

**SINOPSE DAS PRINCIPAIS OBSERVAÇÕES SOBRE AS
LAGOSTAS *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeviscauda*
(Latreille), CAPTURADAS EM ÁGUAS COSTEIRAS DO
BRASIL, ENTRE OS ESTADOS DO AMAPÁ
E DO ESPÍRITO SANTO**

Carlos Tassito Corrêa Ivo¹
José Arlindo Pereira²

RESUMO

Este trabalho foi conduzido tendo em vista ordenar as informações existentes sobre a biologia, a pesca e a dinâmica populacional das lagostas *Panulirus argus* (vermelha) e *Panulirus laeviscauda* (verde) capturadas ao longo da Plataforma Continental Nordeste do Brasil, bem como definir uma política regionalizada de gerenciamento da pesca de lagosta que busque o equilíbrio biológico dos estoques e a estabilidade sócio-econômica dos segmentos envolvidos na exploração deste recurso.

A pesca de lagosta no litoral do Brasil, cuja produção, em quase sua totalidade, destina-se à exportação, é uma atividade de elevado significado sócio-econômico, gerando algo em torno de 100 mil empregos diretos e indiretos. As exportações anuais de lagosta variam em torno de 2,5 mil toneladas anuais de cauda, que correspondem ao ingresso de 50 milhões a 70 milhões de dólares-ano no país.

No litoral do Brasil as capturas comerciais de lagosta são realizadas desde a costa do estado do Amapá até a do estado do Espírito Santo. A espécie *P. argus* é capturada em toda a sua extensão e em profundidades de até 90m. A espécie *P. laeviscauda* praticamente não ocorre nas capturas comerciais realizadas nos estados da Bahia e Espírito Santo.

A maior captura anual de lagosta no Nordeste do Brasil foi de 11.033t de lagosta inteira em 1979 e a menor, durante o período de estabilização, de 4.441t, em 1986. A produção média anual esteve um pouco acima das 8 mil toneladas de lagosta inteira.

1 Pesquisador do Laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará.

2 Professor Adjunto do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco e Pesquisador bolsista do CNPq.

Em 1994, o esforço de pesca sobre as populações de lagosta no Nordeste do Brasil atingiu o valor de 64,5 milhões de covos-dia e uma produção de 8.429t, resultando em uma abundância relativa de 0,12 kg/covo-dia.

Da curva de produção, $Y = 0,86632 f e^{-0,03556 f}$, estima-se a captura máxima sustentável em 8.962t de lagosta inteira a ser obtida com um esforço de 28,12 milhões de covos-dia, resultando em uma CPUE de 0,317 kg/covo-dia.

Os argumentos biológicos e da dinâmica populacional que dão suporte à regulamentação da pesca de lagostas são suficientes, em qualidade e quantidade, para dar respaldo científico ao gerenciamento da pesca de lagosta na plataforma continental do Brasil. A fase crítica de baixa rentabilidade que atravessa o setor lagosteiro tem como uma de suas causas o descumprimento das portarias que visam a proteger os estoques populacionais e limitar o esforço de pesca.

Como medidas de controle direto do esforço de pesca aplicado sobre as populações de lagosta sugere-se a redução da frota e o monitoramento do esforço de pesca empregado por embarcação. A adoção destas medidas fará, a médio prazo, com que se estabeleça o equilíbrio sustentável na pesca de lagosta, tanto do ponto de vista biológico, quanto econômico e social.

ABSTRACT

This paper was written to put up date current information on the biology, fishery and population dynamics for the spiny lobsters *Panulirus argus* and *Panulirus laeviscauda* caught along the Northeastern Brazilian Continental Shelf, as well as to formulate a regionalized policy for the spiny lobster management, which attempt to maintain the biological stock equilibrium, and the social and economic stability for the segments involved in the fisheries.

Fishing for spiny lobster off Brazil has a very high level of social and economic significance, as it employs nearly 100,000 persons. Almost the total spiny lobster landings, which amount to nearly 2,500 ton of tail, is yearly exported, to generate US\$ 50 million to US\$ 70 million to the country. Off the Brazilian Shelf, lobsters are commercially caught from the Amapá State to Espírito Santo State.

The highest landings of spiny lobster in Brazil (11,033 t) was reached in 1979. As we consider the stabilization period, the lowest landings (4,441 ton) occurred in 1986. For this period the landings averaged about 8,000 ton. In 1994 the fishing effort for the species was 64.5 million traps-day, that was responsible for a catch of 8,469 ton. From this data it estimated a CPUE of 0.12 kg/trap-day.

From the yield curve, it is possible to estimate a MSY of 8,962 ton which would be reached with a maximum fishing effort of 28.12 million of traps-day and a maximum CPUE of 0.317 kg/trap-day.

The biological argument and the population dynamics parameters which support the lobsters fishery management off Brazilian Continental Shelf present good scientific quality, and they have satisfactorily been used to make decisions. The lack of enforcement of the regulation measures is the major cause of the low rentability for the fishery.

To bring the lobsters fish to the sustainable level it is necessary to employ a police which will have as its principal objective to reduce the fishery effort, though number of boat reduction, and a rigid control of either the number of traps or meters of fishing net per boat.

INTRODUÇÃO

As lagostas são crustáceos de alto valor para a humanidade, seja como fonte de alimento, como produtora de receita pela sua importância comercial ou simplesmente possibilitando atividades recreacionais pela sua pesca; os palinurídeos são o item alimentar de origem marinha de maior valor de comercialização (Williams, 1986 e Lipcius & Cobb, 1994).

O interesse e o esforço despendidos para investigar a biologia e o comportamento da lagosta resultam de pelo menos três importantes fatores (Richard, 1980). Primeiro, as características do animal e o que ele faz. Como jovem ou adulto ocupa os mais variados tipos de *habitats* marinhos, quer seja tropical, temperado ou boreal, indistintamente em águas pouco profundas ou em grandes profundidades. Segundo, como muitas espécies bentônicas de pequenas profundidades, são relativamente acessíveis para estudos *in loco*, além de serem bastante tolerantes a variações dos fatores ambientais o que as tornam excelentes animais para estudos de laboratório. Terceiro, o alto valor de comercialização representado por pelo menos duas famílias (Palinuridae e Nephropidae), onde se incluem as espécies de lagosta de maior importância econômica capturadas em diferentes áreas de pesca.

As quatro famílias desses crustáceos estão constituídas por 163 espécies. A família Nephropidae, com 38 espécies, caracteriza-se por possuir pinças. Nesta família encontram-se os gêneros *Homarus* Weber 1795, com três espécies e *Nephrops* Leach 1814, com uma espécie. Pertencem a estes gêneros as espécies com maior volume desembarcado em todo o mundo. Tomando-se por base o ano de 1991, quando a captura mundial de lagosta atingiu 214.240 toneladas métricas, a espécie *Homarus americanus* H. Milne-Edwards 1837, participou com 37,9% dos desembarques, enquanto a espécie *Nephrops norvegicus* Linnaeus 1758 contribuiu com 28,7%. As lagostas espinhosas, também denominadas de lagostas rochosas, da família Palinuridae, com 49 espécies, caracterizam-se por possuir numerosos espinhos na carapaça e no segmento basal da segunda antena. O gênero *Panulirus* White 1847, com cinco espécies é o mais importante; nele estão incluídas as espécies *Panulirus argus* Latreille 1804 e *Panulirus cygnus* George 1962, de razoável representatividade econômica nas capturas mundiais, respectivamente com 19,2% e 5,3% dos desembarques em 1991. Menos importantes são as espécies *Jasus lalandii* H. Milne-Edwards 1837 e *Jasus verreauxi* H. Milne-Edwards 1851, que em conjunto perfazem 1,3% da já mencionada produção. A quinta espécie desse gênero, a lagosta *Panulirus laeviscauda* Latreille 1817, tem sua captura comercial praticamente restrita à costa do Brasil. As outras duas famílias, Synaxidae - lagosta de coral e Scyllaridae - lagosta sapateira, respectivamente com 2 e 74 espécies não apresentam significativa participação nos desembarques de lagosta ao redor do mundo (Phillips, Cobb & George, 1980; Bowman & Abele, 1982 e FAO, 1993).

A bibliografia sobre ocorrência de lagostas no Brasil registra pelo menos oito espécies pertencentes às famílias Palinuridae - *Panulirus argus* (lagosta vermelha), *Panulirus laeviscauda* (lagosta verde), *Panulirus echinatus* e *Palinustus truncatus* e, Scyllaridae - *Scyllarides brasiliensis*, *Scyllarides delfose*, *Scyllarides deceptor* e *Parribacius antarcticus* (Fausto-Filho, 1966/1967/1969/1977; Fausto-Filho, Matthews & Lima, 1966 e Phillips, Cobb & George, 1980). Faria & Silva (1937) *apud* Paiva (1961) registra, ainda, a ocorrência da espécie *Panulirus guttatus* em águas costeiras do Brasil. Entretanto, somente as lagostas vermelha e verde são capturadas comercialmente, desde a costa do estado do Amapá até a do estado do Espírito Santo, principalmente na Região Nordeste.

A captura de lagosta no Brasil, iniciada em 1955, atingiu no ano de 1994 o total de 8.429t de lagosta inteira, sendo 6.488t de lagosta

vermelha e 1.941t de lagosta verde. Em média, a lagosta *Panulirus argus* contribuiu com 70,6% do peso total desembarcado (56,5% em número) e a lagosta *Panulirus laevicauda* com 29,4% (43,5% em número) - Fonteles-Filho, no prelo.

Nos anos recentes, as lagostas constituíram-se no primeiro produto pesqueiro do Nordeste do Brasil, e um dos principais produtos da pauta de exportação da região. Em 1994, a exportação deste recurso pesqueiro gerou cerca de 64,5 milhões de dólares.

As pesquisas sobre lagostas no Brasil estão principalmente direcionadas para os estudos dos parâmetros biológicos, e do controle de esforço de pesca e da produção, para produzir informações necessárias à regulamentação da pesca. Os trabalhos sobre cultivos de lagosta em desenvolvimento apresentam resultados pouco satisfatórios devido ao longo período de vida larvar das espécies estudadas, o que dificulta as investigações, e também devido aos poucos recursos aplicados neste tipo de pesquisa. Estudos sobre a vida planctônica das lagostas no Brasil praticamente inexistem.

Este trabalho tem como objetivo principal a compilação dos principais trabalhos produzidos no Brasil, sobre a biologia e a pesca das *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, ordenando-os, na medida do possível, de modo a permitir uma análise globalizada das informações disponíveis, a partir do que será possível o planejamento das atividades de pesquisa futuras.

BIOLOGIA E COMPORTAMENTO

Em quase todos os tipos de *habitat* marinho podemos encontrar indivíduos representando uma das quatro famílias de lagosta, quer seja em elevadas ou em pequenas profundidades, próximas às zonas de arrebentação, geralmente em cavernas.

As lagostas de pinça possuem um período de vida larval bastante curto e simples, com quatro estágios, que duram em conjunto algo em torno de três semanas, enquanto as lagostas das demais famílias (espinhosas, sapateira e coral) apresentam longos e complexos períodos de vida planctônica que podem durar de 3 a 33 meses, e passar por vários estágios, o que deve tornar as espécies dessas famílias mais dispersas.

Fatores ambientais como turbulência, temperatura, profundidade e maré são responsáveis pela limitação de algumas espécies do gênero

Panulirus a pequenas profundidades, de até 18m, enquanto que espécies do gênero *Justia*, que habitam águas mais profundas, são evidentemente separadas com base no tipo de substrato (Berry, 1971b).

DISTRIBUIÇÃO E CAPTURAS

Por ordem de importância, e tendo por base os desembarques efetuados em 1991, as capturas mundiais de lagosta estão distribuídas nos oceanos Atlântico - 172.819 toneladas métricas, Índico - 20.454 toneladas métricas e Pacífico - 12.076 toneladas métricas e no Mediterrâneo - Mar Negro - 8.891 toneladas métricas (FAO, 1993).

Os gêneros *Jasus* e *Panulirus* apresentam talvez a mais extensa distribuição entre os diversos gêneros de lagostas, resultado da capacidade de dispersão a longas distâncias da larva filosoma, combinada com a ocorrência de giros ao longo das correntes responsáveis pela atração das larvas para zonas de crescimento (Pollock, 1992).

Os palinurídeos, tidos como comercialmente mais importantes, não se sobrepõem significativamente na sua distribuição espacial, embora indivíduos congêneres possam viver no mesmo *habitat*, como as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus guttatus* da região do Caribe (George & Main, 1967; Cobb & Wang, 1985 e Herrnkind & Lipcius, 1989) e as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* da costa Nordeste do Brasil, que se sobrepõem, embora apenas em parte de suas áreas de distribuição, já que a primeira é menos costeira.

As lagostas espinhosas habitam as águas tropicais, subtropicais e temperadas, estando as espécies comerciais agrupadas em três gêneros: *Palinurus*, *Jasus* e *Panulirus*. As espécies do gênero *Palinurus* habitam águas frias, em profundidades razoavelmente elevadas. Sua pesca comercial está restrita à Europa e principalmente nos países situados no Mediterrâneo e África, como por exemplo, África do Sul e Moçambique. As lagostas do gênero *Jasus* são capturadas exclusivamente no Hemisfério Sul, em profundidades de até 18m, portanto, também em águas frias, principalmente na Austrália, África do Sul e Nova Zelândia. As espécies do gênero *Panulirus* estão distribuídas em áreas mais próximas dos trópicos, portanto de águas mais quentes, em pequenas ou razoavelmente elevadas profundidades, quando comparadas às águas frias onde são capturadas as espécies dos outros dois gêneros citados acima. Grande número de países estão dedicados à captura das espécies do

gênero *Panulirus*, sendo as maiores capturas registradas na Austrália, em Cuba, no Brasil e nas Bahamas (FAO, 1993; Izquierdo *et al.*, 1987; Phillips, Cobb & George, 1980; Richard, 1980; Williams, 1986; Lipcius & Cobb, 1994).

As maiores capturas mundiais de lagosta estão representadas por duas espécies portadoras de pinças e duas espinhosas. As lagostas *Homarus americanus* e *Nephrops norvegicus*, respectivamente com 76.329t e 57.709t desembarcadas em 1991, são as mais importantes. Seguem-se as espécies *Panulirus argus* com 38.590t e *Panulirus cygnus* com 10.676t. Essas espécies em conjunto representam 85,6 % das 214.240t de lagostas capturadas em 1991 (FAO, 1993).

Com base nas capturas observadas para o ano de 1991, são os seguintes os maiores países produtores de lagosta *Panulirus argus*, com respectivas produções: Cuba com 9.887t, Brasil com 9.000t, Bahamas com 7.564t, Estados Unidos com 2.878t, Honduras com 2.552t e Nicarágua com 1.271t. Estes países foram responsáveis por 85,9% das 38.590t de lagosta vermelha desembarcadas neste ano (FAO, 1993). Considerando que somente o Brasil captura comercialmente a lagosta *Panulirus laeviscauda*, seu desembarque mundial em 1991 atingiu o volume de 2.218t (IBAMA, 1993).

As lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* são particularmente importantes no que diz respeito as suas capturas na costa do Brasil. A lagosta *Panulirus argus* apresenta a maior área de distribuição entre as espécies do gênero *Panulirus*, podendo ser encontrada em ilhas oceânicas, em bancos submarinos e na plataforma continental. Sua área de ocorrência se estende pela região norte do Oceano Atlântico, desde as Bermudas e Carolina do Norte nos Estados Unidos até o Rio de Janeiro, no Atlântico Sul, ocorrendo também na região de Yucatan e Antilhas. Entre as espécies de lagosta capturadas em todo o Atlântico Oriental, Centro e Brasil, a lagosta vermelha é mais importante do ponto de vista comercial. A lagosta *Panulirus laeviscauda*, que por sua vez ocorre nas costas tropicais americanas do Oceano Atlântico, e desde Cuba até o Brasil (Rio de Janeiro), tendo sua captura alguma representatividade apenas no Brasil (Baisre & Alfonso, 1994; Coelho, 1962a/b; Fausto-Filho, 1966/1967; Izquierdo *et al.*, 1987; Paiva, 1958/1961/1968; Phillips, Cobb & George 1980; Richard, 1980; Rolim & Rocha, 1972 e Williams, 1986).

No litoral do Brasil as capturas comerciais de lagosta são realizadas desde a costa do estado do Amapá até a costa do estado do Espírito

Santo. A espécie *Panulirus argus* é capturada de forma significativa em toda sua extensão de costa e em profundidades de até 90m. Por outro lado, a espécie *Panulirus laevicauda* praticamente não ocorre nas capturas comerciais realizadas na costa do estado da Bahia, sendo suas capturas mais significantes até a profundidade de 50,0m.

Em áreas onde ocorrem capturas simultâneas das lagostas verde e vermelha, esta última ocorre em maiores proporções, podendo em algumas localidades e épocas atingir até 85% das ocorrências, como observado por Moura (1965), em frente ao estado de Pernambuco. Em geral, a lagosta vermelha ocorre em maiores proporções, chegando em algumas localidades a valores próximos a 71% do peso desembarcado e 57% dos indivíduos (Fonteles-Filho, no prelo). A maior proporção em peso da lagosta vermelha deve-se evidentemente ao maior tamanho dos indivíduos da espécie.

Em áreas costeiras do Nordeste do Brasil, as lagostas vermelha e verde são capturadas em fundos de algas calcárias, podendo viver em águas pouco profundas, desde que não influenciadas pelo aporte de rios. Em geral a lagosta vermelha habita profundidades de 10m a 100m, mas sua maior abundância é verificada em profundidades próximas à isóbata de 50m. A lagosta verde habita área mais limitada, desde a região de maré até 50 m. Sua ocorrência em área mais profunda é pouco freqüente. Em áreas pouco profundas, os indivíduos são pequenos, mas as lagostas vermelha e verde podem alcançar comprimentos totais respectivamente superiores a 40 cm e 30 cm (Coelho, 1962a & Paiva & Bezerra, 1969).

Os desembarques anuais de lagosta no Brasil no período 1973-1994 variaram entre 11.033t em 1979 e 4.441t em 1986, com média de 7.971t. Por espécie, os seguintes desembarques foram observados: lagosta vermelha - mínimo de 3.583t em 1976 e máximo de 8.189t em 1984, com média de 6.162t, e lagosta verde - mínimo de 714t em 1984 e máximo de 3.639t em 1978, com média de 1.809 t.

CRIADOUROS NATURAIS

As lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, quando jovens, são encontradas nas formações bênticas do infralitoral, como as formações rochosas encontradas na Praia do Meireles-Fortaleza-Ceará (Rolim & Rocha, 1972). *Puerulus* de *Panulirus laevicauda* são encontrados no material retirado dos arrastões-de-praia em fundo de areia

realizados em profundidade média de seis metros, também na Praia do Meireles (Conceição, 1987).

As lagostas adultas, por sua vez, encontram abrigo nos fundos de algas calcárias vermelhas onde permanecem entocadas durante o dia. No início da noite os indivíduos se dispersam pelos bancos de algas calcárias vermelhas e verdes, quando ficam disponíveis para captura pelos covos e redes-de-espera. Durante o dia as lagostas são capturadas por mergulhadores que as desalojam mecanicamente dos seus abrigos (Coelho, 1962a/b; Paiva *et al.*, 1973 e Fausto-Filho & Costa, 1969).

Paiva *et al.* (1973) descrevem de maneira completa e precisa o substrato lagosteiro da costa do Ceará, da forma a seguir indicada:

“Na maioria dos casos, os fundos lagosteiros são formados por conglomerados de algas calcárias (Rhodophyceae), de variados tamanhos; os conglomerados são crustosos, encontrando-se soltos ou parcialmente enterrados no substrato, sendo este quase sempre composto de uma mistura de areia quartzosa, com fragmentos de alga(s) Chlorophyceae do gênero *Halimeda* Lamouroux.

Nos conglomerados maiores, o núcleo não é visível. A parte exposta, quando viva, apresenta uma coloração vermelha muito intensa; a que se encontra enterrada é sempre morta, de cor esbranquiçada. Já no tocante aos conglomerados menores, em geral se percebe o núcleo que é predominantemente formado por conchas vazias de moluscos bivalvos.

Quando as condições ambientais favorecem o desenvolvimento das algas vermelhas, seus conglomerados se fundem, formando extensos bancos de cascalhos, embora não espessos. A compactação e a coloração permitem avaliar se os bancos estão em desenvolvimento. Ocasionalmente, são encontrados bancos com sinais de decadência.

Freqüentemente, verdadeiras “ilhas” destas algas, em pleno desenvolvimento, são encontradas dentro de extensas formações de alga(s) verde(s) do gênero *Halimeda*.”

ALIMENTAÇÃO NATURAL

O interesse pelo conhecimento do regime alimentar de um organismo aquático qualquer, em ambiente natural, está diretamente relacionado com a sua importância comercial e com a condição que ele oferece para produção em cativeiro. Tanto mais adaptável ao cultivo, maior será o interesse no conhecimento do regime alimentar e na

composição química da dieta (Conklin, 1980). Especificamente no que diz respeito às lagostas, alguns estudos mais aprofundados sobre alimentação natural estão dirigidos para as espécies que apresentam vida planctônica mais curta como as lagostas *Homarus americanus* e *Homarus gammarus*, já que esses organismos teriam maior chance de cultivo (Kanciruk, 1980).

Como animais gregários, as lagostas encontram-se em seu substrato natural formando grandes agrupamentos, e realizam movimentos aleatórios ou tróficos à procura de alimentos e abrigos onde se protegem dos seus predadores. De hábito alimentar noturno, com caráter essencialmente carnívoro de predação ativa e oportunista, as lagostas incluem em sua dieta grupos sedentários ou de movimentos lentos, como crustáceos, anelídeos, equinodermas e, principalmente, moluscos/gastrópodes (Kanciruk, 1980; Brito, 1991).

As lagostas são atacadas por inimigos naturais nas diferentes fases de sua vida. Na fase planctônica, quando arrastadas por correntes marinhas, as larvas são atacadas e devoradas por um grande número de peixes e outros animais que se alimentam do plâncton e, nas fases pré-adulta e adulta, são presas de importantes predadores como tubarões, garoupas, arraias e pargos (Coelho, 1962a/b; Fielder, 1965; Heydorn, 1969; Fernandes, 1969/1985; Berry, 1971a; Paiva *et al.*, 1973; Herrnkind, Vanderwalker & Barr, 1975; Berry & Smale, 1980; Andree, 1981 *apud* Lipcius & Cobb, 1994; Joll & Crossland, 1983; Joll & Phillips, 1984; Cobb & Wang, 1985; Herrnkind & Butler, 1986; Howard, 1988; Menezes, 1989; Edgar, 1990; Pollock, 1992; Eggleston, Lipcius & Miller, 1992 e Smith & Herrnkind, 1992).

Os estudos existentes sobre a alimentação de lagosta do Nordeste do Brasil revelam apenas os componentes da dieta natural desses organismos. As lagostas, como animais bentônicos, dependem para sua alimentação dos organismos que compõem a biocenose do fundo do mar, e assim as espécies mais freqüentes na sua alimentação são um reflexo da dominância desses organismos acessíveis às lagostas.

Fernandes (1969) observa que não existe diversificação alimentar com relação ao tamanho e sexo de indivíduos jovens da lagosta *Panulirus argus* capturada na costa do estado de Pernambuco. Ainda segundo este autor, nessa fase, a espécie tem hábitos zoófago e fitófago, com os seguintes itens constituindo a dieta alimentar, em ordem decrescente de freqüência: moluscos - 28,7% (gastrópodes - 19,9 %, lamelibrânquios - 6,1% e anelídeos - 2,7%), vegetais - 25,7% (fanerógamas - 14,8% e

algas - 10,9%), crustáceos - 18,0% (braquiúros - 5,2%, isópodos - 2,3%, macruros - 1,5%, estomatópodos - 1,0%, anomuros - 0,8% e anfípodos - 0,3%), equinodermas - 15,4% (holoturóides - 11,6%, ofiuróides 1,4%, asteróides - 1,3%, equinóides - 1,1%), antozoários 2,2%, hidrozoários - 1,1%, ascídias - 2,3%, briozoários - 1,8%, anelídeos - 1,7%, esponjas - 1,6%, peixes - 1,0% e pignogonídeos - 0,5%. Para Fernandes *op cit.*, (a) apenas os gastrópodes apresentam variações sazonais nos seus percentuais, (b) as associações alimentares, extremamente variadas, refletem o caráter não especializado dos indivíduos jovens na alimentação, e (c) nos momentos antecedentes e conseqüentes às ecdises e na ausência de conchas e moluscos, animais ricos em calcário, as lagostas podem realizar o canibalismo.

A alta freqüência de vegetais - 25,7% (fanerógamas - 14,8% e algas - 10,9%) apontada por Fernandes (1969), que em conseqüência classifica a lagosta juvenil como zoófaga e fitófaga, divergindo da afirmação de Kanciruk (1980) que menciona ser a lagosta essencialmente carnívora.

Fernandes (1985) voltou a estudar a alimentação da lagosta *Panulirus argus* do Nordeste do Brasil, desta feita considerando duas outras fases, que não a juvenil, chegando aos seguintes resultados, independente de sexo:

a) Para indivíduos no estágio pós-*puerulus* - gastrópodes (29,2%), holoturóides (26,1%), fragmentos de crustáceos não identificados (10,6%), tanaidáceos (7,0%), fanerógamas (7,0%), braquiúros (5,7%), algas calcárias (4,8%), corais (3,0%), esponjas (2,5%), lamelibrânquios (1,7%), ofiuróides (0,8%), asteróides (0,5%) e macruros (0,5%).

b) Para indivíduos adultos - gastrópodes (17,5%), equinóides (16,6%), braquiúros (13,8%), ofiuróides (8,3%), esponjas (6,5%), algas não calcárias (5,0%), anfineuros (4,6%), fanerógamas (4,5%), lamelibrânquios (4,3%), asteróides (3,7%), holoturóides (3,1%), restos de crustáceos não identificados (3,1%), algas calcárias (2,7%), corais (1,8%), anelídeos (1,0%), peixes (0,3%), anomuros (0,3%) e estomatópodos (0,3%), sendo os equinodermas, em conjunto, os tipos de alimento mais importantes, seguindo-se de moluscos, crustáceos e vegetais (fanerógamas e algas). Fernandes *op. cit.* indica que a lagosta *Panulirus argus* nos estágios pós-*puerulus*, juvenil e adulto apresenta comportamento omnívoro, alimentando-se de animais e vegetais bentônicos, prevalecendo o regime carnívoro. A presença de elementos fortemente calcificados na alimentação da lagosta, como já observado

anteriormente (Fernandes, 1969), indica que ela necessita desse tipo de alimento ao longo de seu ciclo biológico. Novamente, os vegetais apresentam importante participação na dieta alimentar da lagosta *Panulirus argus*, com variação na preferência de acordo com a fase de vida do indivíduo.

Menezes (1989), estudando o regime alimentar das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* em áreas de pesca em frente ao estado do Ceará, indica como alimentos essenciais moluscos/gastrópodos, como já indicado por Fernandes (1985) e crustáceos, seguindo-se como alimentos secundários equinodermas, algas e corais, e como ocasional as esponjas. Areia e foraminíferos são considerados como alimentos acidentais, certamente ingeridos juntamente com o alimento natural da lagosta. Ainda segundo Menezes *op. cit.*, as duas espécies de lagosta apresentam regime alimentar muito semelhante, com variação apenas na frequência de ocorrência de alguns itens. Machos e fêmeas alimentam-se de maneira semelhante. Para esta autora, a ocorrência de restos de carapaça de lagostas no conteúdo estomacal não são indícios de ocorrência de canibalismo, como indicado por Fernandes (1969), mas sim da ingestão de restos de carapaça resultantes das ecdises.

A partir dos trabalhos de Fernandes (1969/1985), Menezes (1989) e Herrera *et al.* (1991), é possível observar que: (a) moluscos e artrópodes são os itens alimentares mais importantes na dieta da lagosta *Panulirus argus* no Brasil e em Cuba, sendo que em Cuba deve ser considerado o alto percentual de participação dos moluscos (73,6%), (b) os equinodermas ocorrem de forma expressiva na alimentação da lagosta *Panulirus argus* no Nordeste do Brasil e de forma pouco expressiva em Cuba e (c) a alta frequência de equinodermas também verificada na dieta alimentar da *Panulirus laevicauda* no Brasil. Outro fato importante é o registro da ocorrência de vegetais como item alimentar constante da dieta das lagostas do Nordeste do Brasil, com proporções expressivas que variam entre 7,2% e 26,8% e a ausência total de registros desse alimento em Cuba.

As duas espécies de lagosta do Nordeste do Brasil apresentam em sua dieta quatorze itens alimentares, número bastante elevado quando comparado com os seis itens registrados para a lagosta de Cuba. Em Cuba, dos seis itens alimentares três apresentam proporções inferiores a 1,0%. A alta ocorrência de itens alimentares na dieta das lagostas no Nordeste do Brasil deve estar associada à alta diversidade da região, com populações de baixos valores de biomassa.

PADRÕES DE MOVIMENTO

Em geral, as várias espécies de Palinurídeos apresentam, em uma mesma fase do ciclo biológico, uma ou mais das seguintes formas de movimento (Herrnkind, 1981): (a) migração - movimentos objetivos e periódicos de locomoção de uma população ou de grupos distintos de indivíduos de uma população entre relativamente longas distâncias; as migrações, na sua quase totalidade, são realizadas para *habitats* ou ambientes diferentes daqueles originalmente ocupados pela população ou grupo de indivíduos; (b) vagueação - movimentos aleatórios de indivíduos de uma população sem ponto definido para início e fim do movimento e, finalmente; (c) *homing* - movimentos periódicos e freqüentemente diários realizados por indivíduos de uma população ao se deslocarem entre um abrigo e uma área próxima, com conseqüente retorno ao abrigo original ou a outro abrigo próximo ao anterior.

As lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, a exemplo de um grande número de outros palinurídeos, iniciam a vida bentônica em *habitats* bastante distintos daqueles onde os pré-adultos e adultos vivem; são fundos arenosos, conhecidos como áreas de criação, protegidas principalmente por vegetais, algas bentônicas e por esponjas, onde também são encontrados afloramentos rochosos e recifes. Esses indivíduos aí permanecem por períodos indefinidos, até se tornarem juvenis, realizando movimentos (*homing*) de ida e volta para um mesmo local, cujo prolongamento varia na dependência da espécie. Na fase juvenil as lagostas iniciam movimentos de migração ontogenética para áreas próprias de alimentação onde vivem os pré-adultos e os adultos. Nas áreas de crescimento, como nas áreas de alimentação, as lagostas, em geral, vivem grande parte de suas vidas protegidas em fendas existentes em rochas ou em corais endurecidos, mas também se protegem sob densas camadas de vegetais e algas bentônicas (Khandker, 1964).

Os palinurídeos subadultos e adultos vivem freqüentemente agregados durante o dia em fendas de coral, de rochas ou outro tipo de abrigo, em profundidades em geral superiores a 20 m. Ao pôr-do-sol os indivíduos saem de suas tocas para novamente realizar *homing* movimentos nas proximidades de seus abrigos, em campos de algas calcárias e vegetais diversos à procura de alimento (Berrill, 1975; Cobb, 1981; Zimmer-Faust & Spanier, 1987; Herrnkind, Vanderwalker & Barr, 1975 e MacDonald, Jazwinski & Prescott, 1984).

As migrações das lagostas ocorrem em períodos distintos do seu ciclo biológico, especialmente durante os estágios iniciais da larva, no período imediatamente precedente à maturidade gonadal e no período de reprodução; a maioria das migrações ocorre de forma sazonal na natureza e freqüentemente envolvem movimentos de distanciamento da costa, mas também são observados movimentos em massa ao longo da costa (Herrnkind, 1980).

Segundo Paiva & Fonteles-Filho (1968), as lagostas tropicais realizam pequenos movimentos sazonais em área restrita da plataforma continental, com objetivos específicos de reprodução e na busca de melhores áreas de alimentação. Esses movimentos são conhecidos como migrações genéticas ou tróficas, conforme sejam realizados com objetivos de reprodução ou alimentação (Johannes, 1978).

Em geral, as lagostas ao alcançarem o comprimento de início de maturação gonadal, ao fim do estágio juvenil, migram para atingir zonas mais próprias ao crescimento individual, protegidas por refúgios, onde encontram maior disponibilidade de alimentos e condições ideais para acasalamento e reprodução. É nessa época que os indivíduos se agregam ao estoque reprodutor. O duplo movimento de dispersão e migração trófica da lagosta jovem para a área de pesca está relacionado com o início do processo de maturação sexual e com a procura de alimentos (Paiva *et al.*, 1973).

Segundo Paiva & Fonteles-Filho (1968), a lagosta *Panulirus laevicauda* da costa do estado do Ceará migra para regiões mais profundas na plataforma continental no início do ano com o objetivo de completar o ciclo reprodutivo, que se estende de março a maio, fazendo movimento inverso após concluída a fase de reprodução, para atingir novamente regiões menos profundas, onde a alimentação é mais abundante; outra migração genética tem início em julho, com o objetivo de completar o segundo período de reprodução a ser iniciado em agosto, seguindo-se nova migração genética. Quando pré-adulto, o indivíduo de *Panulirus laevicauda* migra de pequenas profundidades próximas à costa para maiores profundidades, onde completa a maturidade e eclodem as larvas (Paiva & Costa, 1968a). Essas migrações estão possivelmente associadas com a redistribuição dos indivíduos juvenis para o *habitat* característico dos adultos, onde encontrariam os substratos de algas calcárias e locais próprios para reprodução ou para evitar o estresse devido a variações ambientais (Herrnkind, 1981; Lipcius & Cobb, 1994).

Fonteles-Filho & Ivo (1980) ao analisarem o movimento da lagosta *Panulirus argus* na costa do estado do Ceará, tomando por base dados

de marcação, observaram que durante o primeiro e segundo trimestres existe um predomínio da componente direcional do movimento sobre o componente aleatório, com deslocamento do centro de gravidade de regiões menos profundas para regiões mais profundas. Este movimento tem por objetivo a conclusão do processo reprodutivo das espécies em consideração. Seguindo o movimento direcional, tem início um movimento predominantemente aleatório, com centro de gravidade deslocando-se paralelamente à costa. Neste caso, os indivíduos estariam se deslocando na área de alimentação ou mesmo para locais mais próximos da costa, onde a alimentação é mais abundante.

Ao considerar-se a existência de variações quantitativas e qualitativas nos itens alimentares dominantes nas lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, em relação ao comprimento e aos estádios de maturidade sexual dos indivíduos, Fernandes (1985) deduz que os movimentos migratórios de jovens e adultos não estão relacionados com a procura de alimento especializado, mas principalmente com as condições ambientais próprias à maturação sexual no primeiro caso, e ao acasalamento e desova, no segundo.

Os principais movimentos da lagosta *Panulirus argus*, segundo Sutcliffe (1952), Buesa-Más (1965), Herrnkind, Vanderwalker & Barr (1975), Herrnkind *et al.* (1973), Davis (1977), Herrnkind & Kanciruk (1978) e Kanciruk & Herrnkind (1978), com referência às regiões costeiras de Bermudas, Bahamas, Flórida, Cuba, Mar do Caribe e Brasil, foi sumariado por Herrnkind (1980) como a seguir: (a) movimento de dispersão ontogênico praticado por juvenil, um a dois anos, partindo de áreas pouco profundas próximas à costa, para regiões mais profundas, devendo coincidir com a modificação das necessidades nutricionais e com o início da maturidade sexual, sendo ainda importante no sentido de evitar superpovoamento na área de crescimento; (b) movimento sazonal de fêmeas sexualmente maduras para áreas próximas às correntes oceânicas, em águas profundas da plataforma continental, onde desovam e em seguida eclodem as larvas, evitando suas perdas em regiões impróprias ao seu desenvolvimento, como locais costeiros e estuarinos; (c) movimento outonal diurno, em massa, seguindo-se a fortes tempestades, sem objetivos conhecidos, embora não relacionado com a reprodução, podendo alongar-se desde alguns quilômetros até cerca de 50 km, durando vários dias, (d) movimento realizados por juvenis e adultos, entre dois a três anos e seis a oito anos, habitantes de regiões pouco profundas, para regiões com profundidades superiores a 20 m,

objetivando fugir de áreas onde ocorrem reduções de temperatura ou aumento de turbidez da água e (e) movimento sazonal de vagueação, realizado por pré-adultos, intercalados por mudas, movimentos de massa e períodos de entocamento, característicos em bancos grandes e pouco profundos.

As lagostas, como discutido anteriormente, ao atingirem a condição de pré-adultas, migram para regiões mais profundas, agregando-se ao estoque adulto, verificando-se nesse momento o que se convencionou identificar como recrutamento biológico. Em seguida, quando os indivíduos tornam-se vulneráveis à arte de pesca, ocorre o recrutamento pesqueiro, de modo que o período de maior frequência de jovens nas capturas comerciais deve indicar a época de recrutamento pesqueiro dos indivíduos da população.

Para as espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* do Nordeste do Brasil, a participação de jovens nas capturas comerciais ocorre ao longo de todo ano. Entretanto, considerando-se a maior frequência de jovens nas capturas comerciais, a lagosta *Panulirus argus* tem recrutamento mais intenso no período de abril a julho, quando a frequência média mensal de participação de jovens atinge cerca de 40,0% das capturas. Já para a lagosta *Panulirus laevicauda* a maior intensidade de recrutamento corresponde ao período de julho a novembro, quando a frequência média mensal de jovens chega a 36,0% (Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro, 1988; Paiva, 1969 e Ivo, 1996). A ausência de sincronismo na entrada de recrutas de *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* para o estoque capturável resulta de estratégia populacional para evitar competição direta, entre jovens, por espaço e alimento.

CICLO BIOLÓGICO

O ciclo biológico das lagostas da família Palinuridae compreende cinco estágios: embriônico, larval (filosoma), pós-larval (*puerulus*), juvenil e adulto (Phillips, Cobb & George, 1980). A penúltima fase pode ser dividida em dois estágios: juvenil inicial (início da fase bentônica) e juvenil final, quando os indivíduos apresentam hábitos semelhantes aos indivíduos adultos, mas não iniciaram o processo de maturação gonadal (Marx & Herrnkind, 1985).

Os palinurídeos subadultos e adultos freqüentemente se agregam durante o dia em fendas de coral, de rochas ou outro tipo de abrigo. Ao

pôr do sol, saem de suas tocas para procurar alimentos em campos de algas calcárias e vegetais diversos, nas proximidades de seus abrigos. Somente na manhã do dia seguinte, as lagostas retornam para o mesmo abrigo ou para outro em suas proximidades (Berrill, 1975; Cobb, 1981; Zimmer-Faust & Spanier, 1987; Herrnkind, Vanderwalker & Barr, 1975 e MacDonald, Jazwinski & Prescott, 1984).

O ciclo biológico das lagostas tem início quando os indivíduos adultos, após migrarem para regiões mais profundas e frias próximas ao talude continental, realizam a parte final do processo reprodutivo, liberam os ovócitos maduros que são fertilizados e em seguida as larvas eclodem. Uma descrição clara e concisa do ciclo biológico da lagosta vermelha que ocorre na Plataforma Continental de Cuba, e que sumariaremos a seguir, foi feita por Izquierdo *et al.* (1987): durante o processo reprodutivo, a lagosta *Panulirus argus* migra para regiões mais profundas e frias, nas proximidades da borda do talude continental, onde completa o desenvolvimento dos óvulos, desovando-os e fecundando-os. Decorridas três a quatro semanas da liberação e fecundação dos óvulos, há a liberação das larvas (filosoma), transparentes, de hábitos planctônicos, inicialmente com fototropismo positivo e em seguida com comportamento inverso, concentrando-se em profundidades que variam de 25m a 50m, podendo entretanto serem encontradas em maiores profundidades, quando nos estágios mais avançados. Concluído o ciclo larval da filosoma, ao término do qual se realiza uma metamorfose para surgir a forma definida como *puerulus*, os indivíduos começam a nadar, direcionando seus movimentos para a região costeira, à procura de locais apropriados nas zonas bentônicas, para sua "residência". A forma *puerulus* mantém a transparência das larvas, devido à não-calcificação do exoesqueleto e tem capacidade natatória elevada, o que permite considerá-la uma fase pelágica de transição. Logo após atingirem as zonas bentônicas, os *puerulus* experimentam modificações morfológicas importantes, para em seguida alcançarem o primeiro estágio de pós-*puerulus*. A partir desse estágio, quando assumem o comportamento bentônico, adquirem a coloração típica da espécie e definem as características sexuais, os indivíduos são classificados como juvenis. No início da maturação sexual, as lagostas migram para regiões mais profundas, iniciando novo ciclo biológico. Este processo é muito semelhante ao descrito por outros autores para os Palinurídeos em geral.

As proporções de *puerulus* e subjuvêns das lagostas vermelha e verde na faixa infralitoral parecem variar nas diferentes regiões da costa

Nordeste do Brasil. Por outro lado, é consenso que as lagostas se distribuem de forma estratificada de acordo com o comprimento.

Na costa do estado de Pernambuco, *puerulus* e subadultos de *Panulirus argus* predominam sobre *Panulirus laevicauda* na proporção de 89,9% para 10,1% (Costa, Moura & Burgos, 1968). No estado de Ceará essa proporção se inverte; a lagosta *Panulirus laevicauda* predomina na proporção de 91,5% para 8,5% (Rolim & Rocha, 1972).

Nas formações rochosas da Praia do Meireles em Fortaleza-Ceará, onde são encontrados jovens das espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, é possível observar que o comprimento do cefalotórax dos indivíduos da primeira espécie variou entre 0,9cm e 5,0cm (aproximadamente 3cm a 14,1cm de comprimento total), enquanto o comprimento do cefalotórax da segunda espécie variou entre 0,8cm a 6,4cm (aproximadamente 2,1cm e 17,6cm de comprimento total). A moda das duas distribuições de comprimento foi de 2,0cm de comprimento do cefalotórax (aproximadamente 6,0cm e 6,5cm de comprimento total respectivamente para as lagostas vermelha e verde), (Rolim & Rocha, 1972). Nas formações rochosas de Ponta de Pedras, no estado de Pernambuco, a lagosta vermelha amostrada teve o comprimento do cefalotórax variando entre 0,8 cm e 7,2 cm, enquanto que o comprimento da lagosta verde variou entre 3,0 cm e 6,9 cm (Costa, Moura & Burgos, 1968). Paiva (1968) registra a ocorrência de jovens de *Panulirus laevicauda* em formações rochosas litorâneas, na zona intertidal, com comprimentos totais que variavam entre 2,0cm e 13,0cm, durante todo ano, porém com maior concentração durante o quarto trimestre, sendo que nas áreas de pesca os menores indivíduos têm comprimento total em torno de 13cm. A lagosta vermelha abandona as regiões rochosas com menor comprimento do que a lagosta verde.

ESTRUTURA DA FAUNA ACOMPANHANTE

No Nordeste do Brasil, as investigações sobre a estrutura das comunidades da fauna da plataforma continental, especificamente no que diz respeito à fauna acompanhante na pesca de lagosta, foram feitas por Fausto-Filho, Matthews & Lima (1966), Paiva *et al.* (1973) e Ivo (1996).

Ivo *op. cit.* indica a existência de 53 espécies (43 de peixes e 10 de crustáceos) identificadas em áreas de pesca de lagosta em frente a

Iguape, em Aquiraz-Ceará, pertencentes a 39 famílias (32 de peixes e 7 de crustáceos) e 48 gêneros (39 de peixes e 9 de crustáceos). Quatro espécies de peixes, incluídas nas famílias acima quantificadas, foram identificadas apenas quanto ao gênero. As famílias que apresentaram maior número de espécie foram, em ordem decrescente, Lutjanidae e Pomadasyidae, cada uma com cinco; Chaetodontidae, com quatro; Acanthuridae e Scyllaridae, cada uma com três.

O número de espécies de peixes e crustáceos (57) que compõem a fauna acompanhante na pesca de lagosta no estado do Ceará, incluídas espécies menos freqüentes, é bastante elevado, fato esperado para regiões próximas ao Equador (Ivo;Monteiro-Neto & Limaverde, 1996).

No que concerne à abundância relativa, observa-se que as espécies de peixes *Gimnura micrura* (arraia) e *Acanthurus chirurgus* (lanceta-marron) e de crustáceos *Dardanus venosus* e *Petrochiurus diogenes* (ermitãos) e *Calappa ocelata* (siri-guajá) são as mais importantes por estarem representadas de forma significativa, acima de 5,0%, em todas as profundidades e ao longo do ano. A freqüência máxima (13,6%) foi obtida para o ermitão *Petrochiurus diogenes*, na profundidade de 16m no período agosto/dezembro. As espécies a seguir são também importantes em uma e até em duas profundidades: *Pomachanthus paru* (parum-preto), nas profundidades de 16m e 30m, *Rhinobatus percellens* (cação-viola), na profundidade de 30m, *Lactophrys trigonus* (baiacucaixão), *Sparisoma* spp (batata) e *Haemulon plumieri* (biquara), na profundidade de 40m. Todas essas espécies estão representadas em proporção superior a 5% no conjunto das profundidades.

Entre as espécies de peixes (tubarões, arraias, pargos, garoupas e cangulos) tidas como as mais importantes predadoras das lagostas, apenas as arraias e os cações estão representados de forma significativa na fauna acompanhante da pesca de lagosta, em frente ao estado do Ceará. As arraias estão representadas nas proporções de 11,4%, 9,2% e 5,7%, respectivamente nas profundidades de 16m, 30m e 40m e os cações nas proporções de 7,4%, 4,5% e 1,4%, respectivamente nas profundidades de 30m, 16m e 40m. Independentemente da profundidade, as arraias e os cações representam respectivamente 7,7% e 3,8% da fauna acompanhante da pesca de lagosta. O cangulo-verdadeiro é a espécie melhor representada entre os cangulos, atingindo um percentual de 3,1% na profundidade de 16m, seguindo-se o cangulo-pavão com 2% na mesma profundidade, e o cangulo-fernandes com 1,1% na profundidade de 30m.

Para Paiva *et al.* (1973), independentemente da profundidade, as espécies mais importantes capturadas juntamente com as lagostas são as arraias (espécies da ordem Batoidei) com 26,6%, os cangulos (*Alutera scripta*, *Balistes vetula*, *Cantherines pullus* e *Xanthichthys ringers*) com 22,3%, os cações (espécies da ordem Selachii) com 11,8% e a lanceta (espécie(s) do gênero *Achanturus* Forskal) com 8,3%, e o crustáceo siri-pata-longa (*Portunus spinimanus*) com 5%. Tomando-se como exemplo os agrupamentos feitos por Paiva *et al.* (1973) acima referidos, tem-se as seguintes proporções por grupo de espécies para os dados apresentados nesse trabalho: lancetas = 10,5%, arraias = 7,7%, cações = 3,9%, cangulos = 2,8% e siri-pata-longa = 0,9%. Esses resultados são coincidentes, no que diz respeito às espécies mais importantes, apenas para as lancetas e as arraias.

O número de espécies presentes em áreas de pesca de lagosta parece aumentar com a profundidade (Ivo & Limaverde, 1996). Na profundidade de 16m foram encontradas 45 espécies, número que aumenta respectivamente para 54 e 57 nas profundidades de 30m e 40m. É possível constatar que 75,4% das espécies que compõem a fauna acompanhante da pesca de lagosta são encontradas nas três profundidades consideradas, o que demonstra que essas espécies possuem distribuição relativamente ampla.

DINÂMICA REPRODUTIVA

O ciclo de reprodução das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, a exemplo de outras espécies de lagostas, compreende quatro fases conforme identificadas por Coelho, 1962a/b: (1) produção de gametas; (2) acasalamento e cópula; (3) desova e eclosão de larvas e (4) período de repouso sexual. Já Paiva & Costa (1968a) agrupam o ciclo de reprodução das lagostas em três fases: (1) acasalamento, cuja característica é a presença de massa espermatofórica na parte ventral do abdômen das fêmeas, seguindo-se a etapa de fecundação; (2) desenvolvimento embrionário, identificado pela presença de ovos aderidos aos pleópodos das fêmeas e (3) pós-desova, identificada pela presença de restos de massa espermatofórica e ausência de ovos nas fêmeas. A reprodução em geral deve ocorrer em temperatura ótima próxima aos 24°C (Cruz, 1975 e Eggleston *et al.*, 1990).

A cópula é realizada cabeça com cabeça e cauda sobre cauda, estando o macho sobre a fêmea que se encontra com o dorso sobre o

substrato (Phillips, Cobb & George, 1980). O mecanismo de fertilização das lagostas espinhosas, a exemplo das espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, vai desde a deposição, pelo macho, da massa espermatofórica, até a fertilização dos ovócitos maduros e eclosão das larvas conforme descrito nos trabalhos de Fonteles-Filho, 1979; Coelho, 1962a/b; Mota-Alves & Tomé, 1966a/b; Mota-Alves & Paiva, 1976; Lipcius, Edwards & Herrnkind, 1983 e Phillips & Macmillan, 1987. Durante o acasalamento, o macho aproxima-se da fêmea e produz o primeiro contato entre ambos através das antênulas que se tocam. Em seguida, com os pereiópodos estendidos, o macho ergue-se e coloca-se em posição de pré-cópula. Até então a fêmea permanece como que indiferente à atitude do macho. Em seguida tem início a fase de pré-cópula propriamente dita, quando o macho cerca a fêmea e, virando-a com o auxílio do terceiro par de patas, coloca-a em posição de cópula, que tem início quando o macho coloca a cauda estendida sobre a fêmea que já está em posição dorsal sobre o substrato e a “abraça”. Neste momento, o macho deposita a massa espermatofórica sobre o externo da fêmea. Esta massa enrijece e se torna escura, em contato com a água. A fertilização dos ovócitos maduros das lagostas ocorre pelo esperma contido na espermoteca, logo após os mesmos serem expelidos pela fêmea através do oviduto. A liberação do esperma é feita mecanicamente, com a fêmea utilizando-se do dáctilo existente no quinto par de patas para romper a camada rígida da massa espermatofórica.

Mota-Alves & Paiva, *op. cit.*, indicam a existência de duas ou até três camadas na massa espermatofórica em uma mesma lagosta, o que, segundo os autores, sugere a existência de dois ou até três acasalamentos para uma mesma fêmea durante um mesmo período de reprodução, fato que também foi apontado por Soares & Cavalcante, 1985. Uma mesma massa espermatofórica pode ser usada várias vezes até ser reduzida a apenas restos de espermoteca que não mais servirão para futuras fertilizações (Fonteles-Filho, 1979; Kanciruk & Herrnkind, 1976). Após a fertilização, as lagostas permanecem de preferência entocadas, apresentando quase nenhuma preocupação trófica (Paiva & Costa, 1963a). Ainda segundo Mota-Alves & Paiva (1976), existe uma relação de dependência direta entre o tamanho das fêmeas de lagosta e a frequência de acasalamentos.

A sexagem da lagosta pode ser feita facilmente com base nos seguintes caracteres externos (Coelho, 1962a/b): 1- os dáctilos do quinto par de pereiópodos dos machos terminam em unhas e o das fêmeas em

uma pequena quela; 2 - a abertura ou poro genital do macho localiza-se na base do quinto par de patas e na fêmea na base do terceiro par de patas e 3 - os pleópodos são simples nos machos e duplos nas fêmeas.

A associação entre a coloração e o desenvolvimento do ovário é de grande importância para a administração pesqueira, quando se pretende conhecer a época de reprodução com vistas à legislação que pretende a proteção do estoque reprodutor. Por outro lado, a associação entre a coloração dos ovos e o seu estágio de desenvolvimento tem sua importância relacionada com os estudos de cultivo. Nestas áreas, dois trabalhos propõem a divisão do desenvolvimento das gônadas femininas de *Panulirus argus* em cinco estádios e estabelecem uma escala de cores para essas várias fases de desenvolvimento dos ovários (Buesa-Más & Mota-Alves, 1970/1971) e um outro descreve os vários estágios de desenvolvimento dos ovos da lagosta *Panulirus laevicauda* (Porto, 1992).

O período que decorre entre a cópula e a eclosão das larvas em lagostas espinhosas é bastante curto, podendo durar desde poucas semanas até alguns meses (Loesch & Lopez, 1966; Idyll, 1971).

Conforme citado por Porto *op. cit.*, as lagostas *Panulirus argus* portando ovos com coloração coral intensa, logo após a fecundação, quando mantidas em cativeiro sob temperatura de 27° C, esperam cerca de três semanas para que as larvas possam eclodir. Também foi observado que lagostas carregando ovos de cor marrom alaranjada e espermatócia branca, portanto decorrido certo tempo da fecundação, a eclosão de larvas ocorreu uma semana após iniciado o cativeiro, ao que se seguiu nova desova pela mesma lagosta. Esses resultados, embora preliminares, indicam que a lagosta *Panulirus argus* deve ter um período de incubação dos ovos bastante curto, de três a quatro semanas, como ocorre com a lagosta *Panulirus delegoe* Chittlebough 1975. Coelho (1962a/b), indica que a eclosão das larvas das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* demora de três a quatro semanas após a desova.

Em contrapartida ao curto período decorrido entre a desova e a eclosão das larvas, essas lagostas apresentam um período de vida planctônica bastante longo e complexo, que pode durar entre três e vinte e dois meses e apresenta duas fases: (1) filosoma, com duração de até treze meses e vários estádios e (2) *puerulus*, ainda transparentes na fase inicial, mas já bastante semelhantes ao adulto (Phillips, Cobb & George, 1980). No estágio final de *puerulus*, também denominado pós-*puerulus*, o indivíduo assume a fase bentônica, e já possui cerca de 20mm de comprimento total, em se tratando das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* do Nordeste do Brasil.

Coelho (1962a/b) descreve as primeiras fases da lagosta desde a filosoma até a fase pré-adulta como a seguir: filosoma, logo após se liberar do ovo, tem tamanho entre 2mm e 3mm, é quase transparente e totalmente diferente do indivíduo adulto. Durante os primeiros estágios do seu desenvolvimento é fortemente atraída pela luz (fototropismo positivo), concentrando-se em grandes quantidades na superfície do mar, onde, embora possuindo algum poder de locomoção, deixa-se arrastar pelas correntes por grandes distâncias. Com o aumento do comprimento, a filosoma desce para o fundo do mar, onde atinge o estado de pós-larva. A vida larvar deve durar cerca de seis meses. A pós-larva (*puerulus*) vive no fundo do mar em águas pouco profundas, entre algas e rochas e, embora tenham a capacidade de nadar, geralmente não o fazem. Por fim, após não menos do que três meses de vida bentônica, o *puerulus* atinge a forma de pré-adulto, com 2cm a 3cm de comprimento total.

Em geral, os palinurídeos desovam e as larvas eclodem durante a primavera e o verão, em áreas profundas de fundos calcários, embora esses fenômenos possam ocorrer no outono (Kanciruk & Herrnkind, 1976; Herrnkind & Lipcius, 1989 e Macdiamid, 1991). No que diz respeito especificamente às lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* do Nordeste do Brasil, é possível afirmar que as mesmas podem ser encontradas ao longo do ano em qualquer uma das fases do ciclo reprodutivo (Costa & Paiva-Filho, 1974; Nascimento, 1985a/b e Fonteles-Filho, 1979).

Entretanto, é possível encontrar dois picos de maior atividade reprodutiva para estas espécies (Coelho, 1962a/b/c; Coelho, *et al.*, 1963; Paiva & Costa, 1965; Paiva & Costa, 1968a; Paiva & Fonteles-Filho, 1968; Nascimento, 1984; Soares & Cavalcante, 1985; Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro, 1988 e Soares, 1990/1994). O primeiro período de maior intensidade reprodutiva para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* parece coincidente, iniciando-se em janeiro e estendendo-se até junho ou julho, com pico entre fevereiro e abril, mas o segundo período apresenta pequena diferença, com a lagosta vermelha iniciando a reprodução em agosto-setembro e a lagosta verde, em outubro. As pequenas variações observadas por diferentes autores em relação a estas conclusões devem-se, provavelmente, a fatores casuais nas amostras, ou ainda a variações ambientais não observadas e ao local onde foram realizadas as amostras. Por outro lado, as maiores frequências de fêmeas ovadas são registradas nos meses de março-abril para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* e em setembro para a

lagosta *Panulirus argus*, sem importantes registros para a lagosta *Panulirus laevicauda* no segundo pico de reprodução.

Ao considerar-se as informações sobre o tamanho de maturação das lagostas tem-se que nenhum fator isoladamente deve ser considerado como responsável pela determinação do comprimento mínimo de maturação, e do comprimento no qual 50% dos indivíduos de uma espécie estão aptos a se reproduzir. A conjugação de alguns fatores deve ser responsável pelo fenômeno (Aiken & Waddy, 1980; Templeman, 1936; Heydorn, 1965/1969; Berry, 1971a; Matthews 1962; Chittleborough, 1976 e Cruz & Leon, 1991), estando os mesmos agrupados em: (a) fatores genéticos - indiretamente através das altas taxas de exploração comercial, do tamanho mínimo de captura e da exposição de indivíduos na plataforma continental; (b) fatores ambientais - diferentes populações maturam mais cedo ou mais tarde conforme estejam localizadas em regiões de mais altas ou mais baixas temperaturas e (c) fatores amostrais - erros no sistema de amostragem causados pela seletividade do aparelho de pesca e pela seleção de indivíduos, devido à legislação que determina o comprimento mínimo de captura e que veda a captura de fêmeas ovígeras.

No Brasil, as menores fêmeas de *Panulirus argus* em processo de reprodução são encontradas no intervalo de classe 47mm a 50mm de comprimento do cefalotórax e 50% das fêmeas atingem a primeira maturação sexual aos 69mm de comprimento do cefalotórax.

As informações sobre o tamanho de maturação da lagosta *Panulirus laevicauda* são bastante escassas, e, ao que nos é dado observar, são disponíveis apenas para regiões de pesca na costa Nordeste do Brasil. O menor comprimento de cefalotórax observado para fêmeas da espécie em processo de reprodução foi de 41mm, sendo que o menor comprimento do cefalotórax, para o qual 50% dos indivíduos estão maduros, foi de 62mm.

FECUNDIDADE

Os estudos sobre a fecundidade de populações aquáticas, em geral, fazem referência a dois tipos: a fecundidade individual ou absoluta, definida como o número de óvulos presentes no ovário, e que serão liberados em um determinado ano, parâmetro usado para avaliar o

potencial reprodutivo de uma população; e a fecundidade relativa, entendida como o número ou peso dos ovos de um indivíduo por unidade de peso do corpo desse mesmo indivíduo.

Os diversos autores que estudaram a relação entre a fecundidade e o comprimento da lagosta no Nordeste do Brasil são unânimes em afirmar a existência de uma correlação positiva entre essas variáveis, indicando que fêmeas maiores produzem maior número de ovócitos e incubam maior número de ovos do que as fêmeas menores (Ivo & Gesteira, 1986; Nascimento, 1970/1985 e Nascimento & Araújo, 1984). Assim, teoricamente, as fêmeas maiores são capazes de, individualmente, contribuir mais efetivamente para a recuperação dos estoques.

Ivo & Gesteira *op. cit.*, indicam as equações abaixo para representar a relação entre fecundidade (F), em número de ovos, e comprimento total (CT), em cm, por espécie de lagosta comercialmente capturada no Nordeste do Brasil:

Panulirus argus

$$F = - 748,935 + 45,952 CT$$

Panulirus laevicauda

$$F = - 357,547 + 27,557 CT$$

Tomando por base estas equações, e considerando os valores do comprimento total das fêmeas ovadas que compuseram as amostras usadas no seu estudo sobre fecundidade, Ivo & Gesteira (1986) estimaram a fecundidade média por espécie como a seguir: *Panulirus argus* - 372.293 e *Panulirus laevicauda* - 199.104 ovos.

Fonteles-Filho (1992), usando o comprimento médio amostral das capturas comerciais para o período 1965-1989 e as equações de Ivo & Gesteira (1986), encontrou a fecundidade relativa de 630 ovos por grama de peso do corpo para a lagosta vermelha e 597 ovos por grama de peso do corpo para a lagosta verde.

Ivo & Gesteira (1986) estimam com base nas equações acima que as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* com comprimento total entre 21,1cm e 28cm e entre 17,1cm a 22cm são, respectivamente, responsáveis por 82,3% e 91,2% do potencial reprodutivo das espécies citadas.

Considerando os dados coletados em 1995, Ivo, Vasconcelos & Magalhães (1996) obtiveram as equações abaixo para representar a

relação entre fecundidade (F) em milhares de ovos e o comprimento do abdômen (CA) em milímetros, por espécie de lagosta:

Panulirus argus

$$F = - 776,317 + 6,83010 CA$$

Panulirus laevicauda

$$F = - 230,289 + 2,97732 CA$$

A partir destas equações, e tendo por base os valores mínimos, máximos e médios das fêmeas ovadas na amostra, estimam-se os seguintes valores para a fecundidade por espécie (Ivo, Vasconcelos & Magalhães 1996): *Panulirus argus* - mínima 37.347 ovos, máxima 635.064 ovos e média 336.205 ovos, e *Panulirus laevicauda* - mínima 43.311 ovos, máxima 333.299 ovos e média 175.533 ovos.

BIOMETRIA

Os estudos das relações biométricas foram bastante utilizados ao longo de muitos anos na caracterização de espécies, raças e grupos populacionais, mas sua importância tem sido minimizada devido à evolução dos métodos de identificação de caracteres genéticos, determinantes diretos das características fisiológicas e morfológicas dos indivíduos de uma população. Atualmente, esses estudos têm sido utilizados fundamentalmente no sentido de identificar como os indivíduos de uma população reagem a modificações no meio ambiente, a fatores externos que modificam a estrutura populacional, como o esforço de pesca, além de serem importantes na caracterização de modificações nas proporções corporais entre machos e fêmeas, objetos das funções de reprodução.

No que diz respeito à administração dos recursos pesqueiros, as relações biométricas permitem a elaboração de equações de regressão que relacionam medidas lineares do corpo do indivíduo ou medidas lineares e de peso; essas equações são usadas para inferir variáveis dependentes necessárias à regulamentação da pesca, quando não passíveis de obtenção direta por amostragem biológica.

A mudança de proporções entre diferentes partes do corpo é bastante freqüente entre os crustáceos, sendo este fenômeno definido como crescimento alométrico. Essas mudanças no padrão de crescimento

quando apresentadas para machos e fêmeas causam o aparecimento de dimorfismo sexual e, em geral, ocorrem quando tem início o processo de desenvolvimento dos órgãos sexuais, ou seja, quando os indivíduos tornam-se adultos. A identificação do ponto de transição entre indivíduos jovens e adultos em uma medida de comprimento ou de peso pode ser feita com base em equações de regressão, geradas a partir de pares ordenados obtidos para cada sexo (Berry, 1971b; Krouse, 1973; George, Morgan, 1979; Donaldson, Cooney & Hilsinger, 1981 e Clayton & Snowden, 1991).

Ao longo dos muitos anos de pesquisa sobre as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* do Nordeste do Brasil, alguns trabalhos foram publicados para representar relações entre medidas de comprimento e entre medidas de comprimento e de peso, para cada uma dessas espécies.

Os primeiros trabalhos que tratam sobre esse assunto foram publicados por Paiva (1958/1960) e já indicavam a existência de polimorfismo entre sexos. Posteriormente, outros autores, a exemplo de Borges (1964/1965) e Nascimento *et al.* (1984), estimaram novas equações de regressão para as lagostas vermelha e verde, a partir das quais, através de testes estatísticos, foi possível indicar os seguintes resultados no que diz respeito ao dimorfismo sexual : 1 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento total, os machos possuem maior comprimento do cefalotórax que as fêmeas; 2 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento total, os machos possuem maior peso que as fêmeas; 3 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento do cefalotórax, as fêmeas possuem maior comprimento total que os machos; 4 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento do cefalotórax, as fêmeas possuem maior peso que os machos; 5 - as fêmeas possuem maior comprimento total que os machos para um mesmo comprimento do abdômen; 6 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento total, as fêmeas possuem maior comprimento da cauda; 7 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento do cefalotórax, as fêmeas possuem maior peso do abdômen; 8 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento de cauda, os machos possuem maior peso do cefalotórax; e 9 - para machos e fêmeas com o mesmo comprimento de cauda, os machos possuem maior peso que as fêmeas, principalmente para indivíduos maiores.

Mais recentemente, Rios (1991) estimou novas equações de regressão para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda*, e

após análises estatísticas concluiu pelo que se segue: 1 - existe crescimento isométrico nas relações biométricas entre medidas lineares do corpo das lagostas, e crescimento alométrico nas relações biométricas entre medidas de comprimento e peso; 2 - as espécies consideradas apresentam dimorfismo sexual (termo melhor entendido pelo autor como dimorfometria sexual, mais apropriado que dimorfismo sexual já que a diferença se revela mais na proporção dimensional do que na forma da parte do corpo em questão); 3 - para ambas as espécies e um mesmo comprimento total, (a) o cefalotórax do macho é maior e mais pesado do que o da fêmea, (b) a cauda da fêmea é maior e mais pesada que a do macho e (c) o macho é mais pesado que a fêmea; 4 - para ambas as espécies e um mesmo comprimento de cauda (a) o cefalotórax do macho é maior do que o da fêmea e (b) o macho é mais pesado que a fêmea; 5 - para ambas as espécies, e um mesmo comprimento de cefalotórax a cauda da fêmea é maior que a do macho; 6 - os índices morfométricos indicam que as proporções corporais não são constantes ao longo da amplitude de comprimento do indivíduo, apesar da isometria que deve existir no crescimento das diversas partes do corpo das lagostas; e 7 - as relações biométricas de cada uma das espécies de lagosta *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* são semelhantes.

Utilizando-se de dados coletados na costa do estado do Rio Grande do Norte, Vasconcelos & Vasconcelos (1994) estimaram novas equações de regressão para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, e ao analisarem estas regressões concluíram por afirmar a existência de dimorfismo sexual, e que para um mesmo comprimento do cefalotórax e para ambas as espécies, as fêmeas possuem maior comprimento total e do abdômen que os machos. Os citados autores concluem ainda que, para um mesmo comprimento do abdômen, os machos de ambas as espécies possuem maior comprimento total que as fêmeas.

Dois trabalhos dedicaram-se especialmente ao estudo das variações corporais das lagostas jovens das espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* do Nordeste do Brasil. No primeiro, Costa, Moura & Burgos (1968) utilizaram dados coletados em Ponta de Pedras, estado de Pernambuco e no segundo Rolim & Rocha (1972) utilizam dados coletados na Praia do Meireles no estado do Ceará.

Rolim & Rocha *op. cit.* concluem pela existência de dimorfismo sexual para as seguintes equações de regressão: 1 - peso total/peso do abdômen, peso do cefalotórax/peso do abdômen e peso do abdômen/comprimento total para a lagosta *Panulirus argus* e 2 - comprimento

total/comprimento do cefalotórax, comprimento do cefalotórax/comprimento do abdômen e peso do cefalotórax/peso do abdômen para a lagosta *Panulirus laevicauda*.

Nova abordagem sobre os estudos morfométricos da lagosta verde capturada no Nordeste do Brasil foi dada por Silva, Gesteira & Rocha (1994), ao introduzirem em seus estudos, análises comparativas que envolvem indivíduos jovens e adultos, além de medidas de comprimento de partes dos indivíduos, até então não consideradas, e que estariam mais diretamente relacionadas com o processo reprodutivo das lagostas, tais como; largura do cefalotórax (lc), comprimento do segundo segmento abdominal (csa), largura do segundo segmento abdominal (lsa) e comprimentos do segundo, terceiro e quinto pereiópodos (respectivamente c2p, c3p e c5p). As análises destes autores permitiram-lhes as seguintes conclusões principais relativas à lagosta *Panulirus laevicauda*: 1 - existência de dimorfismo entre sexos, a partir de indivíduos jovens, sendo mais acentuada nos adultos; 2 - para indivíduos imaturos, a proporção de crescimento na relação lc/cc é diferente para machos e fêmeas; 3 - para indivíduos maduros, as proporções de crescimento nas relações ct/cc, lsa/cc, c2p/cc, c3p/cc, c5p/cc são diferentes para machos e fêmeas; 4 - nos machos, a passagem de jovem para adulto é acompanhada por mudança na proporção de crescimento nas relações lc/cc, ct/cc, lsa/cc e c3p/cc; 5 - nas fêmeas, a passagem de jovem para adulto é acompanhada por mudança na proporção de crescimento nas relações lc/cc, ct/cc e lsa/cc; 6 - na relação c3p/cc, os machos apresentam maior proporção de crescimento que as fêmeas, e 7 - na relação lsa/cc, as fêmeas maduras apresentam maior proporção de crescimento do que os machos.

Ivo & Gesteira (1996) considera três áreas de pesca (CE - costa do estado do Ceará, RN - costa do estado do Rio Grande do Norte e BA/ES - costa dos estados da Bahia e Espírito Santo), para calcular equações de regressão atualizadas entre medidas de comprimento e entre medidas de comprimento e peso para as lagostas vermelha e verde, concluindo pelo que segue: 1 - para todas as áreas, o comprimento e peso do cefalotórax dos machos para as duas espécies de lagosta aqui consideradas são maiores do que o das fêmeas, aliás como tem sido notado por muitos dos autores que estudaram biometria das lagostas vermelha e verde do Nordeste do Brasil; 2 - com relação ao abdômen, as fêmeas possuem maior comprimento e peso que os machos, com discrepância apenas para as amostras do estado do Ceará, fato que deve

ser atribuído a casualidade amostral. Maiores discrepâncias são observadas para o comprimento total; em geral os machos são mais pesados que as fêmeas, com exceção feita à região BA/ES, onde as fêmeas de *Panulirus argus* são maiores e mais pesadas e as regiões CE e RN, onde as fêmeas possuem maior comprimento total e menor peso total.

Existência de crescimento diferenciado entre partes idênticas do corpo de machos e fêmeas para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, conforme demonstrado por outros autores foi confirmado por Ivo & Gesteira (1996), considerando as áreas de pesca indicadas anteriormente, de modo que em geral: 1 - as fêmeas possuem maior comprimento total que os machos para um mesmo comprimento do cefalotórax; 2 - os machos possuem maior comprimento total que as fêmeas para um mesmo comprimento do abdômen; 3 - as fêmeas possuem maior comprimento do abdômen que os machos para um mesmo comprimento total; 4 - as fêmeas possuem maior comprimento do abdômen que os machos para um mesmo comprimento do cefalotórax; 5 - os machos possuem maior comprimento do cefalotórax que as fêmeas para um mesmo comprimento total; e 6 - os machos possuem maior comprimento do cefalotórax que as fêmeas para um mesmo comprimento do abdômen.

As análises do índice morfométrico (Rios, 1991 e Ivo & Gesteira, 1996) confirmam as já tradicionalmente conhecidas informações de que, tanto para a lagosta vermelha como para a lagosta verde, o comprimento e o peso do cefalotórax correspondem respectivamente a cerca de 33% do seu comprimento total e 65% do peso total.

A comparação dos coeficientes angulares das relações biométricas entre medidas de comprimento total e do cefalotórax e entre medidas de comprimento total e do abdômen (Ivo & Gesteira, 1996), obtidas para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, considerando as áreas de pesca CE, RN e BA/ES, mostrou que existe diferença estatisticamente significativa entre os coeficientes angulares calculados para as regressões estimadas para um mesmo sexo e idênticos pares de variáveis (X,Y), concluindo pelo que segue: 1 - (machos de *Panulirus argus*) - para um mesmo comprimento do cefalotórax, os indivíduos capturados na área CE possuem maior comprimento total que os indivíduos capturados na áreas RN e BA/ES, respectivamente a partir de 78,9mm e 88,5mm de comprimento do cefalotórax, sendo as lagostas da área RN menores do que as lagostas da área BA/ES, no limite do comprimento máximo teórico; 2 - (fêmeas de *Panulirus argus*) - para um mesmo comprimento

do cefalotórax, as lagostas da área CE possuem menor comprimento total que as lagostas das áreas RN e BA/ES, respectivamente no limite do comprimento máximo teórico e abaixo de 81,6mm de comprimento do cefalotórax e, as lagostas da área RN possuem maior comprimento total do que as lagostas da área BA/ES, a partir de 46,1mm de comprimento do cefalotórax; 3 - (machos de *Panulirus argus*) - os indivíduos da área CE possuem maior comprimento total, para um mesmo comprimento do abdômen, que os indivíduos das áreas RN e BA/ES, respectivamente a partir de 156,9mm e 155,9mm de comprimento do abdômen, sendo os indivíduos da área RN menores do que os indivíduos da área BA/ES, a partir de 156,3mm de comprimento do abdômen; 4 - (fêmeas de *Panulirus argus*) - as lagostas da área CE possuem maior comprimento total, para um mesmo comprimento do abdômen, que as lagostas das áreas RN e BA/ES, respectivamente a partir de 125,3mm e 157,9mm de comprimento do abdômen, sendo as lagostas da área BA/ES maiores do que as lagostas da área RN, no limite do comprimento máximo teórico; 5 - (machos *Panulirus laevicauda*) - para um mesmo comprimento do cefalotórax, os indivíduos capturados na área CE possuem maior comprimento total que os indivíduos capturados nas áreas RN e BA/ES, a partir, respectivamente de 3,9mm e 71mm de comprimento do cefalotórax e, que os indivíduos da área RN são maiores do que os indivíduos da área BA/ES, a partir de 91,2mm de comprimento do cefalotórax; 6 - (fêmeas de *Panulirus laevicauda*) - as lagostas capturadas nas áreas RN e BA/ES possuem maior comprimento total, para um mesmo comprimento do cefalotórax, que as lagostas amostradas na área CE, respectivamente a partir de 100,4mm e 57,5mm de comprimento do cefalotórax e, as lagostas amostradas na área BA/ES possuem maior comprimento total que as lagostas da área RN, a partir de 46,0mm de comprimento do cefalotórax; 7 - (machos de *Panulirus laevicauda*) - os indivíduos capturados na área CE possuem maior comprimento total para um mesmo comprimento do abdômen que os indivíduos capturados nas áreas RN e BA/ES, respectivamente a partir 38,9mm 161,6mm de comprimento do abdômen e, os indivíduos da área RN são maiores do que os indivíduos da área BA/ES, a partir de 206,7mm de comprimento do abdômen; 8 - (fêmeas de *Panulirus laevicauda*) - as lagostas capturadas na área CE possuem maior comprimento total, para um mesmo comprimento do abdômen, que as lagostas capturadas nas áreas RN e BA/ES, respectivamente a partir de 78,3mm e 139mm de comprimento do abdômen e, as lagostas capturados na área BA/ES têm

maior comprimento total para um mesmo comprimento do abdômen que os indivíduos capturados na área RN, a partir de 325,4 mm de comprimento do cefalotórax.

CRESCIMENTO

O conhecimento da taxa de crescimento das populações naturais de crustáceos, principalmente dos grupos economicamente mais importantes, é fundamental quando se pretende avaliar os efeitos causados por um fator exógeno de mortalidade sobre a população, como por exemplo a pesca, e também quando a espécie apresenta viabilidade para produção de biomassa através de cultivo.

Entre todos os parâmetros da dinâmica populacional dos Palinurídeos, a taxa de crescimento tem sido o mais estudado. Apesar do grande esforço, muito raramente se tem conseguido uma descrição completa do crescimento das lagostas espinhosas (Morgan, 1980). Para esse autor, tal fato deve estar relacionado com as dificuldades em se separar corretamente os dois componentes do crescimento das lagostas, isto é, o crescimento individual entre mudas consecutivas e a frequência em que as mesmas ocorrem.

Os crustáceos têm o corpo revestido por um exoesqueleto quitinoso, rico em carbonato de cálcio, rígido e inextensível, que não permite o crescimento contínuo do indivíduo. Desta forma, o crescimento da lagosta ocorre, periodicamente, após o indivíduo abandonar o exoesqueleto, fenômeno conhecido como muda ou ecdise. Durante a pré-muda os indivíduos se entocam, param de se alimentar, ingerem e absorvem água que se espalha por todo corpo. A muda ocorre quando a lagosta se liberta do exoesqueleto velho, forçando uma abertura na junção do cefalotórax com o abdômen. Após a muda, os indivíduos procuram proteger-se até que a nova carapaça se torne completamente rígida (Phillips *et al.*, 1980 e Aiken, 1980).

A descrição do crescimento das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* tem sido obtida através da função de crescimento de von Bertalanffy (1938). Variações consideráveis são observadas nos parâmetros de crescimento estimados para uma mesma espécie, como pode ser visto em diferentes trabalhos citados por Báez-Hidalgo, *et al.*, 1991. Tal fato deve ser atribuído a variações no número de mudas por faixa de comprimento e no crescimento observado entre mudas

consecutivas, ambas dependentes das condições ambientais, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de alimento e à variação de temperatura (Morgan, 1980). Tanto mais alto o grau de variação ambiental mais imprecisa a descrição do crescimento.

Em geral, a descrição do crescimento, como discutido acima, refere-se apenas aos indivíduos adultos ou pré-adultos, que ocorrem na pesca comercial, pois quase não se dispõe de dados suficientes que permitam tais estudos para os indivíduos mais jovens.

Diversas equações de crescimento obtidas para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* do Nordeste do Brasil, em diferentes épocas e por diferentes autores, estão mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Equações das curvas de crescimento para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* da costa Nordeste do Brasil.

Espécie	Sexo	Autor	Curva de crescimento
Costa dos estados do Ceará e Pernambuco			
<i>P. argus</i>	macho	Santos, Costa & Moura (1964)	$CT = 35,6 (1 - e^{-0,34t})$
	fêmea		$CT = 35,3 (1 - e^{-0,38t})$
Costa do estado do Ceará			
<i>P. laevicauda</i>	ambos	Santos & Ivo (1973)	$CT = 21,3 (1 - e^{-0,708t})$
	ambos	Ivo (1975)	$CA = 22,6 (1 - e^{-0,171t})$

Ivo & Pereira (1996), considerando períodos de sete anos, entre 1970 e 1993, estimaram cinco curvas de crescimento para cada uma das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* e em seguida testaram as transformações de Ford-Waldorf para verificar possíveis diferenças na taxa de crescimento entre sexos de uma mesma espécie. Desde que não existiu diferença significativa entre as taxas consideradas, e assumindo as pequenas variações observadas nos valores estimados de L_t e K para cada uma das equações por espécies, Ivo *op. cit.*, ponderou as regressões obtidas para as lagostas vermelha e verde, obtendo assim as seguintes curvas de crescimento por espécie, para toneladas em anos de idade e comprimento total em mm.

Panulirus argus

$$L_t = 430 (1 - e^{-0,232t})$$

Panulirus laevicauda

$$L_t = 412 (1 - e^{-0,223t})$$

Tomando por base os dados amostrais da distribuição de frequência e as curvas de crescimento acima tem-se que para o Nordeste do Brasil a lagosta *Panulirus argus* é capturada a partir de 105mm ou 1,2 anos de idade, com máxima captura entre 165mm e 265mm ou 2,1 a 4,1 anos de idade e a lagosta *Panulirus laevicauda* a partir de 105 mm ou 1,2 anos de idade, com máxima captura entre 155mm e 215mm ou 1,9 e 3 anos de idade. Nas estimativas das idades acima não se considera o período de vida planctônica, até atingida a fase pós-*puerulus*, que para os palinurídeos pode variar de 3 a 22 meses (Phillips, Cobb & George, 1980), e que para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* do Nordeste do Brasil deve ficar em torno de 12 meses (Coelho, 1992a).

PESCA

A pesca no Nordeste do Brasil é realizada por dois sistemas de produção: 1 - artesanal - em que são usados os métodos mais primitivos de pesca e apresenta todas as características de atividade de subsistência e 2 - industrial - que se caracteriza pelos investimentos em instalações terrestres e é operado por embarcações de maior porte, que em geral estão equipadas com aparelhos auxiliares de navegação e detecção de cardumes, e comumente exploram uma única espécie.

Os crustáceos de maior importância atualmente explorados pela pesca industrial na Região Nordeste são as lagostas, em toda região, e os camarões-rosa *Penaeus (Farfantepenaeus) subtilis* Pérez-Farfante, 1967 e branco *Penaeus (Litopenaeus) schmitti* Burkenroad, 1936, com maior concentração na costa do estado do Maranhão e mais ao norte deste estado. Um grande segmento da pesca artesanal está também envolvido na pesca de lagosta, principalmente usando pequenas embarcações, como jangadas e botes a vela ou motorizados.

ÁREA DE PESCA

Em geral, o levantamento da área de ocorrência de uma população é feito a partir da análise dos dados estatísticos da captura oferecidos

pela frota comercial, que deve atuar com artes de pesca que, simultaneamente, atendam os hábitos da espécie e permitam a efetiva captura dos indivíduos da população. No caso específico das lagostas que ocorrem na Plataforma Continental do Brasil, sua área de ocorrência tem sido determinada através da análise de mapas de bordo.

A plataforma continental do Nordeste do Brasil varia entre aproximadamente 120 milhas náuticas na costa do estado do Maranhão e 20 milhas náuticas em frente ao estado de Pernambuco, para em seguida experimentar nova expansão até atingir valores superiores a 120 milhas náuticas no estado da Bahia. No estado do Ceará, onde historicamente as capturas de lagosta são mais elevadas, a plataforma continental atinge valores próximos a 45 milhas. Os estados do Maranhão, Bahia e Ceará possuem as maiores áreas de plataforma dessa Região (Paiva, Bezerra & Fonteles-Filho, 1971 e Ivo, 1981).

Os estados nordestinos (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco), onde a pesca de lagosta é realizada com maior frequência, possuem uma extensão de costa com cerca de 3.300 milhas náuticas quadradas de plataforma continental, cabendo ao estado do Ceará cerca de 67% dessa área, daí ser este estado o maior produtor de lagosta de toda Região (Buesa-Más & Paiva, 1969; Paiva, Bezerra & Fonteles-Filho, 1970 e Ivo, 1981).

Ao longo da costa Norte e Nordeste o clima é caracteristicamente tropical, porém o nível de pluviosidade varia muito, desde os 2.000mm observados na Região Norte até os cerca de 150mm em algumas regiões do estado do Ceará, que apresenta uma média anual próxima a 500mm.

A plataforma continental nordeste, entre os estados do Piauí e Pernambuco, a partir da profundidade de 20m, é coberta quase inteiramente por algas calcárias (Rhodophyceae) comumente conhecidas como cascalho, cuja abundância diminui paulatinamente para a Região Norte e para a Região Sudeste até tornar-se praticamente ausente (Coutinho & Moraes, 1970 e Kempf, 1979).

A pesca de lagosta manteve-se praticamente restrita à costa do estado do Ceará desde o seu início em 1955 até 1960 (Paiva & Costa, 1963b), embora Coelho (1962a) e Moura (1965) mencionem pescarias de lagostas na costa do estado de Pernambuco em 1950 e 1956. As primeiras pescarias comerciais na costa do estado do Rio Grande do Norte parecem ter sido realizadas em 1961. Logo, em 1962 toda a costa norte desse Estado estava sendo explorada pela frota lagosteira sediada em Fortaleza-Ceará (Paiva & Costa, 1963b). Ainda no ano de 1961 a

pesca de lagosta começou a explorar mais efetivamente o Nordeste Ocidental, partindo de Recife e expandindo-se para o norte e para o sul do estado de Pernambuco. Neste ano, a pesca também atingiu o litoral da Paraíba, para em 1962 alcançar a costa Oriental do Rio Grande do Norte (Paiva, 1961/1963/1967).

Somente em 1975, novas áreas de pesca foram agregadas às já existentes, de modo que a pesca de lagosta passou a ser também desenvolvida nas costas dos estados do Piauí e Maranhão e em regiões mais ao norte (Fonteles-Filho, 1979 e Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro, 1988). No final da década de 70, quando a pesca de lagosta atingia seu nível máximo de exploração sustentável, as frotas baseadas nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco expandiram suas áreas de atuação para atingir a Costa Sul do estado da Bahia (Cavalcante, 1982).

Em 1984, embarcações com base no porto em Fortaleza passaram a operar na costa do estado do Espírito Santo. Áreas costeiras deste Estado já vinham sendo exploradas desde 1961, de modo que não se deve considerar como expansão da área de pesca o fato de parte da frota lagosteira do estado do Ceará passar a pescar na costa do estado do Espírito Santo.

Somente a partir do início dos anos 80 é que a pesca de lagosta realizada na costa do estado de Alagoas passou a ter certa importância econômica, embora anteriormente existisse alguma atividade de pesca, desenvolvida com pequenas embarcações. Entretanto, atualmente parece estar desativada ou com pequena representatividade, pois não existem registros de capturas nesse Estado (IBAMA, 1993/1994).

Os registros oficiais sobre o deslocamento da frota lagosteira, conforme indicam os mapas de bordo, apontam para uma distribuição que vai desde a longitude de 48° 00' W na costa do estado do Pará até a latitude de 20° 00' S no estado do Espírito Santo, em geral entre as profundidades de 5m a 60m (Fonteles-Filho, no prelo), podendo em alguns casos atingir profundidades de até 100m, embora se tenha conhecimento de operações de pesca na costa do estado do Amapá.

No que concerne à Região Nordeste, e tendo por base a extensão alcançada pelos barcos lagosteiros, duas áreas de pesca de lagosta são bem delimitadas. A área nordeste setentrional, que se estende desde a foz do Rio Parnaíba - PI até o Cabo de São Roque - RN, e a área nordeste oriental, compreendida entre o Cabo de São Roque e a foz do Rio São Francisco - SE/AL (Paiva & Moura, 1965 e Paiva, 1967). A área nordeste

setentrional, além de ter sido a primeira a ser explorada, sempre apresentou maior produção lagosteira.

Considerando a vastidão e a diversidade ambiental a que está submetida a região de pesca de lagosta no Brasil, Ferreira (1994) dividiu essa região em três sub-regiões a saber: sub-região Norte, sub-região Nordeste Setentrional e sub-região Nordeste Oriental. Essa divisão teve por objetivo permitir a análise das peculiaridades inerentes a cada uma das sub-regiões, no que diz respeito às suas próprias características, às características das populações de lagosta e da pesca, como apresentadas a seguir:

Sub-região Norte

Está localizada entre 42 e 48 graus de longitude Oeste, com uma área total de 25.341km². Substrato caracterizado pela predominância de fácies sedimentar arenosa (Coutinho & Morais, 1970), onde se destaca a presença de areia, juntamente com material organogênico bastante rico, que favorece principalmente o desenvolvimento de pequenos crustáceos e moluscos bentônicos. A distribuição da fácies sedimentar de algas calcárias na plataforma continental indica uma concentração desta numa área bastante reduzida, em zonas mais afastadas da costa, onde a influência do deságüe fluvial dos grandes rios da região já é bastante diminuída. Portanto, a produção de lagosta será, de certo modo, proporcional à área coberta por esse substrato, mas também depende da capacidade da frota pesqueira de ter acesso aos indivíduos, provavelmente distribuídos em baixa densidade devido ao tamanho da área a ser atingida pela frota pesqueira.

Nessa região existe um predomínio da espécie *Panulirus argus* sobre a espécie *Panulirus laevicauda* na proporção de 4:1 indivíduos.

Sub-região Nordeste Setentrional

Está localizada entre 35 e 41 graus de longitude Oeste, com uma área total de 26.745km². O substrato dessa região é, predominantemente, composto por uma variedade de algas calcárias bentônicas de várias espécies pertencentes aos gêneros *Halimeda*, *Udotea* e *Penicillus* (Fonteles-Filho, 1992 e Coutinho & Morais, 1970). Segundo Coutinho, Morais *op. cit.*, a extensa cobertura da plataforma continental nesta sub-região por fácies de algas calcárias se deve à escassez e deságüe fluvial,

devido à ausência de grandes rios desembocando na mesma, o que, sem dúvida, explica sua importância como produtora de lagostas, através da pesca. Nessa sub-região verifica-se uma tendência de equilíbrio entre as lagostas vermelha e verde, com um ligeiro predomínio da lagosta vermelha, na ordem de 1,4:1 indivíduo.

Sub-região Nordeste Oriental

Localiza-se entre 5 e 18 graus de latitude Sul, com uma área total de 22.521km², onde a produção instantânea é menor dentre as três sub-regiões consideradas. Nesta sub-região predomina o substrato rochoso, com destaque para os arrecifes coralinos, que se estendem ao longo de todo o litoral. Na sua parte Sul, destaca-se o Arquipélago dos Abrolhos, famoso por uma rica biocenose de peixes das famílias Lutjanidae, Serranidae e Carangidae (Neiva & Moura, 1977). A abundância de lagostas parece ser a menor entre as três regiões, mas mesmo assim tem-se desenvolvido importante pescaria desse recurso desde 1980, com predominância da espécie *P. argus* (Cavalcante, 1982 e Silva & Cavalcante, 1994), talvez por serem seus indivíduos habitantes de zonas mais afastadas da costa, tendo-se adaptado às maiores profundidades desta área. Nessa sub-região observa-se um predomínio da lagosta vermelha, na proporção de 6:1.

PESCADORES E EMBARCAÇÕES

A atividade pesqueira na costa Nordeste do Brasil, e principalmente na costa do estado do Ceará, até fins da década de 50, apresentava características eminentemente artesanais. Experimentou algum desenvolvimento somente a partir do início do anos 60, quando a pesca da lagosta passou a apresentar grande desenvolvimento, em função das exportações crescentes desse recurso pesqueiro, principalmente para os Estados Unidos.

As jangadas, assim como os botes a vela e as canoas, embarcações típicas da pesca artesanal, mesmo com o desenvolvimento da pesca que assume características industriais já em meados da década de 60, ainda hoje continuam sendo bastante utilizadas, seja em atividades de pesca de peixe ou de lagosta, principalmente empregando a rede-de-espera como arte de pesca.

Estas embarcações conduzem em geral cinco tripulantes com atividades bem definidas durante a faina de pesca. O mestre, comumente o mais idoso, é responsável pela ordenação do trabalho a bordo, atuando ainda como líder do grupo. No mar, o mestre tem a responsabilidade de definir os locais de pesca, direcionar a embarcação por ocasião do lançamento e recolhimento dos petrechos de pesca, inclusive determinando a hora destas operações, atuando ainda como pescador. Normalmente os mestres têm apenas conhecimentos práticos que incluem posicionamento pelas estrelas, direção das correntes, movimentos das marés e profundidade dos pesqueiros. O mestre tem ainda algumas funções em terra, como escolha e demissão dos pescadores, guarda e recuperação dos petrechos de pesca e comercialização do pescado. Os demais tripulantes são todos pescadores e desempenham ainda funções relacionadas com o posicionamento da embarcação. Um dos pescadores é responsável também pela conservação do pescado.

Na frota industrial, o mestre, em geral patrão de pesca, tem a função de manter os contatos com os administradores em terra, tendo em vista a armação e manutenção da embarcação, inclusive representando os pescadores em questões junto às empresas de pesca. Na condição de patrão de pesca, o mestre tem algum conhecimento teórico sobre navegação e condições de mar, além de conhecer o funcionamento de equipamentos auxiliares de navegação e localização de áreas próprias à pesca. No mar, o mestre é o líder do grupo e tem como funções principais conduzir a embarcação, determinar local e hora de lançamento e recolhimento dos petrechos de pesca e definir as atividades de cada pescador a bordo. O número de pescadores embarcados depende do tamanho do barco e da quantidade de petrechos de pesca em uso na embarcação. Nos barcos da pesca industrial existem dois pescadores com funções específicas de motorista e geleiro. O motorista é responsável pela manutenção das máquinas e motores da embarcação, e também cuidar da suas partes elétrica e hidráulica. Um dos pescadores tem atividade de pesca reduzida para acumular as funções de cozinheiro.

No início da exploração lagosteira, sua pesca era realizada em embarcações de pequeno porte, jangadas ou botes a vela (transferidas da pesca artesanal), com raio de ação limitado e portanto, realizando viagens diárias e com baixo rendimento (Paiva, 1958/1965). As lagostas eram desembarcadas ainda vivas, não sendo necessário qualquer sistema de refrigeração a bordo. Posteriormente, com o crescimento da importância comercial da pesca de lagosta, novas embarcações,

motorizadas e com maior autonomia de mar foram introduzidas e a pesca passou a atingir maiores distâncias, surgindo daí a necessidade de as embarcações serem dotadas de mecanismos de frio, as urnas frigoríficas, para conservação do pescado (Costa, 1966/1969). Simultaneamente com a evolução das embarcações foram surgindo novas formas de pesca, que por sua vez necessitavam de novas modificações nas embarcações. Para facilitar a coleta dos aparelhos, que aumentavam em número e passavam a ser usados em maiores profundidades e distâncias, as embarcações foram dotadas de guinchos mecânicos.

As embarcações lagosteiras estão divididas em três grupos, a saber (Costa, 1966/ 1969): **Grupo 1** (pequenas) - com comprimento de até 11m e casco de madeira, dispõem de urna frigorífica (caixa isotérmica contendo gelo) e não contam com qualquer aparelho de auxílio à navegação e geralmente não dispõem de aparelhos para auxílio à pesca. Com essas características, as embarcações pequenas possuem uma autonomia máxima de cinco dias de mar. A localização de lagostas é feita de forma indireta, através da identificação de áreas com fundo de cascalho, *habitat* natural das lagostas. Para tal são usados os “prumos”, chumbadas de até três quilos, presas a uma linha de nylon e tendo na sua parte anterior uma porção de sabão, que ao serem lançadas ao mar e recolhidas devem trazer amostra do substrato, que se for de cascalho indica a possível existência de lagostas. As embarcações de pequeno porte no estado do Ceará (jangadas, botes a vela, paquetes e canoas) operam com uma tripulação composta de 4 homens: o mestre, que é responsável pela condução da embarcação e três pescadores. Os barcos do tipo pequeno estão equipados com motor com potência variando de 18 HP a 70 HP. - **Grupo 2** (médias) - são embarcações que medem de 11m (não inclusive) a 15m de comprimento, com casco de madeira ou ferro, possuindo motor com potência que varia entre 70HP e 130HP. Possuem maior autonomia que os barcos pequenos, podendo permanecer até 15 dias no mar e, além de casaria na proa ou popa, estão algumas vezes equipados com aparelhos de auxílio à pesca (rádio e ecossonda). Em geral, esses barcos possuem tralha para recolhimento dos petrechos de pesca. Entre cinco e seis tripulantes são responsáveis pelas operações de pesca - um mestre, três pescadores, um geleiro e um cozinheiro, podendo essas duas últimas atividades serem desenvolvidas por um único homem. - **Grupo 3** (grandes) - barcos com comprimento superior a 15m, casco de ferro, motor de até 250HP e autonomia para até 50 dias de mar. São barcos que possuem câmara frigorífica e estão equipados com

aparelhos de auxílio à pesca e à navegação (ecossondas, rádios, bússolas e guinchos mecânicos). Esses barcos operam com uma tripulação de até dez pessoas, assim distribuídas: seis pescadores, um mestre, um motorista, um geleiro e um cozinheiro.

Os barcos médios, por atingirem de forma mais homogênea as populações de lagostas vermelha e verde, por possuírem autonomia de mar mais compatível com os deslocamentos necessários à exploração das duas espécies de lagosta e por terem volume de urna mais apropriado às capturas de lagosta, apresentam-se como os mais econômicos para a pesca de lagosta, daí serem indicados como o barco de tamanho ótimo para a exploração de lagosta no Nordeste do Brasil (Fonteles-Filho *et al.*, 1985).

Os valores médios dos índices de rendimento da frota lagosteira do estado do Ceará, para dois períodos distintos (1974 a 1977 e 1991 a 1993), permitem observar que existe uma tendência comum a todos os tipos de barco, no sentido de diminuir o número de viagens/ano e de aumentar o número de dias de pesca e de covos-dia/viagem (Fonteles-Filho *et al.*, 1985 e Ivo, 1996).

A quantificação da frota lagosteira tem sido um dos principais problemas no que se relaciona à administração de pesca de lagosta. A grande maioria das embarcações que opera a pesca de lagosta não está autorizada para tal. As autorizações estão direcionadas para a pesca de peixe, mas na maioria das vezes não existe autorização para qualquer tipo de pesca. Outro fator que dificulta o controle da frota lagosteira é a constante movimentação das embarcações entre diferentes atividades de pesca e entre portos. Levantamento recente (IBAMA, 1994) indica a existência de 2.543 embarcações pescando lagosta nos estados do Ceará (1.715 barcos), Rio Grande do Norte (604 embarcações) e Pernambuco (224 embarcações) e estima que outras 696 embarcações operam nos estados da Paraíba (212 embarcações), Alagoas (24 embarcações), Bahia (60 embarcações) e Espírito Santo (400 embarcações). As informações sobre a frota lagosteira do estado do Espírito Santo parecem carecer de veracidade, pois esta frota não deve atingir 100 embarcações (observações pessoais).

ARTES DE PESCA

Antes de serem iniciadas as exportações, a produção de lagosta tinha como objetivo a geração de isca para a pesca de peixe ou o consumo

regional por pescadores e nativos. O primeiro sinal de evolução da pesca de lagosta foi o início do uso do jereré com armação circular de ferro e rede iscada, como armadilha de pesca, em substituição ao jereré retangular de madeira.

Em seguida, foi introduzido o manzuá ou covo, inicialmente com tela de bambu, que logo no início da década de 60 foi substituído pelo covo revestido com arame. Até apresentar o formato atual, o covo sofreu várias alterações, mas em geral apresentava-se basicamente de duas formas: a tradicional, de formato hexagonal irregular, com tela de arame e uma abertura na parte anterior e o covo francês de formato cilíndrico, confeccionado de ripas de madeira e apresentando uma entrada na parte mediana do aparelho (Costa, 1966/1969). A substituição do jereré pelo covo, apesar de sua maior eficiência na captura de lagosta (Paiva, 1966), deu-se em caráter de ordem eminentemente funcional e econômica. Em 1966 a abundância relativa de jereré foi de 22,6 indivíduos/jereré-noite, enquanto que a abundância relativa do covo foi de 2,9 indivíduos/covo-dia.

Por ser a lagosta de hábitos noturnos, sua captura exige evidentemente trabalho noturno. Como cada homem controlava apenas dois jererés, pequeno número desses aparelhos podia ser utilizado em uma noite de pesca (Paiva, *op. cit.*). Ao contrário, não existe relação entre o número de pescadores a bordo e o número de covos utilizados em uma noite de pesca. O uso do jereré foi praticamente abolido a partir de 1968 (Paiva, 1968).

As embarcações da pesca artesanal, como as jangadas e o bote a vela usavam o covo de forma isolada, enquanto que as embarcações motorizadas usavam os covos em forma de espinhel (Costa & Bezerra, 1970).

Independentemente de qualquer pesquisa mais aprofundada, já no início da década de 70 a rede-de-espera foi introduzida na pesca de lagosta no estado do Ceará (Paiva, *et al.*, 1973 e Paiva-Filho & Alcântara-Filho, 1975). Esta evolução teve por objetivo recuperar os índices de captura da lagosta, reduzidos como consequência não só dos elevados níveis de esforços praticados àquela época e até hoje não controlados, mas também devido ao seu menor custo, segundo alguns pescadores.

Paiva *et al.*, 1973, com base em dados experimentais de pescarias com rede-de-espera realizadas na plataforma continental do estado do Ceará, verificaram que esse petrecho de pesca captura indivíduos com comprimento do cefalotórax variando entre 5cm e 14cm e que removem quantidades consideráveis do substrato, tendo atingido o máximo de 201kg de cascalho recolhidos/espinhel-dia.

A pesca de lagosta no Nordeste do Brasil é atualmente operada de três formas principais, a saber: covo ou manzuá, rede-de-espera ou caçoeira e mergulho. A cangalha é um tipo de armadilha utilizada muito localizadamente na região sul do estado do Ceará.

O covo é uma armadilha fixa, com armação retangular de madeira, revestida por uma tela de arame galvanizado número 18 ou de nylon. As malhas medem 50mm entre cantos consecutivos (Paiva, 1958; Costa, 1966/1969 e Costa & Albuquerque, 1966). Na parte superior existe uma abertura, a sanga, confeccionada em fio poliamida 210/18.

Os covos são geralmente utilizados em forma de espinhel, com 15 a 25 unidades, em embarcações médias ou grandes e em profundidades que variam de 20m a 60m ou mais dependendo das condições de mar e da própria embarcação. Na costa dos estados da Bahia e Pará, as pescarias com covo podem ocorrer em profundidade de até 150m. Nos espinhéis, os covos são distanciados entre si em cerca de 15m. Para formar os espinhéis, os covos são amarrados entre si por cabo de polietileno de 12mm a 16mm de diâmetro.

Três homens são envolvidos nas operações de lançamento dos espinhéis. O primeiro cuida de desvencilhar os covos e as cordas de nylon, o segundo amarra a isca no interior da armadilha e o terceiro realiza a operação de lançamento propriamente dita. Por ocasião do lançamento são colocadas duas garatéias, pesando em média 30kg, uma em cada extremidade do espinhel. Na extremidade posterior, para facilitar a localização e o recolhimento do espinhel, são presas algumas bóias de isopor e uma bandeira.

Cada embarcação pesqueira, dependendo do tamanho, conduz desde poucas unidades de covo até cerca de 1.200 unidades. Barcos com pequenas quantidades de covo lançam e recolhem seus petrechos no período de 12 horas, mas os barcos com grande número de covos lançam e recolhem os petrechos em dias alternados (50% das armadilhas disponíveis a cada dia), de forma que os petrechos podem passar até 36 horas submersos.

As despescas são feitas com o auxílio de tralhas mecânicas, e os novos lançamentos são feitos, quase que simultaneamente, após a limpeza dos manzuás e colocação de nova isca, quando necessária.

As redes-de-espera atualmente utilizadas na pesca da lagosta são construídas com nylon multifilamento - poliamida 210/12 a 210/20, podendo ou não apresentar nós e com malhas de 130mm a 140mm quando esticadas. Em geral, as redes possuem 15 malhas de altura e comprimento

de 70m a 80m após feito o entralhamento. As tralhas superior e inferior são confeccionadas em nylon polietileno ou poliamida de 5mm ou 6mm de diâmetro e nelas são colocadas respectivamente bóias e chumbadas para manter a rede aberta e presa ao fundo de cascalho. Um total de 50 bóias, cada uma com 24gr e idêntico número de chumbadas cujo peso total é de dois a três quilos são utilizadas em cada rede. Ainda para manter a rede aberta são utilizados 5 a 7 calões de madeira medindo 1,2m de comprimento e diâmetro suficiente para não permitir que os mesmos se curvem.

As redes são lançadas no início da tarde em unidades ou preferencialmente formando espinhel de até 10 redes, com o barco à deriva. Na primeira extremidade do aparelho coloca-se uma fateixa de ferro, com peso aproximado de 10kg e duas ou três bóias de isopor com dimensões aproximadas de 0,6m por 0,2m por 0,2m, presas por cordas de nylon (polietileno) com diâmetro de 12mm. Na extremidade posterior coloca-se uma bandeira presa a uma corda de nylon, também de polietileno, com duplo objetivo de facilitar a localização e o recolhimento do aparelho.

Três pescadores são responsáveis pelo lançamento e recolhimento da rede-de-espera: o primeiro desmancha a rede, o segundo prende a isca e o terceiro realiza o lançamento propriamente dito. O recolhimento da caçoeira tem início na manhã seguinte ao dia do lançamento, e se completa com a sua limpeza total. Completada esta etapa, tem início nova operação de lançamento.

Estudos recentes (IBAMA, 1994) indicam um índice de conversão do esforço de pesca igual a 0,0718, considerando-se a relação um covô para um metro de rede-de-espera.

A pesca por mergulho, também denominada pesca com compressor, é normalmente realizada por duas duplas de mergulhadores. Para a produção de oxigênio são usados compressores de características variadas e sempre em péssimo estado de conservação. O oxigênio acumulado em balões é levado até os mergulhadores por meio de uma mangueira, e tem o seu volume controlado por válvulas que são reguladas por dois outros mergulhadores (manguereiros), que no momento seguinte se tornam pescadores.

Esta atividade pesqueira é desenvolvida em geral a bordo de uma embarcação pequena, e atinge profundidades de até 30m, podendo em algumas regiões alcançar maiores profundidades. Dois pescadores descem para o local indicado como provável área de ocorrência de lagosta, e em caso de se confirmar tal evidência, eles fazem com que os

indivíduos se desalojem, usando um bicheiro (ferro curvo com comprimento aproximado de 0,5m, com cabo de madeira), para em seguida capturá-los. Estando as lagostas fora de suas tocas e sem proteção, os pescadores usam pequenas redes de "cerco" também conhecidas como mangotes ou pequenas redes-de-espera para coletá-las. O mangote é descrito como uma rede do tipo circundante, com malha de 5mm a 7mm de diâmetro. Na tralha superior são colocadas bóias e na tralha inferior, chumbadas, tendo o conjunto o objetivo de manter a rede aberta. Nas extremidades da rede são presas pequenas varas de madeira que servem para o seu arrasto. As dimensões de comprimento e largura do mangote variam bastante, podendo atingir valores de 20 braças a 50 braças de comprimento por uma a três braças de largura. A pesca de lagosta com mangote tem se mostrado bastante predatória, principalmente quando realizada em áreas de criadouro natural (Moura & Costa, 1966).

As cangalhas são armadilhas de madeira, revestidas com arame ou fio de nylon, medem em geral 1,2m por 0,65m por 0,35m e possuem duas sangas na parte anterior. São, em geral, usadas em embarcações do tipo pequena, que operam cerca de 60 cangalhas, usadas individualmente, em profundidades de até 25m a 30m, ficando presas em uma corda de nylon à qual se prende uma bandeira, para facilitar a localização do aparelho. As cangalhas são mantidas no fundo com o auxílio de pesadas pedras presas no seu interior. Ai também são colocadas as iscas.

CAPTURA

O grande desenvolvimento experimentado pela pesca de lagosta no Nordeste do Brasil deu-se a partir de 1955, ano definido como do início efetivo dessa pesca na Região, que coincide com o início da pesca comercial no estado do Ceará, tendo como principal objetivo a sua exportação. Tal fato deve-se ao rápido crescimento da produção, resultante não apenas de ser a plataforma continental do estado do Ceará mais produtiva que a plataforma do estado de Pernambuco, mas também por ser mais extensa. A exportação logo passou das 40t produzidas em 1955 para 2.070t em 1962, a partir do que se observa uma ligeira redução nos dois anos seguintes, principalmente devido às reduções verificadas nos desembarques da Região Nordeste Setentrional, conforme se observa da análise da série histórica da produção até os anos mais recentes.

O desembarque conjunto das lagostas verde e vermelha no Nordeste do Brasil apresenta as seguintes tendências no período 1965 a

1994, como mostra a Tabela 2. Crescente entre os anos de 1965 e 1979, embora apresentando período de relativa estabilidade entre os anos de 1969 e 1974, quando a média anual dos desembarques foi de 8.173t. No período considerado, somente os anos de 1971, 1973 e 1975, apresentaram reduções expressivas nas capturas quando comparadas àquelas observadas nos anos imediatamente anteriores, tendo a mais significativa redução (28%) ocorrido em 1975. Ainda nesse período foi observada a maior captura anual de lagosta no Nordeste do Brasil - 11.033t em 1979. A partir do ano de 1980 até 1986, observa-se uma redução nas capturas, para atingir o mínimo de 4.441t em 1986, que representa uma redução de 40,25% em relação a 1979. A partir do ano de 1980 nova tendência de crescimento é observada, para alcançar novo período de estabilidade a partir de 1990, com uma média de 8.619 t.

Observando-se os desembarques para o período de 1973 a 1994, verificam-se as tendências apresentadas a seguir. A produção de *Panulirus argus*, exceção feita aos anos de 1976, 1983 e 1986 com decréscimos muito altos em relação aos anos imediatamente anteriores, tende à estabilidade com média de 6.541t. As maiores variações em torno da média foram 25,2% para maior em 1984 e 30,1% para menor em 1975. A produção de lagosta *Panulirus laevicauda*, por sua vez, apresenta tendência claramente decrescente no período 1976 a 1986. No ano de 1986 observa-se um aumento bastante significativo na produção desta espécie, para em seguida retomar a tendência decrescente.

A lagosta *Panulirus argus* tem distribuição espacial bem mais ampla do que a lagosta *Panulirus laevicauda*, tanto no sentido longitudinal como latitudinal, fato que está de acordo com a maior capacidade de dispersão da primeira espécie, que é dominante em número e peso na biocenose (Menezes, 1992 e Fonteles-Filho, no prelo). Parece evidente que a estabilidade na produção da lagosta *Panulirus argus* está associada à expansão da área de pesca, seja no sentido longitudinal em direção às Regiões Norte e Nordeste Oriental ou no sentido perpendicular à costa. Nestas regiões, as proporções da lagosta *Panulirus argus* em relação a lagosta *Panulirus laevicauda* são maiores que na região Nordeste Setentrional (Ferreira, 1994). Neste caso, os deslocamentos da frota resultaram em capturas estáveis de *Panulirus argus*, apenas pelo aumento proporcional da biomassa do estoque(s) disponível(s). Os aumentos e reduções da captura em torno da média poderiam estar associados a sucessos ou insucessos de recrutamentos, pelo menos em algum local da região pesqueira de lagosta no Nordeste do Brasil. A partição da área total de pesca da lagosta levaria à identificação de subáreas onde a produção é eminentemente decrescente, em função do alto nível de exploração do recurso.

Tabela 2 - Valores da produção (toneladas), do esforço de pesca (milhões de covos-dia) e da abundância relativa (quilo/covo-dia), estimados para a pesca de lagosta na costa Nordeste do Brasil, no período de 1965 a 1994

Ano	Captura			Esforço	CPUE		
	vermelha	verde	total		vermelha	verde	total
1965			3507	2,7			1,29
1966			3894	4,0			0,97
1967			3858	5,1			0,74
1968			5535	6,6			0,84
1969			7824	14,4			0,55
1970			8379	14,8			0,57
1971			7173	17,3			0,41
1972			8535	24,2			0,35
1973	6369	1528	7897	27,3	0,23	0,06	0,29
1974	7859	1372	9231	25,6	0,31	0,05	0,36
1975	5606	1073	6679	24,1	0,23	0,04	0,27
1976	3583	3368	6951	26,4	0,14	0,13	0,27
1977	5268	3033	8301	28,8	0,18	0,11	0,29
1978	6260	3639	9909	29,8	0,21	0,12	0,33
1979	7826	3207	11033	36,9	0,21	0,09	0,31
1980	6218	1805	8023	32,1	0,19	0,06	0,25
1981	7331	1508	8839	36,5	0,20	0,04	0,24
1982	7426	1358	8784	41,3	0,18	0,03	0,21
1983	4057	952	5009	31,3	0,13	0,03	0,16
1984	8189	714	8903	37,1	0,22	0,02	0,24
1985	6029	1148	7177	32,6	0,18	0,04	0,22
1986	3686	755	4441	37,1	0,11	0,02	0,12
1987	4574	2356	6930	38,5	0,12	0,06	0,18
1988	5499	1588	7087	39,4	0,14	0,04	0,18
1989	5466	1624	7090	50,6	0,11	0,03	0,14
1990	7277	1946	9223	51,2	0,15	0,03	0,18
1991	6627	1768	8395	46,6	0,26	0,04	0,30
1992	7302	1825	9127	53,6	0,15	0,02	0,17
1993	6613	1309	7922	68,9	0,10	0,02	0,12
1994	6488	1941	8429	56,2	0,12	0,03	0,15

FONTE: Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro (1988) e IBAMA(1993).

Por outro lado, a redução nas capturas de *Panulirus laeviscauda* deveu-se a fenômeno inverso, ou seja, à não ocorrência de crescimento proporcional da biomassa do(s) estoque(s) nas novas áreas de pesca e ao excessivo esforço de pesca concentrado em áreas mais próximas à costa. O aumento da produção de *Panulirus laeviscauda* pode estar associado a recrutamentos bem sucedidos na região de sua maior concentração.

ESFORÇO DE PESCA

O esforço de pesca sobre as populações de lagosta esteve distribuído homogeneamente na costa do estado do Ceará, entre os anos de 1965 e 1973, com pequena dispersão entre 1965 e 1970 (Rocha & Mesquita, 1974). Segundo estes autores, parece evidente que a distribuição homogênea do esforço de pesca está vinculada ao seu próprio aumento, e ao crescimento da frota pesqueira, sendo também uma função da distribuição homogênea das populações de lagosta, que se concentram em bancos lagosteiros ao longo da costa Nordeste do Brasil.

As variações do esforço de pesca dependem dos seguintes fatores (Menezes, 1992): 1 - tecnologia de captura, 2 - fatores climáticos e de comercialização do produto para o mercado externo e 3 - maximização da eficiência dos barcos ao concentrar o esforço em áreas e períodos de maior vulnerabilidade das populações.

A análise da Tabela 2 permite observar o que segue com respeito ao esforço de pesca aplicado às populações de lagosta no Nordeste do Brasil no período de 1965 a 1994. Tendência de crescimento ao longo de todo o período, com pequenas reduções nos anos de 1974, 1975, 1980, 1983, 1985, 1991 e 1994, quando comparados aos anos imediatamente anteriores. Dois períodos de grande crescimento do esforço de pesca são identificados. O primeiro que vai de 1965 a 1971, com a elevada taxa de incremento de 1008% entre o primeiro e o último ano, sendo que o maior aumento (118%), entre dois anos consecutivos, ocorreu em 1969. O segundo período estende-se de 1979 a 1994, com baixa taxa de incremento (186,7%). Entre estes dois períodos, observa-se certa estabilidade do esforço de pesca entre 1972 e 1981, com média de 26,6 milhões de covos-dia. As variações do esforço neste período, para maior e para menor, em relação à média foram de 9,3% e 12%. O rápido aumento do esforço de pesca no primeiro período deve estar relacionado aos fortes incentivos à pesca de lagosta oferecido pelo

Governo Federal. O baixo incremento no segundo período deve estar associado à redução das capturas e conseqüente redução nos lucros.

CAPTURA POR UNIDADE DE ESFORÇO

As reduções na captura por unidade de esforço (CPUE) que foram observadas no estado do Ceará, passando respectivamente de 8,4 para 3,2 e para 1,8 indivíduos/covo-dia nos anos de 1964 a 1966, já eram motivo de preocupação quanto à possível redução da abundância relativa das lagostas (Paiva, 1966/1967). Fato semelhante também foi motivo de preocupação no estado de Pernambuco (Moura, 1965), quando os índices relativos de abundância decresceram de 2,1 para 1,3 e para 1,2 kg/covo-dia nos anos de 1962 a 1964.

A abundância relativa das lagostas capturadas no Nordeste do Brasil apresenta tendência decrescente entre os anos 1965 e 1976 (Tabela 2). Entretanto, uma análise mais detalhada destes dados permite a identificação de três períodos distintos na variação da CPUE, como identificados para o esforço de pesca. O primeiro (1965 a 1971) caracteriza-se por uma proporcionalmente lenta redução da CPUE, cerca de 31,8% entre os anos extremos, quando comparada à brusca elevação do esforço de pesca (1008%). Segue-se o segundo período, de estabilidade (1972 a 1978), com uma CPUE média de 0,31kg/covo-dia, compatível com a estabilidade do esforço. Nesse período, a máxima e a mínima variação da CPUE em relação à média foi de 16,1% e 12,9%. No terceiro período (1979 a 1994) novo decréscimo da CPUE é observado, porém proporcionalmente muito mais elevado que no primeiro, considerando-se o baixo crescimento do esforço (186,7%).

Por espécie, as capturas por unidade de esforço de lagosta no Nordeste do Brasil apresentam tendência decrescente da abundância relativa no período de 1973 a 1994. Porém, uma observação mais detalhada permite as seguintes observações. Com relação à lagosta vermelha nota-se um período inicial de grande variação (1973 a 1976), com valores máximo e mínimo de 0,31 e 0,14kg/covo-dia. A partir de 1977 até 1982, segue-se um período de relativa estabilidade (média de 0,19kg/covo-dia), com pequenas variações para maior (10,5%) e para menor (5,3%) em torno da média. Um novo período de estabilidade (1986 a 1990) foi alcançado, porém 68,4% abaixo do anterior (média de 0,13kg/covo-dia). Os últimos quatro anos da série histórica apresentam valores

decrecentes da CPUE. Com relação à lagosta verde, apenas uma pequena tendência de equilíbrio da CPUE é observada, entre os anos de 1988 e 1991, com média de 0,03kg/covo-dia.

VALORES ÓTIMOS - CAPTURA, ESFORÇO E CAPTURA/ESFORÇO

O conceito de rendimento máximo sustentável (MSY) foi consolidado durante os dez anos que se seguiram à Segunda Guerra Mundial, a partir dos trabalhos de Fry (1947) com a idéia de população virtual, de Ricker (1948), primeira versão do seu manual de pesca (Ricker, 1958), e de Schaefer (1954) com a proposição de estimativas de produção excedente em condições de equilíbrio. Durante as décadas de 40 e 50, um grande número de trabalhos científicos sobre o assunto foi publicado, e o conceito de MSY passou a ser aplicado na administração das principais pescarias mundiais. Para Larkim (1977), o movimento culminou com o magnífico trabalho de Beverton & Holt (1957) que, inclusive, abriu novas e importantes perspectivas de futuros trabalhos, ao discutir as variações espaciais nos parâmetros populacionais; os movimentos dos peixes dentro da área explorada e as relações entre crescimento populacional e fatores como disponibilidade e consumo de alimento, e densidade.

A primeira estimativa com vistas ao conhecimento do potencial pesqueiro das lagostas capturadas no Nordeste do Brasil foi feita por Paiva, Bezerra & Fonteles-Filho (1971). Estes autores consideraram a existência de uma relação exponencial inversa entre o índice de abundância relativa (variável dependente) e o esforço de pesca (variável independente), para em seguida estimarem os valores máximos de captura e esforço de pesca. Seguem-se os valores estimados por estes autores:

1. Nordeste Ocidental:
 - a) esforço pesqueiro anual máximo - 22,2 milhões de covos-dia;
 - b) captura anual máxima (lagosta inteira) - 8.658t;
2. Nordeste Oriental:
 - a) esforço pesqueiro anual máximo - 3,2 milhões de covos-dia;
 - b) captura anual máxima (lagosta inteira) - 1.248t;
3. Nordeste:
 - a) esforço pesqueiro anual máximo - 25,4 milhões de covos-dia;
 - b) captura anual máxima (lagosta inteira) - 9.906t.

Nova forma de avaliação do potencial pesqueiro das lagostas capturadas no Nordeste do Brasil surgiu com o trabalho de Santos, Alcântara-Filho & Rocha (1973), quando foram calculadas curvas de rendimento, tomando por base as pesquisas de Schaefer (1954) e Fox (1970). Estes autores estimaram respectivamente em 6.300t e 11,9 milhões de covos-dia a captura e o esforço de pesca máximos para a pesca de lagosta realizada na plataforma continental do estado do Ceará, e em 5.000t e 1.200t de lagosta *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* respectivamente, que seriam obtidas com 11,8 e 11,9 milhões de covos-dia.

As primeiras estimativas de captura e esforço ótimos para o Nordeste foram feitas por Coelho *et al.* (1974), onde são observados os seguintes resultados:

Nordeste Oriental

- a) *Panulirus argus*:
captura - 1.800t;
esforço de pesca - 5,6 milhões de covos-dia;
- b) *Panulirus laeviscauda*:
captura = 450t;
esforço de pesca - 5,7 milhões de covos-dia
- c) total:
captura - 2.300t;
esforço de pesca - 5,7 milhões de covos-dia;

Nordeste Setentrional

- a) *Panulirus argus*:
captura - 6.600t;
esforço de pesca - 16,2 milhões de covos-dia;
- b) *Panulirus laeviscauda*
captura - 1.500t
esforço de pesca - 16,1 milhões de covos-dia
- c) total:
captura - 8.000t;
esforço de pesca - 16,4 milhões de covos-dia.

Fonteles-Filho (1979), analisando somente a pesca da lagosta *Panulirus laeviscauda*, apresenta os seguintes valores ótimos para captura e esforço de pesca, respectivamente para o Nordeste Setentrional e para o estado do Ceará: a) captura 2.460t e 2.310t e b) 15,5 e 14,5 milhões de covos-dia.

À medida que novas estatísticas de captura por unidade de esforço (CPUE) e esforço de pesca (f) foram obtidas, outras estimativas de captura e esforço de pesca ótimos também foram feitas por diversos autores (Tabela 3). Os valores máximos da captura pouco se alteraram, ficando sempre um pouco abaixo das 9.000t. O mesmo não pode ser dito para o valor do esforço máximo que apresenta constantes alterações, para maior, até atingir algo em torno de 22 milhões de covos-dia (Ivo, Coelho & Silva, 1984; Fonteles-Filho, 1986; Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro, 1988). Valores ligeiramente superiores àqueles estimados pelos autores acima foram encontrados por Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro, *op. cit.*, quando centram sua análise no método de Fox (1970).

Ao que parece, as alterações observadas nos valores ótimos de captura e esforço de pesca, conforme observado pelos diferentes autores acima citados, estão relacionadas com o aumento da área de pesca que, por consequência, aumenta a biomassa total disponível e assim a captura máxima sustentável e, também, pelo aumento do esforço de pesca.

A estabilização da área de pesca das lagostas vermelha e verde da Plataforma Continental do Brasil parece ter sido atingida nos anos finais da década de 80, quando a pesca já havia se expandido até 48 graus de longitude Oeste e 18 graus de latitude Sul.

Fonteles-Filho (1992), ao analisar dados que incluem valores de esforço e CPUE, relativos ao período histórico de 1965 a 1989, abrangendo toda a área acima, apresenta os seguintes valores ótimos de captura e esforço por espécie e área de pesca (Tabela 3):

1. Nordeste Setentrional

a) *Panulirus argus*:

captura - 3.960t;

esforço de pesca - 13,8 milhões de covos-dia,

b) *Panulirus laevicauda*

captura - 2.140t;

esforço de pesca - 9,1 milhões de covos-dia;

2. Nordeste Oriental

a) *Panulirus argus*:

captura - 2.140t;

esforço de pesca - 14,5 milhões de covos-dia;

b) *Panulirus laevicauda*

captura - 440t;

esforço de pesca - 4,3 milhões de covos-dia

3. Nordeste

a) *Panulirus argus*

captura - 6.090t;

esforço de pesca: 22,9 milhões de covos-dia;

b) *Panulirus laevicauda*

captura - 2.590t;

esforço de pesca - 18,8 milhões de covos-dia.

Para toda a região Nordeste e, considerando as duas espécies, o autor estima uma captura máxima sustentável de 9.680t e 18,8 milhões de covos-dia. Para toda a região Nordeste e, considerando as duas espécies, o autor estima uma captura máxima sustentável de 9.680t, a ser obtida com um esforço de pesca equivalente a 22,9 milhões de covos-dia.

A atualização da curva de produção, conforme aqui apresentada, foi feita com base na série histórica de C/f e f no período 1965 a 1993 (Tabela 3), segundo o método de Fox (1970) - (Ivo, 1996), por ser este o modelo que apresentou o maior coeficiente de correlação, entre os métodos considerados. Os resultados a seguir foram obtidos:

a) relação entre C/f e f

$$n \text{ C/f} = -0,1435 - 0,03556 f \quad (r = -0,904)$$

b) curva de produção

$$Y = 0,86632 f e^{-0,03556f}$$

Para Y = produção em toneladas e f = esforço de pesca em milhões de covos-dia.

c) produção máxima sustentável = 8.962t de lagosta inteira, a ser obtida com um esforço de 28,12 milhões de covos-dia.

Tendo por base a Tabela 3 é possível observar o que se segue com relação à captura e esforço de pesca. A captura máxima sustentável foi superada pela primeira vez em 1984, quando foram capturadas 9.231t de lagosta inteira de ambas as espécies. Outros valores de capturas superiores à máxima sustentável foram obtidos nos anos de 1978, 1979, 1990, 1991 e 1992, sendo que no ano de 1979 a captura atingiu o valor mais elevado de toda a série histórica, com 11.033t. Em 1994 foram capturadas 8.429t de lagosta, valor que representa 94,1% da produção máxima sustentável.

No que diz respeito ao esforço de pesca aplicado sobre as populações de lagosta, o valor máximo foi superado em 1977, ano em que foram aplicados 28,76 milhões de covos-dia, ficando o esforço superior *Panulirus laevicauda* em 2,3% ao valor máximo. A tendência crescente do esforço de pesca continuou a ser observada, de modo que em 1994 foram aplicados 56,2 milhões de covos-dia, valor que supera em exatos 100% o esforço ótimo.

Tendo por base os dados da curva atualizada de produção, a pesca de lagosta parece ter atingido o estado de equilíbrio no período 1969 a 1974, quando foi obtida uma produção média de 8.173t, ou seja, o equivalente a 91,2% da produção ótima, com um desvio padrão de 644,13t. Neste período, o maior valor do esforço de pesca observado (27,3 milhões de covos-dia) ocorreu em 1973, e representou 97,1% do esforço máximo.

Partindo-se das equações das curvas de produção estimadas pelos diferentes autores indicados (Tabela 3), os seguintes valores ótimos da CPUE em kg/covo-dia, foram obtidos: Santos, Alcântara-Filho & Rocha (1973) - CE - para *Panulirus argus* = 0,424, para *Panulirus laevicauda* = 0,101, para ambas as espécies = 0,529; Fonteles-Filho (1979) - para *Panulirus laevicauda* = 0,153 (Ceará) e 0,159 (Nordeste Setentrional); Ivo, Coelho & Silva (1984) - NE - para ambas as espécies = 0,411; Fonteles-Filho (1986) - NE - para ambas as espécies = 0,418; Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro (1988) - NE - para ambas as espécies = 0,462 (modelo de Schaefer) e 0,391 (modelo de Fox); Fonteles-Filho (1992) - NE - para *Panulirus argus* = 0,215, para *Panulirus laevicauda* = 0,192, para ambas as espécies = 0,208; NS - para *Panulirus argus* = 0,287, para *Panulirus laevicauda* = 0,148, para ambas as espécies = 0,215; NO - para *Panulirus argus* = 0,235, para *Panulirus laevicauda* = 0,102, para ambas as espécies = 0,192.

O aumento do esforço de pesca não resultou em crescimento proporcional da captura e, conseqüentemente, produziu uma redução na abundância relativa. A constatação deste fenômeno, com base em dados coletados até 1975, induziu Paiva (1976), a apontar para a existência de sobrepesca para as populações de lagosta capturadas na costa do estado do Ceará.

Tabela 3 - Curvas de rendimento, métodos utilizados, capturas anuais máximas (em milhares de toneladas) e correspondentes valores do esforço de pesca (em milhões de covos-dia) estimados para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* para diferentes regiões da costa brasileira

Espécie	Região	Método	Curva de Rendimento	C ₀	f ₀
Santos, Alcântara-Filho & Rocha (1973)					
<i>P. argus</i>	CE	Schaefer (1954)	$C = (0,85 - 0,0360 f) \times f$	5,00	11,8
<i>P. laevicauda</i>			$C = (0,20 - 0,0084 f) \times f$	1,20	11,9
Ambas			$C = (1,05 - 0,0440 f) \times f$	6,30	11,9
Coelho <i>et al</i> (1974) *					
<i>P. argus</i>	NO	Schaefer (1954)	$C = (0,65 - 0,0570 f) \times f$	1,80	5,6
<i>P. laevicauda</i>			$C = (0,16 - 0,0140 f) \times f$	0,45	5,7
Ambas			$C = (0,81 - 0,0710 f) \times f$	2,30	5,7
<i>P. argus</i>	NE		$C = (0,81 - 0,0250 f) \times f$	6,60	16,2
<i>P. laevicauda</i>			$C = (0,19 - 0,0059 f) \times f$	1,50	16,1
Ambas			$C = (1,00 - 0,0310 f) \times f$	8,00	16,4
Fonteles-Filho (1979) *					
<i>P. laevicauda</i>	NS	Schaefer (1954)	$C = (0,1024 - 0,0032 f) \times f$	2,46	15,9
	CE			2,31	14,5
Ivo, Coelho & Silva (1984)					
Ambas	NE	Fox (1970)	$C = 0,37322 f \cdot e^{-0,04701f}$	8,76	21,27
Fonteles-Filho (1986)					
Ambas	NE	Fox (1970)	$C = 1,135000 f \cdot e^{-0,0482f}$	8,67	20,75
Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro (1988)					
Ambas	NE	Schaefer (1954)	$C = (0,925 - 0,020 f) \times f$	10,69	23,12
		Fox (1970)	$C = 1,063 f \cdot e^{-0,0448701f}$	8,73	22,30
Fonteles-Filho (1992)					
<i>P. argus</i>	NE	Fox (1970)	$C = 0,708 f \cdot e^{-0,0428f}$	6,09	22,90
	NS			3,96	13,80
	NO			2,14	14,50
<i>P. laevicauda</i>	NE		$C = 0,339 f \cdot e^{-0,0483f}$	2,59	18,80
	NS			2,14	9,10
	NO			0,44	4,30

CE = estado do Ceará; NS = Nordeste Setentrional; NO = Nordeste Oriental; NE = Nordeste.

(*) - Valores de captura em peso inteiro do indivíduo.

Fonteles-Filho (1986), ao analisar os dados de produção para o período 1965 a 1984, observa que apesar de redução da CPUE, a produção no Nordeste do Brasil parecia estabilizada, mas com um pequeno decréscimo no valor médio em relação à produção máxima sustentável. Ainda segundo este autor, vários parâmetros parecem contribuir para esse equilíbrio, através de dois fatores principais: a) a expansão da área de pesca, com redução na intensidade do esforço e, conseqüentemente, na mortalidade por pesca; b) estabilidade do recrutamento determinada pela diversificação espacial das áreas de desova, que são distribuídas ao longo de toda área de pesca.

O valor da CPUE, conforme obtido da curva de produção atualizada neste trabalho, mostra a continuidade do decréscimo deste parâmetro, ainda que a produção máxima sustentável tenha-se mantido constante. Tal fato é resultante de aumento verificado no esforço ótimo. Considerando-se apenas os trabalhos mais recentes de Ivo, Coelho & Silva (1980); Fonteles-Filho (1986) e Fonteles-Filho (1992), verifica-se que a CPUE ótima apresenta constantes reduções, passando respectivamente de 0,417kg/covo-dia para 0,391 kg/covo-dia e para 0,379kg/covo-dia. Este valor conforme atualizado neste trabalho ficou em 0,317kg/covo-dia. Em 1994, a CPUE para as lagostas foi estimada em 0,150kg/covo, sendo este índice respectivamente de 0,120 e 0,030 kg/covo-dia para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*. A CPUE em 1994 representou apenas 47,3% da CPUE máxima.

Em geral, sempre que se observam períodos de redução nos desembarques de lagosta, observam-se também movimentos do setor pesqueiro no sentido de retornar a produção aos níveis históricos de equilíbrio médio, um pouco superior a 8.000 toneladas métricas. Estes movimentos estão representados pelo aumento do esforço de pesca, pela exploração de novas áreas e por um mínimo de evolução tecnológica.

Segundo nosso entendimento, a constatação de que o desembarque da lagosta, na maioria dos anos, tem variado em torno da produção sustentável, induz-nos a reafirmar que o grande problema da pesca da lagosta é o excesso de esforço de pesca, que causa a elevação dos custos, não compensados pelo aumento da produção; proporcionalmente os custos crescem mais do que a receita resultante do acréscimo de produção.

As análises apresentadas reforçam a idéia de estabilização da produção de lagosta nas áreas de pesca da Plataforma Continental do Brasil, com uma captura média anual superior a 8.200t, no período de 1973 a 1994, valor muito próximo à produção máxima sustentável de

8.962t. Entretanto, para a obtenção deste volume de captura aplica-se um esforço de pesca excessivamente elevado de 56,2 milhões de covos-dia em 1994 e, por conseqüência, obtém-se baixos valores de CPUE, como em 1994, quando foram capturados 0,15kg/covo-dia. O elevado esforço de pesca sobre as populações de lagosta e o baixo índice de abundância caracterizam a existência de sobrepesca do esforço e, o mais importante, são responsáveis pelas sucessivas crises financeiras enfrentadas pela indústria pesqueira e, principalmente, os armadores.

A estabilização econômica da pesca de lagosta seria facilmente obtida, a médio prazo, com a aplicação de medidas de controle direto do esforço de pesca; as medidas até aqui empregadas visam mais diretamente à proteção dos estoques jovem e reprodutor. Sugere-se, pois, que seja estabelecido um programa de gerenciamento por área de pesca, com redução da frota pesqueira e limitação dos petrechos de pesca por embarcação.

DINÂMICA POPULACIONAL

No início da exploração de uma população aquática de valor econômico, o nível de esforço de pesca, fator exógeno de mortalidade, aplicado sobre essa população é muito baixo, mas, em seguida, com o sucesso da exploração, surge uma tendência de aumento continuado do esforço. Caso este não seja monitorado, normalmente atinge valores tão elevados, que causam sérios problemas à população, e também aos grupos organizados que a exploram comercialmente, em conseqüência da redução da densidade aparente.

Algumas das conseqüências do aumento do esforço de pesca sobre uma população de *Panulirus laevicauda* são a elevação da taxa de mortalidade por pesca e o desequilíbrio da estrutura etária que, por sua vez, resulta no aumento proporcional de jovens nas capturas, na redução relativa de indivíduos adultos ou reprodutores e, na redução do comprimento e do peso médios dos indivíduos capturados. Caso o fator de mortalidade não seja controlado, a biomassa repostada pela população será cada vez menor, com riscos de extinção biológica do recurso.

Tomando-se por base as cinco fases de uma população (ovo, larva, pós-larva, juvenil e adulto), apenas a fase adulta tem-se constituído no segmento passível de gerenciamento por ser, em geral, aquele sujeito à exploração pesqueira. O gerenciamento pesqueiro deve ser desenvolvido

sobre grupos de indivíduos bem definidos e que constituem as populações pesqueiras, embora a identificação desses grupos possa, em alguns casos, ser muito difícil.

São de fácil identificação as populações cuja distribuição está limitada por fatores ambientais e possuem hábitos costeiros. Contrastando com essas populações, estão aquelas que se dispersam em áreas de grande extensão, sob o efeito de um largo espectro de variação nas condições oceanográficas, como ocorre com a lagosta *Panulirus argus* que se distribui desde as Bermudas (no Atlântico Norte) até o Brasil, área onde se registra a presença de vários sistemas de correntes e giros (Yeung & Macgowan, 1971).

As dificuldades na busca de informações que permitam a identificação de estoques populacionais de lagosta na costa do Brasil são devidas à ausência de recursos financeiros, à grande extensão da região de costa, onde são capturadas as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (cerca de 4.000km, desde o estado do Pará até o estado do Rio de Janeiro), e à concentração da frota lagosteira (cerca de 50% da frota nacional, na costa do estado do Ceará).

ESTRUTURA ETÁRIA

Uma população natural explorada estará em equilíbrio no ambiente em que vive, quando a biomassa retirada por mortalidade natural e por pesca for repostada pelo recrutamento mais o crescimento individual. Assim, o declínio de uma população será estabelecido, quando a soma do recrutamento mais o crescimento individual for menor do que a soma das mortalidades natural e por pesca. O crescimento da população, por sua vez, será observado quando o volume da biomassa por recrutamento e crescimento individual for maior que a redução da biomassa devido às mortalidades natural e por pesca. Desta forma, o equilíbrio de uma população tem sua base na relação entre os estoques jovem e adulto, devendo haver um processo de auto-regulação da população, pela entrada de jovens, de modo a manter o equilíbrio da estrutura etária. A seguir faremos uma análise da situação dos estoques da lagosta *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, no que diz respeito à participação dos vários grupos de idade nas capturas destas espécies.

Os diversos autores que estudaram a estrutura etária das populações de lagosta capturadas no Nordeste do Brasil partiram da

premissa de que estas espécies têm reprodução total e periódica anual e determinaram a estrutura a partir de grupos de idade estabelecidos a partir das curvas de crescimento de Santos, Costa & Moura (1964), Santos & Ivo (1973) e Ivo (1975). As análises em geral foram feitas por períodos trimestrais ou anuais.

As variações naturais do tamanho e estrutura etária das populações das lagostas comercialmente exploradas no Nordeste do Brasil têm sucessivamente indicado tendências de sobrepesca desses recursos, que podem ser diagnosticadas através da diminuição do peso médio individual, da redução da produção e produtividade, e do aumento da participação de jovens nas capturas (Paiva & Bezerra, 1969, Paiva, 1974; Fonteles-Filho, 1986/1992 e Fonteles-Filho, Ximenes & Monteiro, 1988).

A partir das curvas de crescimento das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* (Ivo & Pereira, 1996), observa-se ser possível a existência de até 15 grupos de idade para estas duas espécies. Desta forma, considerando que na pesca deveria estar representada a estrutura etária da população no meio natural e houve a ocorrência de apenas sete grupos de idade para a primeira espécie e de seis grupos para a segunda, justamente os grupos mais jovens, entende-se ter a pesca atingido elevado estágio de sobrepesca do crescimento. Deve ser levado ainda em consideração que, efetivamente, a pesca está atuando de maneira mais representativa sobre apenas três grupos de idade (III a V) no caso da lagosta vermelha e dois grupos de idade (III e IV) para a lagosta verde. Este fato é por demais preocupante, pois, os grupos mais jovens apresentam baixa fecundidade individual (Ivo & Gesteira, 1986), de modo que, embora proporcionalmente possuam maior número de indivíduos que os grupos mais velhos, contribuem proporcionalmente de forma menos significativa que estes grupos na formação do potencial reprodutivo da população.

Os seguintes resultados resumem a participação dos vários grupos de idade nas capturas de lagostas por espécie e sexo (Ivo, 1996):

Panulirus argus

Para os machos, a pesca atua sobre sete grupos de idade, sendo os grupos III (com participação média de 45,4%) e IV (com participação média de 36,7%) os mais representativos. O grupo de idade V tem reduzida participação (média de 11,8%). A representatividade dos grupos de idade VI e VII é muito pouco significativa, e o grupo VIII, em geral, não apresenta capturas. Os indivíduos do grupo de idade II, onde se

incluem os jovens, representam em média 4,8% das capturas.

As fêmeas apresentam a mesma tendência que os machos, no que diz respeito à ocorrência dos grupos de idade, porém com as seguintes percentagens médias dentro dos grupos mais representativos: III - 45,7%, IV - 36,3%, V - 12,6% e II - de 4,8%.

Panulirus laevicauda

Para os machos, a pesca atua sobre seis grupos de idade, sendo os grupos III (com participação média de 74,%) e IV (com participação média de 21,3%) os mais representativos. O grupo de idade V tem reduzida participação (média de 1,4%). A representatividade dos grupos de idade V e VI é pouco significante, e o grupo de idade VII em geral não apresenta capturas. O grupo de idade II, onde se incluem os jovens, representa em média 6,9% das capturas.

As fêmeas apresentam a mesma tendência que os machos, no que diz respeito à ocorrência dos grupos de idade, porém com as seguintes percentagens médias dentro dos grupos mais representativos; III - 68,9%, IV - 24,8% e II - de 4,8%.

PARÂMETROS DE MORTALIDADE

A mortalidade em uma população natural, que é responsável pela redução na abundância das várias coortes que a compõem, ocorre inicialmente devido unicamente a fatores naturais. Posteriormente, ao atingirem as áreas de pesca, os indivíduos da população passam também a ser reduzidos pela pesca. Eventos mutuamente exclusivos, as mortalidades natural e por pesca são mensuradas através de coeficientes e taxas, a exemplo do coeficiente de mortalidade total (Z), resultante da somatória dos coeficientes de mortalidade natural e por pesca.

O coeficiente de mortalidade total (Z) para a lagosta *Panulirus argus* apresentou pequena variação, com o mínimo de 1,16 e o máximo de 1,3, entre os anos de 1965 e 1989. Já a lagosta *Panulirus laevicauda* apresenta coeficiente de mortalidade total crescente no período, passando de 0,88 para 1,77 (Fonteles-Filho, 1992). O crescimento de Z calculado para a lagosta verde deve-se provavelmente à maior concentração de esforço de pesca em áreas costeiras onde é maior a densidade da espécie.

Os valores estimados do coeficiente de mortalidade total (Z), quando são consideradas diversas coortes que constituem o estoque

capturável das lagostas, apresentam as seguintes faixas de variação (Ivo, 1996): para *Panulirus argus*, de 0,452 a 2,021, com média de 0,943 (machos), e de 0,546 a 2,622, com média de 1,112 (fêmeas); para *Panulirus laevicauda*, de 0,985 a 2,368, com média de 1,648 (machos), e de 0,808 a 2,017, com média de 1,364 (fêmeas).

Os altos valores do coeficiente de mortalidade total, conforme estimados por Ivo *op. cit.*, devem-se ao fato de a pesca estar atuando sobre um pequeno número de classe etária (sete para a lagosta vermelha e seis para a lagosta verde) com o agravante de que a redução a partir do grupo de idade mais abundante é muito abrupta.

A menor mortalidade de fêmeas de *Panulirus laevicauda*, quando comparada com a de machos, provavelmente decorre do fato de estas serem menos vulneráveis aos aparelhos de pesca, já que no período que antecede a reprodução, os indivíduos se deslocam para regiões mais profundas e se entocam, reduzindo assim a predação pela pesca, mais intensa em pequenas profundidades.

Os seguintes parâmetros de mortalidade são ainda estimados para as lagostas capturadas na plataforma continental brasileira (Ivo, 1996). Coeficiente de mortalidade natural igual respectivamente a 0,313 e 0,308 para as lagostas vermelha e verde, valores que correspondem a um coeficiente de mortalidade por pesca de 0,63 e 0,8 para machos e fêmeas de *Panulirus argus* e de 1,34 e 1,056 para machos e fêmeas de *Panulirus laevicauda*. Taxa de mortalidade total de 0,611 e 0,672 para machos e fêmeas de *Panulirus argus* e de 0,808 e 0,745 para machos e fêmeas de *Panulirus laevicauda*. Expectativa de morte natural de 0,203 e 0,189 para machos e fêmeas da lagosta vermelha e de 0,151 e 0,168 para machos e fêmeas da lagosta verde. Expectativa de morte por pesca de 0,408 e 0,483 para machos e fêmeas de *Panulirus argus* e de 0,656 e 0,576 para machos e fêmeas de *Panulirus laevicauda*.

RECRUTAMENTO E ESTOQUE REPRODUTOR

Os indivíduos componentes de uma classe etária, em uma população natural submetida à exploração pesqueira, apresentam duas formas de recrutamento (Fonteles-Filho, 1989): a primeira pode ser entendida como o momento em que os indivíduos atingem a área de pesca, por dispersão, a partir da área de crescimento, para agregar-se à população submetida a exploração. Nesse momento, os indivíduos ainda

não seriam totalmente vulneráveis à arte de pesca e são usualmente referidos como subadultos. Num segundo momento, quando os indivíduos tornam-se vulneráveis à arte de pesca, por crescimento individual, ocorre a segunda forma de recrutamento, ou recrutamento pesqueiro.

Animais que vivem na região bentônica costeira na fase inicial de suas vidas, como as lagostas, estão sujeitos a variações em suas abundâncias como conseqüência da variação na pluviosidade. A redução na pluviosidade observada em alguns anos, a partir de 1979, ratifica a crença de que períodos de seca parecem ser prejudiciais à sobrevivência das fêmeas jovens da lagosta no Nordeste do Brasil, podendo-se tomar como exemplo os baixos níveis de recrutamento registrados nos anos de 1982 e 1984 (Fonteles-Filho, 1986).

Fonteles-Filho (1979), considerando que a lagosta verde se torna totalmente capturável aos três anos de idade com comprimento total entre 15,2cm e 18,7cm, estima os seguintes parâmetros para a sua dinâmica reprodutiva: a) produção máxima por recruta = 70,4g, b) valor máximo do índice de recrutamento, obtido da razão - Recrutamento ótimo (R)/ Estoque reprodutor ótimo (N) = 2,97 indicando que para cada fêmea em reprodução anualmente devem sobreviver três indivíduos até a fase adulta, para que a população se mantenha em equilíbrio.

O recrutamento absoluto, definido como o número total de indivíduos de uma coorte no momento do seu primeiro contato com o aparelho de pesca, no caso das lagostas considerado como sendo aos dois anos de idade, foi estimado por Fonteles-Filho (1992) em 33 milhões de indivíduos (19,8 milhões pertencem à espécie *Panulirus argus* e 13,2 milhões pertencem à espécie *Panulirus laevicauda*): 23,2 milhões desses indivíduos morreriam por ação da pesca, 9,8 milhões de indivíduos sobreviveriam para repor o estoque e os demais indivíduos morreriam devido a causas naturais.

O modelo de Ricker (1954), usado por Ivo & Gesteira (1986) para descrever a relação potencial reprodutivo (R) e recrutamento (S) para as lagostas capturadas comercialmente no Nordeste do Brasil, resultou nas seguintes relações, por espécie, com respectivos valores máximos do potencial reprodutivo (R_m) e do recrutamento (S_m):

Panulirus argus

$$R = (0,08560 S \times e^{-0,0018 S}) 10^6$$

$$S_m = 555 \times 10^9 \text{ ovos}$$

$$R_m = 17,5 \times 10^6 \text{ indivíduos}$$

Panulirus laevicauda

$$R = (0,00511 S \times e^{-0,0021 S}) 10^6$$

$$S_m = 476 \times 10^9 \text{ ovos}$$

$$R_m = 8,9 \times 10^6 \text{ indivíduos.}$$

Nos pontos máximos do potencial reprodutivo e do recrutamento, e partindo-se dos valores estimados por Ivo & Gesteira (1986), têm-se as seguintes razões (R_m/S_m) respectivamente para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*: 0,0000315 e 0,0000186. Isto significa dizer que para cada 1 (um) milhão de ovos das lagostas em consideração, 32 e 19 exemplares devem sobreviver para que as populações se mantenham nos níveis máximos de recrutamento.

No modelo de produção por recruta de Beverton & Holt (1957), apenas os parâmetros F e t_c são possíveis de serem modificados pelo homem, através de alterações no esforço de pesca e na seletividade do aparelho de pesca, desde que F seja proporcional ao esforço de pesca e t_c varie com o tamanho da malha do aparelho. Assim, mantendo-se uma série de valores de F e variando-se t_c é possível calcular diferentes curvas de Y/R .

Por espécie, e considerando-se t_c variando de um ano a partir do valor atual estimado para cada espécie, os seguintes valores de produção máxima por recruta (MSY/R) foram observadas (Ivo, 1996):

Panulirus argus

a) para $t_c = 2,7$ anos,

$MSY/R = 204,7$ g/recruta, obtido com um valor de

F_{MSY} (mortalidade por pesca ótima) = 0,4;

b) para $t_c = 3,7$ anos,

$MSY/R = 247,2$ g/recruta, obtido com um valor de

$F_{MSY} = 0,6$;

c) para $t_c = 4,7$ anos,

$MSY/R = 279$ g/recruta, obtido com um valor de

$F_{MSY} = 1,;$

d) para $t_c = 5,7$ anos,

$MSY/R = 294$ g/recruta, obtido com um valor de

$F_{MSY} = 4,5$;

Panulirus laevicauda

- a) para $t_c = 3,1$ anos,
MSY/R = 180,1g/recruta, obtido com um valor de
 $F_{MSY} = 0,3$;
- b) para $t_c = 4,1$ anos,
MSY/R = 217,6g/recruta, obtido com um valor de
 $F_{MSY} = 0,5$;
- c) para $t_c = 5,1$ anos,
MSY/R = 245,9g/recruta, obtido com um valor de
 $F_{MSY} = 1,5$;
- d) para $t_c = 6,1$ anos,
MSY/R = 264,7g/recruta, obtido com um valor de
 $F_{MSY} = 3,1$.

Na condição da pesca de lagosta em 1993, um esforço de pesca de 68,9 milhões de covos-dia gera um coeficiente de mortalidade equivalente a 0,63 e 1,34 respectivamente para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, com valores de t_c iguais a 2,7 anos e 3,1 anos. Considerando-se que o coeficiente de mortalidade por pesca (F) varia proporcionalmente com o esforço de pesca (f), para se ter uma redução de F no valor de MSY devemos reduzir o esforço de 1993 para o nível ótimo (28,12 milhões de covos-dia), o que significa reduzir o esforço aplicado em 1993 em 245%. Desta forma, para a lagosta *Panulirus laevicauda*, espera-se que F seja reduzido na mesma proporção passando de 1,34 para algo em torno de 0,547 o que deveria provocar um aumento de 42,5% no valor do MSY/R que passaria de 180,1 gramas por recruta para 217,6 gramas por recruta, desde que paralelamente fossem tomadas medidas para permitir que t_c passasse de 3,1 anos de idade para 4,1 anos de idade. No que diz respeito à lagosta *Panulirus argus*, a redução do esforço de pesca para o nível ótimo não deveria provocar a mesma redução em F, pois o esforço de pesca aplicado em áreas de maior concentração desta espécie é proporcionalmente menor em relação ao esforço aplicado em áreas onde a lagosta *Panulirus laevicauda* tem maior densidade. Para esta espécie, assume-se que a aplicação de f em níveis ótimos deveria reduzir F para algo em torno de 0,6, o que deveria resultar em um recrutamento de 247,2 gramas por recruta.

ADMINISTRAÇÃO DA PESCA NO BRASIL

A entrada do Brasil no mercado internacional de lagostas promoveu o rápido desenvolvimento da atividade de pesca deste crustáceo na região Nordeste do país. Em 1955 foram exportadas cerca de 120t de lagosta inteira, e já em 1962 a exportação alcançou 6.100t (Paiva & Moura, 1965). Entende-se que esse crescimento, conseqüência da elevação de esforço de pesca, deveu-se aos grandes investimentos feitos por setores recém-envolvidos na pesca, para melhor equipar as embarcações da pesca artesanal, dando-lhes melhores condições.

A primeira medida com vistas à administração da pesca de lagosta no Brasil revelava preocupação de ordem exclusivamente biológica, sem entretanto estar embasada em estudos científicos, e dizia respeito a temporadas de pesca e tamanho mínimo de captura. A portaria nº 70 de 12 de abril de 1961, do Diretor da Divisão de Caça e Pesca do Departamento Nacional da Produção Animal, proibia a pesca de lagostas *Panulirus* spp nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas no período de 15 de fevereiro a 15 de maio de 1962 e anos subseqüentes, e deliberava sobre o comprimento total mínimo de 19cm (medidos da ponta dos espinhos pós-oculares até o meio do telson) para captura e comercialização de lagostas.

Logo em seguida à edição desta portaria, foi publicado o primeiro trabalho com observações científicas de melhor qualidade sobre a biologia e a pesca de lagostas, onde inclusive foram oferecidas as seguintes sugestões para a regulamentação da pesca no Nordeste do Brasil (Coelho, 1962c):

- 1- limite de tamanho para captura - limitar o comprimento mínimo de captura a 7cm de comprimento de cefalotórax e máximo de 13cm, para ambas as espécies. Estas medidas protegeriam os indivíduos jovens e os adultos mais velhos que teriam maior potencial reprodutivo;
- 2- proteção de indivíduos em reprodução - embora admita em alguns casos a necessidade da proteção de indivíduos conduzindo ovos, o autor entendia ser desnecessária a implementação dessa medida para as lagostas capturadas no Nordeste do Brasil àquela época, pois as capturas incidentes sobre esses indivíduos não atingiam 60% do estoque e, portanto, não prejudicariam o recrutamento;

- 3 - controle da pressão da pesca - limitação futura do esforço pelo estabelecimento de quotas de produção e paralisação temporária ou permanente e parcial ou total das atividades pesqueiras;
- 4 - uso de artes de pesca - proibição total do uso de explosivos e de atrativos luminosos na pesca de lagosta. Não permitir o uso de covos com malhas inferiores a 5cm de distância entre nós para evitar a captura de indivíduos menores que o tamanho mínimo;
- 5 - limitação dos desembarques - promover o entendimento entre pescadores sediados em regiões diferentes, mas explorando a mesma área de pesca, estabelecer bases para o controle estatístico e fiscalização da pesca e, ainda, facilitar a realização de pesquisas;
- 6 - registro de barcos, pescadores e artes de pesca - o sistema de registro facilitaria a ordenação da pesca e o desenvolvimento de pesquisas.

A partir da criação da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE (Decreto Legislativo nº 11, de 12 de setembro de 1962) a regulamentação da pesca de lagostas experimentou razoável desenvolvimento. A Portaria nº 681, de 28 de dezembro de 1967, já definia algumas das principais medidas de regulamentação ainda hoje aplicadas, que dizem respeito aos seguintes aspectos: definição do tamanho da malha do covo, proibição da captura de jovens e de fêmeas ovadas, interdição permanente de áreas de pesca definidas como criadouros naturais e proibição do lançamento de cabeças de lagosta e covos nos locais de pesca. Essas medidas eram burladas por pescadores artesanais e industriais, pouco interessados na preservação dos estoques naturais de lagosta (Paiva, 1967).

Somente em 1971 observa-se novo fato de importância para a pesca de lagosta. Nesse ano foi publicada a portaria nº 753, de 9 de dezembro, proibindo a pesca de lagosta com rede-de-espera tipo caçoeira ou qualquer outro tipo de rede de emalhar.

Após 1971, segue-se um período com poucas novidades no que concerne à administração da pesca de lagostas no Brasil. Somente no período de 28 de janeiro a 01 de fevereiro de 1974, aconteceu novo fato que mereceu destaque; foi realizada no Laboratório de Ciências do Mar, em Fortaleza - estado do Ceará, reunião histórica para tratar sobre a

regulamentação da pesca de lagostas, com a apresentação de 11 trabalhos técnicos, envolvendo diversos aspectos da biologia e pesca de lagosta; bem como foram apresentadas sugestões de medidas de regulamentação da atividade pesqueira, com destaque para os seguintes assuntos: quantificação da produção máxima sustentável para a Região Nordeste e para os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, taxa de mortalidade, época de desova, tamanho mínimo de primeira maturação sexual, incidência de indivíduos jovens nas exportações, variação da abundância relativa em função do tempo, redução do tamanho e peso médio, e efeitos negativos da pesca de lagosta com rede-de-espera.

Acatando parte das propostas apresentadas nesta reunião, a SUDEPE decidiu publicar a portaria nº 118 de 6 de março de 1974 que criou o sistema de licenciamento de embarcações para pesca de lagosta e definiu os parâmetros gerais que deveriam orientar o licenciamento. Nesta portaria também foi criado um período de fechamento da pesca, sem entretanto defini-lo quanto à época de ocorrência; em 1975 esse período seria de 30 dias e, nos anos subseqüentes seriam acrescidos 30 dias até atingir um total de 120 dias em 1978.

A partir da reunião técnica no Laboratório de Ciências do Mar, novas reuniões foram realizadas, sempre sob a coordenação da SUDEPE, a exemplo das reuniões de Maranguape - Ceará (12 a 15 de julho de 1977), Rio Grande do Norte - Natal (23 a 25 de agosto de 1977), Fortaleza - Ceará (23 a 25 de agosto de 1978), até que as mesmas foram institucionalizadas, com previsão de freqüência anual de ocorrência, sob a denominação de Grupo Permanente de Estudo sobre Lagosta. Os relatórios produzidos por este grupo constituem a base técnica que fundamenta a legislação da pesca de lagosta no Brasil.

Vítima de constante processo de desgaste, certamente resultante de sua própria ineficiência administrativa e ainda por falta de decisão política do próprio governo federal, no sentido de implementar as decisões mais apropriadas à promoção e execução do Plano Nacional da Pesca, a SUDEPE foi extinta, ficando suas atribuições incorporadas ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), criado pela Lei Federal nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989.

As principais portarias publicadas pelo IBAMA não diferem substancialmente daquelas publicadas pela SUDEPE. Apenas duas diferenças fundamentais são observadas: primeiro, a portaria nº 07-N, de 16 de janeiro de 1992, que atualiza a regulamentação da pesca de

lagosta, deixa de fazer referências à proibição de captura de fêmeas ovadas das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* e, segundo, a portaria de nº 043, de 21 de junho de 1995, no seu artigo 4º, que suspende a proibição da pesca de lagostas com rede-de-espera, não permissionada a partir da portaria nº 753 de 19 de dezembro de 1971.

As seguintes medidas, de acordo com a portaria nºs 137 de 12 de dezembro de 1994, 043, de 21 de junho de 1995 e 0196, de 29 de março de 1996, estão válidas para a pesca de lagosta na Plataforma Continental do Brasil:

- 1- proibição da pesca de lagosta vermelha (*Panulirus argus*) e lagosta verde (*Panulirus laevicauda*), anualmente, no período de 01 de janeiro a 30 de abril, no mar territorial brasileiro (faixa de 12 milhas marítimas) e na zona econômica exclusiva brasileira (faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas);
- 2- proibição da captura de lagosta vermelha com comprimento de cauda inferior a 13cm (7,5cm de comprimento do cefalotórax) e da lagosta verde com comprimento inferior a 11cm (6,5cm de comprimento do cefalotórax). Para efeito de fiscalização, aceitam-se até 2% de indivíduos fora das especificações de tamanho mínimo de captura;
- 3 - proibição do manuseio de caudas das lagostas vermelha e verde, em qualquer fase do seu processamento, quando, de qualquer forma, estiver descaracterizado, impedindo sua identificação e medição;
- 4 - proibição da pesca de lagostas nos seguintes criadouros naturais, até a distância de 3 milhas da costa nos limites (a) da foz do Rio Megaó à Ponta do Ramalho, no estado de Pernambuco (07° 33' 30" S e 07° 50' 00" S), (b) do Farol de Mundaú à Foz do Rio Anil, no estado do Ceará (39° 07' 00" W e 38° 48' 00" W) e (c) na região de Galinhos, no estado do Rio Grande do Norte (latitudes de 05° 05' 00" S e 05° 07' 00" S e longitudes 36° 12' 00" W e 36° 20' 00" W);
- 5 - permissão da pesca de lagostas somente com o emprego de manzuás e redes-de-espera, nylon multifilamento, do tipo caçoeira, tipicamente adaptada a pesca de lagosta. A malha do covo deve ter no mínimo 5cm entre nós adjacentes e a rede deve ter uma malha mínima de 140mm entre nós opostos.

Proíbe a embarcação que opera na pesca de lagosta de portar qualquer tipo de aparelho de ar comprimido e instrumentos adaptados à captura de lagosta através de mergulho;

- 6 - limitação da frota lagosteira às embarcações em efetiva operação, devidamente inscritas no Registro Geral da Pesca, já detentoras de permissão de pesca, e permite a substituição de embarcação em caso de naufrágio, destruição, desativação ou para implementação de modificações tecnológicas de acondicionamento de produto a bordo, a critério do IBAMA;
- e
- 7 - as embarcações permissionadas para a pesca de lagosta que deixarem de operar, ininterruptamente, por um período de uma temporada, terão suas permissões de pesca revogadas. Estão salvas desta medida as embarcações que estiverem em reforma, desde que comunicado ao IBAMA no prazo de 15 dias após iniciada a paralisação. Estas embarcações terão um prazo de seis meses para reiniciar suas atividades, prorrogáveis por mais seis meses.

Historicamente, o controle do esforço de pesca aplicado sobre as populações de lagosta no Brasil, na tentativa de mantê-lo em níveis ótimos, e também objetivando proteger os estoques reprodutores, foi feito indiretamente, através da interdição da pesca ou seja, estabelecendo-se períodos de defeso. Nesse sentido também tem sido usada a limitação na entrada de embarcações. Entretanto, em 1982 esta tradição histórica foi quebrada; a portaria nº N-015, de 03 de maio de 1982, estabeleceu em caráter experimental o sistema de cota anual globalizada (9.000t de lagosta inteira) para o período de 01 de julho de 1982 a 30 de junho de 1983. As medidas diretas de proteção das populações visam em geral proteger os estoques jovem e reprodutor.

Tendo em vista o dimensionamento da frota lagosteira a partir de 1996, foi publicada a portaria nº 31, de 07 de maio de 1996, limitando na seguinte forma, durante o exercício de 1996, as embarcações que operam na pesca de lagosta:

- 1- as embarcações já inscritas no Registro Geral da Pesca, com permissão para a pesca com covó ou rede-de-espera;
- 2 - as embarcações por construir ou em construção, habilitadas com Permissão Prévia de Pesca em vigor e,

- 3 - as embarcações que, sem registro ou permissão para a pesca de lagosta, apresentem, através de seu(s) proprietário(s) ou armador(es): (a) cópia de documento, reconhecido pelo IBAMA, que comprove que a embarcação operou na pesca de lagosta durante o ano de 1995 e (b) cópia de documento comprobatório de propriedade da embarcação com data anterior a 31 de dezembro de 1995.

CONCLUSÕES

O conhecimento acumulado sobre a biologia das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* capturadas na Plataforma Continental do Brasil e o controle estatístico da pesca são, em qualidade e quantidade, próprios à aplicação de medidas de regulamentação de sua pesca, onde se incluem as decisões com vistas à proteção biológica dos estoques e às estimativas dos parâmetros da dinâmica populacional necessários à determinação de valores sustentáveis de captura, esforço de pesca e densidade aparente, a exemplo dos modelos Parabólico de Schaefer, Exponencial de Fox, Ricker e Beverton & Holt, e da Análise de População Virtual de Gulland.

As medidas de regulamentação aplicadas na pesca de lagosta, principalmente aquelas que dizem respeito diretamente à proteção dos estoques populacionais e, indiretamente, ao controle do esforço de pesca, como proibição de pesca em criadouros naturais, tamanho mínimo de captura e temporada de pesca ou defeso, são satisfatórias do ponto de vista da manutenção do equilíbrio populacional, mas nem sempre eficientes no controle do esforço de pesca. A única medida de controle direto do esforço aplicado na pesca de lagostas limita a frota lagosteira às embarcações em atividade e não permite a entrada de embarcações novas.

Apesar da propriedade das medidas adotadas, as pessoas e instituições envolvidas na pesca de lagosta quase sempre as descumpriram, fato que provavelmente levou a pesca lagosteira ao estágio atual de sobrepesca, quando se observam, sobretudo, alta frequência de indivíduos jovens nas capturas, pequenos valores de comprimento médio amostral e baixos valores da abundância relativa.

A manutenção da captura em níveis próximos à máxima sustentável não deve ser totalmente creditada às medidas de regulamentação da pesca postas em prática, mesmo porque elas são quase sempre descumpridas, mas, em grande parte, à expansão da área de pesca.

A constante elevação do esforço de pesca, hoje muito superior ao ótimo desejado, e a conseqüente redução da densidade aparente das populações, bem como os grandes deslocamentos das embarcações à procura de áreas de maior densidade são responsáveis pela péssima situação financeira em que se encontram as empresas de pesca e pela baixa condição de vida dos pescadores.

A melhor administração da pesca da lagosta na costa do Brasil está diretamente relacionada com a redução do volume do esforço de pesca, que tem crescido anualmente, sem que seja adotada qualquer medida direta do seu controle.

A desejada redução do esforço de pesca aplicado sobre as populações de lagostas, de modo a torná-lo compatível com um esforço ótimo, somente será possível se adotadas medidas diretas para seu controle, especialmente no que diz respeito à redução da frota e ao monitoramento do número de aparelhos utilizados em cada viagem.

A aplicação conjunta das medidas diretas de redução do esforço de pesca conforme indicadas acima e a manutenção das medidas de proteção biológica dos estoques populacionais, desde que rigidamente observadas, deverão, a médio prazo, restabelecer o equilíbrio sustentável da pesca de lagosta na Plataforma Continental do Brasil.

Por outro lado, considerando-se a extensa área de pesca, desde o estado do Amapá até o estado do Espírito Santo, entende-se que a administração da pesca de lagostas deva ser feita de forma regionalizada, a partir de subáreas, determinadas com base nas características ambientais e populacionais. Neste sentido, nos parece que a melhor divisão da área de pesca de lagosta no Brasil deve considerar as três subáreas a seguir: Norte (entre 42 e 48 graus de longitude Oeste), Nordeste Setentrional (entre 35 e 41 graus de longitude Oeste) e Nordeste Oriental (entre 5 e 18 graus de latitude Sul).

A decomposição do esforço de pesca aplicado na pesca de lagostas por tipo de embarcação e subárea de pesca foi formulada por Ivo (1996), que também sugere fórmula para conversão do esforço de pesca em metros de rede-dia para covos-dia.

RECOMENDAÇÕES

- 1 - Estabelecer programa de divulgação sobre a necessidade de se proceder ao controle direto do esforço de pesca aplicado

sobre as populações de lagosta, através da redução do número de embarcações e da limitação do número médio de aparelhos de pesca por tipo de embarcação.

- 2 - Reduzir o esforço de pesca aplicado às populações de lagosta no ano de 1996 (cerca de 56,2 milhões de covos-dia), trazendo para níveis próximos do valor ótimo (28,8 milhões de covos-dia). A redução do esforço de pesca deve ser feita em quatro anos consecutivos, considerando as seguintes proporções de 40% no primeiro ano, 30% no segundo, 20% no terceiro e 10% no quarto ano.
- 3 - Criar programa de estímulo aos armadores e pescadores com vistas ao seu deslocamento para outras atividades econômicas e/ou exploração de recursos pesqueiros alternativos.
- 4 - Ao considerar-se a proposta de gerenciamento regionalizado da pesca de lagosta, implantar em cada subárea um sistema amostral com vistas à coleta de dados biológicos (comprimento, peso, sexo e características reprodutivas), ambientais (profundidade, temperatura, salinidade e precipitação pluviométrica) e estatístico-pesqueiros (captura e esforço).
- 5 - Manter o sistema amostral para obtenção de dados biológicos e ambientais durante o período de defeso.
- 6 - Estimular pesquisas no sentido de estabelecer a validade da criação de áreas de escape nos covos utilizados na pesca de lagosta.
- 7 - Estimular pesquisas que tenham por objetivo a prospecção das fases planctônicas (de ovo até a larva filosoma) e bentônicas iniciais (*puerulus* até juvenil), no ambiente natural.
- 8 - Estimular pesquisas em laboratório com vistas ao conhecimento do ciclo biológico das lagostas.

**GLOSSÁRIO DE NOMES VULGARES DAS ESPÉCIES
DE PEIXES E CRUSTÁCEOS QUE COMPÕEM A FAUNA
ACOMPANHANTE DA PESCA DE LAGOSTAS**

Peixes

- (1) aniquim, *Scarpaena plumieri* Bloch;
- (2) ariacó, *Lutjanus sinagris* Linnaeus;
- (3) arraia, *Gimnura micrura* Bloch & Schneider;
- (4) bagre-branco, *Tachysurus* spp;
- (5) baiacu-caixão, *Lactophrys tigonus* Linnaeus;
- (6) baiacu-de-espinho, *Chilomycterus spinus* Linnaeus;
- (7) baiacu-garajuba, *Logocephalus laevigatus* Linnaeus;
- (8) batata, *Sparisoma* sp;
- (9) beiju-pirá, *Rachycentron canadus* Linnaeus;
- (10) biquara, *Haemulon plumieri* Lacépède;
- (11) bonito, *Euthynnus alleteratus* Rafinesque;
- (12) budião, *Halichoeres poeyi* Staindachner;
- (13) cação, *Carcharhinus* spp;
- (14) cação-lixia, *Gimnglimostoma cirratum* Bonnaterra;
- (15) cação-viola, *Rhinobatus percellens* Walbaum;
- (16) cangulo-fernandes, *Cantherines macrocerus* Hallard;
- (17) cangulo-pavão, *Alutera scripta* Osbeck;
- (18) cangulo-verdadeiro, *Balistes vetula* Linnaeus;
- (19) carapitanga, *Lutjanus jocu* Bloch & Schneider;
- (20) cioba, *Lutjanus analis* Cuvier & Valenciennes;
- (21) frade, *Anisotremus virginicus* Linnaeus;
- (22) garajuba, *Caranx crysos* Mitchill;
- (23) garoupa, *Ephinephelus morio* Valenciennes;
- (24) guaiuba, *Ocyurus chrysurus* Bloch;
- (25) lanceta-azul, *Achanthurus coeruleus* Bloch & Schneider
- (26) lanceta-cinza, *Achanthurus baianus* Castelnau;
- (27) lanceta-marrom, *Achanthurus chirurgus* Bloch;
- (28) macasso ou cumbuba, *Haemulon steindachneri* Jordan & Gilbert;
- (29) mariquita, *Holocentrus ascensionis* Osbeck;
- (30) moréia, *Gymnotorax funebris* Ranzani;
- (31) olho-de-boi, *Priacanthus arenatus* Cuvier;
- (32) pacamon, *Amphichthys cryptocentrus* Valenciennes;
- (33) pargo-piranga, *Rhomboplites aurorubens* Cuvier;
- (34) parum-bicudo, *Chaetodon ocellatus* Bloch;

- (35) parum-branco, *Chaetodipterus faber* Broussonet;
- (36) parum-jandaia ou parum-dourado, *Holacanthus ciliatus* Linnaeus;
- (37) parum-preto, *Pomachanthus paru* Bloch;
- (38) parum-roxo, *Pomachanthus arcuatus* Linnaeus;
- (39) peixe-morcego, *Ogcocephalus verpertilio* Linnaeus;
- (40) peixe-pena, *Calamus penna* Valenciennes;
- (41) piolho-de-cação, *Echeneis naucrates* Linnaeus 1758
- (42) piraúna, *Cephalopholis fulvus* Linnaeus;
- (43) sapuruna, *Haemulon melanurum* Linnaeus;
- (44) solha, *Syacium* spp;
- (45) traira-do-mar, *Synodus foetens* Linnaeus;
- (46) treme-treme, *Narcine brasiliensis* Olfers;
- (47) xira, *Haemulon aurolineatum* Cuvier.

Crustáceos

- (1) caranguejo-aranha, *Stenorhynchus* Herbst;
- (2) caranguejo-esponja, *Dromia erythropus* George Edward;
- (3) caranguejo-pata-grossa, *Carpilius corallinus* Herbst;
- (4) ermitão, *Petrochiurus diogenes* Linnaeus e *Dardanus venosus* M. Edwards;
- (5) lagosta-japonesa, *Parribacus antarcticus* Lund, *Scyllarides brasiliensis* Rathbun e *Scyllarides delfosi* Holthuis;
- (6) lagosta verde, cabo-verde ou samango, *Panulirus laevicauda* Latreille;
- (7) lagosta vermelha, *Panulirus argus* Latreille;
- (8) siri-braçola ou siri-pata-longa, *Portunus spinimanus* Latreille;
- (9) siri-guajá, *Calappa ocelata* Holthuis e *Hepatus pudibundus* Herbst.

BIBLIOGRAFIA

- AIKEN, D. E. Molting and growth. In: COBB, J. S. and PHILLIPS, B. F. **The Biology and Management of Lobsters**, New York, Academic Press, 1980, v. 1: Physiology and behavior, p. 91-163.
- AIKEN, D. E., WADDY, S. L. Reproductive biology. In: COBB, J. S. and PHILLIPS, B. F. **The Biology and Management of Lobsters**, New York, Ed. Academic Press, 1980, v. I: Physiology and Behavior, p. 215-76.
- ANDREE, S. W. **Locomotory activity patterns and food items of benthic post-larval spiny lobsters, *Panulirus argus***. Tese de Mestrado, Universidade do estado da Flórida. 1981.
- BAÉZ-HIDALGO, M. *et al.* Edad y crecimiento de la langosta *Panulirus argus* (Latreille) en la plataforma Suroccidental de Cuba. **Rev. Inves. Mar, Habana**, v. 12, p. 193-201, 1991.
- BAISRE, J. A., ALFONSE, I. Late stage larvae of *Panulirus guttatus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae) with notes on the identification of phyllosoma of *Panulirus* in the Caribbean Sea. **Crustaceana**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 25-34, 1994.
- BERRILL, M. Gregarious behavior of juvenile of spiny lobsters, *Panulirus argus* (Crustacea: Decapoda). **Bull. Mar. Sci., Coral Gables**, v. 25, p. 1-16, 1975.
- BERRY, P. F. The spiny lobster (palinuridae) of the east coast of Southern Africa. Distribution and ecological notes. **S. Afr. Oceanogr. Res. Inst., Invest, Rep., Durban**, v. 27, p. 1-23, 1971a.
- BERRY, P. F. The biology of the spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) of east coast of Southern Africa. **S. Afr. Oceanogr. Res. Inst., Invest, Rep., Durban**, v. 28, p. 1-75, 1971b.
- BERRY, P. F., SMALE, M. J. An estimate of production and consumption rates in the spiny lobster *Panulirus homarus* on a shallow littoral reef off the Natal coast, South Africa. **Mar. Ecol. Prog. Ser., Halstenbek**, v. 2, p. 237-243, 1980.
- BERTALANFFY, L. A Quantitative theory of organic growth laws (Inquiries on growth laws. II). **Hum. Biol., Baltimore**, v. 10, n. 2, p. 181-213, 1938.
- BEVERTON, R. J. H., HOLT, S. J. On the dynamics of exploited fish populations. **Fish. Invest., London**, ser. 2, v. 19, p. 1-153, 1957.
- BORGES, G. A. Determinação de parâmetros biométricos em *Panulirus argus* (Latreille). **Bol. Est. Pesca, Recife**, v. 4, n. 1, p. 3-10, 1964.

- BORGES, G. A. Parâmetros biométricos em *Panulirus laevicauda* (Latreille). **Bol. Est. Pesca**, Recife, v. 5, n. 6, p. 7-16, 1965.
- BOWMEN, T. E., ABELE, L. G. Classification of the recent crustacea. In: ABELE, Lawrence G. **The Biology of Crustacea**, New York: Academic Press, 1982, v. 1: Systematics, the fossil record and biogeography. cap 1, p. 1-27.
- BUESA-MÁS, R. J. Biología de la langosta *Panulirus argus* Latreille (Crustacea, Decapoda, Reptantia) en Cuba. **Inst. Nac. Pesca**, Habana, 1965. 228 p.
- BUESA-MÁS, R. J. Aspecto biológico pesquero. In: **Biología de la langosta *Panulirus argus* Latreille (Crustacea, Decapoda, Reptantia) en Cuba**. Instituto Nacional de la Pesca, Havana, 1965. p. 108-230.
- BUESA-MÁS, R. J., MOTA-ALVES, M. I. Escala de colores para el estudio del ciclo reproductor de la langosta *Panulirus argus* (Latr.) en el área del Mar Caribe. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 107-109, 1970.
- BUESA-MÁS, R. J., MOTA-ALVES, M. I. Escala de colores para el estudio del ciclo reproductor de la langosta *Panulirus argus* (Latr.) en el área del Mar Caribe. **FAO Fish. Rep.**, Rome, v. 71, n. 2, p. 9-12, 1971.
- BUESA-MÁS, R. J., PAIVA, M. P. Pesquerías de la langosta *Panulirus argus* (Latreille) en el Brasil y en Cuba. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 77-81, 1969.
- CAVALCANTE, P. P. L. A pesca de lagostas no litoral sul do estado da Bahia. **Pesc. Aquacul.**, n. 12, p. 2-4, 1982.
- CHITTLEBOROUGH, R. G. Breeding of *Panulirus cygnus* George under natural and controlled condition. **Aust. J. Mar. Freshwater Res.**, Melbourne, v. 27, p. 499-516, 1976.
- CHITTLEBOROUGH, R. G., PHILLIPS, B. F. Fluctuations of year-class strength and recruitment in the western rock lobster *Panulirus longipes* (Milne-Edwards). **Aust. J. Mar. Freshw. Res.**, Melbourne, v. 26, n. 2, p. 317-328, 1975.
- CLAYTON, D. A., SNOWDEN, J. R. Allometric growth in *Iloplax stevensi* (Decapoda, Brachyura, Ocipodidae). **Crustaceana**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 1-10, 1991.
- COBB, J. S. Behavior of the Eastern Australian spiny lobster, *Panulirus cygnus* George, in the field and laboratory. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.**, Melbourne, v. 23, p. 399-409, 1981.

- COBB, S. J., WANG, D. Fisheries biology of lobsters and crayfishes. In: PROVENZANO-Jr, A. J. **The Biology of Crustacea**. New York: Academic Press, 1985, v. 10, p. 167-247.
- COELHO, P. A. Súmula de observações sobre a lagosta comum *Panulirus argus* (Latreille). **Bol. Est. Pesca**, Recife, v. 2, n. 5, p. 3-11, 1962a.
- COELHO, P. A. Sobre a biologia da pesca da lagosta cabo-verde *Panulirus laeviscauda* (Latreille). **Bol. Est. Pesca**, Recife, v. 2, n. 7, p. 3-8, 1962b.
- COELHO, P. A. Bases para a regulamentação da pesca de lagosta. **Bol. Est. Pesca**, Recife, v. 2, n. 10, p. 3-6, 1962c.
- COELHO, P. A., MOURA, S. J. C., SILVA, V. R. G. Nota sobre a reprodução das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) (DECAPODA: PALINURIDAE) no litoral do estado de Pernambuco. **Trabs. Inst. Ocean. Univ. Fed. Pernambuco**, Recife, v. 3, n. 1, p. 61-67, 1963.
- COELHO, R. R., SANTOS, E. P., NASCIMENTO, I. V., TRAVASSOS, I. B. & IVO, C. T. C. Curvas de rendimento das lagostas *Panulirus argus* (Latr.) e *Panulirus laeviscauda* (Latr.) do Nordeste brasileiro. **Bol. Rec. Nat.**, Recife, v. 12, n. 1, p. 5-13, 1974.
- CONCEIÇÃO, R. N. L. Ocorrência de *puerulus* de *Panulirus laeviscauda* (Latreille) nas capturas de arrastão-de-praia, no município de Fortaleza (Ceará-Brasil). **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 26, p. 83-85, 1987.
- CONKLIN, D. E. Nutrition. IN: COBB, J. S., PHILLIPS, B. F. **The biology and management of lobsters**. London: Academic Pres Inc Ltda, 1980. v. 1, p. 277-300.
- COSTA, A. F., MOURA, S. J. C., BURGOS, P. F. O. Notas sobre a ecologia e pesca dos estágios post-larval e subadulto das lagostas de importância comercial no Nordeste do Brasil. **Bol. Est. Pesca**, Recife, v. 8, n. 1, p. 49-72, 1968.
- COSTA, R. S. Dados sobre a frota lagosteira do estado do Ceará. **Bol. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 13, p. 1-14, 1966.
- COSTA, R. S. Dados sobre a frota lagosteira, nos anos de 1966 a 1968. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 9, n. 2, p. 119-126, 1969.
- COSTA, R. S., ALBUQUERQUE, J. J. L. Experimentação de covos para a captura de lagosta no Ceará. **Bol. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 14, p. 1-7. 1966.
- COSTA, R. S., BEZERRA, R. C. F. Influência dos métodos de pesca sobre a eficiência dos covos, na captura de lagostas no Ceará. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 127-130, 1970.

- COSTA, R. S., PAIVA-FILHO, D. L. Estudos de biologia da pesca de lagostas no Ceará - Dados de 1971 a 1973. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 95-114, 1974.
- COUTINHO, P. N., MORAIS, J. O. Distribucion 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. Ciclo de Reproduccion de la langosta comum *Panulirus argus*. *Resumenes de Investigacion*, Havana, n. 2, p. 93-96, 1975.
- CRUZ, R., LEÓN, M. E. Dinamica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. *Rev. Inves. Mar.*, Havana, v. 12, p. 234-245, 1991.
- DAVIS, G. E. Effects of recreational harvest on spiny lobster, *Panulirus argus*, population. *Bull. Mar. Sci.*, Coral Gables, v. 27, p. 23-27, 1977.
- DONALDSON, W. E., COONEY, R. T., HILSINGER, J. R. Growth, age and size at maturity of tanner crab, *Chionoecetes bairdi* M. J. Rathbun, in the northern gulf of Alaska (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 286-302, 1981.
- EDGAR, G. J. Predator-prey interactions in seagrass beds. III. Impacts of the western rock lobsters *Panulirus cygnus* George on epifaunal gastropod populations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Amsterdam, v. 139, p. 33-42, 1990.
- EGGLESTON, D. B., LIPCIUS, R. N., MILLER, D. L. Artificial shelters and survival of juvenile Caribbean spiny lobster *Panulirus argus*: spatial *habitat*, and lobster size effects. *Fish. Bull.*, Long Beach, v. 90, p. 69-702, 1992.
- EGGLESTON, D. B., LIPCIUS, R. N., MILLER, D. L., COBA-CETINA, L. Shelter scaling regulates survival of juvenile caribbean spiny lobster *Panulirus argus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Halstenbek, v. 62, p. 79-88, 1990.
- FAO. Yearbook of Fishery Statistics, Catches and Landings. Food Agri. Organ. U. N., Rome, vol. 72, 654 p, 1993.
- FARIA, A., SILVA, D. Os palinurídeos do Brasil. (Crustacea - Macrura). *Rev. Dep. Nac. Prod. Anim.*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 4/6, p. 1-45, 1937.
- FAUSTO-FILHO, J. Primeira contribuição ao inventário dos crustáceos decápodos marinhos do Nordeste brasileiro. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 31-37, 1966.

- FAUSTO-FILHO, J. Segunda contribuição ao inventário dos crustáceos decápodos marinhos do nordeste brasileiro. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza. v. 7, n. 1, p. 11-14, 1967.
- FAUSTO-FILHO, J. Sobre a ocorrência de *Palinustus truncatus* H. Milne-Edwards, 1880, no litoral brasileiro e de *Panulirus echinatus* Smith, 1869, no litoral do estado do Ceará, Brasil (Crustacea, Decapoda, Palinuridae). **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 75-76, 1977.
- FAUSTO-FILHO, J., COSTA, A. F. Notas sobre a família Palinuridae no Nordeste brasileiro (Crustacea, Decapoda, Macrura). **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 9, n. 2, p. 103-110, 1969.
- FAUSTO-FILHO, J., MATTHEWS, H. R., LIMA, H. H. Nota preliminar sobre a fauna dos bancos de lagostas no Ceará. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 6, n. 2, p. 127-130, 1966.
- FERNANDES, L. M. B. Sobre a alimentação de lagosta *Panulirus argus* (Latr.) 1804. I - Estágio juvenil. **Bol. Est. Pesca**, Recife, v. 9, n. 1, p. 23-33, 1969.
- FERNANDES, L. M. B. Sobre a alimentação de lagosta *Panulirus argus* (Latr.) 1804. II - Estágios pós-*puerulus* e adulto. SUDENE, Divisão de Recursos Pesqueiros, 1985 Série Estudos de Pesca, n. 1, não paginado.
- FERREIRA, M. G. N. Avaliação e distribuição geográfica dos estoques de lagosta (Crustacea: Palinuridae) e sua capturabilidade nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Fortaleza: UFC, Departamento de Engenharia de Pesca (Dissertação de Graduação), 25 p., 1994.
- FIELDER, D. R. The spiny lobsters, *Jasus lalandei* (H Milne-Edwards), in South Australia. III. food, feeding, and locomotory activity. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.**, Melbourn, v. 16, p. 351-367, 1965.
- FONTELES-FILHO, A. A. Análise da biologia pesqueira e dinâmica populacional da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), no Nordeste Setentrional do Brasil. **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 19, n. 1/2, p. 1-43, 1979.
- FONTELES-FILHO, A. A. Influência do recrutamento e da pluviosidade sobre a abundância das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille) (Crustacea: Palinuridae), no Nordeste do Brasil. **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 25, p. 13-31, 1986.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Recursos Pesqueiros - biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, n. XV, 1989. 296 p.

- FONTELES-FILHO, A. A. Population dynamics of spiny lobsters (Crustacea: Palinuridae) in Northeast Brazil. *Ciê. Cult.*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2/3, p. 192-196, 1992.
- FONTELES-FILHO, A. A. Spatial distribution of the lobster species *Panulirus argus* and *P. laevicauda* in relation to the distribution of fishing effort, in north and northeastern Brazil. *Ciê. Cult.*, (no prelo).
- FONTELES-FILHO, A. A., IVO, C. T. C. Migratory behavior of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille), of Ceará State, Brazil. *Arq. Ciê. Mar*, Fortaleza, v. 20, n. 1/2, p. 25-32, 1980.
- FONTELES-FILHO, A. A., XIMENES, M. O. C., MONTEIRO, P. H. M. Sinopse de informações sobre as lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille) (Crustacea : Palinuridae), no Nordeste do Brasil. *Arq. Ciê. Mar*, Fortaleza, v. 27, n. 1/2, p. 1-19, 1988.
- FONTELES-FILHO, A. A., SOUZA, A. R., COÊLHO, A. S., XIMENES, M. O. C. Parâmetros técnicos e índices de rendimento da frota lagosteira do estado do Ceará, Brasil. *Arq. Ciê. Mar*, v. 24, Fortaleza, p. 89-100, 1985.
- FOX, W. W. An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Amer. fish. Soc.*, Lawrence, v. 99, n. 1, p. 80-88, 1970.
- FRY, F. E. J. Statistics of a lake trout fishery. *Biometrics*, v. 5, p. 27-67.
- GEORGE, R. W., MORGAN, G. R. Linear growth stages in the rock lobster (*Panulirus versicolor*) as a method for determining size at first physical maturity. *Rapp. P. V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.*, Copenhagen, v. 175, p. 182-185, 1979.
- GEORGE, W. E., MAIN, A. R. The evolution of spiny lobster (Palinuridae): a study of evolution in marine environment. *Evolution*, v. 21, p. 803-820, 1967.
- HERRERA, A. *et al.* Alimentación natural de la langosta *Panulirus argus* en la region de los indios (Plataforma SU de Cuba) y su relacion con el bentos. *Rev. Inv. Mar*, Habana, v. 12, p. 172-182, 1991.
- HERRNKIND, W. F., KANCIRUK, P. Mass migration of spiny lobster, *Panulirus argus*, (Crustacea: Palinuridae): Synopsis and Orientation. In: SCHIMIDT S. K., KEETON, W. *t Animal Migration, Navigation and Homing*, New York, 1978, p 430-439.
- HERRNKIND, W. F., LIPCIUS, R. N. Habitat use and population biology of bahamian spiny lobster. *Gulf. Carib. Fish. Inst. Proc.*, Miami, v. 39, p. 265-278, 1989.

- HERRNKIND, W. F., VANDERVALKER, J., BARR, L. Population dynamics, ecology and behavior of spiny lobster, *Panulirus argus*, of St. John, U. S. Virgin Islands: habitation and pattern of movement. **Sci. Bull. Nat. Hist. Mus. Los Angeles City**, Los Angeles, v.20, p. 31-34, 1975.
- HEYDORN, A. E. F. The rock lobster of the South Africa west coast *Jasus lalandii* H. Milne-Edwards. 2. Population studies, behavior, reproduction, molting, growth and migration. **S. Afr. Div. Sea Fish., Invest. Rep.**, Durban, v. 71, p. 1-52, 1965.
- HEYDORN, A. E. F. Notes on the biology of *Panulirus homarus* and on length-weight relationship of *Jasus lalandii*. **S. Afr., Div. Sea Fish., Invest. Rep.**, Durban, v. 69, p. 1-22, 1969.
- HOWARD, R. K. Fish predators of the western rock lobster (*Panulirus cygnus* George) in a nearshore nursery habitat. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.**, Melbourn, v. 39, p. 307-316, 1988.
- IBAMA. **Relatório da Reunião do Grupo Permanente de Estudos (GPE) da Lagosta**. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, Rio Formoso - Tamandaré, 1993. 73 p.
- IBAMA. **Relatório da Reunião do Grupo Permanente de Estudos (GPE) da Lagosta**. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, Rio Formoso - Tamandaré, 1994. 232 p.
- IDYLL, C. P. Spiny lobster fishery of the Caribbean. **FAO Fish. Rep.**, Rome, v. 2, n. 71, p. 133-148, 1971.
- IVO, C. T. C. Novo estudo sobre o crescimento e a idade da lagosta *Panulirus laeviscauda* (Latreille), em águas costeiras do estado do Ceará (Brasil). **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 29-32, 1975.
- IVO, C. T. C. Dynamics of an exploited population of the Caribbean Red Snapper, *Lutjanus Purpureus* Poey, on the North and Northeast Brazilian coastal waters. Biology Department, Dalhousie University, Halifax, 1981 (Tese de Mestrado).
- IVO, C. T. C. **Biologia, pesca e dinâmica populacional das lagostas *Panulirus argus* Latreille e *Panulirus laeviscauda* Latreille (Crustacea: Palinuridae), capturadas ao longo da plataforma continental do Brasil, entre os estados do Amapá e do Espírito Santo**. São Carlos: Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos, , xiii + 277 p., 1996 (Tese de Doutorado).
- IVO, C. T. C. & GESTEIRA, T. C. V. Potencial reprodutivo das lagostas *Panulirus argus* Latreille e *Panulirus laeviscauda* Latreille

- (Crustacea: Palinuridae), no Nordeste do Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 25, p. 1-12, 1986.
- IVO, C. T. C. & GESTEIRA, T. C. V. Avaliação da fecundidade individual das lagostas *Panulirus argus* Latreille e *Panulirus laevicauda* Latreille. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, 1996 (no prelo).
- IVO, C. T. C., MONTEIRO-NETO & LIMAVERDE, M. E. S. Estrutura da fauna acompanhante na pesca das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille); no estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar*, 1996 (no prelo).
- IVO, C. T. C. & PEREIRA, J. A. Avaliação dos estudos de crescimento e idade das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille), do Norte e Nordeste do Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 1996 (no prelo).
- IVO, C. T. C., COELHO, C. G. N., SILVA, C. D. V. Análise bioeconômica da pesca de lagosta no Nordeste do Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 23, p. 65-73, 1984.
- IVO, C. T. C., VASCONCELOS, E. M. S. & MAGALHÃES, J. A. D. Avaliação dos parâmetros biométricos das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille) na plataforma continental das regiões Nordeste/Sudeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, 1996 (no prelo).
- IZQUIERDO, R. C. *et al.* *ATLAS Biológico-Pesqueiro de la Langosta en el Archipiélago Cubano*, Habana, 125 p., 1987.
- JOHANNES, R. W. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env. Biol. Fish.*, The Hague, v. 3, n. 1, p. 65-84, 1978.
- JOLL, L. M., CROSSLAND, C. J. Calcium uptake by juvenile western rock lobster, *Panulirus cygnus* George, from dietary coralline algae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Amsterdam, v. 66, p. 69-80, 1983.
- JOLL, L. M., PHILLIPS, B. F. Natural diet and growth of juvenile western rock lobsters *Panulirus cygnus* George. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Amsterdam, v. 75, p. 145-149, 1984.
- KANCIRUK, P. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobster), in: COBB, J. S., PHILLIPS, B. F. *The biology and management of lobsters*. London: Academic Press Inc Ltda, 1980, v. 2 Ecology and Management, p. 59-96.
- KANCIRUK, P., HERRNKIND, W. F. Autumnal reproduction in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, Coral Gables, v. 26, p. 417-432, 1976.

- KANCIRUK, P., HERRNKIND, W. F. Mass migration of spiny lobster, *Panulirus argus* (Crustacea: Palinuridae): Population dynamics, environmental correlates and triggering stimuli. **Bull. Mar. Sci.**, Coral Gables, v. 28, p. 601-623, 1978.
- KEMPF, M. *Bionomia bentónica da la costa del Brasil. Memórias del Seminario sobre Ecología y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlantico Sur*, UNESCO, Montevideo, p. 171-184, 1979.
- KHANDKER, N. A. Sponge as a shelter for young spiny lobster. **Trans. Am. Fish. Soc.**, Lawrence, v. 93, pp. 204- , 1964.
- KROUSE, J. S. Maturity, sex ratio, and size composition of the American lobster, *Homarus americanus*, along the Maine coast. **Fish. Bull.**, Long Beach, v. 71, n. 1, pp. 165-173, 1973.
- LARKIN, P. A. A Epitaph for the Concept of Maximum Sustainable Yield. **Trans. Am. Fish. Soc.**, Lawrence, v. 106, n. 1, pp. 1-11, 1977.
- LIPCIUS, R. N. & COBB, J. S. Ecology and fisheries biology of spiny lobsters. In: PHILLIPS, B. S., COBB, J. S. & KITTAKA, J. **Spiny lobsters management**, Cambridge, The University Press, 1994, p. 1-130.
- LIPCIUS, R. N., Edwards, M. L. & Herrnkind, W. F. In situ mating behavior of the spiny lobster *Panulirus argus*. **J. Crust. Biol.**, Lawrence, v. 3 n. 2, p. 217-222, 1983.
- LOESCH, H., LOPEZ, E. Observaciones sobre la langosta de la costa continental del Ecuador. **Boletim Cientifico y Tecnico**, Guayaquil, v. 1, n. 5, p. 1-29, 1966.
- MACDIAMID, A. B. Seasonal change in depth distribution, sex ratio and size frequency of spiny lobster *Jasus edwardsii* on a coastal reef in northern New Zealand. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Halstenbek, v. 70, p. 129-141, 1991.
- MACDONALD, C. D., JAZWINSKI, S. C., PRESCOTT, J. H. Queuing behavior of the Hawaiian spiny lobster *Panulirus marginatus*. **Bull. Mar. Sci.**, Coral Gables, v. 35, p. 111-114, 1984.
- MARX, J. M., HERRNKIND, W. F. Macroalgae (Rhodophyta: Laurencia spp.) as *habitat* for young juvenile spiny lobster *Panulirus argus*. **Bull. Mar. Sci.**, Coral Gables, v.36, p. 423-431, 1985.
- MATTHEWS, J. P. The rock lobster of South West Africa, *Jasus lalandii* (Milne-Edwards). Size frequency, reproduction, distribution, and availability. **S. W. Afr., Mar. Res. Lab., Invest. Rep.**, Durban, n. 7, p. 1-66, 1962.

- MENEZES, J. T. B. **Distribuição espacial da abundância de lagostas do gênero *Panulirus*, no Nordeste do Brasil.** Fortaleza: Departamento de Engenharia de Pesca, UFC, 38 p., 1992 (Dissertação de Graduação).
- MENEZES, M. F. Alimentação de lagostas do gênero *Panulirus* White, na plataforma continental do estado do Ceará, Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA**, VI, 1989, Teresina. Anais. Teresina: Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Piauí, Teresina, 1991, pp. 67-80.
- MESQUITA, A. L. L. , GESTEIRA, T. C. V. Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), na costa do estado do Ceará (Brasil). **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 93-96, 1975.
- MORGAN, G. R. Population dynamics of spiny lobster. In: COBB, J. S., PHILLIPS, B. F. **The biology and management of lobsters.** New York, Academic Press, v. 2, p. 189-217, 1980.
- MOTA-ALVES, M. I., PAIVA, M. P. Frequência de acasalamentos em lagostas do gênero *Panulirus* White (Decapoda, Palinuridae). **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 16, n. 2, p. 61-63, 1976.
- MOTA-ALVES, M. I., TOMÉ, G. S. Estudo sobre as gônadas da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latr.). **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, Fortaleza**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 1966a.
- MOTA-ALVES, M. I., TOMÉ, G. S. Observações sobre a origem e desenvolvimento da massa espermatofórica de *Panulirus laevicauda* (Latr.). **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, Fortaleza**, v. 6, n. 1, p. 99-102, 1966b.
- MOURA, S. J. C. Pesca de lagosta na costa nordestina: I - tipos de covos. **Bol. Est. Pesca, Recife**, v. 2, n. 4, p. 10-11, 1962.
- MOURA, S. J. C. Índícios de sobrepesca de lagostas na área do Pina, Pernambuco. **Bol. Est. Pesca, Recife**, v. 6, n. 2, p. 7-21, 1965.
- MOURA, S. J. C., COSTA, A. F. Considerações sobre a ação predatória das redes de arrasto manual em Pontas de Pedra - PE. **Bol. Est. Pesca, Recife**, v. 6, n. 4, p. 17-19, 1966.
- NASCIMENTO, I. V. Fecundidade da lagosta *Panulirus argus* (Latr.), 1804 na praia de Muriú, costa do Rio Grande do Norte. **Bol. Est. Pesca, Recife**, v. 10, n. 1, p. 21-28, 1970.
- NASCIMENTO, I. V. Reprodução das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latr.) provenientes de desembarques comerciais em Natal, estado do Rio Grande do Norte. Recife:

- SUDENE, Divisão de Recursos Pesqueiros, 1984, p. 25-34 (Série: Brasil: Estudos de Pesca, n. 11).
- NASCIMENTO, I. V. Sobre a reprodução da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latr.). Parte III. Recife: SUDENE, Divisão de Recursos Pesqueiros, 1985a, não paginado. (Série: Brasil: Estudos de Pesca, n. 1).
- NASCIMENTO, I. V. Fecundidade da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latr.) e sua relação com a *P. argus* (Latr.). Recife: SUDENE, Divisão de Recursos Pesqueiros, 1985b, não paginado. (Série: Brasil: Estudos de Pesca, n. 1).
- NASCIMENTO, I. V.; ARAÚJO, M. E. Fecundidade das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latr.), capturadas no litoral do Rio Grande do Norte. Recife: SUDENE, Divisão de Recursos Pesqueiros, 1984, p. 35-43. (Série: Brasil: Estudos de Pesca, n. 11).
- NASCIMENTO, I. V.; TRAVASSOS, I. B.; BORGES, G. A.; BORBA, Z. R.; ARAÚJO, M. E. Determinação dos parâmetros biométricos das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latr.), capturadas no litoral do estado do Rio Grande do Norte. Recife: SUDENE, Divisão de Recursos Pesqueiros, 1984, p. 12-23 (Série: Brasil: Estudos de Pesca, n. 11).
- NEIVA, G. S., MOURA, S. J. C. Sumário sobre a exploração de recursos marinhos do litoral brasileiro: situação atual e perspectivas. Brasília: SUDEPE/PDP, 1977, Série Documentos Opcionais, n. 27.
- PAIVA-FILHO, D. L., ALCANTARA-FILHO, P. Pescarias comerciais de lagostas com redes-de-espera, no estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 41-44, 1975.
- PAIVA, M. P. On the spiny lobster fishing in Ceará. *Bol. Antropologia*, Fortaleza, v. 2, n. 2, p. 63-70, 1958.
- PAIVA, M. P. Recursos básicos da pesca marítima no nordeste brasileiro. *Bol. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará*, Fortaleza, v. 3, p. 1-10, 1961.
- PAIVA, M. P. Algunos problemas de la industria langostera en el Brasil. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 105-112, 1967.
- PAIVA, M. P. Estudo sobre a pesca de lagostas no Ceará, durante o ano de 1967. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 47-64, 1968.
- PAIVA, M. P. Estudo sobre a pesca de lagostas no Ceará, durante o ano de 1968. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza. 9, n. 1, p. 41-55, 1969.

- PAIVA, M. P. Distribuição do esforço e variação da abundância na pesca de lagosta no estado do Ceará. **Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 365-369, 1974.
- PAIVA, M. P. Estudo sobre a pesca de lagostas no Ceará, durante o ano de 1975. **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 16, n. 1, p. 27-30, 1976.
- PAIVA, M. P., COSTA, R. S. Informações sobre as pescas marítimas no estado do Rio Grande do Norte. **Bol. Soc. Cear. Agron.**, Fortaleza, v. 4, p. 25-37, 1963.
- PAIVA, M. P., COSTA, R. S. Tamanho de fêmeas de lagosta em reprodução nas águas costeiras do Ceará. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 3, n. 2, p. 53-56, 1963b.
- PAIVA, M. P., COSTA, R. S. Estudos de biologia da pesca de lagostas no Ceará - Dados de 1964. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 147-171, 1965.
- PAIVA, M. P., COSTA, R. S. Comportamento biológico da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille). **Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 1-6, 1968a.
- PAIVA, M. P., FONTELES-FILHO, A. A. Sobre as migrações e índices de exploração da *Panulirus laevicauda* (Latreille). **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 15-23, 1968.
- PAIVA, M. P., MOURA, S. J. C. Considerações sobre a exportação de caudas congeladas de lagostas. **Bol. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 8, p. 1-17, 1965.
- PAIVA, M. P., BEZERRA, R. C. F., FONTELES-FILHO, A. A. Tentativa de avaliação dos recursos pesqueiros do nordeste brasileiro. **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 11, n. 1, p. 1-43, 1971.
- PAIVA, M. P. *et al.* Pescarias experimentais de lagosta com redes-de-espera, no estado do Ceará (Brasil). **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 121-134, 1973.
- PHILLIPS, B. F., MACMILLAN, D. L. Antenal receptors in *puerulus* and *postpuerulus* stages of the rock lobster *Panulirus cygnus* (Decapoda: Palinuridae) and their potential role in *puerulus* navigation. **J. Crust. Biol.**, Lawrence, v. 7, p. 122-35, 1987.
- PHILLIPS, B. F., COBB, J. S., GEORGE, R. W. General biology. In: COBB, J. S. & PHILLIPS, B. F. **The Biology and Management of Lobsters**. New York, Academic Press, 1980, v. 1, Physiology and Behavior, p. 1-82,
- POLLOCK, D. E. Paleoceanography and specialization in the spiny lobster genus *Panulirus*, in the Indo-Pacific. **Bull. Mar. Sci.**, Coral Gables, v. 51, p. 135-146, 1992.

- PORTO, V. R. Alguns aspectos reprodutivos em gônadas de lagosta do gênero *Panulirus laevicauda* (Latreille). Fortaleza: UFC, Departamento de Engenharia de Pesca, 20 p., 1992 (Dissertação de Graduação).
- RICKER, W. E. Methods of estimating vital statistics of fish populations. *Indiana Univ. Publ. Sci. Ser.* n. 15, 101 p., 1948.
- RICKER, W. E. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, v. 11, p. 559-623, 1954.
- RIOS, G. J. Análises dos caracteres biométricos das lagosta *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille), no estado do Ceará, Brasil., Departamento de Engenharia de Pesca, UFC, Fortaleza, 26 p., 1991 (Dissertação de Graduação).
- ROCHA, C. A. S., MESQUITA, A. L. L. Estudo da concentração do esforço empregado na pesca de lagostas, no estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 131-133, 1974.
- ROLIM, A. E., ROCHA, C. A. S. Biometria de lagostas jovens de gênero *Panulirus* Gray. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 12, n. 2, p. 91-97, 1972.
- SANTOS, E. P., IVO, C. T. C. Crescimento e idade da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), em águas costeiras do estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza: v. 13, n. 1, p. 19-23, 1973.
- SANTOS, E. P., ALCANTARA-FILHO, P. A., ROCHA, C. A. S. Curvas de rendimento de lagosta no estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza: v.13, n. 1, p. 9-12, 1973.
- SANTOS, E. P., COSTA, R. S., MOURA, S. C. M. Growth of the spiny lobster *Panulirus argus* Latreille: quantitative aspect. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza: v. 4, n. 2, p. 42-44, 1964.
- SCHAEFER, M. B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna. Comm.*, v. 1, n. 2, p. 27-56, 1954.
- SILVA, V. R. C. Eficiência de armadilhas na captura de lagosta. *Bol. Est. Pesca*, Recife: v. 5, n. 4, p. 7-27, 1965.
- SILVA, J. R. F., GESTEIRA, T. C. V., ROCHA, C. A. S. Relações morfométricas ligadas à reprodução da lagosta espinhosa, *Panulirus laevicauda* Latreille (Crustácea: Decápoda: Palinuridae) do estado do Ceará - Brasil. *Bol. Téc. Cient.*, Rio Formoso: v. 2, n. 1, p. 59-88, 1994.
- SILVA, S. M. M., CAVALCANTE, P. P. L. Perfil do setor lagosteiro nacional. Brasília: IBAMA (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, n. 12), 1994, p. 1-80.

- SMITH, K. N., HERRNKIND, W. F. Predation on early juvenile spiny lobster *Panulirus argus* Latreille: influence of size and shelter. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, Amsterdam: v. 157, p. 3-18, 1992.
- SOARES, C. N. C. Reproductive season of the Caribbean spiny lobster *Panulirus argus* in the coast of Northern Brazil. **Fishbyte**, Manila: v. 8, n. 3, pp. 27-28, 1990.
- SOARES, C. N. C. **Época de reprodução da lagosta *Panulirus argus* Latreille, no litoral do estado do Ceará, Brasil.** Fortaleza: UFC, Departamento de Engenharia de Pesca (Dissertação de Mestrado), 1994, 119 p.
- SOARES, C. N. C., CAVALCANTE, P. P. L. Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) and smoothtail spiny lobster (*Panulirus laeviscauda*) reproductive dynamics on the Brazilian Northeastern coast. **FAO Fish Rep.**, Rome: n. 327, p. 200-217, 1985.
- SUTCLIFFE, W. E. Some observations on the breeding and migration on the Bermuda spiny lobster, *Panulirus argus*. **Gulf. Caribb. Fish. Invest., Univ. Miami, Poed.** 4, Miami, p. 64-69, 1952.
- TEMPLEMAN, W. Local differences in the life history of the lobster (*Homarus americanus*) on the coast of the Maritime Provinces of Canada. **J. Biol. Board. Can.**, Ottawa, n. 2, p. 41-88, 1936.
- VASCONCELOS, J. A., VASCONCELOS, E. M. S. Determinação de novos parâmetros biométricos das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeviscauda* capturadas no litoral do Rio Grande do Norte. **Bol. Técn. Cient.**, Rio Formoso, v. 2, n. 1, p. 51-58, 1994.
- WILLIAMS, A. B. Lobsters- identification, world distribution, and U.S. trade. **Marine Fisheries Review**, v. 48, n. 2, p. 1-36, 1986.
- YEUNG, C., MCGOWAN, M. F. Differences in inshore - offshore and vertical distribution of phyllosoma larvae of *Panulirus*, *Scyllarus* and *Scyllarides* in the Florida Keys in May and June, 1989. **Bull. Mar. Sci.**, Coral Gables: v. 49, p. 699-714, 1991.
- ZIMMER-FAUST, R. K., SPANIER, E. Gregariousness and sociality in spiny lobster: implications for den *habitation*. **J. Exp. Mar. Biol. Eco.**, Amsterdam: v. 105, p. 57-71, 1987.