



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**PROJETO DE AVALIAÇÃO DA DISPERSÃO DE LARVAS DE LAGOSTA
E DO IMPACTO DA ATIVIDADE SÍSMICA NO ESTÁGIO LARVAL
DE LAGOSTAS *PANULIRUS***

**FORTALEZA
Setembro 2014**

PROJETO DE AVALIAÇÃO DA DISPERSÃO DE LARVAS DE LAGOSTA E DO IMPACTO DA ATIVIDADE SÍSMICA NO ESTÁGIO LARVAL DE LAGOSTAS *PANULIRUS*

1. INTRODUÇÃO

A atividade sísmica marítima consiste na geração de ondas acústicas por uma fonte de energia que libera ar comprimido diretamente no meio aquático. Devido sua alta pressão, as ondas se propagam até atingir o substrato marinho. Desta forma, parte da energia emitida a partir da superfície é refletida, parte é refratada e outra parte é transmitida para as camadas subjacentes do fundo marinho. Hidrofonos dispostos ao longo de cabos sismográficos na superfície captam a energia refletida e a convertem em sinais elétricos. Estes são transmitidos para registro e processamento a bordo de navio sísmico (BRASIL/MMA, 2004).

As atividades de aquisição de dados sísmicos são praticadas em área delimitada por um grande polígono que deve ser percorrido por uma embarcação específica, capaz de rebocar as fontes geradoras de ar comprimido e um conjunto de hidrofonos. Como a preparação envolve diversos tipos de equipamentos tanto a bordo do navio sísmico como no mar, uma vez iniciada a atividade o trajeto deve ser percorrido por toda área de aquisição. Vale ressaltar que a área de influencia das operações é ampliada em decorrência das manobras que a embarcação sísmica necessita realizar para completar o polígono de aquisição.

Em 2004, o Escritório de Licenciamento das Atividades de Petróleo e Nuclear (ELPN/IBAMA) recomendou por meio de um Parecer Técnico a implantação de medidas adicionais ao programa de licenciamento de atividades sísmicas na bacia de Camamu/BA, incluindo o monitoramento dos possíveis impactos do emprego de “air-guns” sobre o zooplanton. Os estudos analisaram aspectos como a distancia entre as fontes de ar comprimido e os componentes do plâncton coletado, o efeito do tamanho das malhas das redes nas capturas de diferentes grupos de organismos planctônicos e o momento de coleta (dia ou noite), considerando o habito de migração vertical destes organismos decorrente da luminosidade. O estudo concluiu que são necessários estudos futuros mais específicos sobre os efeitos da atividade sísmica nos diferentes grupos planctônicos e que estes sejam realizados a curto, médio e longo prazos (EVEREST, 2004).

Resultados de pesquisa publicados por LGL Limited (2014), descrevem os efeitos do uso de “air-guns” em decápodos (onde se incluem as lagostas) e mostrando que as reações físicas e comportamentais variam entre os grupos e espécies de um mesmo grupo. A pesquisa também descreve que as atividades de prospecção praticadas na pesca comercial empregam comumente a acústica na detecção e quantificação de agrupamentos de organismos aquáticos. Para a determinação de dados precisos sobre a localização dos organismos, barcos de pesca empregam aparelhos com frequências específicas, considerando a profundidade do local, o tipo de composição do substrato marinho, as dimensões do adensamento e o tamanho dos indivíduos de interesse nas capturas. O mesmo estudo ainda ressalva de que nem todas as espécies, como o camarão marrom, respondem aos estímulos sonoros como mostram outros grupos de crustáceos.

Em publicação recente não são apontados registros no Brasil sobre os efeitos do uso de canhões de ar sobre larvas de lagostas do gênero *Panulirus*. Com referência a estes efeitos sobre larvas de crustáceos, o estudo apresentado por PEARSON *et al.* (1994) descrevem que em experimentos realizados em campo sob condições controladas, exemplares na fase inicial zoeae II de caranguejo *Cancer magister* foram expostas a níveis máximos de descargas individuais de 13,8 litros de sete fontes sonoras do tipo “airgun”. A sobrevivência e desenvolvimento das larvas foram acompanhados durante subsequente cultivo em laboratório. A mortalidade imediata mostrou-se baixa (0 a 2%) e não apresentou diferença significativa entre o controle e o grupo das larvas expostas ($\alpha > 0,05$). Em todos os tratamentos do experimento, a sobrevivência observada durante a muda (ecdise) da fase II para a fase III a média foi de 88,8%. A taxa de sobrevivência das larvas na fase IV apresentou uma média de 69,8%. A duração entre as mudas para a fase III e IV durou em média 14,4 e 34,9 dias, respectivamente. Considerando-se a sobrevivência e tempo entre mudas, o experimento de campo não revelou ($\alpha > 0,05$) efeitos estatisticamente significativos sobre a distância em que as larvas ficaram em exposição da fonte sonora, mesmo para a pressão sonora média tão alta quanto 231 dB e energia acumulada de 251 J/m². Os resultados do estudo indicaram que qualquer redução na sobrevivência de zoea como resultado da exposição à fonte sonora foi inferior a 7% de sobrevivência para a fase III e menos de 12% para a fase IV ($1 - \beta = 0,90$, $\alpha = 0,05$ unicaudal). As exposições de som em nosso estudo foram nos níveis máximos susceptíveis de ser vivida por um zoea durante uma avaliação real. Pesquisa posterior sobre os efeitos de “airguns” em organismos aquáticos, no qual HASSEL *et al.*, (2004) observaram o comportamento de enguias e outras espécies de peixes em áreas em que foram realizadas sísmicas, os resultados indicam que não houve diferença significativa na distribuição dos

cardumes de enguias. Os autores atribuem como principal causa a ausência de bexiga natatória ou outras vesículas gasosas no corpo (como é o caso das larvas de lagostas). Outra observação importante relatada na pesquisa é que o declínio observado nas capturas das frotas de pesca de arenque deveu-se à maior dificuldade de localizar os cardumes depois da atividade de sísmica e não em decorrência de uma possível mortandade dos peixes.

Considerando-se a área prevista para a realização de atividades de aquisição de dados sísmicos (conforme o Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA nº 014/14) e considerando-se ainda as lagostas como um dos principais recursos pesqueiros marinhos da região, este projeto tem como objetivo atender à recomendação do Termo de Referência Complementar CGPEG/DILIC/IBAMA nº 025/14 para pesquisar a ocorrência de fêmeas em reprodução (ovígeras); identificar as áreas de ocorrência e distribuição de larvas filosoma de acordo com os padrões das correntes marinhas presentes na região.

Lagostas do gênero *Panulirus* ocorrem amplamente desde o Estado do Amapá até o Estado do Espírito Santo (IVO E PEREIRA, 1996). Indivíduos adultos ocorrem até a profundidade de 100 metros (CRUZ *et al.*, 2011). As espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* são as mais frequentes nas capturas comerciais, sendo também registradas em menor ocorrência lagostas de outras espécies, como *Panulirus echinatus*, e de outros gêneros como *Scyllarides*, *Scyllarus* e *Parribacus*.

A pesca de lagosta no Brasil é realizada nas regiões Norte (estados do Amapá e Pará), Nordeste (estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) e Sudeste (estado do Espírito Santo).

As lagostas, *P. argus* e *P. laevicauda*, representam os mais importantes recursos pesqueiros do litoral das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Conhecida como lagosta-vermelha, a espécie *Panulirus argus* é a mais abundante comercialmente. Esta é seguida em ordem de importância comercial pela chamada lagosta-verde *Panulirus laevicauda*.

Os pescadores tradicionais de lagostas que operam no nordeste brasileiro relacionam o tipo de substrato marinho com o *habitat* das lagostas. De acordo com FONTELES-FILHO (1992) o fundo marinho característico é constituído por algas calcárias bentônicas, as algas vermelhas da família Rhodophyceae, principalmente do gênero *Lithothamnium*. Algas verdes da família Chlorophyceae, principalmente dos gêneros *Halimeda*, *Udotea* e *Penicillus*, também fazem

parte deste tipo de substrato. Por outro lado, pequenos juvenis recém chegados à plataforma continental depois da fase planctônica preferem substrato formados pela alga vermelha *Laurencia* spp., conforme descrevem MARX & HERRNKIND (1985).

Na região que compreende o litoral dos Estados do Amapá, Pará e Maranhão, o substrato é caracterizado pela predominância de sedimentos de fácies arenosa, onde se destaca a presença de areia juntamente com material organogênico bastante rico, que favorece principalmente a ocorrência de camarões e moluscos bentônicos. Este sedimento tem sua concentração reduzida em zonas mais afastadas da costa, onde a influência do deságue dos grandes rios do sistema amazônico já se encontra bastante reduzida. Portanto, a produção de lagosta é de certo modo, proporcional à área coberta por este substrato e à probabilidade da frota pesqueira ter acesso aos indivíduos, provavelmente distribuídos com baixa densidade ao tamanho da área total (SILVA e FONTELES-FILHO, 2011).

De acordo com o BRASIL/IBAMA (2008), as lagostas comerciais habitam as águas tropicais, subtropicais e temperadas, estando agrupadas em três gêneros: *Palinurus*, *Jasus* e *Panulirus*. Lagostas do gênero *Panulirus*, ao qual pertencem as espécies *P. argus* e *P. laevicauda*, estão distribuídas em áreas mais próximas dos trópicos, portanto em águas mais quentes, de pequenas a elevadas profundidades, quando comparadas às águas frias onde são capturadas as espécies dos outros dois gêneros citados.

A distribuição espacial das espécies *P. argus* e *P. laevicauda* apresenta sobreposição parcial. A primeira tem abundância com tendência crescente no sentido perpendicular à costa e atinge seu máximo na faixa de profundidade de 41 – 50 metros, enquanto a abundância da segunda tem seu máximo na faixa de 31 - 40 metros (SOUSA, 1987 *apud* FONTELES-FILHO, 2000). Recentemente, Cruz *et al.* (2011) apresentaram síntese da ocorrência de lagostas *Panulirus* por estratos da plataforma continental, indicando atividade pesqueira até na faixa dos 50 – 100 metros na região norte do Brasil (Figura 1).

As lagostas apresentam capacidade de recompor a população através do seu elevado potencial reprodutivo, o que funciona como importante mecanismo de autorregulação. As lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* apresentam um ciclo de vida longo, sendo estimado em 18,5 anos e 17,5 anos, respectivamente. Em termos anuais, a taxa de mortalidade total e a taxa de exploração apresentam valores de aproximadamente 70% e 60% para *P. argus* e 75% e 65% para *P. laevicauda*. Isto significa que, uma vez que tenha entrado no estoque capturável

(parte da população disponível à pesca), um indivíduo tem a chance média de 30% de sobreviver para o ano seguinte e de 70% de ser pescado. Portanto, sendo espécies de ciclo de vida longo, as lagostas estão sujeitas principalmente à condição de sobrepesca por crescimento, pois o período crítico se localiza na fase jovem, devendo ser mais protegida que a fase reprodutiva (SILVA e FONTELES-FILHO, 2011).

O padrão de distribuição das lagostas *Panulirus* na plataforma continental do Brasil, sua elevada fecundidade e sua atividade reprodutiva ao longo de todo o ano determinam um aporte constante de larvas que se dispersam em toda a região (CRUZ *et al.*, 2001). A lagosta-verde *P. laevicauda* está relatada em diversas regiões do Atlântico, mas sua maior abundância se localiza no Nordeste do Brasil (FONTELES-FILHO, 2000).

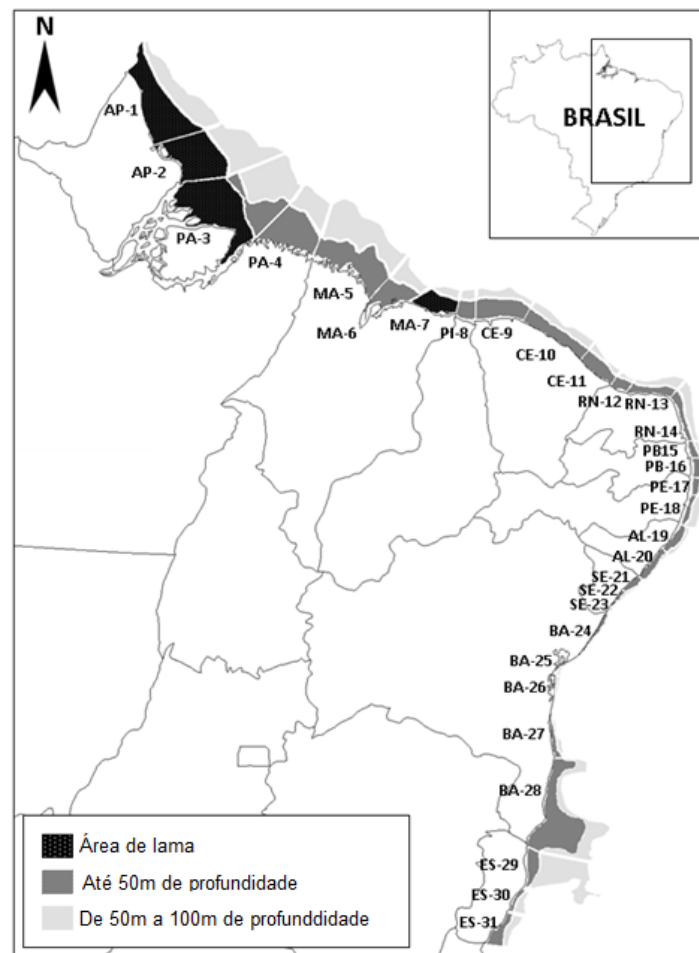


Figura 1: Mapa da plataforma continental do Brasil mostrando a distribuição dos estratos por Estados da Federação (Adaptado de Cruz *et al.*, 2011).

Conforme identificado por diversos autores, para populações deste crustáceo em áreas de ocorrência fora do Brasil, como o Caribe e América do Norte, após a eclosão dos ovos as larvas são dispersas em direção ao oceano aberto, podendo atingir mais de 100 milhas náuticas além da plataforma costeira. Dependendo de seu tamanho, uma fêmea de *P. argus* pode gerar em torno de 900.000 larvas filossoma (ALVES & BEZERRA, 1968; CRUZ *et al.*, 1990).

Após a eclosão dos ovos, o que ocorre em águas profundas, nas proximidades do início do talude continental, a fase de larva filossoma inicia sua vida pelágica. Com corpo totalmente transparente e apresentando forma achatada dorso-ventralmente, as larvas filossoma tem com estes atributos certa facilidade em seu deslocamento na coluna d'água (Figura 2).

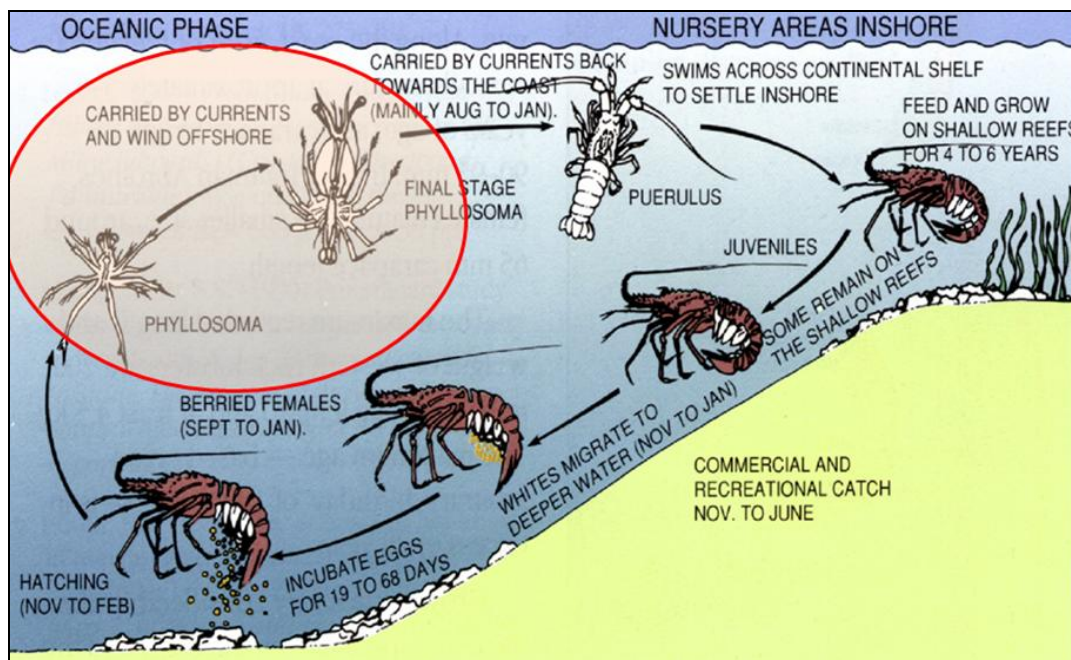


Figura 2 - Ciclo de vida da lagosta *Panulirus argus* mostrando em detalhe a fase que compreende os distintos estágios de larva filossoma (Adaptado de Phillips, 2006).

Em estudo recente, CHAVARRÍA (2013) descreve que as larvas filossoma permanecem no plâncton entre 8 e 12 meses, tempo em que passam por onze a treze estágios larvais. Nesta etapa, os fatores independentes da densidade da população são as causas da alta mortalidade, a qual pode ser até maior que 99%. Isto se deve principalmente à ação dos sistemas de correntes que arrastam as larvas a zonas adversas para seu desenvolvimento e conseqüentemente morrem. O estudo enfatiza que larvas filossoma não são hábeis para nadar horizontalmente e derivam ao mar aberto com a ajuda dos ventos a velocidades em torno de 5 km por dia. Algumas espécies, como *Panulirus cygnus* podem realizar grandes movimentos

verticais em direção à camada superficial durante a noite e que as larvas recém eclodidas ocorrem dentro dos primeiros 60 m da coluna d'água, enquanto que os últimos estágios são encontrados nas camadas mais profundas (80-120m). Por outro lado, as larvas de lagostas *Panulirus argus* do Mar do Caribe se distribuem na camada superficial, independentemente do estágio de desenvolvimento. No caso de *Panulirus interruptus*, o autor presume que ocorre uma migração vertical na Corrente de Califórnia, de acordo com a comparação entre capturas diurnas e noturnas. Porém, sem dúvida, são necessários estudos mais detalhados sobre a distribuição e migração vertical deste estágio de vida das lagostas.

As lagostas *Panulirus* passam importante parte da vida na forma planctônica de filosoma, isto é praticamente um dos quatro anos que vivem em média antes da primeira reprodução. A sobrevivência na fase larval é decisiva para a garantia da perpetuação da espécie. Apesar de apresentar um hábito alimentar voraz, mesmo realizando ecdises (mudas do esqueleto externo) muito freqüentes ao longo desta fase, as larvas filosoma também são alvos de predadores muito ativos como os tunídeos. Além disso, é comum a ocorrência de canibalismo em adensamentos muito volumosos, como se pode observar em experimentos de criação em cativeiro (ABRUNHOSA *et al.*, 1991). Com relação à sobrevivência de lagostas durante suas diferentes fases de vida, FONTELES-FILHO (2000) mostra que cada fêmea em reprodução gera três indivíduos que podem chegar à idade média de captura e que, do potencial reprodutivo de um milhão de ovos, apenas 25 indivíduos sobrevivem para atingir a idade adulta. Naturalmente, somente uma ínfima porcentagem das larvas nascidas irá retornar às águas costeiras após passarem por metamorfose e depois tornarem-se juvenis e adultos e gerarem outros descendentes. É um ciclo longo e com vários pontos de vulnerabilidade natural.

As lagostas do gênero *Panulirus* têm desovas parceladas individual e populacional. Deste modo, são encontrados indivíduos em reprodução durante todos os meses do ano, devido a essa característica reprodutiva e à grande extensão da área de distribuição (BRASIL/IBAMA, 2008). No entanto, com base em longas séries de observações de campo, SOARES & CAVALCANTE (1985) e SOARES (1994) mostram que existe uma época de maior intensidade reprodutiva: em janeiro-abril e setembro-outubro para *Panulirus argus* e fevereiro-maio para *Panulirus laevicauda*.

A atividade de pesquisa sísmica marítima é o método mais comum e eficaz de se obter um imageamento adequado das camadas subsuperficiais do assoalho marinho com o objetivo de identificar potenciais reservas de hidrocarbonetos. A realização de atividades relacionadas a

este tipo de pesquisa requer procedimentos específicos no que tange ao aspecto do licenciamento ambiental.

A mortalidade dos indivíduos é a principal relação pesquisada entre as ondas de choque oriundas da atividade sísmica sobre o plâncton. BOOMAN *et al.* (1996) observaram mortalidade e redução no sucesso do recrutamento após exposição a fontes sísmicas em distâncias inferiores a 2m. Em distâncias maiores, outros estudos apontaram não haver quaisquer efeitos perceptíveis (KOSTYVCHENKO, 1973; KOSHELEVA, 1992; TROVARELLI *et al.*, 1998). Estudos até hoje realizados não permitem discriminar diferenças entre mortalidade natural e mortalidade devido aos disparos de “air-guns” (LGL Limited, 2014).

Considerando-se a relevância da atividade de pesquisa sísmica marítima, associada às características da área na qual está inserida a atividade, este **Projeto de Avaliação da Dispersão de Larvas de Lagosta e do Impacto da Atividade Sísmica no Estágio Larval de Lagostas** atende ao recomendado no Termo de Referência Complementar Nº 025/14, emitido pela Coordenação Geral de Petróleo e Gás/IBAMA.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a dispersão das larvas de lagosta e a possível interferência da atividade sísmica nesta fase do ciclo de vida destes organismos.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar em escala regional os padrões de distribuição espacial e de abundância de fêmeas ovígeras de lagostas *Panulirus* na área de estudo antes e durante a atividade de aquisição de dados sísmicos;
- Identificar na área de estudo os padrões de velocidade e direção de correntes superficiais e relacioná-los com os registros de ocorrência de fêmeas, elaborando um modelo que permita avaliar a dispersão de larvas filosoma antes e durante a atividade de aquisição de dados sísmicos;
- Diagnosticar os possíveis efeitos físicos e fisiológicos decorrentes das emissões acústicas promovidas pelas fontes “air-guns” sobre as fêmeas ovígeras e larvas filosoma considerando as características de propagação do som em diferentes distâncias e profundidades.

3. METAS

- Mapeamento da ocorrência de fêmeas ovígeras de lagostas *Panulirus* indicando a identificação do(s) possível(eis) local(is) de desova;
- Avaliação de dados meteoceanográficos (direção e velocidade de correntes marinhas predominantes) na área de estudo;
- Mapeamento das áreas de maior concentração de larvas filosoma de lagostas *Panulirus*;
- Diagnóstico dos efeitos das emissões de “air-guns” sobre fêmeas ovígeras e larvas filosoma de lagostas em diferentes distancias e profundidades a partir da fonte emissora.

4. INDICADORES

- Mapa de distribuição espacial e temporal de fêmeas ovígeras de lagostas;
- Modelo de dispersão larvas filosoma de lagostas;
- Mapa do local de desova das lagostas do gênero *Panulirus*;
- Relatório sobre o diagnóstico dos efeitos das emissões de “air-guns” sobre fêmeas ovígeras e larvas filosoma de lagostas em diferentes distancias e profundidades a partir da fonte emissora.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Área de Estudo

A área definida para a realização deste projeto está situada em águas oceânicas em frente ao Estado do Ceará, a partir dos 46 km da costa. O polígono correspondente à área de realização de manobras do navio sísmico tem profundidade mínima de 50 e máxima de 300 metros e pelas longitudes de 038°10'W e 039°30'W (Figura 3). A parte mais continental da área de estudo representa o início do talude, onde a declividade do fundo marinho aumenta bruscamente dos 50 m para 1.500 m em uma distancia média de 20 milhas náuticas.

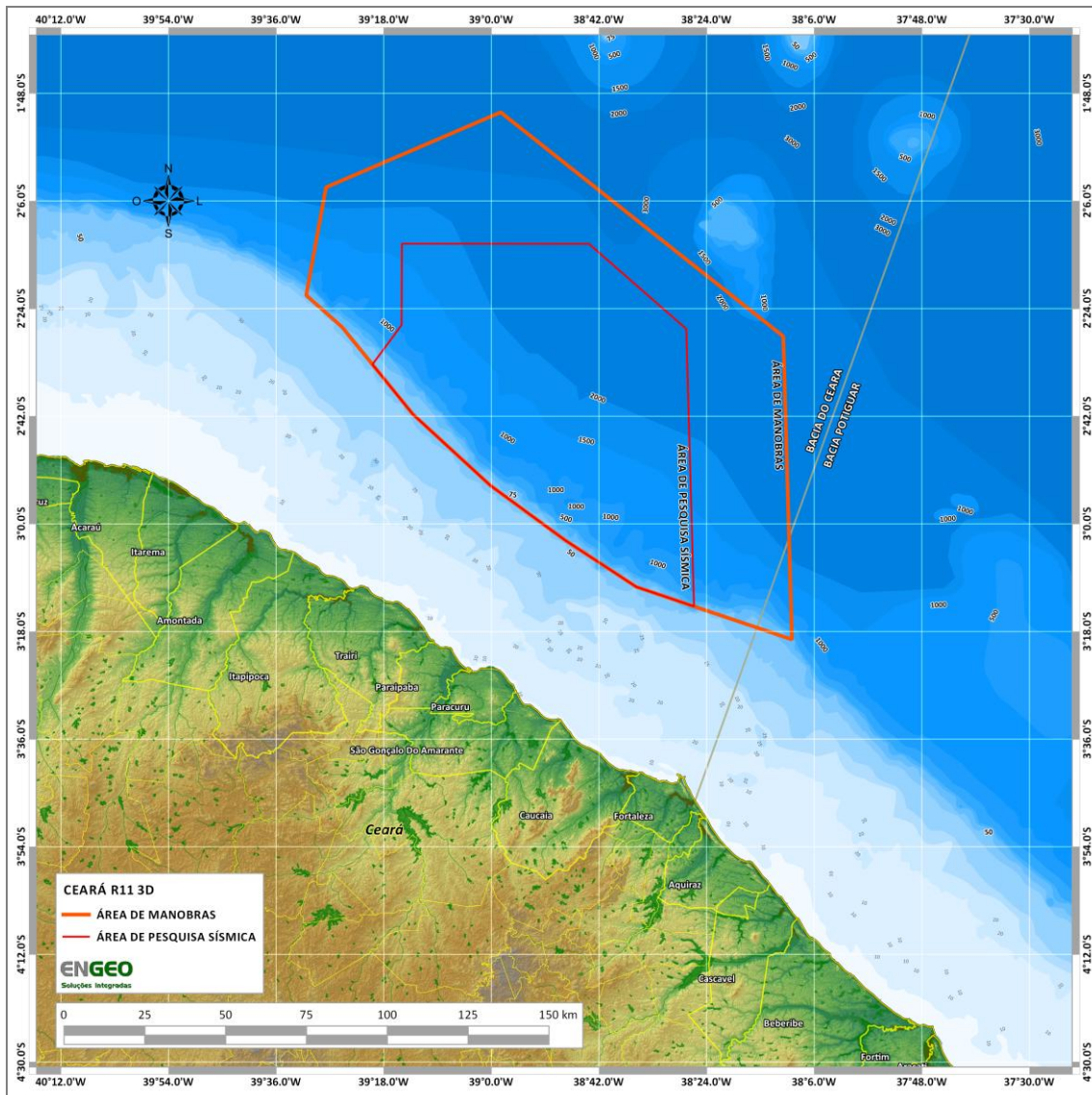


Figura 3 - Localização geográfica da área de aquisição e área de manobras da pesquisa sísmica 3D na Bacia Sedimentar do Ceará.

A zona que caracteriza o início do talude continental com o aumento brusco da profundidade desde os 50 m aos 100 m, corresponde à área de ocorrência de fêmeas adultas em reprodução (Figura 2). É esperado que, após a eclosão dos ovos, os primeiros estágios larvais sigam em direção a águas mais profundas de acordo com o fluxo das correntes predominantes no local.

Os estudos sobre a dispersão das larvas filosoma em seus diversos estágios a serem realizados dentro da área de aquisição de dados sísmicos estarão restritos à camada superficial do oceano até os 200 metros de profundidade.

Para a identificação de áreas de ocorrência de fêmeas ovígeras, se propõe a realização de pescarias convencionais de lagostas com o emprego de armadilhas do tipo covo. As operações de pesca serão realizadas a partir de seis pontos situados entre as isóbatas de 50 e 150 metros. Cada ponto de pesca terá suas coordenadas geográficas registradas para posterior correlação com os dados meteoceanográficos.

A embarcação a ser utilizada nesta etapa deverá ser um típico barco lagosteiro da região, a ser contratado com tripulação experiente e dotado dos apetrechos necessários para efetuar a captura de lagostas, tais como guinchos hidráulicos, amplo convés para o manejo de grande quantidade de armadilhas a bordo, câmara frigorífica para o armazenamento de isca suficiente para uma campanha estimada em 15 dias ininterruptos. Serão realizadas duas viagens por campanha, ou seja, uma primeira campanha prévia à atividade de pesquisa sísmica empregando 1.200 covos e uma segunda campanha, a ser realizada durante a atividade, também com 1.200 covos.

Em cada campanha serão empregados 1.200 covos que serão operados em dois grupos de 600 unidades a cada dia. Do material biológico capturado, somente as fêmeas ovígeras serão objeto de estudo. Demais componentes da biota marinha possivelmente presentes nas armadilhas serão imediatamente devolvidos ao mar. Fonteles-Filho (2011) ilustra o poder de captura de covos (manzuás) por meio da medida CPUE (captura por unidade de esforço). O Gráfico 1 indica que na pesca de lagostas no Estado do Ceará há uma variação da CPUE com o número de armadilhas empregadas por cada embarcação. O autor sugere como sendo 540 o número ótimo de covos operando por dia para se obter um valor ótimo de capturas.

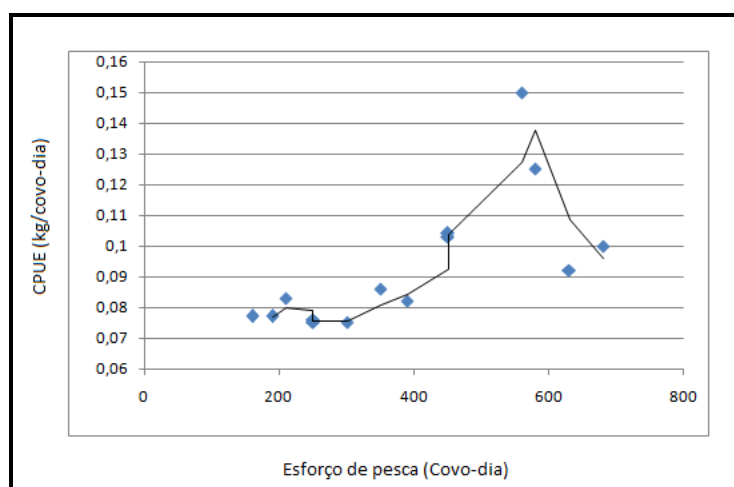


Gráfico 1 - Variação da CPUE em função do número de covos-dia por viagem de pesca de lagostas no Estado do Ceará.

Das fêmeas ovígeras serão tomadas medidas de cefalotórax com paquímetro com 0,1mm de precisão. Sub-amostras do total de fêmeas capturadas nas campanhas realizadas antes e durante a atividade sísmica serão feitas para a retirada de gônadas para realização de estudos histológicos sobre o diagnóstico dos possíveis efeitos físicos e fisiológicos do “air-gun” sobre estes exemplares em reprodução.

5.2. Avaliação de dados meteoceanográficos

Essa etapa de avaliação dos dados meteoceanográficos terá como base a utilização de um modelo hidrodinâmico e um modelo de transporte de partículas que simula o crescimento e comportamento de larvas zooplancônicas. Assim objetiva-se prever locais de maior probabilidade de concentração de lagostas em fase juvenil, contribuindo para a proteção ambiental de áreas sensíveis.

Como resultado, espera-se visualizar as regiões com maior probabilidade de concentração de juvenis e as possíveis trajetórias das larvas.

Para uma determinada configuração de região e período de eclosão (Condição inicial) podem ser simulados cenários de: Taxa de crescimento e migração vertical arbitrada; Taxa de crescimento calculado dinamicamente a partir de variáveis ambientais pelo modelo e migração vertical arbitrada; e, Taxa de crescimento e migração vertical calculada dinamicamente a partir de variáveis ambientais.

Cada cenário é definido através de informações como:

- ⊕ Local e período (mês) da eclosão dos ovos;
- ⊕ Definição do taxa de crescimento;
- ⊕ Definição dos hábitos de migração vertical.

Os cenários terão duração máxima de modelagem de um (01) ano.

5.3. Estudo da dispersão de larvas filosoma

As campanhas para a coletas de filosoma serão realizadas antes e durante e depois do período de aquisição de dados sísmicos. As estações foram definidas em uma malha de 40 pontos, sendo estabelecidas de 10 em 10 milhas náuticas (MN) em águas de até 2.000 metros e de 15 em 15 MN a partir desta isóbata, seguindo até o final do polígono de manobras.

A distribuição dos pontos amostrais de acordo com a metodologia definida está representada graficamente na Figura 4.

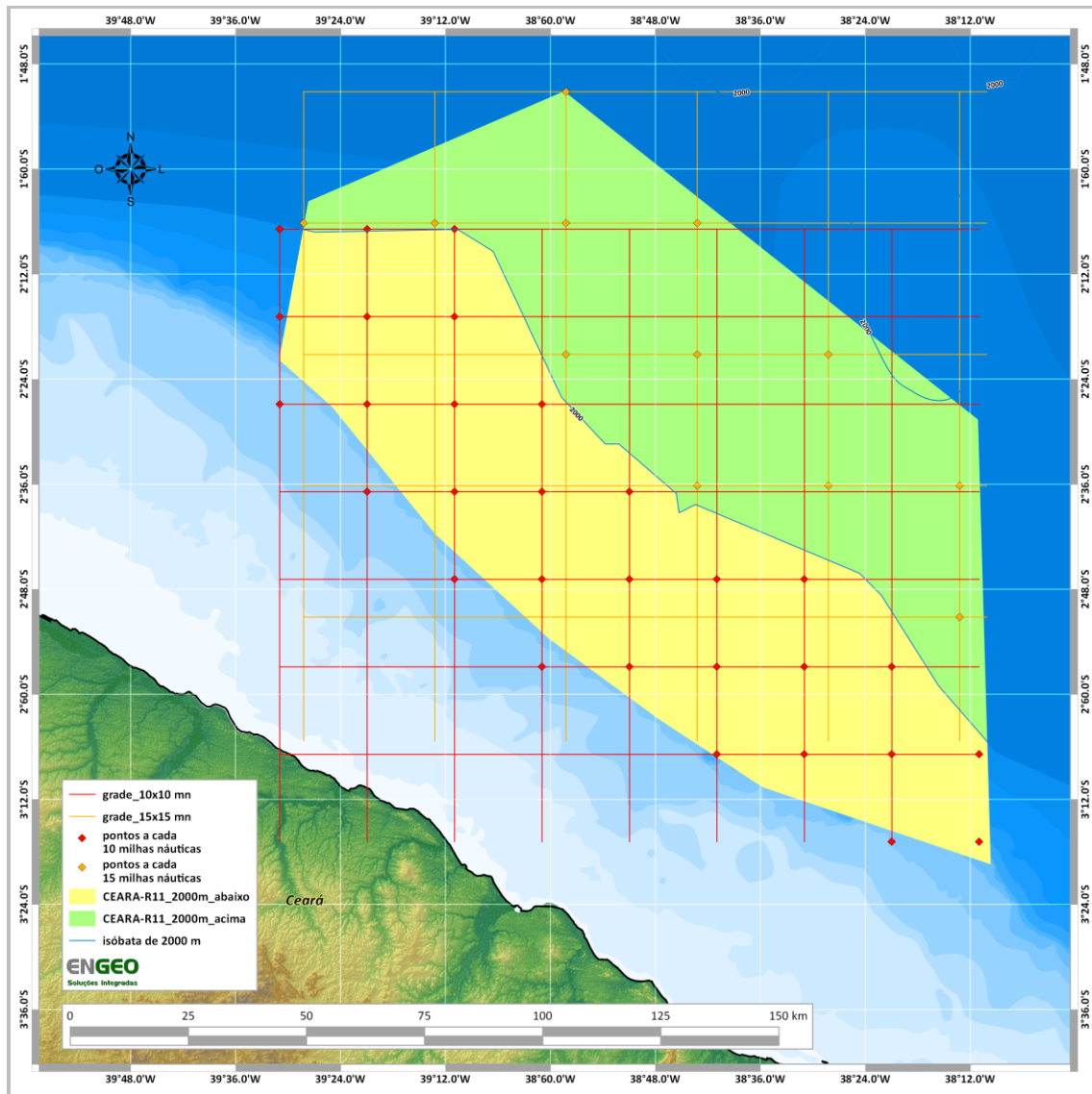


Figura 4 – Representação georreferenciada da localização dos pontos amostrais de coleta de larvas filossoma em relação à área de pesquisa sísmica 3D na Bacia do Ceará.

As larvas serão amostradas por meio de arrasto oblíquo com redes bongo, conforme metodologia padronizada internacionalmente e descrita em NEUMANN LEITÃO *et al.* (1998), CALAZANS *et al.* (2011) e CHAVARRÍA (2013), até a profundidade de 200 metros. O par de redes será formado por uma com malha de 333 micrometros enquanto a outra terá malhas de 500 micrometros. O volume de água filtrado será medido por um fluxômetro mecânico acoplado na entrada metálica que suporta as redes.

Todo o material biológico coletado será fixado adequadamente para posterior triagem, identificação e quantificação em laboratórios de Biologia Pesqueira do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará. As larvas obtidas serão identificadas ao nível de gênero e de estágio de vida. O resultado esperado é que larvas em estágios iniciais sejam encontradas mais próximas das prováveis áreas de eclosão dos ovos.

Para a realização das expedições será empregada uma embarcação de apoio *offshore* com autonomia e equipamentos adequados para o lançamento das redes em profundidades de até 200m. Nas campanhas a serem realizadas durante a aquisição de dados sísmicos, esta embarcação deverá ser capaz de operar nas proximidades das fontes de "airgun" de maneira eficiente e ao mesmo tempo segura. Até o momento não está definida a embarcação que será empregada nesta etapa.

5.4. O diagnóstico dos efeitos físicos e fisiológicos das fontes de "airgun" sobre as fêmeas ovígeras e larvas filosoma

Para a realização de um diagnóstico dos possíveis efeitos físicos e fisiológicos das fontes de ar comprimido sobre as fêmeas ovígeras e conforme discutido em recente reunião com técnicos do IBAMA/RJ, serão realizados experimentos com o emprego de gaiolas semelhantes aos manzuás utilizados na captura de lagostas adultas, devidamente dispostos na área de aquisição sísmica, nas quais serão mantidas fêmeas ovígeras em fase final de incubação de ovos. Considerando-se que o tempo de operação da aquisição de dados sísmicos é relativamente longo comparando-se com o período necessário para a eclosão dos ovos (estando estes em sua fase final de desenvolvimento e apresentando cor verde-escuro), haverá alta possibilidade de que os primeiros estágios de larva nas gaiolas sejam submetidos a ação dos "airguns". Serão usadas malhas de 500 micrometros para o revestimento das gaiolas, garantindo a permanência das larvas durante todo o experimento dentro dos manzuás.

Para a realização de tais experimentos, propõe-se que em cada um dos dois pontos em que serão realizadas pescarias de fêmeas ovígeras sejam estabelecidos experimentos no mar. Inicialmente, serão preparados para cada ponto cinco manzuás com malhas de 500 micrometros. Dentro da disponibilidade de maior número de fêmeas capturadas, esta quantidade poderá ser ajustada.

Nos exemplares de fêmeas adultas em reprodução usadas nessa etapa do projeto, bem como nas larvas filosoma eclodidas e mantidas dentro dos manzuás, será efetuada a retirada de material para a realização de estudos histológicos em tecidos ou órgãos vitais que possam indicar injúrias físicas e/ou fisiológicas nos organismos em estudo. No caso das fêmeas, serão retiradas amostras de ovários para a investigação de possíveis danos provocados pelos efeitos dos canhões de ar. No caso das larvas filosoma, os estudos histológicos poderão indicar lesões nas brânquias ou outros órgãos internos. Já no caso das observações sobre apêndices ou pedúnculos oculares danificados ou faltantes nos exemplares coletas antes e durante a atividade sísmica, este parâmetro poderá ser comparado entre estes dois momentos em busca de diferenças significativas entre as condições físicas das larvas.

6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Fica previsto um período de 12 meses para a execução das etapas e demais atividades propostas neste projeto, podendo este ser ajustado conforme o necessário.

Etapas / Atividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A identificação das áreas de ocorrência de fêmeas ovígeras	X	X	X	X	X							
Avaliação de dados meteoceanográficos					X	X	X	X	X	X		
Estudo da dispersão de larvas filosoma					X	X	X	X	X	X		
O diagnóstico dos efeitos físicos e fisiológicos das fontes de "air-gun" sobre as fêmeas ovígeras e larvas filosoma								X	X	X	X	
Relatórios (parcial e conclusivo)						X						X

7. EQUIPE TÉCNICA UFC

Identificação / <i>Curriculum vitae</i> no CNPq	Função no projeto
Raimundo Nonato de Lima Conceição - UFC http://lattes.cnpq.br/3053474464521082	Coordenação Pescarias de lagostas com armadilhas
Reynaldo Amorim Marinho - UFC http://lattes.cnpq.br/5782747621156489	Pescarias de lagostas com armadilhas - inclui 02 bolsistas discentes em Eng. Pesca
Fernando Antonio Nascimento Feitosa - UFPE http://lattes.cnpq.br/5518102457219222	Coleta de larvas filosoma - inclui 04 bolsistas discentes (pós-graduação) em Oceanografia da UFPE
Wilson Franklin Jr. http://lattes.cnpq.br/6698523798612732	Coleta de larvas filosoma Tratamento de material biológico a bordo e em laboratório - inclui 02 bolsistas discentes em Oceanografia do Labomar/UFC

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRUNHOSA, F. A.; MOURA, M. G.; COSTA, F. A. P. **Os primeiros estágios larvais de *Panulirus laevicauda* (Latreille) (Crustacea, Palinuridae) obtidos através do cultivo em laboratório.** In: XVII Congresso Brasileiro de Zoologia, 1991, Salvador - Bahia. XVII Congresso Brasileiro de Zoologia, 1991, Salvador - Bahia. Livro de Resumos. Salvador: Sociedade Brasileira de Zoologia, 1991. p. 81-81.

ALVES, M. I. M.; BEZERRA, R. C F. **Sobre o número de ovos da lagosta *Panulirus argus* (Latr.).** Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, Fortaleza, v. 08, n.1, p. 33-35, jun. 1968.

BOOMAN, C.; DALEN, H.; HEIVESTAD, H.; LEVSEN, A., VAN DER MEEREN, T.; TOKLUM, K. **Effects of seismic air-gun shooting on fish eggs, larvae and fry.** Institute of Marine Research, Fiskeri og Havet, 3: 83p. 1996.

BRASIL/MMA. **Informação ELPN/IBAMA N. 012/03.** Escritório de Licenciamento de Atividades de Petróleo e Nuclear do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Rio de Janeiro. 66 p. 2004.

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

CHAVARRÍA, J. A. R. **Distribución y abundancia de larvas de langosta roja (*Panulirus interruptus*) en la costa occidental de la Península de Baja California durante 2006-2008.** Dissertação de mestrado realizada no Instituto Politecnico Nacional, México. 68 p. 2013.

CRUZ, R. ; Baisre, J. A. ; E. Diaz ; R. Brito ; W. Blanco ; C. Garcia ; C. Carrodegua . **Atlas biológico-pesquero de la langosta *Panulirus argus* en el archipiélago cubano.** Havana: Inv. Pesq. y Rev. Mar y Pesca, 125p. 1990.

CRUZ, R. ; LUCKHURST, B. ; MULLER, R. **Review of Larval recruitment patterns and variability in spiny lobster (*Panulirus argus*).** (FAO), v. 619, p. 26-32, 2001.

CRUZ, R. ; CONCEICAO, R. N. L. ; Marinho, R. A. ; BARROSO, J. C. ; HOLANDA, J. S. ; FELIX, C. S. ; Maria Emanuella de Oliveira Martins ; Flávia Sousa Santos ; SILVA, K. C. A. ; Furtado-Neto, M. A. **A. Metodologias de amostragem para avaliação das populações de lagosta: plataforma continental do Brasil.** Fortaleza. FORTALEZA: Expressão Grafica,. v. 1. 140p . 2011.

EVEREST. **Monitoramento sobre a comunidade zooplanctônica.** 1º Relatório Ambiental (LO 383/04) e 4º Relatório Ambiental (LO 192/02). Sísmica 3D – Bacia Sergipe/Alagoas, Camamu/Almada, Jequetinhonha e Cumuruxatiba. 16 p. 2004.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros.** Editora Expressão Gráfica. Fortaleza. 464 p. 2011.

FONTELES-FILHO, A. A. **The state of the lobster fishery in North-east Brazil.** In: B. F. Phillips & J. Kittaka (eds) *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture* (2nd edn). 2000.

FONTELES-FILHO, A. A. **Population dynamics of spiny lobsters (Crustacea:Palinuridae) in Northeast Brazil.** Ciência e Cultura. N. 44, p. 192-196. 1992.

HASSEL, A.; KNUTSEN, T.; DALEN, J.; SKAAR, K.; LØKKKEBORG, S.; MISUND, O.A.; ØSTENSEN, Ø.; FONN, M. & E.K. HAUGLAND. **Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*).** *ICES Journal of Marine Science.* V. 61. PP. 1165-1173. 2004

IVO, C. T. C.; PEREIRA, J. A. **Sinopse das principais observações sobre as lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *P. laevicauda* (Latreille) capturadas em águas costeiras do Brasil, entre os Estados do Amapá e do Espírito Santo.** Boletim Técnico Científico do CEPENE, Tamandaré/PE, V. 04, n.1, pp. 07-94, 1996.

KOSHELEVA, V. **The impact of airguns used in marine seismic exploration on organisms living in the Barents Sea.** In: Proceedings from the Petro Pisces II Conference. 2nd International Conference of Fisheries and Offshore Petroleum Exploration, Bergen, Noruega. April, 6-8. 1992.

KOSTYUCHENKO, L. P. **Effect of elastic waves generated in marine seismic prospecting on fish eggs in the Black Sea.** Hydrobiological Journal. N.9, V. 5, pp. 72-75. 1973.

LGL LIMITED. **Environmental Impact of Seismic Activity on Shrimp Behaviour - Phase 1: Literature Review**. LGL Rep. SA1253. Rep. by LGL Limited, St. John's, NL, for Petroleum Research Newfoundland and Labrador, St. John's, NL. 27p. 2014.

MARX, J.M.; HERRNKIND, W.F. **Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus***. Bulletin of Marine Science. V. 36, N. 3, pp. 423-431(9). 1985.

NEUMANN LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; NASCIMENTO VIEIRA, D.A.; SILVA, T.A.; SILVA, A.P.; PORTO NETO, F.F.; MOURA, M.C.O. **Biodiversidade do mesozooplankton do Nordeste brasileiro**. Trabalhos Oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco, v.26, n.1, p. 27-34. Recife. 1998.

PEARSON, W.H.; SKALSKI, J.R.; SULKIN, S. D.; MALME, C. I. **Effects of seismic energy releases on the survival and development of zoeal larvae of Dungeness crab (*Cancer magister*)**. Marine Environmental Research. V. 38. N. 2. pp. 93-113. 1994.

PHILLIPS, B. F. **Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries**. ISBN: 1405126574. Blackwell Publishing. Edition 2006. 576 p.

SILVA, A.C.; FONTELES-FILHO, A.A. **Avaliação do defeso aplicado à pesca da lagosta no Nordeste brasileiro**. Ed. Expressão Gráfica. 112 p. Ilust. Fortaleza. 2011.

SOARES, C. N. C. **Época de reprodução da lagosta *Panulirus argus* (Latreille), no litoral do Estado do Ceará, Brasil**. Fortaleza: Tese (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, 119p. 1994.

SOARES, C. N. C.; CAVALCANTE, P. P. L. **Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) and smoothtail spiny lobster (*Panulirus laevicauda*) reproductive dynamics on the Brazilian Northeastern coast**. FAO Fish Rep., v. 327, p. 200-217. 1985.