

**Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona
Econômica Exclusiva MMA - REVIZEE**

**Análise/Refinamento dos Dados Pretéritos Sobre Prospecção
Pesqueira**

**SÍNTESE SOBRE DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA,
POTENCIAL PESQUEIRO E BIOLOGIA lagosta-vermelha
Panulirus argus (Latreille) e a lagosta-verde *Panulirus laevicauda*
(Latreille) DO NORDESTE DO BRASIL**

ANTÔNIO ADAUTO FONTELES FILHO

**LABOMAR - Universidade Federal do Ceará
Av. da Abolição 13207 Fortaleza CE 60165-081**

Índice

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO	1
CICLO REPRODUTIVO E MATURIDADE SEXUAL	6
CIRCUITO MIGRATÓRIO.....	8
CRESCIMENTO, DIETA ALIMENTAR E LONGEVIDADE	9
ESTRUTURA ETÁRIA E MORTALIDADE	12
POTENCIAL PESQUEIRO	14
Estimativas indiretas da abundância	14
Produção sustentável.....	15
Prognóstico da produção.....	17
Aspectos para estudos futuros.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

SÍNTESE SOBRE DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA, POTENCIAL PESQUEIRO E BIOLOGIA da lagosta-vermelha *Panulirus argus* (Latreille) e a lagosta-verde *Panulirus laevicauda* (Latreille) DO NORDESTE DO BRASIL

Antônio Adauto Fonteles Filho

Caracterização ambiental e área de distribuição

O habitat natural das lagostas, animais gregários, é constituído pelo substrato de algas calcárias bentônicas, formado por algas vermelhas da família Rhodophyceae, principalmente do gênero *Lithothamnium*, com teores de 75-95% de carbonato de cálcio e 4-10% de carbonato de magnésio. Algas verdes da família Chlorophyceae, principalmente dos gêneros *Halimeda*, *Udotea* e *Penicillus*, também fazem parte do sedimento. Todos estes são importantes fornecedores de carbonato de cálcio para o meio ambiente, matéria-prima essencial para a formação do exoesqueleto durante a série de mudas que cada lagosta terá que realizar ao longo do seu ciclo (Fonteles-Filho, 1992). Este substrato incorpora, também, uma certa quantidade de areia e de pequena fração de lama, também calcária, procedentes do processo de sua própria destruição, sendo que o teor de carbonatos no sedimento é sempre superior a 90%.

As algas calcárias constituem a fácies sedimentar dominante entre os Estados do Pará e Rio de Janeiro, numa extensão única do mundo, com cerca de 4.000 km, sem descontinuidade, entre o Rio Pará e Cabo Frio (Coutinho, 1979). Ocupam grande parte da plataforma entre um limite inferior variável em função das condições ambientais e o início do talude continental, e seus organismos se apresentam sob a forma de artículos ramificados livres, de nódulos verrugosos ou arborescentes, com tamanho variável, vivos apenas na sua superfície superior.

A plataforma tem uma largura variável, mas com notável homogeneidade do perfil em toda sua extensão. Em profundidades até 50 m, a superfície é bastante plana, sendo que uma ruptura acentuada do declive se inicia entre 60 e 100 m

(Coutinho & Morais, 1970), característica que explica a concentração do esforço de pesca com covos numa área relativamente estreita, bem como facilita o uso de aparelhos mais frágeis, como as redes, e a coleta manual por mergulho.

A extensa cobertura da plataforma continental na fácies de algas calcárias se deve à escassez de deságüe fluvial, devido à ausência de grandes rios desembocando na mesma, que dá origem a água costeira com alta salinidade. Desse modo, a pluviosidade adquire grande importância como fator de modificação do meio ambiente, principalmente da zona costeira, tanto em termos do teor de salinidade como do suprimento de material orgânico e inorgânico. Fonteles-Filho (1986) verificou que a variação da pluviosidade tem influência sobre o recrutamento, isto é, este tenderia a ser mais intenso nas épocas de menor pluviosidade, nos segundos semestres e existiria uma relação parabólica entre pluviosidade e índice de recrutamento. Com baixa pluviosidade, ocorreria um decréscimo no volume de descarga fluvial com conseqüente redução na quantidade de material orgânico/inorgânico que enriquece a zona bentônica costeira, habitada por pós-larvas e juvenis. Com alta pluviosidade poderia ocorrer uma redução da salinidade a níveis inferiores a de 20‰, valor considerado letal para as lagostas, segundo Mota Alves & Mota (1981).

Dentre esses dois efeitos, a redução da pluviosidade devido a períodos de estiagem parece ter sido o preponderante para a queda do índice de recrutamento em anos posteriores as secas periódicas no Nordeste (Fonteles-Filho, 1986), ratificando a de que estas seriam prejudiciais à produção de lagostas.

As lagostas capturadas na plataforma continental das regiões Norte e Nordeste pertencem ao gênero *Panulirus* White, com três espécies em ordem decrescente de importância: lagosta-vermelha, *P. argus*, lagosta-verde, *P. laevicauda* e lagosta-pintada, *P. echinatus*, esta última de insignificante participação nas pescarias. A participação relativa das duas principais espécies tem sido, em média, de 56,5% e 43,5%, em número, e 70,6% e 29,4%, em peso, com produções máximas sustentáveis de 6,464 t e 2,724 t (Fonteles-Filho, 1997).

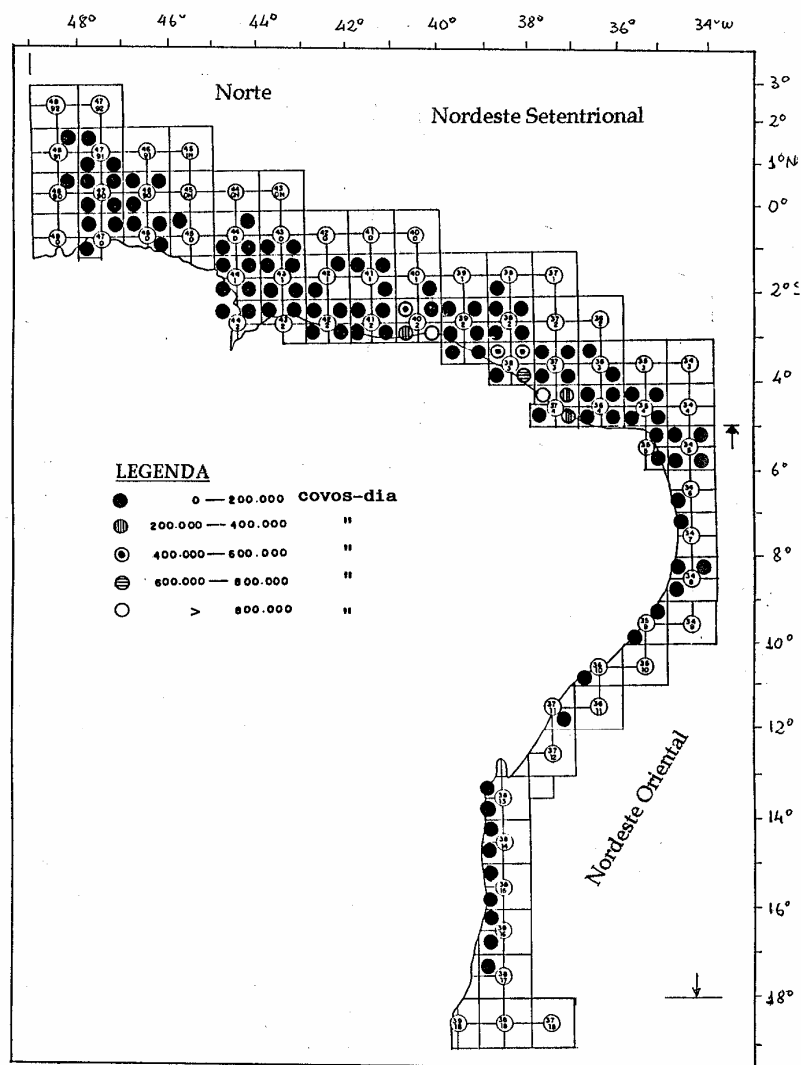
A distribuição espacial das espécies *P. argus* e *P. laevicauda* apresenta uma sobreposição parcial, ambas com que a primeira tem abundância com tendência crescente no sentido perpendicular à costa e atinge seu máximo na faixa de profundidade 41-50 metros, enquanto a abundância da segunda tem seu máximo na faixa de 31-40 metros (Sousa, 1987).

A área total de captura dos estoques de lagosta se distribuiu entre os estados do Amapá e Espírito Santo. Através de registros da atividade pesqueira, por pescadores, armadores e empresas, e pelo sistema de mapas de bordo foi determinado que área de captura foi se estendendo gradativamente ate cobrir atualmente uma superfície de 74.607 km². Tendo em vista que o substrato não é uniformemente distribuído nos diversos blocos geográficos (quadrados com 50 km de lado e superfície de 2.500 km²), a região efetivamente habitada por lagostas deve ser estimada considerando-se as diferentes proporções de área coberta, fato que determina uma redução da abundância de lagostas desde a zona a costeira em direção a zonas mais profundas, como verificado por Fonteles-Filho (1997).

Em função da distribuição das lagostas e das características oceanográficas, a área total de captura) foi dividida em três subáreas: Norte, Nordeste Setentrional e Nordeste Oriental. (**Figuras 1 e 2**).

Subárea Norte (SN)- localiza-se entre 42°W e 48°W, constitui-se de 42 blocos distribuídos nas faixas de profundidade I, II, III e IV, nas seguintes proporções: I = 9 blocos (6,25% de substrato); II = 12 (50 %); III = 11 (25 %); IV = 10 (12,5%), com uma área total de cobertura com algas calcárias de 25.341 km². O substrato desta subárea é caracterizado pela predominância da fácies sedimentar arenosa (Coutinho & Moraes, 1970), onde se destaca a presença de areia, juntamente com material organogênico bastante rico, que favorece principalmente o desenvolvimento de pequenos camarões e moluscos bentônicos. A fácies sedimentar tem sua concentração reduzida em zonas mais afastadas da costa, onde a influência do deságüe fluvial dos grandes rios da região Norte do Brasil já se encontra bastante diminuída. Portanto, a produção de lagosta será, de certo modo, proporcional à area

coberta por este substrato e à probabilidade de a frota pesqueira ter acesso aos indivíduos, provavelmente distribuídos com baixa densidade devido ao tamanho da área total.



1. Distribuição espacial do esforço de pesca anual médio (1974-1989) aplicado sobre os estoques de lagostas no Norte Nordeste do Brasil.

Subárea Nordeste Setentrional (SNS)- está localizada entre 35°W e 41°W, constituída de 44 blocos distribuídos em número de 25, 13, 11 e 3 nas respectivas faixas de profundidade, que apresentam as seguintes proporções estimadas de

cobertura de algas calcárias: I = 65%; II = 20,%; III = 11,25%; IV = 3,755, com uma área total de 26.745 km². O substrato é composto, predominantemente, pela fácies sedimentar algas calcárias, o que explica sua maior produção pesqueira, em função dos seguintes fatores: (a) plataforma continental mais extensa; (b) existência de condições ótimas para a formação e manutenção do substrato de algas calcárias, e para a sobrevivência das lagostas.

Subárea Nordeste Oriental (SNO) - localiza-se entre 5°S e 18°S, estando constituída de 25 blocos geográficos distribuídos nas faixas de profundidade de acordo com os seguintes números, seguidos da proporção de cobertura pelo substrato de algas calcárias: I - 19 blocos (50%); II = 3 blocos (25%); III = 2 blocos (12,5%); IV = 1 bloco (6,25%), com área total de 22.521 km². Nesta subárea predomina o substrato rochoso, com destaque para os recifes coralinos, que se estendem ao longo de todo o litoral. Na sua parte sul, destaca-se o Arquipélago dos Abrolhos, famoso por sua rica biocenose de peixes demersais das famílias Serranidae, Lutjanidae, Sparidae e Carangidae (Neiva & Moura, 1977). A abundância de lagostas parece ser a menor dentre as três subárea, devido aos menor densidade biológica e tamanho da área habitada. Mesmo assim, tem-se desenvolvido desde 1980 uma importante pescaria de lagostas, com predominância da espécie *P. argus* (Cavalcante, 1982; Silva & Cavalcante, 1994).

A distribuição espacial da captura reflete tanto uma relação bioecológica dos indivíduos com o substrato, como as relações interespecíficas, no sentido de que *P. argus* é a espécie dominante, de maior abundância e porte individual e ocupando maior território, principalmente nas subáreas Norte e Nordeste Setentrional, enquanto *P. laevicauda* tem menor porte individual, sendo menos abundante e com menor espaço territorial, de localização mais costeira e habitando principalmente a subárea Nordeste Setentrional.

Ciclo reprodutivo e maturidade sexual

O ciclo de reprodução da lagosta compreende três etapas: (1) acasalamento emparelhado do macho com a fêmea, em contato direto das respectivas regiões ventrais, caracterizado pela presença de massa espermatofórica sobre o esterno da fêmea, após a fecundação; (2) desenvolvimento embrionário, identificado pela presença de ovos aderidos aos pleópodos, característica responsável pela alta taxa de fertilização e que, em parte, explica a resiliência das populações de lagosta à predação pela pesca.; (3) pós-desova, identificada pela presença de restos de massa espermatofórica e ausência de ovos no abdômen.

São espécies ovulíparas, com fecundação interna e desenvolvimento embrionário externo. O período de incubação dura 4-6 semanas, após o qual ocorre a eclosão da filosoma, larva transparente de hábitos pelágicos e fototropismo positivo, que passa por até 11 estágios e chega a 10 meses de idade. Através de metamorfose, a filosoma se transforma em puerulus, pós-larva já com a forma definitiva com 12 meses de idade, que tem inicialmente hábitos pelágicos, passando a pós-puerulus, com hábitos bentônicos após o endurecimento da carapaça, de coloração marrom-avermelhada. A partir desse estágio, já como juvenis (24-36 meses de idade), as lagostas adquirem a coloração típica da espécie e definem as características sexuais. Após atingirem a maturidade sexual, tornam-se adultos (a partir de 36 meses) e reprodutores (a partir de 48 meses) capazes de fechar o ciclo de formação de uma coorte, no período de uma geração.

As lagostas do gênero *Panulirus* têm desovas parceladas individual e populacional. Deste modo, são encontrados indivíduos em reprodução durante todos os meses do ano, devido a essa característica reprodutiva e à grande extensão da área de distribuição. No entanto, existe uma época de maior intensidade reprodutiva: em janeiro-abril e setembro-outubro (*P. argus*) e fevereiro-maio (*P. laevicauda*), segundo Soares & Cavalcante (1985) e Soares (1994). O período de tempo necessário para que a totalidade das fêmeas de uma coorte desove, equivale a 3,3 meses (Fonteles-Filho, 1979). A desova ocorre longe da costa, nas profundidades de 40-50 metros,

num processo que envolve uma migração com elevada componente direcional, à velocidade média de 133 m/dia (Fonteles-Filho & Ivo, 1980).

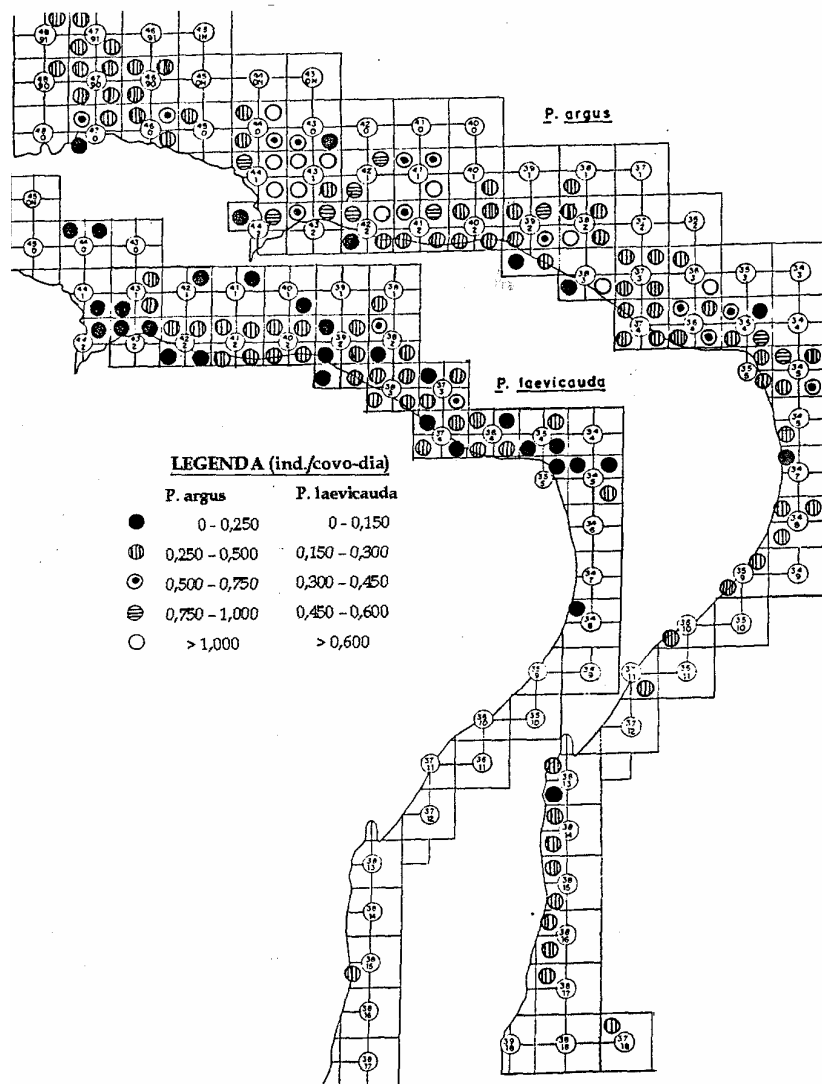


Figura 2. Distribuição espacial da abundância relativa das lagostas *Panilurus argus* e *P. laeviscauda*, no Norte e Nordeste do Brasil

O comprimento médio das fêmeas na primeira maturidade sexual foi estimado em 20,1 cm de comprimento total (CT) e 13,0 cm de cauda (*P. argus* e 17,0 cm CT e 11,0 cm de cauda (*P. laeviscauda*), ressaltando-se que o comprimento da cauda é o

valor utilizado para definir o tamanho mínimo de captura, já que esta é parte realmente comercializada no mercado consumidor.

Ambas espécies apresentam grande fecundidade absoluta e relativa, com valores médios de 294.175 ovos e 630 ovos/g (*P. argus*), e 166.036 e 597 ovos/g (*P. laevicauda*), que confirmam a lagosta-vermelha como a espécie dominante

(Fonteles-Filho,1992). Verifica-se uma predominância numérica de machos no estoque capturável (provavelmente também na população), parecendo indicar que esta decorre da necessidade da realização de vários acasalamentos para assegurar a fecundação da fêmea.

Circuito migratório

O ciclo migratório tem início quando as larvas *filosoma* derivam para a zona costeira, levadas por correntes, prossegue com a descida das pós-larvas *puerulus* para a zona bentônica, após o endurecimento da carapaça, atingem o estágio juvenil nas zonas de criação e se dispersam para as zonas de alimentação. A partir destas, quando se tornam maduros, migram para zonas ainda mais afastadas da costa para realizar a desova, dando início a um novo ciclo com a liberação dos ovos para o meio ambiente.

Em geral, as lagostas realizam, numa mesma fase do ciclo vital, um ou mais dos seguintes tipos de movimento: (1) migração, que consiste de deslocamentos com grande componente direcional e pequena componente aleatória, principalmente entre as zonas de desova (migração genética) e alimentação (migração trófica); (2) dispersão, que consiste de deslocamentos com grande componente aleatória e pequena componente direcional, principalmente na fase de recrutamento, quando os indivíduos se afastam da zona de criação para a zona de alimentação; (3) vagueação, que consiste de deslocamentos de pequena duração e distância, geralmente à procura de alimento e abrigo.

Ao longo do ciclo vital os indivíduos formam grandes grupos que realizam movimentos diários e aleatórios, de curta distância, e movimentos estacionais, de longa distância, em busca de zonas mais adequadas para reprodução (Fonteles-Filho & Ivo, 1980). A maior densidade populacional ocorre principalmente nas partes mais

profundas dos bancos de algas calcárias, formados de pequenos cabeços de até 2 metros de altura e circundados por areia fina e lama, que devem formar seus abrigos diurnos.

As pós-larvas planctônicas (*puerulus*) são levadas para a zona costeira por correntes de maré, em movimento de deriva, onde assumem um hábitat bentônico, e desenvolvem-se até atingir o estágio juvenil. No Estado do Ceará, Rolim & Rocha (1972) observaram que as lagostas habitam os recifes costeiros com comprimento total médio de 6,0 cm CT (0,7 anos) de *P. argus* e 6,5 cm CT (1,9 anos) de *P. laevicauda*, num processo de recrutamento espacial contínuo que tem sua maior intensidade durante os meses de abril a agosto, quando os jovens se dispersam gradualmente desde as áreas costeiras em direção a locais mais afastados da costa e mais profundos. As lagostas adultas encontram nos substratos de algas calcárias e locais próprios para se reproduzir e/ou evitar o estresse devido a variações ambientais mais comuns na zonas de criação (Lipcius & Cobb, 1994).

O padrão sazonal migratório mostra que durante o primeiro e segundo trimestres existe um predomínio da componente direcional do movimento sobre a componente aleatória, com deslocamento do centro de densidade de zonas menos profundas para as mais profundas, num sentido perpendicular à costa. Durante o terceiro e quatro trimestres, o movimento passa a ter um sentido paralelo à costa, com aumento da área total de dispersão dos indivíduos em torno do centro de densidade, com grande componente aleatória devido à predominância da vagueação, associada à procura de alimento em locais na zona costeira onde este é mais abundante (Fonteles-Filho & Ivo, 1980).

Crescimento, dieta alimentar e longevidade

As lagostas são animais omnívoros (preferencialmente carnívoros), oportunistas, que predam sobre presas sedentárias ou de movimentos lentos. Os hábitos alimentares das lagostas são noturnos, motivo por que as pescarias são realizadas à noite, sendo a isca e a forma dos aparelhos-de-pesca (armadilhas e redes)

elementos destacados no processo de captura, pois funcionam como fonte de alimento e de abrigo contra predadores.

A dieta alimentar consiste de moluscos gastrópodos e crustáceos (alimentos essenciais), equinodermos, algas, cnidários e briozoários (alimentos secundários), e esponjas (alimentos ocasionais). A presença de carapaça de lagostas resultantes da ecdise, no conteúdo estomacal, é indício de um processo natural de alimentação e não de canibalismo, como inicialmente se pensava. As duas espécies e ambos os sexos apresentam regime alimentar muito semelhante, com variação apenas na frequência de ocorrência de alguns itens (Fernandes, 1985; Menezes, 1989). A presença de elementos fortemente calcificados na dieta alimentar parece estar relacionada com a carência de carbonato de cálcio, substância muito importante para a formação da exoesqueleto, ao longo do ciclo de muda.

As lagostas apresentam dimorfismo sexual representado pelas seguintes distinções anatômicas: (1) aberturas genitais na base do quinto par de patas, no macho, e do terceiro par de patas, na fêmea; (2) pleópodos duplos na fêmea; (3) presença de uma quela na extremidade do quinto par de patas da fêmea, para o rompimento da massa espermatofórica depositada no esterno. Apresentam, também, dimorfometria sexual, determinada basicamente pela condição reprodutiva: (1) o macho tem o cefalotórax e o terceiro par de patas (utilizado no acasalamento) mais longos; (2) a fêmea apresenta maior abdômen por ser esta a parte em cujos pleópodos fica aderida externamente a massa de ovos para incubação, característica que as torna economicamente mais importantes, pois sua cauda tem 2,6% de peso a mais que a do macho; (3) o macho tem menor comprimento total mas pesa mais devido ao maior comprimento do cefalotórax, que corresponde a 2/3 do peso individual (Paiva, 1960; Silva *et al.*, 1994).

Considerando-se que a fecundação é externa, verifica-se uma nítida demarcação entre os períodos de reprodução e crescimento, os quais se alternam regularmente: durante a época de maior intensidade de desova (janeiro-abril), verificam-se baixas frequências de fêmeas em muda e, após a mesma, de maio a agosto, ocorre a fase de mais rápido crescimento.

Apesar do desenvolvimento descontínuo, devido à ocorrência de curtos períodos de muda e longos períodos de intermuda, é possível a aplicar modelos de crescimento contínuo, em função do artifício de se considerar que os indivíduos apresentam um intervalo constante de crescimento entre períodos de intermuda sucessivos, que correspondem aos meses de fevereiro-junho e setembro-janeiro (Fonteles-Filho, 1979). Deste modo, pode-se apresentar as seguintes equações de crescimento em comprimento total (cm), para ambos sexos agrupados, já que, segundo Ivo (1996), não há diferença significativa entre as respectivas taxas de crescimento:

$$Panulirus argus : CT_t = 43,8 (1 - e^{-0,163t});$$

$$Panulirus laevicauda: CT_t = 38,0 (1 - e^{-0,171t})$$

transformadas em equações de crescimento em peso (g):

$$Panulirus argus : W_t = 3.163 [(1 - e^{-0,163t})]^{2,91}$$

$$Panulirus laevicauda: W_t = 1.805 [(1 - e^{-0,171t})]^{2,70}$$

através das seguintes relações alométricas peso/comprimento:

$$Panulirus argus : \ln W = - 9,64 + 2,91 \ln CT$$

$$Panulirus laevicauda: \ln W = - 8,54 + 2,70 \ln CT$$

As lagostas se encontram no quarto nível trófico da cadeia alimentar, são espécies de ciclo longo, tendo como característica uma taxa de crescimento apenas mediana. A lagosta-vermelha cresce mais lentamente, mas atinge um maior comprimento máximo que a lagosta-verde, apresentando as seguintes taxas anuais de crescimento, em termos absoluto e relativo: 2,6 cm/ano e 24,4%/ano (vermelha), e 2,4 cm/ano e 25,7%/ano (verde). Os valores da longevidade no estoque capturável e no ciclo vital são os seguintes: 13,9 anos e 37,3 anos (*P.argus*), e 12,5 anos e 34,7 anos (*P.laevicauda*).

Estrutura etária e mortalidade

O estoque capturável é composto de indivíduos nos grupos-de-idade de II-XIV anos (*P. argus*) e de II-XII anos (*P. laevicauda*) e correspondes faixas de 11,4 - 39,3 cm CT e 10,1 - 33,5 cm CT. Em *P. argus*, os grupos-de-idade IV-VI anos (22,8-28,6 cm CT), recém -adultos, foram predominantes no início da exploração, quando os estoques virgens eram constituídos principalmente por indivíduos de maior porte. No período seguinte 1972/79 foram predominantes os grupos-de-idade II-III anos (14,7-19,0 cm CT), juvenis, devido à intensificação do esforço, e conseqüente estado de sobrepesca no período 1974/79. Quanto a *P. laevicauda*, os grupos-de-idade II-III anos (13,2 – 17,1 cm CT) formados por indivíduos jovens, sempre foram predominantes, numa proporção média de 63,9%, por ser a espécie mais vulnerável aos vários tipos de aparelhos-de-pesca, com destaque para a rede-de-espera e a coleta manual por mergulho, tendo em vista sua distribuição mais costeira e menor área total de distribuição (Fonteles-Filho, 1992 e 1994).

A participação de jovens na captura ocorre durante todo o ano, mas com maior intensidade no segundo (*P. argus*) e terceiro (*P. laevicauda*) trimestres. A aparente ausência de sincronismo na entrada de recrutas para o estoque capturável resulta de estratégia populacional para evitar a competição direta entre os jovens das duas espécies por espaço e alimento.

Trabalho realizado por Fonteles-Filho (1979) mostra que, de cada fêmea em reprodução, sobrevivem três indivíduos para chegar à idade média de captura, e que do potencial reprodutivo de 1 milhão de ovos, sobrevivem 25 indivíduos para atingir a idade adulta.

No período 1965-1990 os estoques de *Panulirus argus* estiveram submetidos aos seguintes valores médios dos coeficientes instantâneos de mortalidade e respectivas taxas relativas: total (Z): 1,212 e 70,2%, natural (M): 0,375 e 21,7% e por pesca (F): 0,837 e 48,5% e os de *Panulirus laevicauda*: total: 1,336 e 73,7%, natural: 0,394 e 21,7%, por pesca: 0,942 e 52,0% (Fonteles Filho, 1994). A mortalidade das lagostas é bastante elevada, tanto aquela causada por fatores naturais (principalmente predação) como aquela causada pelos aparelhos-de-

pesca, que atuam também com grande capacidade predatória, estimulada pela intensa demanda comercial por produtos de grande valor econômico. Isto significa que, de 100 indivíduos do estoque disponível de *P. argus* apenas 30 lagostas sobreviverão, sendo que 22 morrerão por causas naturais, e 48 serão capturadas pelos diversos métodos de pesca com covão, rede, cangalha e coleta manual por mergulho. Do mesmo modo, para *P. laevicauda*, de 100 indivíduos apenas 26 lagostas sobreviverão, sendo que o restante morrerá por causas naturais (22 lagostas) e pela pesca (52 lagostas).

Ao longo do ciclo vital, a população de ambas as espécies esteve sujeita a taxas variáveis de mortalidade por pesca, sendo os grupos-de-idade III-V anos submetidos à maior predação pela pesca, por serem compostos de indivíduos recém-integrados ao estoque capturável e terem, obviamente, a maior biomassa disponível para captura. Esses dados se refletem no coeficiente de capturabilidade (q), com média de 0,48 e valores de 0,16, 0,90 e 0,34 nas subáreas Norte, Nordeste Setentrional e Nordeste Oriental (Menezes, 1992). Nota-se que o valor de q está muito próximo da estimativa da taxa de exploração, principalmente da espécie *P. argus* (48,5%).

O esforço de pesca se distribui homogeneamente ao longo da costa (**Figura 1**), mas tende a se concentrar na faixa de profundidade até 40 metros, com tendência decrescente à medida que as zonas de pesca se tornam mais distantes da costa, confirmando a compatibilização espacial entre intensidade de pesca e densidade populacional (Fonteles-Filho, 1997). Deve-se ressaltar a ocorrência de um aporte crescente de embarcações de pequeno porte (tanto motorizadas como a vela), o que contribui para a concentração das pescarias em zonas da plataforma continental interna. Das duas espécies, *P. laevicauda* é, certamente, a mais vulnerável pois está mais sujeita à ação de todos os tipos de aparelho-de-pesca, com destaque para a rede-de-espera e a coleta manual, tanto mais eficientes quanto mais próximas as zonas de pesca (Silva, 1998). Isto explica o maior valor da taxa de exploração, fato confirmado pelos valores do Índice de Concentração do esforço, $I_g = 0,80$ (*P. argus*) e $I_g = 1,23$ (*P. laevicauda*), segundo Fonteles-Filho (1997).

O aumento do esforço de pesca não resultou em crescimento proporcional da captura e, conseqüentemente, produziu uma redução na abundância relativa. No entanto, ao longo do período 1965/94, foram identificados, pelo menos, três períodos de sobrepesca, que devem ter sido determinados pela saturação temporária da área de pesca. A recuperação do estoque pode ter as seguintes benefícios: (a) redução da mortalidade, com a redução da intensidade de pesca pela diluição do esforço numa área de maior superfície; (b) estabilidade do recrutamento determinado pela diversificação espacial das áreas de desova, que são distribuídas ao longo de toda a área de pesca.

Sendo as lagostas espécies de ciclo longo, estão sujeitas principalmente à sobrepesca do crescimento. Em outras palavras, o período crítico se localiza na fase jovem, que deve ser mais protegida que a fase reprodutiva. Ficou evidenciada a dependência entre a mortalidade na fase jovem e o potencial reprodutivo, isto é, o aumento do número de fêmeas e/ou da fecundidade determina uma redução do número de recrutas. Por outro lado, existe uma relação curvilínea semi-parabólica entre estoque reprodutor e recrutamento, significando que a partir de estoque reprodutor ótimo, as fêmeas em reprodução podem ser capturadas sem qualquer prejuízo para a população e com a vantagem adicional de contribuírem para o volume de captura e a receita econômica gerada com sua comercialização.

Potencial pesqueiro

Estimativas indiretas da abundância

O Brasil é o terceiro maior produtor de lagostas espinhosas (após Austrália e Cuba) e o maior produtor da espécie *P. laevicauda*, cuja distribuição praticamente se resume à costa brasileira (Baisre & Alfonse, 1994). A lagosta-vermelha é a espécie predominante em tamanho em número de indivíduos (57%) e biomassa (71%), tendo distribuição mais ampla e atingindo maior profundidade do que a lagosta-verde, que se concentra na plataforma interna.

A distribuição espacial da abundância, a exemplo do esforço de pesca, também não é homogênea, repetindo a tendência de concentração nos blocos

geográficos imediatamente adjacentes à linha de costa. A distribuição temporal da abundância também não é uniforme ao longo do ano, registrando-se uma interação “área x tempo” resultante da interdependência das funções biológicas e dos padrões de dispersão (Fonteles-Filho, 1997).

A primeira estimativa da abundância relativa das lagostas data de 1964, com 8,4 ind./covo-dia (3,536 kg/covo-dia), dando início a uma série temporal de valores da CPUE com tendência decrescente até os anos mais recentes. Analisando-se a série histórico do período 1965/94, pode-se identificar três fases, que podem ser interpretadas como resultante da variação do esforço de pesca em termos de quantidade de aparelhos e poder relativo de captura e da expansão da área de pesca: **Fase 1** – estende-se de 1965 a 1971, com médias anuais do esforço de pesca de $9,4 \times 10^6$ covos-dia e CPUE de 0,806 kg/covo-dia, caracterizada por uma redução lenta da produtividade, com taxa de 31,8% entre os anos extremos, quando comparada com a brusca elevação do esforço de pesca (531,9%). Segue-se a **Fase 2** (1972/79), caracterizada por grande estabilidade do esforço de pesca e CPUE, com variações entre anos de 24,4% e 0,1%, com respectivos e valores médios de $24,3 \times 10^6$ covos-dia e 0,331 kg/covo-dia. **Na Fase 3**, no período 1980/94, acentuam-se as tendências crescente do esforço (variação de 163,6%) e decrescente da CPUE (60,9%), cujos valores médios foram $43,0 \times 10^6$ covos-dia e 0,194 kg/covo-dia (Ivo, 1996).

Produção sustentável

As estimativas da produção máxima sustentável, esforço ótimo e CPUE máxima sustentável foram obtidas através do modelo exponencial de Fox (1970), por ter este produzido o maior coeficiente de correlação ($r = - 0,953$; $P < 0,01$) entre CPUE (espécies em conjunto) e esforço de pesca. Por outro lado, tendo em vista as diferenças observadas na composição das fácies sedimentares da plataforma continental (que refletem variações ambientais), as bandas de produção sustentável estimadas para as subáreas Norte, Nordeste Setentrional e Nordeste Oriental refletem a interação da estratégia de pesca com fatores oceanográficos. A **Tabela I** mostra os resultados obtidos, segundo Paiva (1997).

Tabela I – Bandas de produção e produtividade sustentáveis (CPUE) da lagostas *P. argus* e *P. laevicauda*.

Subárea	Produção sustentável (t)		
	<i>P. argus</i>	<i>P. laevicauda</i>	Total
Norte	1.130	200	1.531
Nordeste Setentrional	3.537	1.582	5.119
Nordeste Oriental	2.326	482	2.808
ÁREA TOTAL	6.706	2.744	9.468

Da produção máxima sustentável para toda a área de captura (9.468 t) , *P. argus* participa com 6.706 t (70,8%) e *P. laevicauda*, com 2.744 t (29,2 %). Apesar de as pescarias não estarem dirigidas para uma determinada espécie, o esforço que gera a produção sustentável mostrou-se maior para *P. argus*, nas três subáreas, principalmente no Nordeste Oriental, onde esta espécie recebeu o dobro do esforço recebido por *P. laevicauda*. Os motivos que determinam esta diferença podem ser os seguintes: (a) a espécie *P. argus* tem distribuição mais ampla, de modo que o esforço está presente num maior número de blocos onde se registra captura; (b) *P. laevicauda* é mais vulnerável à pesca, por ser mais concentrada, de modo que, relativamente, menos esforço de pesca é necessário para produzir a captura máxima sustentável; por exemplo, dos 111 blocos em que se registrou captura, esta espécie esteve presente em, apenas, 26 blocos (62%) na subárea Norte (SN), 39 blocos (88%), na subárea Nordeste Setentrional (SNS) e 11 blocos (44%), na subárea Nordeste Oriental (SNO).

As participações relativas da produção sustentável e do esforço ótimo (E_{ot}), por subárea, foram as seguintes: **SN** = 1.531 ton. (16,2%) e 3.432.735 covos-dia (13,1%); **SNS** = 5.119 ton. (54,1 %) e 14.501.416 covos-dia (55,2%); e **SNO** = 2.808 ton. (29,7 %) e 8.332.344 covos-dia (31,7%). Quanto à participação das espécies na geração desta produção, temos os seguintes valores por subárea: **SN** = 86,9 % e 13,1%; **SNS** = 69,1% e 30,9%; **SNO** = 82,8% e 17,2% (Paiva, 1997).

Pelo método da Análise de Coortes, a biomassa instantânea de lagostas é de 25.701 t, sendo 18.233 t de *P. argus* e 7.468 t de *P. laevicauda*. Destas, pode-se chegar a uma produção máxima sustentável de 10.280 t, considerando-se que o a biomassa do estoque disponível para captura equivale à metade desse valor, e que a probabilidade de captura pelos aparelhos-de-pesca é de 80%. Essa estimativa se aproxima razoavelmente daquelas determinadas pelos modelos logístico (9.309 t) e analítico (9.818 t).

Considerando-se que a fase de estabilidade na produção de lagostas ocorreu no período 1972/79, quando a CPUE média anual (0,331 kg/covo-dia) se aproxima da CPUE máxima sustentável (0,376 kg/covo-dia), foi a partir de 1980 que as populações de lagostas passaram a sofrer um estado crônico de sobrepesca, com produções anuais quase sempre abaixo da PMS. Isto significa a perda da capacidade de repor a biomassa retirada pela pesca, de modo que o sistema de exploração tem-se mantido razoavelmente em operação apenas em função da grande área de captura, em constante expansão. No entanto, a partir de 1996, nota-se um agravamento desta situação, pois os níveis de produção e produtividade apresentados nas estatísticas de captura (ainda não processadas) indicam uma queda drástica na capacidade de auto-renovação dos estoques.

Prognóstico da produção

A temperatura da superfície do mar (TSM) é considerada como o principal fator ambiental determinante de variações na produção, podendo ser utilizado no processo de prognóstico do volume de captura. Os resultados obtidos por Viana & Peris (MS) e Vianna *et al.* (MS), a partir de modelagem matemática, mostram que a produção anual de lagostas no Brasil segue uma tendência senoidal (**Figura 3**), podendo ser prognosticada a partir do conhecimento de informações sobre a TSM. A tabela abaixo apresenta valores da produção anual projetados para o período 1994-2003, podendo-se notar uma semelhança razoável com valores reais para o período 1990-1997, o que certamente atribui credibilidade às projeções feitas com base no modelo utilizado.

Palinurus argus e P. laeivcauda

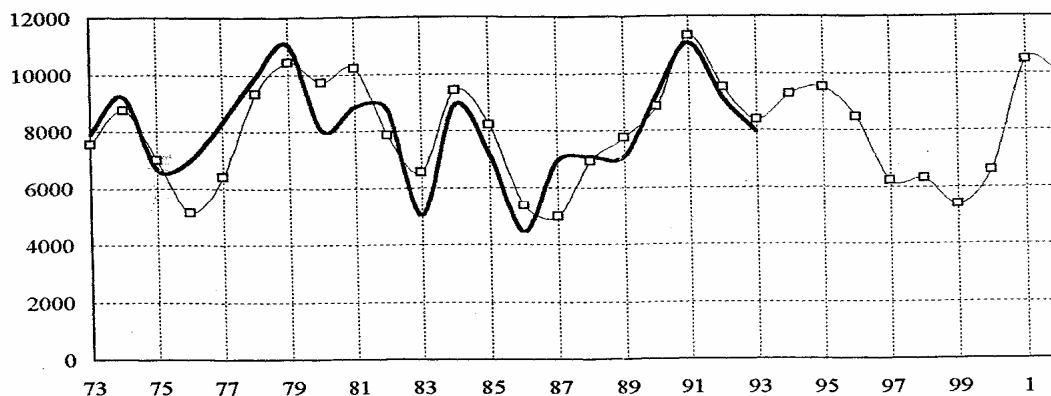


Figura 3. Volumes de captura real (1973-1993) e prognosticada (1994-2002) de lagostas, no Norte e Nordeste do Brasil (segundo Vianna et al. MS)

Aspectos para estudos futuros

- **Revisão do sistema de amostragem biológica dos desembarques**, que tem como objetivos determinar a estrutura de comprimento da população e estimar parâmetros relacionados com a reprodução. Tendo em vista a imposição de um tamanho mínimo legal de captura, pelo IBAMA, a captura desembarcada nos locais de amostragem já chega pré-selecionada em relação ao segmento considerado “ilegal”, gerando um grande vício positivo na estimação dos parâmetros de tendência central (média, moda e mediana) e, por extensão, nos parâmetros de dispersão (variância, desvio padrão e coeficiente de variação). A estimação dos parâmetros da dinâmica populacional (crescimento, recrutamento e mortalidade) vem sendo também afetada.
- **Reestruturação do sistema de mapas de bordo**, imprescindível para a obtenção de dados sobre a quantificação e distribuição (espacial e temporal) das abundâncias absoluta (produção) e relativa (CPUE), e do esforço de pesca.

- **Implantação de um “calendário de pesca” visando à** organização global das atividades pesqueiras (independentemente de serem de grande-escala ou de pequena-escala), em que os recursos de peixe seriam considerados tão importantes como os recursos de lagosta, atualmente capturados principalmente por processos artesanais. Portanto, o estabelecimento do defeso deve considerar a possibilidade de sua coincidência com um período anual em que os recursos de peixe sejam mais abundantes e/ou disponíveis para captura.

- **Implantação de um sistema de ordenamento regionalizado da pesca da lagosta**, em quatro áreas administrativas: Área I - Estados do Pará e Maranhão (sede: São Luís); Área II - Estados do Piauí, Ceará e R.G. do Norte (sede: Fortaleza); Área III - Estados de Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (sede: Recife); Área IV - Estados da Bahia e Espírito Santo (sede: Ilhéus). Nessas áreas seria feito o controle dos desembarques (dados sobre produção e esforço), amostragem biológica e administração da pesca, dentro de uma metodologia padronizada.

- **Implementar de medidas regulatórias diferenciadas** em termos de valores e época do ano, guardadas as peculiaridades regionais e dentro de um processo gradual de adaptação das diversas frotas e métodos de captura (covo, rede-de-espera, cangalha, captura manual por mergulho), buscando uma racionalização do processo de acordo com as características locais dos “grupos populacionais” e as alternativas de exploração de outros recursos pesqueiros.

Referências Bibliográficas

- Baisre, J.A. & Alfonse, I., 1994. Late stage larvae of *Panulirus guttatus* (Latreille, 1804) (Decapoda, Palinuridae) with notes on the identification of phyllosoma of *Panulirus* in the Caribbean Sea. *Crustaceana*, 6(1): 25-34.
- Coutinho, P.N., 1979. Ecología bentónica y sedimentación de la plataforma continental del atlántico sur, p. 415-421, in Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación, UNESCO, Montevideo.
- Coutinho, P.N. & Morais, J.O., 1970. Distribución de los sedimentos, em la plataforma continental norte y nordeste del Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, 10(1): 79-90, 3 figs.
- Cavalcante, P.P.L., 1982. A pesca da lagosta no litoral sul do Estado da Bahia. *Pesca e Aquicultura*, Brasília, (12): 2-3.
- Fernandes, L.M.B., 1969. Sobre a alimentares da lagosta *Panulirus argus* (Latreille) 1804-I. Estágio juvenil. *Bol. Est. Pesca*, Recife, 9(1): 23-33.
- Fernandes, L.M.B., 1972. Sobre a alimentares da lagosta *Panulirus argus* (Latreille) 1804-II. Estágio pós-pnerulus e adulto. *SUDENE, Bol. Est. Pesca*, Recife, (1): 7-17.
- Fonteles-Filho, A.A., 1979. Biologia pesqueira e dinâmica populacional da Lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), no Nordeste setentrional do Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 19(1/2): 1-43.
- Fonteles-Filho, A.A., 1986. Influência do recrutamento e da pluviosidade e abundância das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latreille), no Nordeste do Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 25: 13-31.
- Fonteles-Filho, A.A., 1992. Population dynamics of spiny lobsters (Crustacea:Palinuridae) in Northeast Brazil. *Ciência e Cultura*, 44:192-196
- Fonteles-Filho, A.A., 1994. A pesca predatória de lagostas no Estado do Ceará: causas e consequências. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, 2(1): 107-131
- Fonteles-Filho, A.A., 1994. State of the lobster fishery in North-east Brazil, p. 108-118, in Phillips, B.F.; Cobb, J.S. & Kittaka, J. (eds.), *Spiny lobster management*. Fishing News Books, 550 p., Oxford.
- Fonteles-Filho, A.A., 1997. Spatial distribution of the lobster species *Panulirus argus* and *P. laevicauda* in northern and northeastern Brazil in relation to the distribution of fishing effort. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 49 (3): 172-176
- Fonteles-Filho, A.A. & Ivo, C.T.C., 1980. Comportamento migratório da lagosta *Panulirus argus* (Latreille), em frente ao Estado do Ceará, Brasil. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29(2): 173-176.
- Fonteles-Filho, A.A. & Maia, L.R.E., 1987. *Estudo da dinâmica populacional da lagosta Panulirus laevicauda (Latreille), pelo método da Análise de Coortes, no Nordeste do Brasil*. Anais do V Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Fortaleza.

- Fonteles-Filho, A.A., Ximenes, M.O.C. & Monteiro, P.H.M., 1988. Sinopse de informações sobre as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latreille), no Nordeste do Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 27: 1-19.
- Ivo, C.T.C., 1975. Novo estudo sobre o crescimento e idade da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), em águas costeiras do Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 15(1): 29-32.
- Ivo, C.T.C., 1996. *Biologia, pesca e dinâmica populacional das lagostas Panulirus argus e Panulirus laevicauda (Latreille) (Crustacea; Palinuridae), capturados ao longo da plataforma continental do Brasil, entre os Estados do Amapá e Espírito Santo*. Tese de Doutorado apresentado ao programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, 279 p., São Carlos.
- Ivo, C.T.C. & Gesteira, T.C.V., 1986. Potencial reprodutivo das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latreille) (Crustacea; Palinuridae), no Nordeste do Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 25: 1-12.
- Lipcius, R.N. & Cobb, J.S., 1994. Introduction: ecology and fisheries of spiny lobsters, p. 1-30, in Phillips, B.S.; Cobb, J.S & Kittaka, J. (eds.), *Spiny lobster management*. Fishing News Books, 550 p., Oxford.
- Menezes, M.F., 1989. Alimentação da lagosta do gênero *Panulirus* White, na plataforma continental do Ceará, Brasil, pp. 67-80, in Anais do VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 273 p., Teresina.
- Mota, M.I. & Mota, R.V.C., 1981. *Sobre a influência das variações de salinidade em Panulirus laevicauda (Latreille) (Decapoda:Palinuridae)*, p. 299-309, in Seminários de Biologia Marinha, Rio de Janeiro.
- Neiva, G.S. & Moura, S.J.C., 1977. Sumário sobre a exploração de recursos marinhos do litoral brasileiro: situação atual e perspectivas. *PDP/SUDEPE, Doc. Téc.*, (37): 1-48.
- Paiva, M.P., 1960. Dimorfismo sexual observado em relações de peso e comprimento da lagosta *Panulirus argus* (Latreille). *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 20(1): 51-62
- Paiva, M.P.; Bezerra, R.C.F. & Fonteles-Filho, A.A., 1971. Tentativa de avaliação dos recursos pesqueiros do Nordeste brasileiro. *Arq. Ciên. Mar*, 11 (1): 1-43
- Paiva, M.P. *Et Al.*, 1973. Pescarias experimentais da lagosta com redes de espera, no Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 13(2): 121-134.
- Paiva Filho, D.L. & Alcântara Filho, P., 1975. Pescarias comerciais de lagostas com redes de espera, no Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 15(1):41-44.
- Rolim, A.E. & Rocha, C.A.S., 1972. Biometria de lagostas jovens do gênero *Panulirus* Gray. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 12(2): 91-97.

- Santos, E.P. & Ivo, C.T.C., 1973. Estimação de medidas de mortalidade da lagosta *Panulirus argus* (Latreille), em águas costeiras do Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 13(1): 57-60.
- Santos, E.P.; Alcântara Filho, P. & Rocha, C.A.S., 1973. Curvas de rendimento de lagostas no Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 13(1): 9-12.
- Silva, J.R.F.; Gesteira, T.C.V. & Rocha, C.A.S., 1994. Relações morfométricas ligadas à reprodução da lagosta espinhosa, *Panulirus laevicauda* (Latreille) do Estado do Ceará. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, 2(1): 59-88
- Silva, S.M.M.C., 1998. *Pescarias de lagosta no Estado do Ceará: características e rendimento*. Dissertação de Mestrado apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 126 p., Fortaleza.
- Silva, S.M.M.C. & Cavalcante, P.P.L., 1994. Perfil do setor lagosteiro nacional. *IBAMA, Est. Pesca*, Brasília, (12): 1-80.
- Soares, C.N.C., 1994. *Época de reprodução da lagosta Panulirus argus (Latreille), no litoral do Estado do Ceará, Brasil*. Tese de Mestrado apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 119 p., Fortaleza.
- Soares, C.N.C. & Cavalcante, P.L.L., 1985. Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) and smoothtail spiny lobster (*Panulirus laevicauda*) reproductive dynamics on the Brazilian northeastern coast. *FAO Fish. Rep.*, (327): 200-217.
- Soares, C.N.C.; Fonteles-Filho, Aa. & Gesteira, T.C.V., 1998. Reproductive dynamics of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) off northeastern Brazil (Crustacea : Palinuridae) – *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 58(2): 181-191
- Soares, W. J. M., 1987. Experimento com redes de espera para lagostas. Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste CEPEME.
- Sousa, M.J.B., 1987. Distribuição espacial e relação interespecífica das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no Nordeste do Brasil. Tese de Graduação apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 33 p., Fortaleza.
- Vasconcelos, J.A. *Et Al.*, 1994. Captura por unidade de esforço dos diferentes métodos de pesca empregados na pesca lagosteira do R. G. do Norte (Nordeste-Brasil). *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, 2(1): 133-153
- Vianna, M.L. & Peris, C.M.F., Ms. Climatic driving of spiny lobster catches in Northeast Brazil, 23 p., São José dos Campos.
- Vianna, M.L.; Pedras, G.H.J.; Peris, C.M.F. & Servain, J.M., Ms. Climatic driving and prediction of spiny lobster catches in Northeast Brazil, 46 p., São José dos Campos.