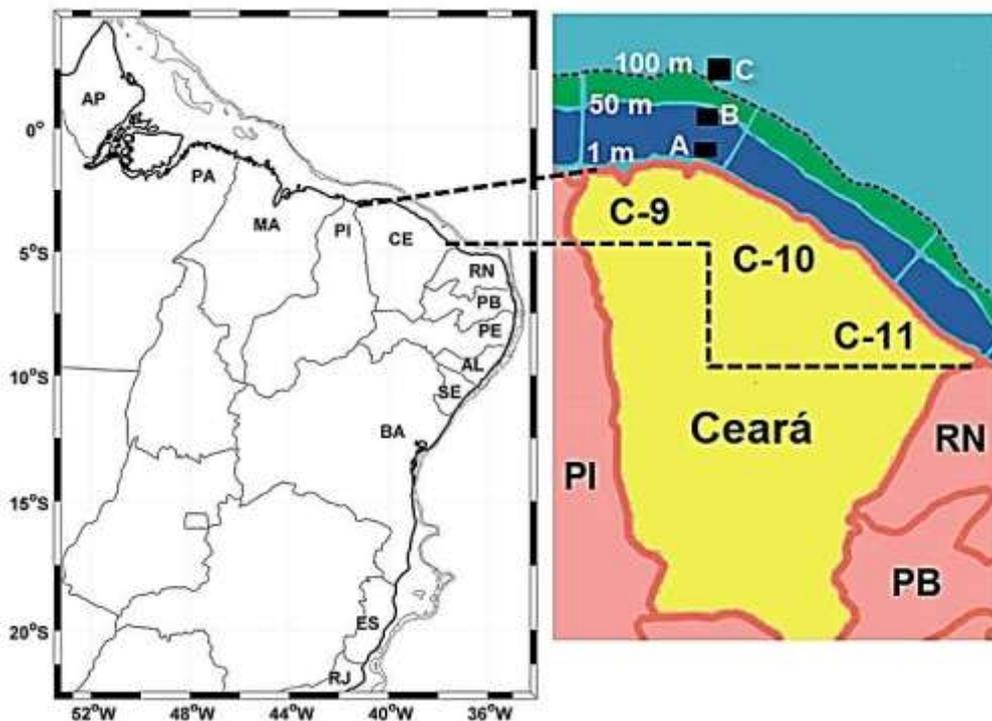
As informações econômicas relativas à produção de lagostas espinhosas no Brasil e no estado do Ceará foram obtidas a partir dos Relatórios Técnicos do CEPENE, além de Informe Rural do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE, do

Banco do Nordeste do Brasil (disponível em sítio eletrônico do mesmo), sobre a situação do setor produtivo da lagosta no Nordeste, referente aos anos de 2001 a 2006.

3.5 Amostragem das lagostas

A amostragem das lagostas foi realizada a bordo de embarcações comerciais que praticam a captura com o uso de manzuás nas faixas de profundidade de 1 a 10 m, denominado setor raso (SR), e de 30 a 50 m, denominado setor intermediário (SI). As capturas ocorreram no estrato C-9 (2°56'59" S, 39°47'31" W), determinado por Cruz *et al.*, 2011, da plataforma continental do estado do Ceará (FIGURA 1). Como as embarcações onde foram feitas as capturas não operavam na faixa de profundidade entre 50 e 100 m (setor profundo), a qual apresenta uma extensão de 16.028 km² (CRUZ *et al.*, 2011), esta faixa não foi amostrada neste estudo.

Figura 1 – Mapa da plataforma continental do Brasil mostrando a área de pesca (1-100 m) de lagostas espinhosas, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817), por estado e as zonas de amostragem, por isobátas.



Estados: Amapá (AP), Pará (PA), Maranhão (MA), Piauí (PI), Ceará (CE), Rio Grande do Norte (RN), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Alagoas (AL), Sergipe (SE), Bahia (BA) e Espírito Santo (ES). Regiões C-9, C-10 e C-11: representam a distribuição dos estratos para amostragem de lagostas na plataforma cearense de acordo com CRUZ, *et al.* (2011).

Ponto A: faixa de profundidade 1-10 m; ponto B: faixa de profundidade 30-50 m; ponto C: faixa de profundidade entre 50-100 m.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram coletadas 124 lagostas da espécie *P. argus* no SR e 223 no SI, totalizando 347 indivíduos. Estes foram classificados por sexo e tiveram o comprimento do cefalotórax medido com uso de um paquímetro de 200 mm, com precisão de 1 mm, bem como tiveram o estágio reprodutivo e a fase de muda determinados. Além disso, determinou-se a quantidade de manzuás pescados, a técnica de pesca e a profundidade de captura.

Foi feita a estimação dos tamanhos médios durante os meses de agosto e setembro de 2013 para as duas faixas de profundidade. Também a relação peso-comprimento total da carapaça (peso total = $0,002582 \times CC^{2,7461}$) (CRUZ, 2002) foi utilizada para calcular o peso médio individual de cada classe de comprimento.

3.6 Análise da população virtual e seletividade

A mortalidade por pesca (F) e o número de sobreviventes (N) foram calculados para o estoque de lagostas vermelhas da plataforma continental cearense a partir da análise de coortes de Jones baseada nos comprimentos da carapaça. Dados da composição da pesca completos estavam disponíveis para o período de 2000-2011. A coorte atual foi substituída por uma "pseudocoorte", pressupondo um sistema de parâmetros constante. Assim, assumiu-se que o quadro apresentado por todas as classes de comprimento capturadas durante um ano, reflete em única coorte, com base na metodologia proposta por Sparre e Venema (2008). Esse processo originou a estrutura de comprimentos da população e a taxa de recrutamento para a pesca.

Para obtenção dos dados de entrada do modelo, foram estimados os valores médios, entre machos e fêmeas, dos parâmetros de crescimento ($CC_{\infty} = 180,75$ mm, $K = 0,24$ ano⁻¹, $t_0 = 0$), a partir de valores calculados por Ivo e Pereira (1996) para a região Nordeste do Brasil. Além disso, foram calculados os parâmetros de mortalidade natural pela equação empírica de Cruz *et al.* (1981) (1).

$$M = -0,0277 - 0,0004 \times CC_{\infty} + 0,5397 \times K + 0,0119 \times T \quad (1)$$

Na equação, M é a mortalidade natural, CC_{∞} é o comprimento da carapaça infinito dado em mm, K é a constante de crescimento dada em ano^{-1} , e T é a temperatura média anual do mar em $^{\circ}\text{C}$. Utilizou-se a temperatura média anual do mar de 2012, que variou entre 26 e 28°C (TEIXEIRA; MACHADO, 2013) e considerou-se que, na fase juvenil, $M = 0,40$ (CRUZ *et al.*, 2006).

Também, por meio da curva de captura linearizada, foi estimada a mortalidade total (Z), sendo esta utilizada para calcular a mortalidade por pesca (F) através da equação seguinte:

$$F = Z - M \quad (2)$$

A curva de seleção do comprimento médio (L_{50}) foi calculada a partir da curva de captura linearizada por comprimento, metodologia utilizada por Cruz *et al.* (2013b) na pesca de lagostas no Brasil e proposto por Pauly (1984) em peixes.

Dado que a mortalidade por pesca (F) depende da seletividade (S), assim sendo, quando S_L for igual a zero, F_L deve ser igualmente nula, e quando $S_L = 1$, F_L , deve ser elevada. Dessa forma, com os resultados das análises de coortes por comprimento, a mortalidade por pesca (F) pode ser expressa como:

$$F_{(\text{atual})} = F_{L(m)} \times S_{L(\text{atual})} \quad (3)$$

Na equação 3, $F_{L(m)}$ é a mortalidade por pesca máxima e $S_{L(\text{atual})}$ é a curva de seletividade atual.

Calculando-se o L_{50} pela curva de seletividade, estimou-se que um incremento deste em 13% pode levar ao alcance do comprimento mínimo legal de 75 mm. Além disso, havendo um aumento de 21% pode-se alcançar o comprimento mínimo ótimo para lagostas de 80 mm, sugerido por Bertelsen e Matthews (2001). Estes autores observaram, na Flórida, que em fêmeas de lagostas provenientes de locais onde não há pressão da pesca, a produção de ovos ocorre com 80 mm de CC. Isso por que a pressão da pesca pode gerar redução da idade da maturidade sexual, fazendo com que as fêmeas cresçam menos, já que produzem ovos mais cedo. Além disso, se atingirem o comprimento ótimo de reprodução, de 80 mm de CC, as lagostas podem apresentar maior prole (BERTELSEN; MATTHEWS, 2001).

Os novos valores de F para L_{50} , correspondentes a 13% e 21%, respectivamente, foram obtidos com o uso da equação 3.

O número de lagostas sobreviventes na classe de comprimento foi calculado usando a equação:

$$N(L_1) = [N(L_2) \times H(L_1, L_2) + C(L_1, L_2)] \times H(L_1, L_2) \quad (4)$$

N é o número de sobreviventes que atingem o comprimento L_1 e $H(L_1, L_2)$ é fator de mortalidade natural, o qual é dado por:

$$H(L_1, L_2) = [(L_\infty - L_1) / (L_\infty - L_2)]^{M/2K} \quad (5)$$

A razão de exploração (F/Z), a mortalidade por pesca (F) e a biomassa média (B_m) são obtidas pelas equações 6, 7 e 8, respectivamente, onde $C(L_1, L_2)$ é o número de lagostas capturadas entre os comprimentos L_1 e L_2 e W_m é o peso médio em gramas.

$$F/Z = C(L_1, L_2) / [N(L_1) - N(L_2)] \quad (6)$$

$$F = M \times (F/Z) / (1 - F/Z) \quad (7)$$

$$B_m = (NL_2 - NL_1) / (Z \times W_m) \quad (8)$$

Tal modelo foi desenvolvido em planilha eletrônica por Cruz *et al.* (2013b) para a pescaria de lagostas na plataforma continental do Brasil, considerando a metodologia proposta por Sparre e Venema (1997).

3.7 Modelo de avaliação do estoque

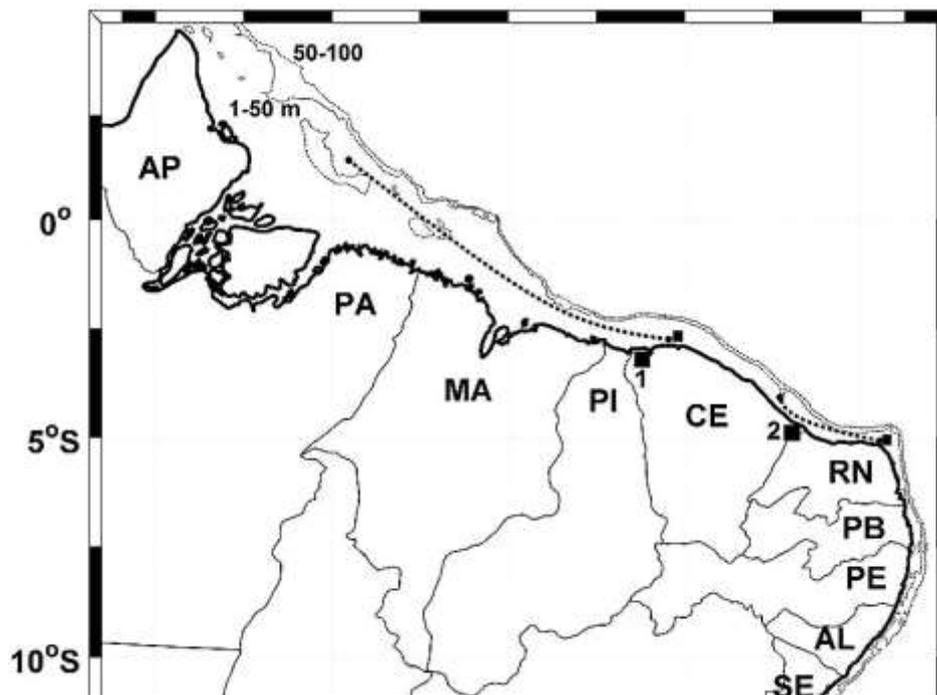
A partir de dados de captura de lagostas vermelhas disponíveis, dos anos de 1983 a 2005, plotaram-se séries temporais (desembarques *versus* ano) para analisar as tendências entre os valores de desembarque. Dessa forma, as tendências dos desembarques foram analisadas e, posteriormente, os valores foram ajustados a uma curva de regressão polinomial mais adequada, onde o eixo x representa a série de tempo e o eixo y , o valor anual dos desembarques de lagostas vermelhas no estado do Ceará. As capturas de lagosta verde ocorrem em quantidades não significativas.

4 RESULTADOS

4.1 Divisão territorial e organização da pesca

No Brasil, não existe uma divisão territorial das pescarias de lagostas por estados ou municípios com o objetivo de evitar que, em uma mesma zona, ocorram aglomerações de embarcações e do esforço de pesca. Além disso, é permitido que embarcações de um determinado estado, com permissão para a pescaria, capturem lagostas em qualquer outro estado do país, não havendo restrição do esforço de pesca, da quantidade de embarcações e da quantidade e tipos de artes de pesca.

Figura 2 – Mapa da plataforma continental das regiões norte e nordeste do Brasil (isóbatas de 1 a 100 m), onde ocorrem capturas de lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*.



Os pontos 1 e 2 representam os municípios de Barroquinha e Icapuí, respectivamente, limites do litoral cearense. Os tracejados representam as travessias para a captura de lagostas entre os estados Ceará-Pará e Rio Grande do Norte-Ceará.

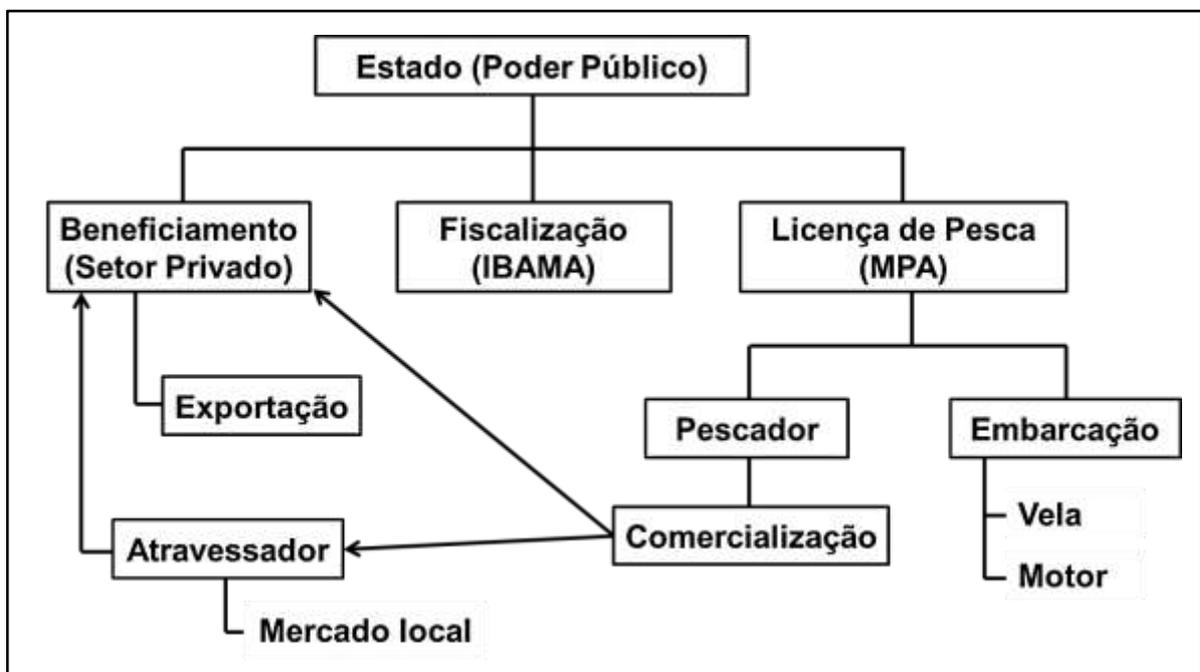
Fonte: Elaborada pelo autor.

No estado do Ceará, tal fato é evidenciado por relatos de pescadores e especialistas quando afirmam que parte (não determinada) da frota do município de Acaraú passa parte da temporada de pesca capturando lagostas na região Norte (estado do Pará).

Desse modo, durante a travessia do Ceará ao Pará, as embarcações seguem pescando lagostas nos estados de Maranhão e Piauí até chegarem ao destino, onde continuam realizando as capturas. Da mesma forma, barcos costumam fazer travessias do estado do Rio Grande de Norte até litoral leste do Ceará para pescar lagostas (FIGURA 2). Nesses casos, os desembarques dos indivíduos capturados podem ser vendidos nas praias ou nos portos que ficam ao longo da costa, sendo as caudas de lagostas posteriormente transportadas para plantas de beneficiamento.

Também não existe, no país, um regime de propriedade comum (cooperativas ou empresas pesqueiras) que permita uma ótima alocação dos recursos pesqueiros. Dessa maneira, os direitos de propriedade privados materializam-se em quem é o dono dos meios de produção (da embarcação e das artes de pesca). As embarcações licenciadas para a captura de lagostas podem ter propulsão a vela, geralmente quando se trata de bem do próprio pescador, ou a motor, em geral quando pertence a um armador de pesca, ou ainda podem ser de propriedade da indústria de pesca (nesse caso, motorizadas).

Figura 3 – Esquema mostrando os elementos do manejo e da comercialização das lagostas *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) no estado do Ceará e suas relações.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Considerando os aspectos analisados anteriormente, pode-se resumir o sistema de gestão, na prática, em três aspectos fundamentais: aprovação da licença de pesca, fiscalização

da atividade pesqueira e beneficiamento da lagosta (FIGURA 3). O Estado é representado pelos órgãos normativos Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), responsável por aprovar as licenças de pesca, e Ministério do Meio Ambiente (MMA), que fiscaliza a pesca através do órgão executivo denominado Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), além do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que atua na fiscalização das plantas de beneficiamento por meio do Serviço de Inspeção Federal (SIF).

O sistema que engloba a pesca e comercialização de lagostas no estado é complexo, iniciando-se com a captura, a qual pode ser realizada utilizando-se diferentes métodos e artes de pesca não seletivas e embarcações de diferentes portes. Além disso, a forma como é feita a comercialização torna a produção desvalorizada.

No caso em que o pescador é o proprietário da embarcação e da produção, processo de venda inicia-se quando este negocia as lagostas com um intermediário (também chamado “atravessador” ou “machante”). Este as compra a um valor relativamente baixo, como exemplo no caso de um dos municípios, R\$ 50,00 por quilograma da cauda e R\$ 17,00 por quilograma da lagosta inteira. Depois disso, o intermediário as vende a valores mais elevados, em geral para as indústrias de beneficiamento (R\$ 57,00 por quilograma da cauda e R\$ 23,00 por quilograma da lagosta inteira) ou, em menor frequência, no mercado local, ficando assim com grande parte do lucro da produção. Dessa maneira, os pescadores perdem grande parte do lucro que poderiam ter se a produção fosse vendida diretamente à indústria.

Também há o caso em que o armador de pesca é o dono da embarcação e, portanto, da produção, sendo esta então vendida diretamente para a indústria.

Finalmente, a indústria pesqueira pode possuir embarcações próprias, realizando assim a captura e o beneficiamento da produção. Dessa maneira, a maior parte da produção passa pela indústria de beneficiamento, a qual beneficia as lagostas provenientes de suas próprias embarcações (quando as possuir), das embarcações de armadores de pesca e de parte das embarcações da pesca artesanal (por meio dos atravessadores). Portanto, grande parte da produção de lagostas é destinada à exportação, em geral, na forma de lagosta inteira cozida congelada ou cauda congelada.

4.2 Pescadores

Foram realizadas entrevistas a 44 pescadores residentes nos municípios de Acaraú Cruz e Camocim. Levando em consideração o fato de que a maioria dos pescadores artesanais

do Brasil realizam capturas ilegais, seja pelo uso de artes de pesca ilícitas (rede de espera, mergulho com auxílio de compressor e marambaias), pela captura de lagostas menores que o tamanho mínimo permitido, ou ainda no período de defeso, as informações fornecidas pelos mesmos nem sempre condizem com a realidade dos fatos.

Baseando-se nas informações obtidas, pôde-se traçar um perfil geral dos pescadores. Suas idades variaram de 23 a 60 anos, dos quais 18% pertencem à faixa etária de 23 a 30 anos de idade e 25%, entre 30 e 40 anos. Com idades mais avançadas, na faixa de 40 a 60 anos, apresentam-se 58% dos pescadores entrevistados.

Com relação ao estado civil, 81% são casados e geralmente constituem a renda principal de uma família, enquanto os 19% restantes são solteiros.

Quanto ao grau de instrução, há predominância de pescadores não alfabetizados, que correspondem a 45%, enquanto 27% iniciaram, mas não concluíram o ensino fundamental e 25% chegaram a concluí-lo. Ainda, 2% chegaram ao ensino médio, mas não o concluíram e nenhum deles chegou a completar o ensino médio.

Verificou-se também que 41% são donos das embarcações utilizadas na pescaria, enquanto 59% recebem salário do proprietário da embarcação e, muitas vezes, uma porcentagem sobre as capturas. Também ocorre a contratação de pescadores, por parte de indústria pesqueira da região, para atuarem nas embarcações de propriedade da empresa na captura de lagostas em troca de salário fixo, não havendo nesse caso participação sobre as capturas.

No que diz respeito à renda média mensal desses trabalhadores, verificou-se que a grande maioria, aproximadamente 61% dos entrevistados, ganha até quinhentos reais mensalmente, enquanto 19% ganham entre quinhentos e mil reais e apenas 10%, entre mil e dois mil reais por mês. Somente dois dos entrevistados afirmaram receber mais de três mil e quinhentos reais mensalmente.

4.3 Características das embarcações e da pescaria

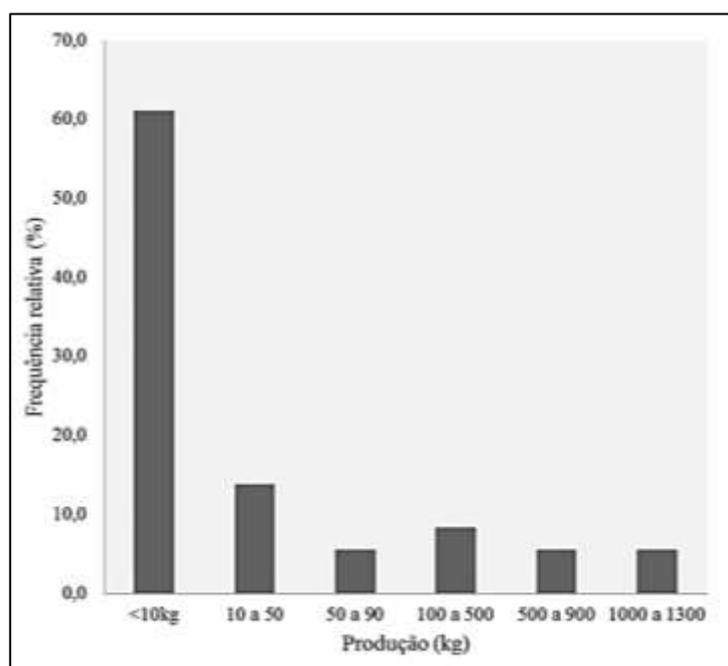
As embarcações utilizadas nas capturas de lagostas podem apresentar propulsão a vela, como ocorre em 57% dos casos, seguido de propulsão a motor, 39% dos casos, ou ainda possuir as duas modalidades de propulsão, podendo escolher entre uma ou outra, em 5% dos casos.

A pescaria realizada pela maioria dos entrevistados (55% dos casos) é caracterizada por ter duração de um dia, em que ocorre a saída para o mar durante a noite e o

retorno ao amanhecer. Tal tipo de pesca ocorre quando são utilizadas embarcações a vela, as quais não têm estrutura para passar mais de um dia no mar. Outro tipo de pescaria é o realizado por 27% dos pescadores, os quais passam mais de 25 dias no mar por viagem para pesca de lagostas, utilizando embarcações grandes a motor e com estrutura suficiente para passar vários dias ininterruptos pescando. Os 18% restantes realizam viagens de 5 a 20 dias, com embarcações também movidas a motor.

As embarcações utilizadas por 51% dos entrevistados apresentam comprimento menor que oito metros, com estrutura para passar poucos dias no mar. As embarcações utilizadas por 23% apresentam entre oito e doze metros de comprimento. As que têm capacidade para suportar mais de 25 dias no mar são as embarcações com comprimento maior que doze metros, as quais são usadas por 26% dos entrevistados.

Figura 4 – Produção por viagem para captura de lagostas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dependendo do tipo de barco, a quantidade de tripulantes pode variar. Assim, as embarcações menores e veleiras apresentam três ou quatro tripulantes, em 20% e 25% dos casos, respectivamente, enquanto nas embarcações maiores e motorizadas, essa quantidade aumenta para cinco (27% do total), seis (9%) ou sete (18%) pescadores.

A produção varia de acordo com a quantidade de dias no mar, podendo-se capturar de 2 a 10kg nas pescarias em viagem de curta duração realizadas por embarcações menores com propulsão a vela (61%). Nas embarcações intermediárias, a produção varia de

10 a 90 kg (19,5%). Também em 19.5% dos casos a produção por viagem é de 100 kg ou mais, podendo chegar a mais de uma tonelada, nas pescarias que utilizam embarcações com comprimento maior ou igual a 12 m com propulsão a motor, quando os pescadores passam em torno de 30 dias no mar (FIGURA 4).

As capturas podem ocorrer em profundidades variadas, sendo desde a faixa de 3,5 a 20 m (53%), em geral utilizando as embarcações a vela, e de 20 a 50m (19%), até a faixa de 50 e 110 m (28%), atingida basicamente com o uso de embarcações maiores que 10m e motorizadas.

4.4 Técnicas de pesca e composição da captura

Os resultados de avaliações e observações de campo realizadas por pesquisadores e especialistas do estado do Ceará mostraram que a pesca de lagostas neste estado é realizada de três formas principais: com a utilização de manzuás, com a utilização de rede de espera de fundo, também chamada caçoeira, ou ainda através da prática do mergulho com auxílio de compressor de ar e, muitas vezes, de marambaias. No entanto, os pescadores afirmam que as capturas ocorrem apenas com o uso de manzuás, não declarando o uso das outras artes de pesca citadas por tratarem-se de artes ilegais de acordo com a legislação vigente.

As armadilhas utilizadas são não seletivas e são utilizados diferentes tipos de iscas para atrair as lagostas. Observou-se que aproximadamente 42% dos entrevistados usam bagre ou cabeça de bagre, 11% usam piramutaba ou cabeça de piramutaba, 6% utilizam peixes pequenos não identificados, 4% usam cabeça de peixe não identificado, além de raia (2% dos casos) e cabeça de camarão (2%). Os relatos mostram que também são utilizados, por grande parte dos entrevistados, produtos não relacionados ao mar, que são toucinho de porco, (21% dos casos), coco (9%) e mocotó de boi (6%). Tais resultados demonstram que a escolha das iscas é baseada apenas no tradicionalismo, evidenciando o desconhecimento dos efeitos dos diferentes tipos de isca e seu impacto econômico, possivelmente diminuindo o rendimento da pescaria.

Eventualmente, ocorre a captura de uma variedade de outras espécies não-alvo durante a pescaria, as quais representam a fauna acompanhante que vive no mesmo habitat das lagostas. A partir de informações dos pescadores e com base em Ivo, Santiago e Monteiro-Neto (1996) e Silva, Verani e Ivo (2006), pode-se verificar que na fauna acompanhante da pescaria em questão há maior frequência de citação dos peixes da família Lutjanidae, com aproximadamente 33%, sendo as espécies mais citadas dentro da família

ariacó (*Lutjanus synagris*), 16%, e cioba (*Lutjanus analis*), 13%. Da mesma família, também foram citadas a guaiúba (*Ocyurus chrysurus*), 2%, e a carapitanga (*Lutjanus jocu*), 1%.

Em seguida, a família também bastante citada foi a de peixes Haemulidae (em aproximadamente 28% dos casos), cujo grupo mais referido foi o do peixe conhecido como biquara (*Haemulon plumieri*), 18%. Também pertencendo à mesma família estão as espécies coró (*Conodon nobilis/Pomadasys corvinaeformis*) com 5% dos relatos, e cambuba (*Haemulon steindachner*), com 4%.

Outras espécies também relatadas foram o peixe cangulo (*Balistes vetula*), 8%, o molusco cefalópode polvo (*Octopus sp.*), 4%, que são espécies predadoras das lagostas.

Ainda outras espécies foram relatadas como sendo parte da fauna acompanhante da pescaria, são elas os peixes paru (*Chaetodipterus faber*), 6%, budião (*Halichoeres poeyi*) 3%, garajuba (*Caranx crysos*), 3%, moréia (*Gymnothorax spp.*), 2%, peixe batata (*Sparisoma sp.*), 1%, garoupa (*Epinephelus spp.*), 1%, lanceta (*Acanthurus chirurgus*), 1%, cação-viola (*Rhinobathus percellens*), 1%, e lagostas do gênero *Scyllarides*, conhecidas como sapateira ou sapata, citadas por 1% dos entrevistados.

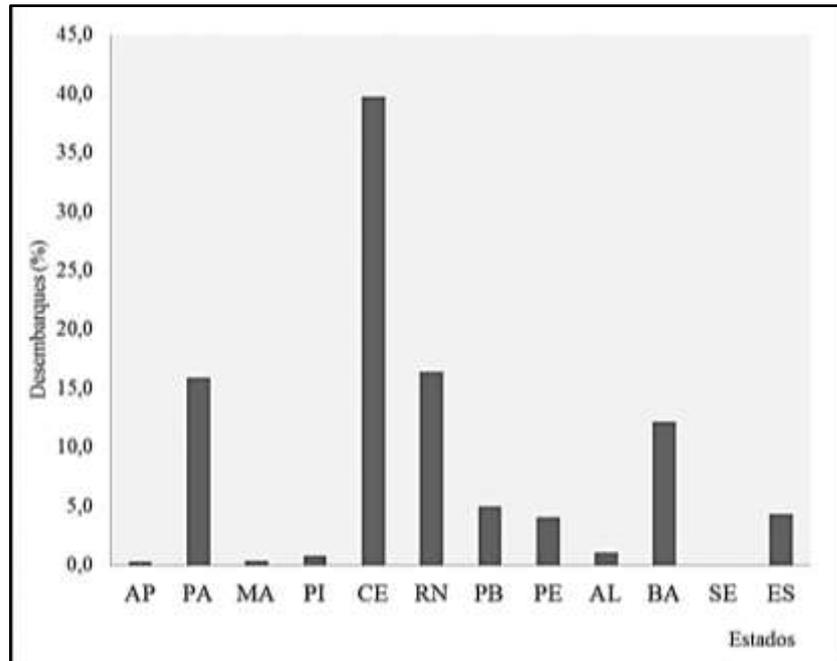
Além dessas espécies, algumas não identificadas foram citadas, cujos nomes vulgares são craúna e xila (peixes), siri (crustáceo), búzio (molusco) e ‘peixes pequenos’ (referência a várias espécies de peixes de tamanho pequeno).

4.5 Comportamento dos desembarques

A partir da base de dados pesqueiros e econômicos, pode-se perceber que os desembarques de lagostas no Brasil comportam-se de forma diferenciada em cada estado. As porcentagens em relação à quantidade total de lagostas desembarcadas do país, entre 2002 e 2006, revelam que o estado do Ceará é o maior produtor desse crustáceo, correspondendo a uma média de 39,7% da produção total. Em seguida, estão os estados de Rio Grande do Norte (16,4%), Pará (15,9%) e Bahia (12,1%). Os outros estados que capturam lagostas, juntos, correspondem a uma média de 15,8% dos desembarques do país (FIGURA 5).

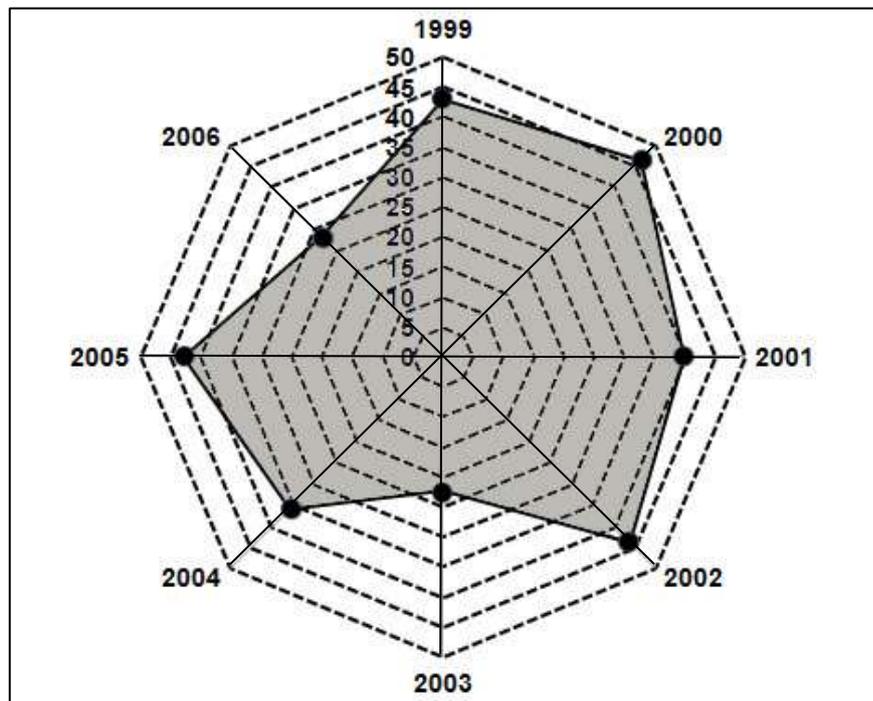
Analisando-se os desembarques no estado do Ceará entre os anos de 1999 e 2006, pode-se perceber que representaram aproximadamente metade de toda a produção brasileira de lagostas, variando entre a proporção mínima de 22% em 2003 e a máxima de 46% em 2000 (FIGURA 6).

Figura 5 – Percentuais das médias dos desembarques de lagostas *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) nos estados costeiros do Brasil durante o período de 2002 a 2006.



Fonte: Elaborada pelo autor com base em dados do CEPENE-ICMBIO.

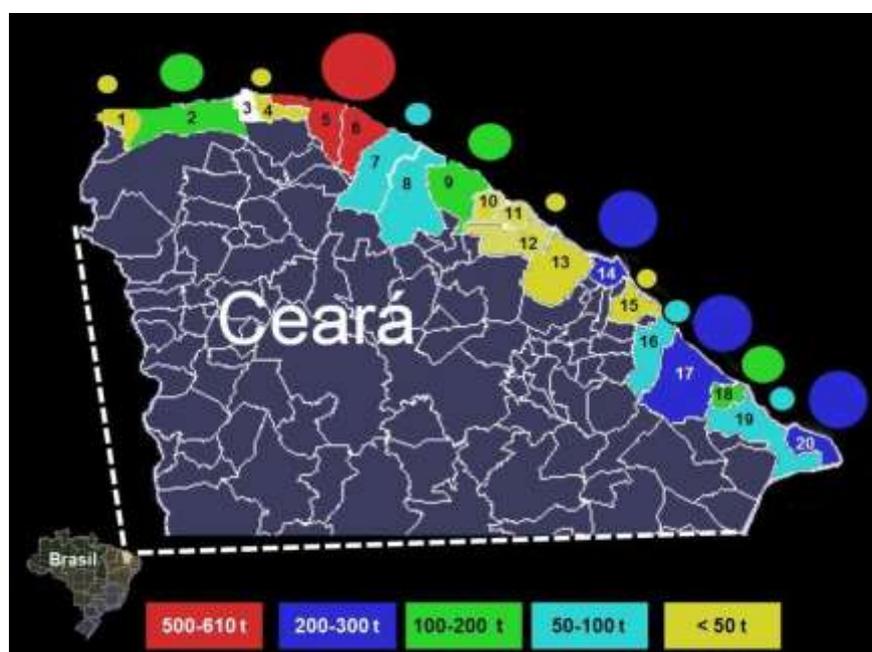
Figura 6 – Percentual dos desembarques anuais de lagostas (*Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*) no estado do Ceará, em relação aos desembarques totais na plataforma continental do Brasil, durante o período de 2002 a 2006.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dentre os municípios produtores de lagostas do estado cearense, destacam-se, com relação a maior quantidade de desembarques entre os anos de 1999 a 2006, Itarema e Acaraú, com produção variando entre 500 e 610 t. Também Fortaleza, Beberibe e Icapuí, desembarcando de 200 a 300 t, seguidos de Camocim, Trairi e Fortim, com 100 a 200 t de produção, ainda Amontada, Itapipoca, Cascavel e Aracati, com 50 a 100 t, e finalmente Barroquinha, Cruz, Paraipaba, Paracuru, São Gonçalo do Amarante, Caucaia e Aquiraz, cada um tendo desembarcado menos de 50 t (FIGURA 7).

Figura 7 – Médias dos desembarques de lagostas (*Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*) por municípios do estado do Ceará, Brasil, no período de 1999 a 2006.



Municípios: 1- Barroquinha, 2- Camocim, 3- Jijoca (não há produção), 4- Cruz, 5- Acaraú, 6- Itarema, 7- Amontada, 8- Itapipoca, 9- Trairi, 10- Paraipaba, 11- Paracuru, 12- S. G. Amarante, 13- Caucaia, 14- Fortaleza, 15- Aquiraz, 16- Cascavel, 17- Beberibe, 18- Fortim, 19- Aracati e 20- Icapuí.

Fonte: Elaborada pelo autor.

O litoral cearense, frequentemente dividido em litoral oeste e litoral leste, é composto por 20 municípios que apresentam, em geral, economia bastante influenciada pela pesca. Esses municípios são: Icapuí, Aracati, Fortim, Beberibe, Cascavel, Aquiraz, Fortaleza, Caucaia, S. G. Amarante, Paracuru, Paraipaba, Trairi, Itapipoca, Amontada, Itarema, Acaraú, Cruz, Jijoca, Camocim, Barroquinha (FIGURA 7).

Diante das características do estado cearense, tendo como base os municípios onde ocorrem maiores desembarques de lagostas e levando também em consideração a configuração física do litoral, é possível sugerir uma divisão para uma melhor avaliação e

administração da pesca no estado. Dessa forma, sugere-se a divisão do estado em três regiões ou zonas de administração pesqueira distintas: a zona oeste, compreendendo desde o município de Barroquinha até o de Itarema, a zona centro, de Amontada a Aquiraz, e a zona leste, incluindo desde Cascavel até Icapuí. Feita essa divisão, pode-se verificar que a maior quantidade de lagostas desembarcadas é proveniente da zona leste, com 200 a 300 t, seguido da zona oeste, 100 a 200 t, e da zona centro, com 50 a 100 t (FIGURA 8).

Figura 8 – Médias dos desembarques de lagostas (*Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*) por zonas de administração pesqueira do estado do Ceará, Brasil, no período de 1999 a 2006.



Zonas de pesca: Zona Oeste: 1- Barroquinha, 2- Camocim, 3- Jijoca 4- Cruz, 5- Acaraú, 6- Itarema; Zona Centro: 7- Amontada, 8- Itapipoca, 9- Trairi, 10- Paraipaba, 11- Paracuru, 12- S. G. Amarante, 13- Caucaia, 14- Fortaleza, 15- Aquiraz; Zona Oeste: 16- Cascavel, 17- Beberibe, 18- Fortim, 19- Aracati e 20- Icapuí.

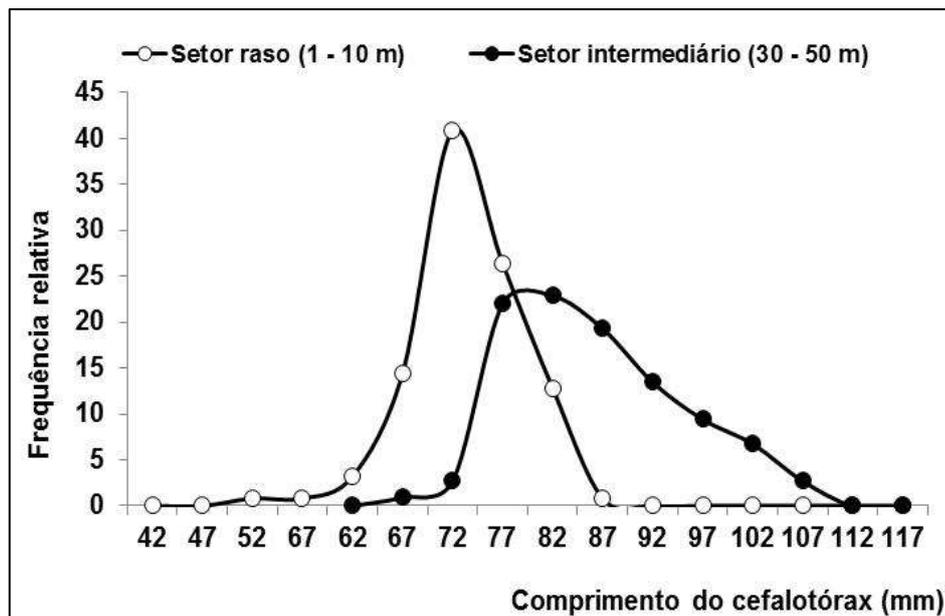
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.6 Variações do comprimento da lagosta

A partir dos dados obtidos nas amostragens realizadas, observou-se uma diferença considerável entre a distribuição de frequências de comprimento para as duas faixas de profundidade amostradas (1-10 m e 30-50 m) (FIGURA 9). Nas regiões com menor profundidade (1-10 m), os indivíduos pré-recrutados, com comprimento do cefalotórax (CC) entre 50 e 77 mm, representaram 86% das capturas de lagostas ocorridas, enquanto os exemplares adultos (80 a 89 mm de CC) representaram 14%, sem indícios de atividade reprodutiva.

Nas regiões mais profundas (30-50 m), observou-se uma tendência à diminuição dos indivíduos pré-recrutas, os quais representaram 25% das lagostas capturadas, e ao aumento dos exemplares adultos, com 75% da representação, pertencentes a um intervalo de comprimento de cefalotórax de 80 a 100 mm.

Figura 9 – Estrutura de tamanhos relativos das lagostas *Panulirus argus* (Latreille, 1804) capturadas durante amostragem em águas rasas (1-10 m) e intermediárias (30-50 m) no ano de 2013 na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil.



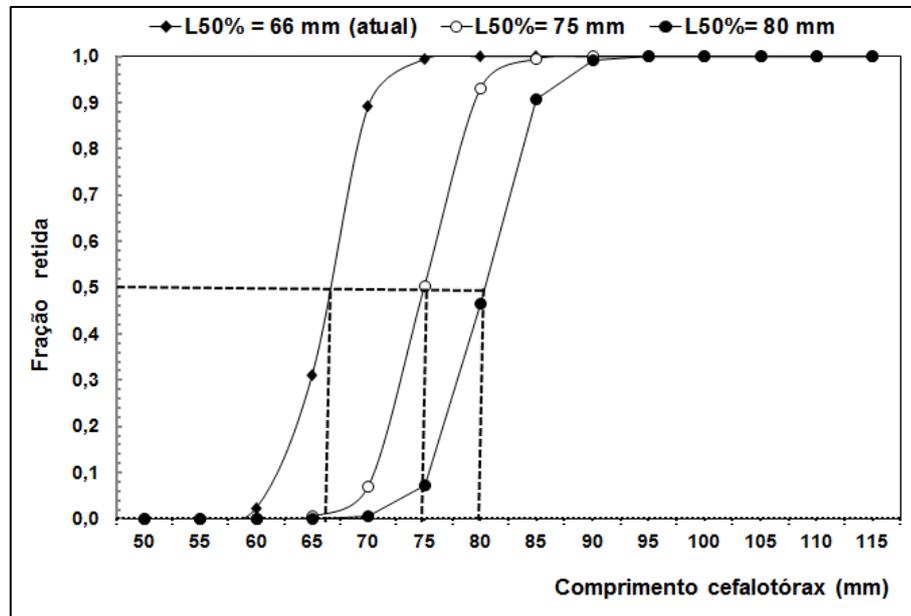
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.7 Seletividade como uma função da composição de comprimento

As curvas de seletividade por faixa de profundidade indicam a probabilidade de captura de lagostas de determinado tamanho. Os comprimentos de primeira captura para lagostas capturadas em regiões rasas (1-10 m de profundidade) e intermediárias (30-50 m de profundidade) foram estimados em 66 mm CC (FIGURA 10) e 77 mm CC (FIGURA 11), respectivamente.

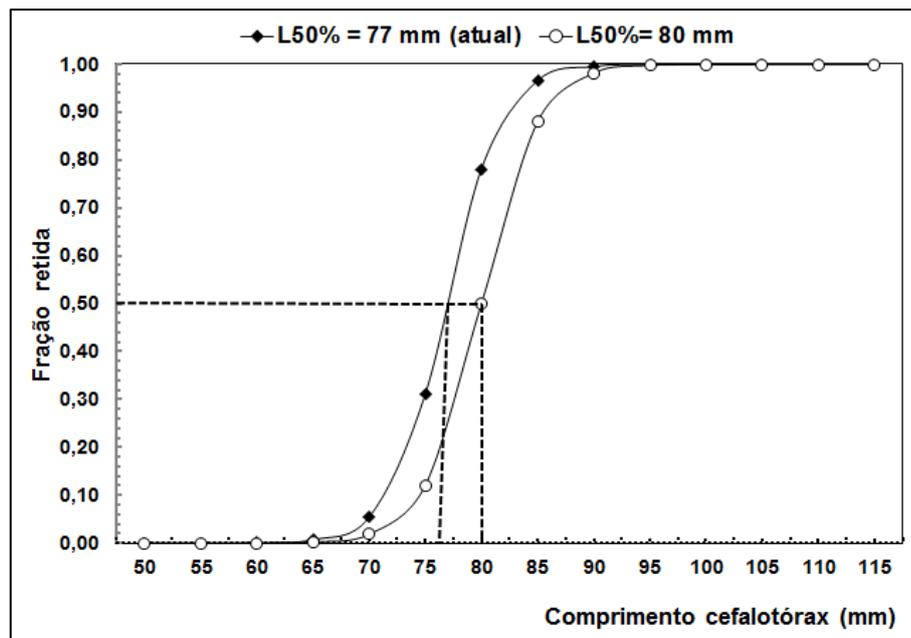
Ao analisar as curvas de seletividade, pode-se perceber que um aumento no tamanho das lagostas capturadas acarreta um correspondente aumento do comprimento médio de seleção, o que ocasiona um rearranjo dos valores de F no modelo.

Figura 10 – Curvas seleção atual ($L_{50} = 66$ mm CC) e estimada ($L_{50} = 75$ e 80 mm CC) para a pesca da lagosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) no setor raso (1-10 m de profundidade) na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil, no ano de 2013.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 – Curvas seleção atual ($L_{50} = 77$ mm CC) e estimada ($L_{50} = 80$ mm CC) para a pesca da lagosta (*Panulirus argus* Latreille, 1804) no setor intermediário (30-50 m de profundidade) na plataforma continental do estado de Ceará, Brasil, no ano de 2013.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Verificando-se o comprimento de primeira captura (L_{50}) no setor raso, o qual foi estimado em 66 mm CC, percebe-se que é 12% menor que o comprimento mínimo legal (75 mm CC). Em vista disso, se for considerado um aumento estimado em 13% no L_{50} do modelo, percebe-se que este atinge o valor mínimo legal, 75 mm CC. Da mesma forma, um incremento de 21% possibilita o alcance de 80 mm CC nesse L_{50} (FIGURA 10).

No setor intermediário, pode-se perceber que o L_{50} já apresenta valor superior ao tamanho mínimo legal, mas que com um incremento de 13% é alcançado um valor próximo ao tamanho ótimo de 80 mm CC (FIGURA 11).

4.8 Estrutura do estoque no setor raso (1-10 m) e intermediário (30-50 m)

A análise de coorte de Jones baseada nas classes de comprimento do cefalotórax gerou resultados que foram estruturados em intervalos de tempo não constantes para a obtenção de uma matriz. Com base nesta, presume-se que a estrutura de todos os tamanhos capturados, os quais variaram de 50 a 109 mm CC, durante um período médio determinado reflete a vida de uma pseudocoorte entre os anos de 2000 e 2011.

Analisando a composição das capturas no setor raso, com base no comprimento da carapaça, constatou-se que 86% dos animais são pré-recrutas (50-74 mm CC) e 14%, adultos (80-84 mm CC). Tratando-se de quantidades, o número de lagostas desembarcadas variou entre 0,0227 e 1,16 milhões, totalizando 2,8 milhões no período de 2000-2011 (TABELA 1). A composição das capturas no setor intermediário mostrou-se bastante diferente (TABELA 2), apresentando constituição de apenas 3,7% de pré-recrutas (74-79 mm CC), 22,4% de recrutas e 73,9% de adultos (80-109 mm CC). Além disso, a quantidade de lagostas desembarcadas variou entre 0,0083 e 0,178 milhões, com um total de 0,906 milhões no período em questão.

A quantidade média de lagostas jovens sobreviventes (N) no estoque nos setores raso e intermediário foi de aproximadamente 3,15 milhões (50-54 mm CC) e 1,13 milhões (65-69 mm CC), respectivamente (TABELAS 1 e 2). Além disso, o número total de indivíduos, obtido com F de 0,113 (SR) e 0,051 (SI), nos respectivos estoques foi de 13,11 (SR) e 5,2 milhões (SI). Ainda, os rendimentos calculados em cada estoque pesqueiro são de 814 t e 504 t, respectivamente para o SR e o SI, demonstrando que 62% das capturas de lagostas estão concentrados na fração mais jovem da população.

Tabela 1 – Análise de coortes de Jones baseada no comprimento do cefalotórax da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) no setor raso (1 – 10 m) da plataforma continental do estado de Ceará, Brasil. Comprimento médio de seleção (L_{50}) atual.

Comprimento do cefalotórax (CC - mm)	Número de lagostas desembarcadas (2000-2011)	Número de lagostas sobreviventes (N)	Mortalidade por pesca (F)	Rendimento (kg)	Biomassa (t)
50-54	22735	3153537	0,113	3027	1515
55-59	90940	3056172	0,447	15578	1187
60-64	409230	2890019	2,044	88310	928
65-69	1159486	2406708	6,665	309603	652
70-74	750255	1182856	8,394	244110	275
75-79	363760	399531	11,503	142319	81
80-84	22735	24070	6,300	10572	8
85-89	0	0	0	0	0
90-94	0	0	0	0	0
95-99	0	0	0	0	0
Total	2819141	13112892		813520	4644

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 – Análise de coortes de Jones baseada no comprimento do cefalotórax da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) no setor intermediário (30 – 50 m) da plataforma continental do estado de Ceará, Brasil. Comprimento médio de seleção (L_{50}) atual.

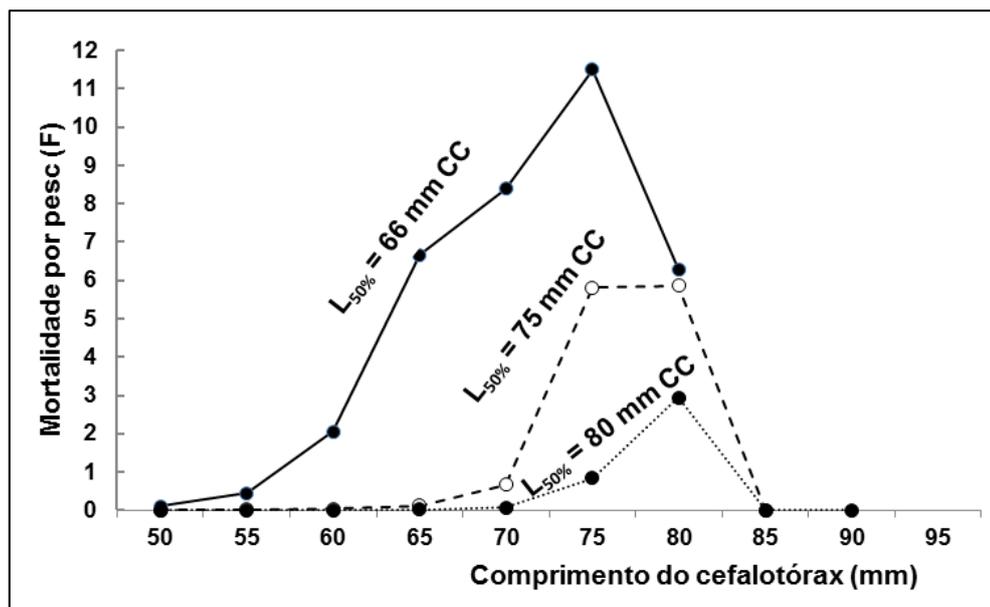
Comprimento cefalotórax (CC - mm)	Número de lagostas desembarcadas (2000-2011)	Número de lagostas sobreviventes (N)	Mortalidade por pesca (F)	Rendimento (kg)	Biomassa (t)
50-54					
55-59					
60-64					
65-69	8279	1131563	0,051	2211	605
70-74	24838	1074797	0,156	8082	489
75-79	202844	1002221	1,438	79361	361
80-84	157307	757048	1,411	73153	240
85-89	178006	566291	2,159	97388	151
90-94	161447	363555	3,138	102978	81
95-99	86933	186674	3,156	64123	37
100-104	62095	91478	5,051	52581	15
105-109	24838	25695	8,699	23986	3
110-114					
115-119					
Total	906587	5199322		503862	1981

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.9 Variações da mortalidade por pesca (F) e a biomassa (B)

Com o aumento do comprimento de primeira captura (L_{50}) da curva média de seleção, observou-se mudanças nos padrões de pesca, gerando uma nova série de estimativas de valores de F. Assim sendo, como F é uma função contínua do comprimento da carapaça, quando o tamanho de primeira captura eleva-se de 66 mm (CC) até 75 mm (CC) ou até 80 mm (CC), a mortalidade por pesca alcança valores muito baixos (zero ou próximo de zero) para as lagostas entre 50 e 70 mm (CC). Dessa forma, F mostra uma tendência negativa em função do aumento do L_{50} (FIGURA 12).

Figura 12 – Mortalidade por pesca (F) por comprimento da carapaça em relação às curvas de seleção (L_{50}) para a pesca de lagosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil, no ano de 2013.

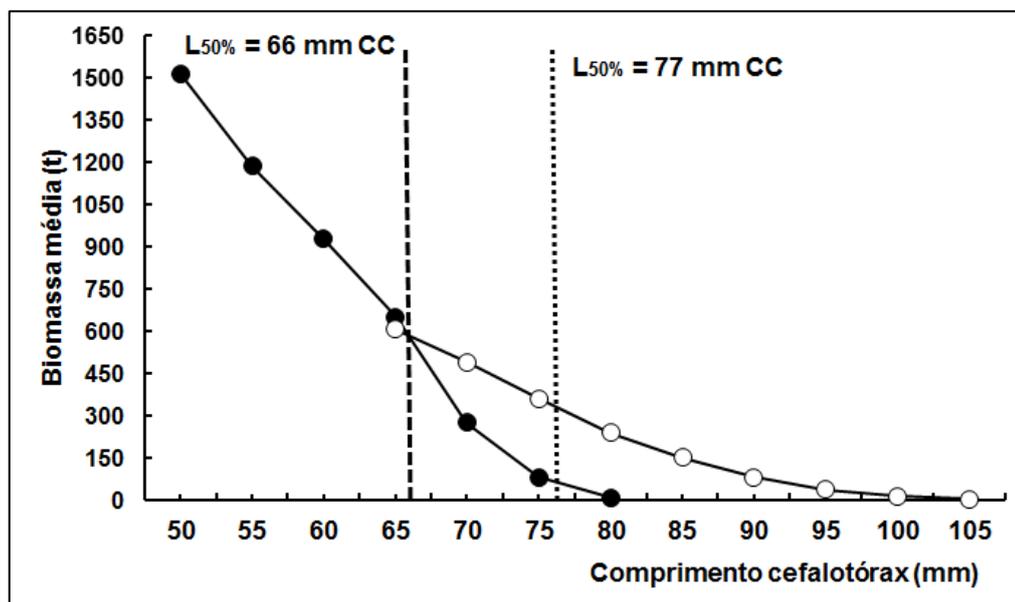


Fonte: Elaborada pelo autor.

A biomassa média (B_m) de cada grupo de tamanho diminui à medida que o comprimento médio aumenta (FIGURA 13), tendo sido calculada em 4644 t e 1981 t para o SR e o SI, respectivamente (TABELAS 1 e 2).

A constituição da B_m no setor raso revela que 98% de lagostas capturadas são menores que o tamanho mínimo legal (75 mm CC), apresentando um comprimento de primeira captura de 66 mm (CC). Por outro lado, no setor intermediário as lagostas inferiores ao tamanho mínimo legal (65-75 mm CC) representam 55% da B_m , enquanto 45% são indivíduos pré-adultos e adultos (> 75 mm CC).

Figura 13 – Comportamento da biomassa média (Bm) por comprimento da carapaça em relação às curvas de seleção: $L_{50} = 66$ mm CC (setor raso, 1-10 m) e $L_{50} = 77$ mm CC (setor intermediário, 30-50 m) para a pesca de lagosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) na plataforma continental do estado de Ceará, Brasil, no ano de 2013.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 3 – Análise de coortes de Jones baseada no comprimento do cefalotórax da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) no setor raso (1 – 10 m) da plataforma continental do estado de Ceará, Brasil, aumentando o comprimento médio de seleção (L_{50}) atual em 13% e 21%.

Comprimento do cefalotórax (CC - mm)	Incremento no comprimento médio atual de seleção ($L_{50} = 66$ mm CC) de 13% (75 mm CC)			Incremento no comprimento médio atual de seleção ($L_{50} = 66$ mm CC) de 21% (80 mm CC)		
	Mortalidade por pesca (F)	Mortalidade total (Z)	Biomassa (t)	Mortalidade por pesca (F)	Mortalidade total (Z)	Biomassa (t)
50-54	0,004	0,37	1956	0,001	0,371	1972,8
55-59	0,011	0,38	2545	0,002	0,372	2609,2
60-64	0,037	0,41	5499	0,005	0,375	5974,8
65-69	0,123	0,49	9304	0,013	0,383	11952,2
70-74	0,667	1,04	2321	0,066	0,436	5526,3
75-79	5,821	6,19	155	0,842	1,212	792,1
80-84	5,864	6,23	8	2,966	3,336	15,5
Total			21789			28843

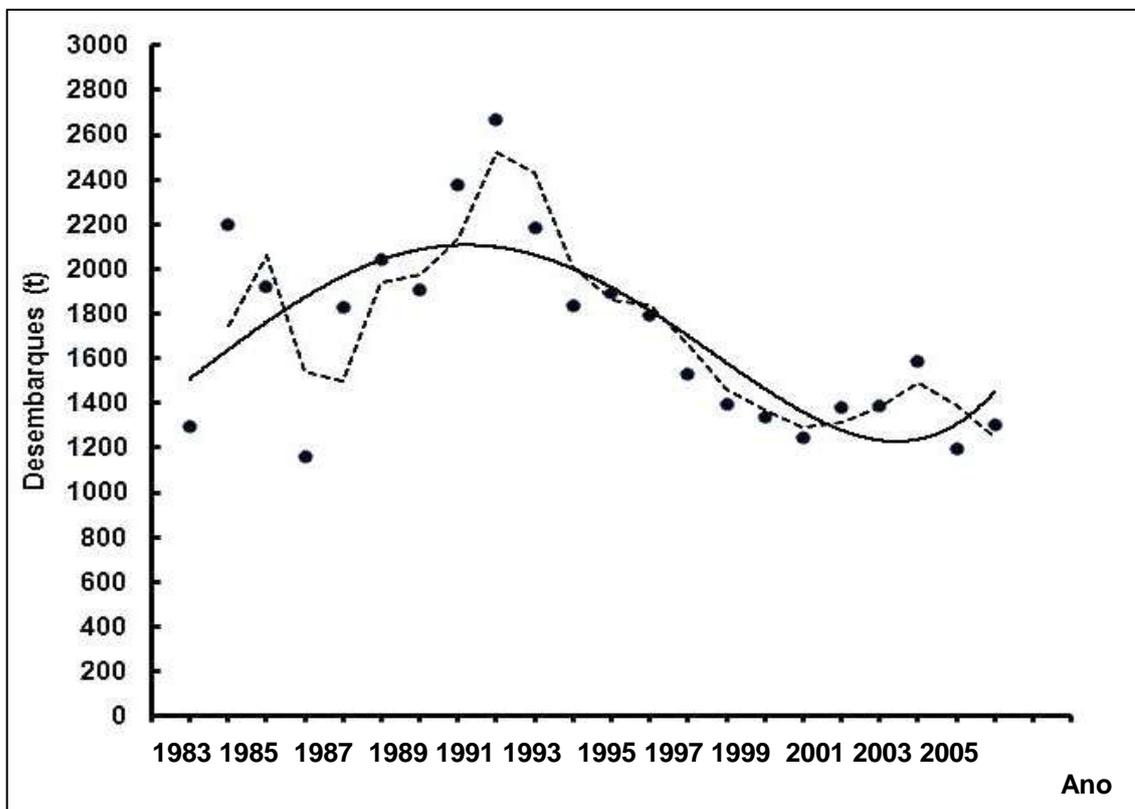
Fonte: Elaborada pelo autor.

Por meio de um método de gestão eficiente, que induza os pescadores a respeitarem o tamanho mínimo legal (TML) de 75 mm CC, a biomassa do estoque em águas rasas pode ter um incremento de 75%, o que equivale a 21789 t. Além disso, havendo um aumento do TML para 80 mm CC (tamanho ótimo), é possível alcançar um valor de Bm de aproximadamente 28843 t (TABELA 3). No setor intermediário não se objetiva um aumento do TML, pois o comprimento de primeira captura, de 77 mm CC, já é superior ao mesmo.

4.10 Avaliação do estoque

Observando-se os desembarques de lagostas no estado do Ceará entre os anos de 1983 e 2006, pode-se perceber uma tendência de aumento das capturas até o ano de 1991, quando atingem o valor máximo, de 2670 toneladas. A partir de 1993 evidencia-se uma tendência de queda nos valores dos desembarques com o passar dos anos que, apesar de haverem pequenas oscilações, se mantém até 2006. A produção mínima obtida nesse período ocorreu em 2006, com o valor de 938 toneladas (FIGURA 14).

Figura 14 – Tendências dos desembarques de lagostas *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) no estado do Ceará. Série temporal de 1983 a 2006. Uma curva polinomial foi usada para obter o melhor ajuste dos dados: $y = 0,0532x^4 - 1,7107x^3 + 6,5327x^2 + 120,35x + 1383,7$ ($P = < 0,001$; $R^2 = 0,5476$).



Fonte: Elaborada pelo autor.

5 DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da pescaria

Não existe uma organização territorial, federal ou estadual, da pesca das lagostas espinhosas no Brasil. Caracteriza-se como uma pescaria artesanal multiartes, multiespécies, com inúmeras embarcações e pescadores que apresentam idades avançadas e um nível de escolaridade muito baixo (45% analfabetos). Trata-se de uma pescaria privada, apesar de os pescadores, em sua grande maioria (59%), não serem donos das embarcações. Em geral a renda familiar do pescador é menor que o salário mínimo vigente no Brasil (R\$ 724,00, em 2014).

Entre outras características importantes destaca-se que a pesca é desenvolvida em regiões com diferentes faixas de profundidade conforme o tamanho das embarcações. Assim, em águas rasas (1-20 m) pescam as embarcações de pequeno porte (<10 m), típicas de pescarias costeiras, com saídas diárias ao mar em embarcações veleiras (57%), sendo uma pesca artesanal onde se utiliza uma quantidade de capital relativamente baixo. Captura-se uma elevada porcentagem de lagostas ilegais (86%), propiciando uma sobrepesca de crescimento, como relatado por Cruz *et al.* (2013a).

Também existem as embarcações de maior porte (>10 m) que, em geral, permanecem pescando entre 5 e 25 dias, denominada frota industrial motorizada (39%), que captura na faixa intermediária de profundidade (30 -50 m) e em outras regiões mais distantes podem pescar em áreas mais profundas (50-100 m). Por causa de sua elevada produção de lagostas, nível de mecanização e por normalmente utilizarem equipes de navegação, é considerada uma pesca industrial.

Em geral, a pesca artesanal tradicional é um dos grandes problemas enfrentados na região costeira do estado do Ceará e do Brasil quando se trata de tentar controlar, organizar e ordenar a pesca de lagostas, dificultando tais ações. Ao mesmo tempo, os 20 municípios costeiros cearenses apresentam certa dificuldade na recepção, beneficiamento e distribuição dos desembarques. Também, a deficiência de fábricas de gelo e de câmaras frigoríficas, bem como a demora no traslado do produto até as áreas de comercialização ou para a indústria de processamento, destacam-se como fatores que atentam contra a qualidade do produto, os preços e os benefícios econômicos.

5.2 Produtividade das lagostas na plataforma cearense

A pesca de lagostas na região costeira do estado do Ceará é a mais produtiva em relação às outras regiões da plataforma continental do Brasil. Os elevados valores de desembarques, média de 1591 t (\pm 162,1 t) nos anos de 1983 a 2011, correspondem aos valores de elevada produtividade (73-127 kg/km²) relatados para o estado por Cruz *et al.*(2011).

As elevadas produções das lagostas espinhosas ocorrem em um habitat bastante diversificado, com estruturas de recifes e leitos de algas calcárias diversas a partir de 20 m de profundidade (COUTINHO; MORAIS, 1970), fornecendo uma elevada disponibilidade de abrigos naturais seguros que, de acordo com Eggleston (1991), tendem a reduzir a pressão dos predadores. Além disso, esse tipo de biótopo fornece uma elevada variedade de invertebrados (KEMPF; COUTINHO; MORAIS, 1968), sobretudo moluscos e crustáceos, que constituem fonte de alimento para os diversos estágios das lagostas, as quais são consideradas espécie-chave em uma variedade de ecossistemas bentônicos (TEGNER; LEVIN, 1983; EDGAR, 1990).

Indícios de fatores que apresentam importante influência na produção de lagostas são mostrados por Herrnkind, Butler e Tankersley (1988) e Marx e Herrnkind (1985), na Florida, e Herrera *et al.* (1991), em Cuba, os quais relataram que a alimentação mais frequente em juvenis e adultos de *P. argus* é composta principalmente por moluscos, crustáceos e uma grande variedade de outros invertebrados, enquanto Diaz-Iglesias *et al.* (2002) mostraram estudos fisiológicos das mesmas em condições de laboratório. A disponibilidade de refúgio e alimento na plataforma cearense é favorável ao crescimento e a uma maior agregação e abundância do estoque de lagostas. Ainda, as evidências de Eggleston (1991) sugerem que a escassez de refúgio pode limitar a abundância de lagostas em recifes e leitos de algas marinhas.

5.3 Estado de exploração do estoque

A pesca de lagostas na plataforma continental do estado do Ceará encontra-se em estado de sobrepesca, principalmente pela captura de exemplares com tamanho menor que o permitido, constituindo aproximadamente 86% das capturas. Tal fato tem refletido em uma diminuição das capturas de um máximo de 2670 t (1991) a um valor de 1441 t em 2011. Essa característica da pesca de lagostas tem ocorrido em toda a região costeira do Brasil, como

relatado por Cruz *et al.* (2013b). Outro problema também evidente na pescaria é a captura dos indivíduos mais velhos e das fêmeas ovíferas, que têm seus ovos (em diferentes estádios de desenvolvimento) posteriormente raspados, causando a morte de milhões de larvas. A elevada pesca de lagostas ilegais é um dos fatores que determinam as flutuações dos desembarques nas zonas de pesca do estado de Ceará.

A captura de lagostas ilegais ocorre sobretudo no setor raso, onde a mortalidade por pesca (F) é mais elevada nos comprimentos 50-74 mm CC, variando entre 0,11 e 11,5 e apresentando valores mais elevados em comprimentos próximos ao tamanho mínimo de captura. No setor intermediário, a pesca ilegal é consideravelmente menor (3,7%). Isso ocorre porque existe uma estratificação do comprimento das lagostas em relação à profundidade, sendo o setor mais raso habitado por indivíduos imaturos e o setor intermediário, principalmente por animais adultos.

Tal fato é uma consequência dos tamanhos de primeira captura estimados por faixa de profundidade. Observou-se que entre as isóbatas de 1 a 10 m, o valor de L_{50} foi estimado em 66 mm CC, enquanto em águas com profundidade intermediária (30 a 50 m), o L_{50} é de 77 mm CC. Esses dados estão de acordo com os obtidos por Cruz *et al.* (2013b), que estimaram o L_{50} de 61 mm CC, em regiões com profundidade de 1 a 50 m, e de 96 mm CC, em regiões mais profundas (50-100 m).

Como nenhuma das artes de pesca utilizadas na captura de lagostas é seletiva, as capturas acessórias são elevadas em quantidade e em diversidade (peixes, moluscos e crustáceos), apresentando uma tendência de aumento com a profundidade, como foi relatado por Ivo; Santiago; Monteiro-Neto (1996). Além disso, outros autores (CRUZ *et al.*, 2013b) destacam a importância das espécies da fauna acompanhante nos processos de saturação da armadilha e na produtividade da lagosta, que é totalmente desconhecida. Portanto, recomenda-se a realização de estudos sobre seletividade das armadilhas.

Considerando as capturas ocorridas no setor raso (1-10 m), ao aumentar-se o comprimento de primeira captura nas populações de *P. argus* de 66 para 75 mm CC (comprimento mínimo legal) ou para 80 mm CC (comprimento ótimo legal proposto por Bertelsen e Matthews (2001)), verifica-se um incremento nos valores da biomassa de 79% e de 84% respectivamente. Simultaneamente, observa-se o incremento das capturas em peso e a diminuição da mortalidade por pesca nas lagostas mais jovens e pré-recrutas. Além disso, aumenta-se a abundância e o rendimento por recruta, como foi demonstrado por Cruz *et al.* (1991) no arquipélago cubano.

Baseando-se na tendência dos desembarques de lagostas no estado do Ceará, é possível propor uma Captura Total Permissível (*Total Allowable Catch* - TAC) de 1300 t baseada na captura média entre 2000 e 2011, ou seja, entre 59% e 65% menor que a captura potencial (2000 - 2200 t) estimada. Esse valor da TAC pode ser dividido entre as três zonas de administração pesqueira propostas, evitando assim a concentração de embarcações e o aumento do custo das capturas devido à diminuição na abundância de lagostas, o que, segundo Runge (1981), gera uma externalidade do estoque.

Portanto, é possível supor que eliminando a sobrepesca do crescimento e aumentando o tamanho mínimo legal de captura, a população comercial de *P. argus* pode incrementar sua biomassa (até 21789 t) e as capturas (em 3881 t) nas regiões pesqueiras do estado do Ceará.

5.4 Regimes de propriedade e a geração de externalidades

Para explicar os regimes de propriedade e a geração de externalidades, problemática tão complexa, é preciso definir que os recursos pesqueiros estão sujeitos a regimes de propriedade estatal, privado, comum e sem propriedade (acesso aberto), considerando a classificação de Bromley (1991). No caso da República Federativa do Brasil, existe um regime de propriedade federal e a pesca de lagostas se realiza através de embarcações privadas, havendo um órgão executivo no controle da fiscalização.

Apesar de serem estabelecidos instrumentos de manejo da pescaria de lagostas no Brasil (p. ex. defeso, tamanho mínimo de captura, licenças de pesca), os usuários do recurso violam as regras de uso e acesso à pescaria, pelo que se tem originado uma condição de acesso aberto. Desse modo, qualquer pescador pode obter o recurso por apropriação direta, o que, de acordo com Arnason (1999) e Seijo, Defeo e Salas (1997), gera um regime de sobre-exploração da propriedade comum, levando ao fracasso da alocação ótima do recurso, dando assim origem ao acesso irrestrito (sem restrições) e à geração de externalidades.

A ocorrência de diferentes artes de pesca e tecnologias de captura de lagostas (armadilhas, rede de espera de fundo e marambais), bem como da pesca em diferentes faixas de profundidade, está relacionada com a captura de grande quantidade de lagostas ilegais (86%), sendo esta a principal causa da sobrepesca de crescimento, como demonstrado no presente trabalho. Atualmente desconhece-se o impacto da captura de fêmeas ovígeras e exemplares adultos sem controle do esforço de pesca no estoque reprodutor. Além disso, o uso de caçoeiras e marambais contribui para alterar o habitat das lagostas e de outras

espécies. Também, a quantidade da fauna acompanhante capturada é desconhecida. Nesse complexo cenário, produz-se uma série de externalidades negativas que podem ser classificadas como tecnológica, tecnoecológica, sequencial, e monetária.

As tecnológicas ou dinâmicas, sugeridas por Seijo, Defeo e Salas (1997) e Wachsmann (2002), respectivamente, podem ser vistas na captura de lagostas a partir da utilização da caçoeira e armadilhas, que mudam a estrutura das espécies alvo e fauna acompanhante e impõem efeitos negativos a outros pescadores, afetando a abundância das espécies da fauna acompanhante que constituem espécies alvo de outras pescarias da região, por exemplo, espécies de peixe. Além disso, o aumento do esforço de pesca e as capturas realizadas com um esforço reduzido (por exemplo, com uso de marambaias) por um pescador contribuem para reduzir o número de lagostas disponíveis para os outros pescadores. Ao analisar esse tipo de externalidade, Clark (1980) relata que os pescadores capturam mais do que o socialmente ótimo, porque eles não levam em conta a forma como sua pesca diminui a capacidade de outros pescarem.

Com relação às formas de captura, o uso de caçoeiras e de marambaias, com seu impacto físico sobre os fundos, alteram o habitat bentônico das lagostas e outras espécies originando uma externalidade denominada tecnoecológica, termo proposto Seijo, Defeo e Salas *et al.* (1997). Ambas impõem uma alteração do habitat e diminuem a probabilidade de assentamento das diferentes fases de vida das lagostas da família Palinuridae e Scylaridae, e outras espécies que se desenvolvem no ecossistema bentônico.

Relacionadas com as externalidades anteriormente discutidas, destacam-se as sequenciais. Cruz *et al.* (2013b) sugere que existem duas frotas artesanais (pequena escala e motorizada) atuando sobre diferentes componentes da estrutura populacional, gerando uma externalidade negativa sequencial muito complexa nos estoques de *P. argus* e *P. laevicauda*, em que os usuários e proprietários pescam um elevado número de juvenis e pré-recrutas (>50%) em águas rasas, enquanto em regiões profundas (>50 m) pescam lagostas adultas mais velhas e fêmeas em diferentes estados reprodutivos que não são devolvidas ao mar. Dessa maneira, com o aumento não controlado do esforço, a frota artesanal diminuirá a abundância dos adultos, gerando externalidades negativas aos pescadores da frota motorizada (industrial). De forma análoga, o incremento do esforço em águas profundas tenderá a diminuir o estoque reprodutor, afetando o recrutamento das próximas gerações (coortes) onde ocorre a pesca da frota artesanal. Como resultado, propicia-se um estado de sobre-exploração das espécies alvo e também das espécies da fauna acompanhante.

Existe ainda uma desproporção entre a quantidade capturada e o benefício monetário recebido pelo pescador. Nesse caso, se o pescador permite que o atravessador (intermediário) imponha um valor monetário de R\$50.00/kg de cauda ignorando que o atravessador recebe R\$57.00/kg de cauda por sua venda à indústria de beneficiamento, causando a redução do ganho monetário do pescador, gera-se uma externalidade negativa que, no presente estudo, denominamos externalidade monetária. Tal externalidade afeta o comportamento financeiro do pescador lagosteiro (privado ou assalariado), de forma que este vende sua produção a um preço muito baixo enquanto o lucro vai para o intermediário e a indústria. Datta e Mirman (1999) concluem que, quando existe esse tipo de externalidade, o pescador é incentivado a aumentar o esforço, acentuando a sobrepesca, e para melhorar seu bem-estar pratica uma pesca ilegal aumentando os custos de exclusão. Estes são gerados quando um pescador não é beneficiado em deixar de capturar indivíduos menores, para posteriormente capturá-los maiores, por que outro pescador poderá fazê-lo. Tal fato ocorre em condições de acesso aberto combinado com a alta variabilidade espacial dos recursos. Desse modo, um único pescador não é capaz de permitir o aumento do tamanho do estoque com a redução de suas capturas, a menos que os outros participantes da pesca proporcionalmente concordem em limitar o esforço de pesca. Esse tipo de externalidade não é bem abordado na literatura da pesca artesanal e precisa ser estudado.

Atualmente, as políticas de manejo para contrapor os efeitos das externalidades, têm proposto uma série de instrumentos de manejo como: impostos sobre a produção (*output taxes*), impostos sobre os insumos (*input taxes*), quotas de produção (*output quotas*), quotas de insumos (*input quotas*) e quotas individuais transferíveis (ITQ) (Hanley *et al.*, 1997). Porém, como a pesca de lagostas no estado do Ceará não tem informação atualizada sobre esforço, captura e custos, e também como os instrumentos de gestão são constantemente violados (pesca ilegal), torna-se mais viável a implementação de uma TAC estadual baseada no comportamento dos desembarques.

5.5 Considerações sobre o plano de gestão

Os estudos das populações de lagosta vermelha e verde na plataforma continental do Brasil datam desde mais de 50 anos (CAVALCANTE *et al.*, 2011) e, apesar dos esforços para regular a pescaria, os sistemas de gestão sugeridos não têm obtido, na prática, os resultados esperados, não tendo mantido a sustentabilidade da pescaria nem evitado a situação de sobrepesca.

A Legislação atual inclui um tamanho mínimo de captura e um período de defeso (CAVALCANTE *et al.*, 2011), no entanto, o controle e o cumprimento da lei são mais efetivos quando os pescadores estão de acordo com a gestão (CRUZ *et al.*, 2013a). Por isso, é necessário que haja uma melhor compreensão acerca da importância de se realizar a captura da maneira recomendada, contribuindo para tal a criação de programas de extensão pesqueira eficientes. Porém, existe uma limitação atual da oferta de apoio financeiro e de recursos humanos à questão da pesca no estado e no país (fiscalização e extensão). Portanto, a viabilidade para que esse tipo de programa alcance a todos os locais onde ocorre a pesca de lagostas pode ser possível, por exemplo, se feita a integração com instituições de ensino e pesquisa com sedes nesses locais ou proximidades.

A criação desses programas de extensão pesqueira devem ter como objetivos: eliminar o analfabetismo entre os pescadores, incentivar os jovens a ingressarem na atividade pesqueira através da melhoria das condições de educação e saúde nas comunidades pesqueiras, gerar entendimento sobre seus direitos e deveres, gerar educação sobre os perigos da pesca ilegal, demonstrar que os métodos recomendados são melhores e que, se postos em práticas, resultarão em aumento do nível de renda.

Cruz *et al.* (2013 a, 2013b) argumentam que a fixação de uma TAC talvez não seja em si suficiente para proteger o estoque pesqueiro do Ceará e do Brasil. O mesmos autores enfatizam que os esforços de gestão devem concentrar-se na aplicação de medidas de controle, tais como: (i) as armadilhas para lagostas devem ser equipadas com aberturas de escape para lagostas ilegais, (ii) deve-se evitar o uso de lagostas abaixo do tamanho mínimo de legal de captura em armadilhas (como iscas), (iii) devem ser eliminados as rede de fundo (“caçoeira”) e os refúgios artificiais (“marambaias”), (iv) um comprimento ótimo mínimo legal deve ser estabelecido (80 mm CC para as lagostas espinhosas), (v) deve ser estabelecido o tamanho máximo legal (135 mm CC para *P. argus* e 100 mm CC para *P. laevicauda*) de ambos os sexos, (vi) deve ser proibida a captura de fêmeas ovígeras, (vii) defeso total deve ser instituído para proteger as fêmeas ovígeras e assegurar o recrutamento, (viii) deve ser estabelecida uma área marinha protegida ou um defeso total para proteger os juvenis nos criadouros, (ix) deve ser estabelecido um programa de monitoramento da captura e do esforço para ajudar a avaliar estoques de lagosta adequadamente, e (x) deve ser estabelecida uma amostragem aleatória estratificada. Algumas dessas medidas já fazem parte da legislação brasileira, mas, como relatado, não são plenamente cumpridas pelos pescadores.

Outra medida importante a ser tomada é a organização de um plano de ordenamento para controlar as atividades da pesca das lagostas, processo que integre a coleta

de informações (biológica, pesqueira, ecológica, econômica e ambiental), análise, planejamento, consulta, tomada de decisões e sua imposição, quando necessário, e as normas que regem as atividades pesqueiras, para garantir a produtividade dos recursos e a realização de outros objetivos.

O abandono das políticas pesqueiras e o estado precário dos recursos pesqueiros exigem que o Comitê Gestor de Uso Sustentável de Lagosta (CGSL) brasileiro providencie assistência técnica, financeira e social para orientar a implantação de propriedades comuns (cooperativas) por regiões para incrementar a renda dos pescadores através da comercialização da produção por eles próprios (sem atravessadores), projetos produtivos para fornecer subsídios técnicos para a captação de crédito especial para incrementar o valor agregado da captura, as embarcações e as técnicas de pesca.

Tendo a premissa de que as populações brasileiras de *P. argus* e *P. laevicauda* são metapopulações fechadas, sem intercâmbio com outras populações de lagostas espinhosas do Atlântico (Cruz *et al.*, 2013a), um programa abrangente de ordenamento e gestão para o estado de Ceará e outros estados da federação podem contribuir para a recuperação dos estoques comerciais e não comerciais das lagostas brasileiras.

6 CONCLUSÕES

1. Não existe uma organização territorial, federal ou estadual, da pesca das lagostas espinhosas no Ceará, como é comum para toda a região do Brasil. Caracteriza-se como uma pescaria artesanal multiartes, multiespécies, com número impreciso de embarcações e pescadores, com regime de acesso aberto ao uso do recurso e constante descumprimento dos instrumentos de gestão.

2. A composição das capturas difere de acordo com a faixa de profundidade em que ocorrem. Dessa forma, em regiões de menor profundidade (1-10 m) capturam-se principalmente indivíduos ilegais (86%), originando um estado de sobrepesca do crescimento. Enquanto em regiões de profundidade intermediária (30-50 m) pescam-se lagostas adultas (96%).

3. O cumprimento do tamanho mínimo de captura (75 mm CC) pode levar a uma diminuição da mortalidade por pesca de lagostas ilegais a valores próximos de zero, gerando um incremento da biomassa pescada em 79%. Além disso, o aumento do tamanho mínimo de captura para o tamanho ótimo de captura (80 mm) pode elevar a biomassa em 84% e as capturas em 86%.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, C. A.; BUTLER, M. J. Adaptive strategies that reduce predation on Caribbean spiny lobster postlarvae during onshore transport. **Limnol. Oceanogr.**, v. 44, n. 3, p. 494-501, 1999.
- ARNASON, R. Minimum information management in fisheries. **Can J Econ**, Québec, v. 23, n. 3, p. 630-653, 1990. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/135652?uid=2&uid=4&sid=21103419006371>> Acesso em: 23 set. 2013.
- BERTELSEN, R. D.; MATTHEWS, T. R. Fecundity dynamics of female spiny lobster (*Panulirus argus*) in a south Florida fishery and Dry Tortugas national park lobster sanctuary. **Mar. Freshwater Res**, v. 52, n. 8, p. 1559-1565, 2001.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Plano de gestão para o uso sustentável de lagostas no Brasil : *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817)**. DIAS-NETO, J. (org.). Brasília: IBAMA, 2008, 121p.
- BRIONES, F. P. Variability in postlarval recruitment of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) to the Mexican Caribbean coast. **Crustaceana**, Leiden, v. 66, n. 3, p. 326-340, 1994.
- BROMLEY, W. D. Testing for common versus private property: Comment. **J. Environ. Econ. Manage**, New York, v. 21, n. 1, p. 92-96, 1991.
- BRUCE, N. Chapter 4 – Externalities and public policy. In: BRUCE, N., **Public finance and the American economy**. 2 ed., p. 88-117, 2001. Disponível em: <<http://www.aw-abc.com/info/bruce/sample.html>> Acesso em: 19 fev. 2014.
- BUESA, R. J. **Biología de la langosta *Panulirus argus*, Latreille, 1804 (Crustacea, Decapoda, Reptantia) en Cuba**. INPP/CIP, p.1-228, 1965 (mimeogr.).
- CAVALCANTE, P. P. L.; FURTADO-NETO, M. A. A. **Análise comparativa do Ordenamento da Pesca de Lagosta no Oceano Atlântico Centro-Occidental: desafios do Brasil**. Fortaleza: Premius, 2014, 136 p.
- CAVALCANTE, P. P. L.; FURTADO-NETO, M. A. A.; COSTA, J. M. **Ordenamento da pesca da lagosta: uma experiência desordenada**. Fortaleza: MPA/UFC, 2011. 253 p.
- CLARK, C. W. Restricted access to common-property fishery resources: a game theoretical analysis. In: Liu P. (ed.) **Dynamic optimization and mathematical economics**, New York: Plenum Press, 1980, p. 117-132.
- COUTINHO, P. N.; MORAIS, J. O. Distribución de los sedimentos en la plataforma continental Norte y Nordeste del Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 10, n.1, p. 79-90, 1970.

CRUZ, R. **Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa**. Documento Técnico de Pesca. Roma: FAO, v. 399, p.1-43, 2002.

CRUZ, R. Metodología para la programación de la veda de la langosta. Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP) / MIP, p. 1-12, 1981.

CRUZ, R.; BERTELSEN, R. The spiny lobster (*Panulirus argus*) in the Wider Caribbean: a review of life cycle dynamics and implications for responsible fisheries management. **61° Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. Gosier**, p. 433-446, 2009.

CRUZ, R.; BRITO, R.; DIAZ, E.; LALANA, R. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. II. Patrones de movimiento. **Rev. Invest. Mar.**, Habana. v. 7, n. 3, p. 19-35, 1986.

CRUZ, R.; CONCEIÇÃO, R. N. L.; MARINHO, R. A.; BARROSO, J. C.; HOLANDA, J. S.; FÉLIX, C. S.; MARTINS, M. E. O.; SANTOS, F. S.; SILVA, K. C. A.; FURTADO-NETO, M. A. A. **Metodologias de amostragem para avaliação das populações de lagosta**: Plataforma Continental do Brasil. Coleção Habitat 6. Edição bilíngüe português/espanhol. Fortaleza: UFC/LABOMAR/NAVE; UH/CIM. 2011. 142p.

CRUZ, R. LALANA, R.; BÁEZ-HIDALGO, M.; ADRIANO, R. Gregarious behaviour of juveniles of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in artificial shelters. **Crustaceana**, v. 80, n. 5, p. 577-595, 2007.

CRUZ, R.; LALANA, R.; PERERE, E.; BÁEZ-HIDALGO, M.; ADRIANO, R. Large scale assessment of recruitment for the spiny lobster, *Panulirus argus*, aquaculture industry. **Crustaceana**, v. 79, n. 9, p. 1071-1096, 2006.

CRUZ, R., SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A. Assessment of wild lobsters in the continental shelf of Brazil. **Crustaceana**, Leiden, v. 86, n. 3, p. 336-356, 2013a.

CRUZ, R.; SILVA, K. C. A.; NEVES, S. S.; CINTRA, I. H. A. Impact of lobster size on catches and prediction of commercial spiny lobster landings in Brazil. **Crustaceana**, Leiden, v. 86, n. 10, p. 1274-1290, 2013b.

CRUZ, R.; SOTOMAYOR, R.; DE LEÓN, M.E.; PUGA, R. Impacto en el manejo de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. **Rev. Invest. Mar.**, Habana. v. 12, n. 13, p. 246-253, 1991.

CUSHING, D. H. The dependence of recruitment on parent stock in different groups of fishes. **J. Cons. Int. Explor. Mer**, Copenhagen, n. 33, p. 340-346, 1971.

DATTA, M.; MIRMAN, L. J. Externalities, Market power, and resource extraction. **J Environ. Econ. Manage**, New York, v. 37, n. 3, p. 233-255, 1999.

DIAZ-IGLESIAS, E. *et al.* Respuesta metabólica de la alimentación natural y artificial en juveniles de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804). **Hidrobiologica**, Ciudad de México, v. 12, n. 2, p. 101-112, 2002. Disponible em: <http://investigacion.izt.uam.mx/rehb/publicaciones/12-2PDF/101-112_Diaz-I.pdf> Acceso em: 22 set. 2013.

EDGAR, G.J. Predator-prey interactions in sea grass beds. III. Impacts of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George on epifaunal gastropod populations. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, Amsterdam, v. 139, n. 1-2, p. 33-42, 1990.

EGGLESTON, D. B. Stock enhancement of Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille, using artificial shelters: patterns of survival and dynamics of shelter selection. 1991, 143 p. Dissertação Doutorado – College of William and Mary, Williamsburg, 1991.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Types of fisheries**. Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/topic/12306/en>> Acesso em: 2 mar. 2014.

FONTELES-FILHO, A. A. Síntese sobre a lagosta-vermelha (*Panulirus argus*) e a lagosta-verde (*Panulirus laevicauda*). In: Haimovici, M. (org.), **A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990**: levantamento de dados e avaliação crítica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, p. 257-265. Disponível em: <<http://www.demersais.furg.br/downloads/dados.preteritos.final.pdf>> Acesso em: 25 jun. 2013.

FONTELES-FILHO, A. A. The state of the lobster fishery in northeast Brazil. In: PHILLIPS, B. F.; KITTAKA, J. (eds.), **Spiny Lobsters: Fisheries and Culture**. Oxford: Blackwell, 2000. p. 121-134.

FONTELES-FILHO, A. A.; FERREIRA, A. H. Análise do sistema de amostragem na captura de lagostas no Nordeste do Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 7, p. 175-185. 1991.

GOÑI, R. Ecosystem effects of marine fisheries: an overview. **Ocean Coast. Manage**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 37-64, 1998.

HANLEY, N.; SHOGREN, J. F.; WHITE, B. **Environmental economics**: in theory and in practice. New York: Oxford University Press, 1997, 395 p.

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science**. New York, v. 162, n. 3859, p. 1243-1248, 1968.

HERRERA, A.; IBARZÁBAL, D.; FOYO, J.; ESPINOSA, J.; BRITO, R.; GONZÁLEZ, G.; DIAZ, E.; GOTERA, G.; ARRINDA, C. Alimentación natural de la langosta *Panulirus argus* en la región de los Indios (plataforma SW de Cuba) y su relación con el bentos. **Rev. Investig. Mar**, Habana, v. 12, n. 1-3, p. 172-182, 1991.

HERRNKIND, W. F.; JERNAKOFF, P.; BUTLER, M. J. Puerulus and post-puerulus ecology. In: B. F. PHILLIPS, J. S. COBB e J. KITTAKA (eds.), **Spiny lobster management**. Oxford: Blackwell Scientific. 1994, p. 213-227.

HERRNKIND, W. F.; BUTLER, M. J.; TANKERSLEY, R. A. The effects of siltation on recruitment of spiny lobsters, *Panulirus argus*. **Fish. Bull**, Hawaii, v. 86, n. 2, p. 331-338, 1988.

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 editora. 2013. 218 p.

IVO, C. T. C.; PEREIRA, J. A. Sinopse das principais observações sobre a lagosta *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille), capturadas em águas costeiras do Brasil, entre os estados do Amapá e Espírito Santo, **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, Tamandaré, v. 4, n. 1, p. 7-94, 1996. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cepene/index.php?id_menu=51&arquivo=modulos/boletim/res.php&id_arq=26> Acesso em: 23 set. 2013.

IVO, C. T. C.; SANTIAGO, M. E.; MONTEIRO-NETO, C. Fauna acompanhante na pesca das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille), no estado do Ceará, Brasil. **Arq. Ciênc. Mar**, Fortaleza, v. 30, n. 1-2, p. 179-182, 1996. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/ri/handle/riufc/1235>> Acesso em: 22 set. 2013.

KEMPF, M.; COUTINHO, P. N.; MORAIS, J. O. Plataforma continental do Norte e Nordeste do Brasil. Nota preliminar sobre a natureza do fundo. Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1968.

KING, M. **Fisheries biology, assessment and management**. Oxford: Fishing News Books. 1995. 341p.

MADRID, R.M.M.; CRUZ, R. Lagosta brasileira: um diamante desvalorizado. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 303, n. 51, p. 1-22, 2013.

MARX, J. M.; HERRNKIND, W. F. Factors regulating microhabitat use by young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*: food and shelter. **J. Crustac. Biol.**, Woods Hole, v. 5, n. 4, p. 650-657, 1985. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/1548242?uid=37485&uid=3737664&uid=2129&uid=37482&uid=5909624&uid=2&uid=70&uid=3&uid=67&uid=62&sid=21102682919793>> Acesso em: 22 set. 2013.

MULLER, R.; DOUG, H. Spiny lobster fisheries of the United States of America. Draft national report. In: Assessment Workshop on the Spiny Lobster, *Panulirus argus*, Fisheries in the WECAFC Area. CFRAMP / FAO / DANIDA. Belize City, 1997.

NASCIMENTO, R. C. **Impactos sócio-ambientais de marambais para a pesca da lagosta**: o caso de Ponta Grossa, Icapuí-CE. 2006. 86 p., Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

PAIVA, M. P. **Administração pesqueira no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Intercencias Ltda, 2004, 177 p.

PAIVA, M. P.; ALCANTARA-FILHO, P.; MATTHEWS, H. R.; MESQUITA, A. L. L.; IVO, C. T. C.; COSTA, R. S. Pescarias experimentais de lagostas com redes de espera, no estado do Ceará (Brasil). **Arq. Ciênc. Mar**, v. 13, n. 2, p. 121-134, 1973.

PAIVA, M. P. Dinâmica da pesca de lagostas no Ceará. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará**, v. 5, n. 2, p. 151-174, 1965.

PAULY, D. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part II). ICLARM Fishbyte. v. 2, p. 17-19, 1984.

RUNGE, C. F. Common property externalities: isolation, assurance, and resource depletion in a traditional grazing context. **Am. J. Agric. Econ**, Saint Paul, v. 63, n. 4, p. 595-788, 1981.

SCOTT, A. Introducing property in fishery management. In: SHOTTON, R. (ed.), **Use of property rights in fisheries management**. Fisheries technical paper 404, part 1. Roma: FAO, p. 1-13, 2000.

SEIJO, J. C.; DEFEO, O.; SALAS, S. Bioeconomía pesquera: teoría, modelación y manejo. Documento técnico de pesca 368. Roma: FAO, 1997, 176 p.

SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A.; RAMOS-PORTO, M. VIANA, G.F.S. Lagostas capturadas durante pescarias experimentais para o Programa REVIZEE/Norte (Crustacea, Nephropoidea, Eryonoidea, Palinuroidea). **Bol. Téc. Cient. CEPNOR/IBAMA**, Belém, v. 3, n. 1, p. 21-35, 2003. Disponível em:
<http://www4.icmbio.gov.br/cepnor//modulos/boletim/visualiza.php?id_arq=21> Acesso em: 22 set. 2013.

SILVA, K. C. A.; VERANI, J. R.; IVO, C. T. C. Ictiofauna capturada pela frota artesanal na costa do estado do Ceará. **Bol. Téc. Cient. CEPENE/IBAMA**, Tamandaré, v. 14, n. 2, p. 87-101, 2006. Disponível em:
<http://www4.icmbio.gov.br/cepene/index.php?id_menu=51&arquivo=modulos/boletim/res.php&id_arq=158> Acesso em: 29 jun. 2014.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales**. Parte 1. FAO Fisheries Technical Paper n. 306. Roma: FAO, 1997, 376 p.

TEIXEIRA, C. E. P; MACHADO, G. T. On the Temporal Variability of the Sea Surface Temperature on the Tropical Southwest Atlantic Continental Shelf. **J Coastal Res**, Special Issue v. 65, n. 1-6, 2013.

TEGNER, M.J.; LEVIN, L.A. Spiny lobsters and sea urchins: analysis-of predator interaction. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, Amsterdam, v. 73, n. 2, p. 125-150, 1983.

WACHSMAN, Y. Externalities and Management Regimes in Fisheries Exploitation. Pelagics fisheries research program- NOAA, Hawaii, 2002, 19 p.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NAS ENTREVISTAS COM
PESCADORES DE LAGOSTAS DO LITORAL DO CEARÁ**

FORMULÁRIO PESQUISA - PESCA LAGOSTA					
DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS					
Nome do Pescador:				RGP:	
Estado civil:	() casado () solteiro () separado () divorciado () viúvo () outro:				
Permissão para pescar lagosta?	() sim	() não	e peixe?	() sim () não	
Escolaridade:	Analfabeto()				
	Ensino Fundamental: Completo () Incompleto ()				
	Ensino Médio: Completo () Incompleto ()				
Renda média por mês:					
Outra fonte de renda:	() sim	() não	Qual?/Quanto ganha?		
Recebe Seguro defeso:	() sim	() não	Embarcação pesca peixe?	() sim () não	
DADOS DA EMBARCAÇÃO					
Nome da embarcação				RGP embarcação	
Nome do proprietário					
Propulsão	() vela () motor		Comprimento do barco		
DADOS DA PESCARIA					
Número de tripulantes:			Número de viagens/ano:		
Número de dias/viagem:			Produção/viagem		
Destino da Produção:	Empresa()	Atravessador()	Outro()		
Valor da Comercialização (R\$):	Cauda :		Preferência de compra:	Cauda ()	
	Viva:			Viva ()	
Pontos de pesca (área de pesca)					
Tipo de armadilha		Nº de armadilhas			
Profundidade de captura		Espécies capturadas	<i>P. argus</i> ____ %	<i>P. laevicauda</i> ____ %	
Tipo de isca			Quantidade/armadilha		
Fauna acompanhante					