

CICLOS DE PRODUÇÃO E CAPACIDADE DE CARGA DOS ESTOQUES DE LAGOSTAS DO GÊNERO *Panulirus* NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Production cycles and carrying capacity of spiny lobsters, *Panulirus* spp., stocks on the continental shelf of Ceará State, Brazil

Antonio Aduato Fonteles-Filho¹, Maria Socorro Sobral Guimarães²

RESUMO

A pesca de lagostas foi avaliada quanto aos ciclos históricos de produção, produtividade do substrato de algas calcárias como habitat das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, e sua capacidade de carga e produção instantânea. O material de análise consistiu da série histórica de dados sobre produção, esforço de pesca e CPUE, no Estado do Ceará, de 1974 a 1995. A atividade pesqueira passou por quatro fases: Desenvolvimento, Aceleração, Estabilização e Depleção e, atualmente, se encontra nesta última, caracterizada por: (a) tendência de decréscimo da produção, elevadas taxas positivas de crescimento do esforço ($b = 1.814$ e $G = 4,1\%/ano$) e taxas negativas de crescimento da CPUE ($b = - 0,0387$ e $G = - 3,7\%/ano$). O Estado do Ceará constitui-se no maior produtor e exportador de lagostas do Brasil, em função de características ambientais muito favoráveis ao crescimento e sobrevivência das lagostas. A plataforma continental, com 48,1% de cobertura pelo substrato de algas calcárias com uma área superficial de 23.088 km² (27,6% do total), contém 43,5% da capacidade de carga (7.301.335 kg) e 42,9% da produção instantânea de biomassa (7.398.883 kg), com densidade de 316,3 kg/km². As espécies *P. argus* e *P. laevicauda* participam da capacidade de carga com 68,9% e 31,1%, sendo a primeira mais abundante em áreas mais afastadas da costa, a partir da isóbata de 30 m. A capturabilidade é de 55,6%, e a intensidade de pesca e densidade ótimas são 5,1 covos/ha e 9,1 ind./ha.

Palavras-chaves: lagostas do gênero *Panulirus*, ciclos de produção, capacidade de carga, produção instantânea, Estado do Ceará.

ABSTRACT

The lobster fishery was assessed as to its historical production cycles, suitability of the calcareous algae substrate for the species *Panulirus argus* and *Panulirus laevicauda*, and their carrying capacity and standing stock. The main source of information was the long series of data on yield, fishing effort and catch per unit effort in Ceará State, from 1974 to 1995. The fishing activity went through the phases of Development, Acceleration, Stabilization and Depletion and, in recent years, it is showing all features of the latter one, such as downward trend of production, positive growth rates of fishing effort ($b = 1,814$ and $G = 4.1\%$ per year) and negative growth rates of catch per unit effort ($b = - 0.0387$ and $G = - 3.7\%$ per year). The continental shelf off Ceará State is endowed with outstanding environmental conditions for the calcareous algae substrate to be formed and make up the ideal habitat for tropical spiny lobsters. This region holds 27.6% (23,088 sq km) of the total area, 52.3% of the catch, 43.5% (7,301,355 kg) of the carrying capacity and 42.9% (7,398,883 kg) of the standing stock. Species *P. argus* and *P. laevicauda* have 68.9% and 31.1% of the overall biomass, the former being more abundant from the 30-m isobath onwards. Catchability is 55.6%, and optimum fishing intensity and density rates are 5.1 individuals/ha and 9.1 individuals/ha.

Keywords: spiny lobsters of genus *Panulirus*, production cycles, carrying capacity, standing stock, Ceará State (Brazil).

¹ Bolsista-Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no Instituto de Ciências do Mar, Av. da Abolição, 3207 CEP: 60165-081, Fortaleza, CE.

² Engenheira de Pesca, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará.

INTRODUÇÃO

Os recursos lagosteiros do Brasil são constituídos por três espécies do gênero *Panulirus* (*P. argus*, *P. laevicauda* e *P. echinatus*) e uma espécie do gênero *Scyllarides* (*S. brasiliensis*). As duas primeiras perfazem cerca de 90% da produção, e sua relação interespecífica média tem sido 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, em peso inteiro (Paiva, 1997). No entanto, as outras espécies vêm tendo representação cada vez maior nas capturas, talvez em decorrência da depleção dos estoques daquelas mais visadas pela frota pesqueira.

O habitat natural das lagostas apresenta grande estabilidade das condições hidrológicas, caracterizadas pela ocorrência de baixo a médio índices de produtividade e pelo equilíbrio dinâmico da biocenose (Chekunova, 1972). A predominância da facies sedimentar de algas calcárias na plataforma continental e a elevada salinidade na zona costeira refletem esta estabilidade (decorrente da escassez de deságue fluvial) e são fatores condicionantes da abundância de lagostas em frente ao Estado do Ceará. Desse modo, é natural que este ecossistema tenha uma elevada capacidade de carga para a produção de lagostas, definida como a biomassa máxima destas espécies que o mesmo pode suportar durante, por exemplo, o período de um ano.

Fatores ecológicos responsáveis pelo fornecimento adequado de alimento e abrigo desempenham papel fundamental para que a capacidade de carga seja mantida em nível compatível com a produção instantânea. Por outro lado, estes podem estar sujeitos a um processo de desestabilização causado pelo emprego intensivo de aparelhos colocados em contato direto com o substrato, como covos, redes-de-espera, cangalhas e mangotes (Castro e Silva, 1998), com reflexos diretos sobre a estrutura etária e o volume de captura.

Atualmente observa-se um declínio da produção de pescado de origem marinha no Estado do Ceará (Fonteles-Filho, 1997a) e as lagostas, como elementos dessa biocenose, se inserem dentro desse panorama geral, embora as causas possam ter origem diversa quando se considera o sistema de exploração (artesanal ou industrial). Os programas de conservação dos estoques de lagosta dependem do conhecimento científico das variações anuais na biomassa e estrutura etária do estoque capturável, principalmente aquelas determinadas pela predação exógena exercida pelo esforço de pesca. As informações coletadas sobre os processos de produção biológica têm indicado a ocorrência de sucessivos estados de sobrepesca das populações, diagnosticados através da redução no peso médio individual e no índice de produtividade, junta-

mente com uma tendência constante de crescimento do esforço de pesca (Fonteles-Filho, 1992, 1994a/b e 1997b; Ivo, 1996).

Este trabalho tem por objetivo principal mostrar que o Estado do Ceará tem uma plataforma continental cuja capacidade de carga depende de características oceanográficas que privilegiam a formação de um substrato adequado à sobrevivência e crescimento das lagostas ao longo do ciclo vital e que, por esse motivo, continua sendo o maior produtor e exportador de lagostas no Brasil.

METODOLOGIA

A caracterização das fases de evolução (Aceleração, Estabilização e Depleção) da pesca de lagostas foi feita através dos seguintes procedimentos:

(1) Determinação da taxa absoluta (b) de variação através do ajuste das regressões lineares "esforço de pesca/ano" e "ln CPUE/ano", cuja significância estatística foi testada através do coeficiente de correlação (r), para um nível $\alpha = 0,05$.

(2) Determinação da taxa geométrica de crescimento (G), que expressa a variação anual da produção, esforço e CPUE, pela seguinte fórmula:

$$G = 1/t [\ln (Y_t / Y_0)] \times 100 \quad (1)$$

onde, Y_0 e Y_t são, respectivamente, as variáveis no ano-base e num determinado ano t , sendo $e = 2,718$.

Os dados que serviram de base para à estimação da capacidade de carga e produção instantânea de lagostas na plataforma continental do Estado do Ceará consistem de uma série temporal de 22 anos, de 1974 a 1995, com as seguintes informações:

(1) Número dos indivíduos de *P. argus* e *P. laevicauda* capturados nas viagens de pesca, por bloco geográfico de 30 mi de lado (900 mi² ou 2.330 km²). Cada bloco, indicado por números de 1 a 4, é uma subdivisão de um bloco maior com 60 mi de lado, identificado pela longitude W (por exemplo, 38) e pela latitude S (por exemplo, 3) – ver Figura 1.

(2) Esforço de pesca pela frota lagosteira, registrado em termos de covos-dia, calculado a partir do número efetivo de dias de pesca realizados por viagem e do número médio de covos/viagem, em cada bloco geográfico.

A capacidade de carga do ecossistema (B) e a densidade (D) foram determinadas pelas fórmulas:

$$B = \sum B_{ij} = \frac{1}{a.p} \sum \frac{P_{ij} A_{ij}}{E_{ij}} \quad (2)$$

$$D = \frac{1}{a.p} \sum \frac{P_{ij}}{E_{ij}} \quad (3)$$

onde, no mês i e bloco geográfico j , B_{ij} é o peso da biomassa, P_{ij} é a captura em peso, A_{ij} é área superficial do bloco, em km^2 , e E_{ij} , o esforço de pesca em número de covos-dia. O valor do coeficiente de vulnerabilidade (constante para mês e bloco) foi tomado como igual a 0,6, considerando-se que o covo é um aparelho passivo; a área de influência do covo, a (também constante para mês e bloco) foi considerada como um círculo com raio de 25 m, dentro do qual as lagostas são capturáveis, obtendo-se um valor de 1.964 m^2 . A capacidade de carga e a densidade, originalmente estimadas em número de indivíduos, foram transformadas em biomassa através do peso individual para cada espécie: 415 g (*P. argus*) e 258 g (*P. laevicauda*), segundo Fonteles-Filho (1994b).

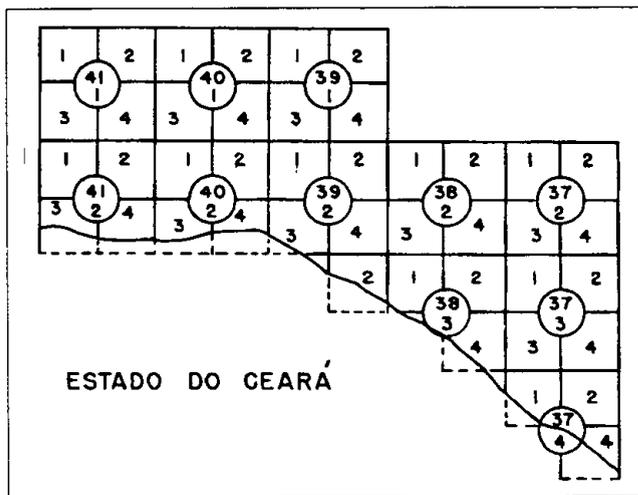


Figura 1 - Mapa da área de pesca de lagostas no Estado do Ceará, distribuída em blocos geográficos com 30 mi de lado e identificados pela longitude W e latitude S (segundo Fonteles-Filho, 1997b).

A área de pesca em frente ao Estado do Ceará se encontra entre as longitudes de $37^{\circ}08'W$ e $41^{\circ}25'W$, delimitada pela isóbata de 100 m, a uma distância média de 72 km da costa. Está constituída de 34 blocos geográficos (com área total de 23.088 km^2) distribuídos em número de 13, 10, 9 e 2 respectivamente nas subáreas I, II, III e IV, tomando-se como subárea I o conjunto de blocos adjacentes à linha de costa, e as outras aquelas imediatamente subsequentes num sentido a ela perpendicular.

A superfície da área de pesca ($A = \Sigma A_{ij}$) foi determinada considerando-se as seguintes proporções potencialmente cobertas pelo substrato de algas calcárias: I = 65,0%; II = 30,0%; III = 11,25%; IV = 3,75%, com base em Coutinho (1979).

A produção instantânea foi determinada pelo método da Análise de Coortes (Jones, 1984), tendo como dados básicos as distribuições anuais de comprimento total do estoque capturado das espécies *P. argus* e *P. laevicauda*, no período 1974-1984, considerado

como a Fase de Estabilização do processo produtivo (Magalhães, 1999). Para tal, foram montadas tabelas com as seguintes colunas de informações básicas; $L_{\infty} = 438 \text{ mm}$ e $K = 0,163$ (*P. argus*) e $L_{\infty} = 380 \text{ mm}$ e $K = 0,171$ (*P. laevicauda*), segundo Ivo (1975) e Fonteles-Filho (1994b) e utilizando o cálculo retroativo do número de indivíduos sobreviventes, considerando-se $M = 0,25$ e valor inicial de $F/Z = 0,5$:

- 1ª coluna: limite inferior do intervalo de comprimento, L_1
- 2ª coluna: limite superior do intervalo de comprimento, L_2
- 3ª coluna: idade relativa, $t(L_1) = (-1/K) \ln [1 - (L_1/L_{\infty})]$
- 4ª coluna: idade relativa, $t(L_2) = (-1/K) \ln [1 - (L_2/L_{\infty})]$
- 5ª coluna: $\Delta t = [t(L_1) - t(L_2)] = (1/K) \ln [(L_{\infty} - L_1)/(L_{\infty} - L_2)]$
- 6ª coluna: fração da população que sobrevive à mortalidade natural, $D(L_1, L_2) = \exp (M\Delta t/2)$
- 7ª coluna: número de indivíduos capturados, $C(L_1, L_2)$
- 8ª coluna: número de indivíduos sobreviventes, $N(L_1) = [N(L_2) \cdot D(L_1, L_2) + C(L_1, L_2)] \cdot D(L_1, L_2)$
- 9ª coluna: taxa de exploração, F/Z
valor inicial = 0,5
demais colunas: $C(L_1, L_2)/[N(L_1) - N(L_2)]$
- 10ª coluna: $F = [M (F/Z)]/[1 - (F/Z)]$
- 11ª coluna: $Z = M + F$
- 12ª coluna: peso individual (w)
- 13ª coluna: número médio de sobreviventes, \bar{N}
valor inicial: $N(L_2)/Z_2$
demais colunas: $[N(L_1) - N(L_2)]/Z_1$
- 14ª coluna: biomassa instantânea, $B = \bar{N} \cdot w$
- 15ª coluna: rendimento, $Y = C \cdot w$

O efeito do esforço de pesca sobre a produção instantânea foi avaliado pelo modelo de Thompson & Bell (1934), fazendo-se variar um fator de mortalidade na faixa de $X = 0,0 - 3,0$, pelo qual se altera o valor do coeficiente de mortalidade (F) e, com ele, toda a estrutura da população em termos de biomassa e rendimento. A planilha de cálculos se inicia com o número de indivíduos sobreviventes $N(L_1)$ correspondente ao primeiro intervalo de comprimento (L_1, L_2), na 8ª coluna, e calculando-se os valores seguintes pelo procedimento inverso ao utilizado na Análise de Coortes, segundo as fórmulas:

$$N(L_2) = N(L_1) \cdot [(1/D(L_1, L_2)) - F/Z] / [D(L_1, L_2) - F/Z]$$

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

$$B = [(N_2 - N_1)/Z] / w$$

$$Y = C \cdot w$$

A avaliação prática da influência do coeficiente de mortalidade sobre o rendimento foi feita através de sua conversão em esforço de pesca (E) pela relação: $E = F/q$. Foram utilizadas as seguintes estimativas de

q, considerando-se que este parâmetro diminui à medida que aumenta o fator de mortalidade (X):

X	<i>P. argus</i>	<i>P. laevicauda</i>
0,2	0,000014921	0,000030718
1,2	0,000026842	0,000055292
0,4	0,000016403	0,000033789
1,4	0,000002833	0,000005836
1,6 – 2,4	0,000029824	0,000061424
0,6	0,000017894	0,000036861
1,0	0,000023859	0,000049148
2,6 – 3,0	0,000002833	0,000005836
0,8	0,000020877	0,000043005

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ciclos de produção

As populações de espécies aquáticas são identificadas como recursos pesqueiros de duas maneiras: (a) realização de trabalhos de prospecção, através dos quais a área de distribuição e o potencial de produção das espécies principais são determinados experimentalmente, com a utilização de barcos de pesquisa; (b) desenvolvimento da atividade pesqueira, cuja importância vai-se revelando gradualmente à medida que o mercado mostra interesse no consumo das espécies componentes. As lagostas se enquadram nesta segunda categoria e, desse modo, a análise dos ciclos de produção se baseia no comportamento das séries históricas do volume de captura, esforço de pesca e captura por unidade de esforço (CPUE). A variação temporal desses três parâmetros assume, respectivamente, as tendências "semi-parabólica positiva", "linear" e "assintótica negativa", descritas pelas curvas apresentadas nas Figuras 2-4.

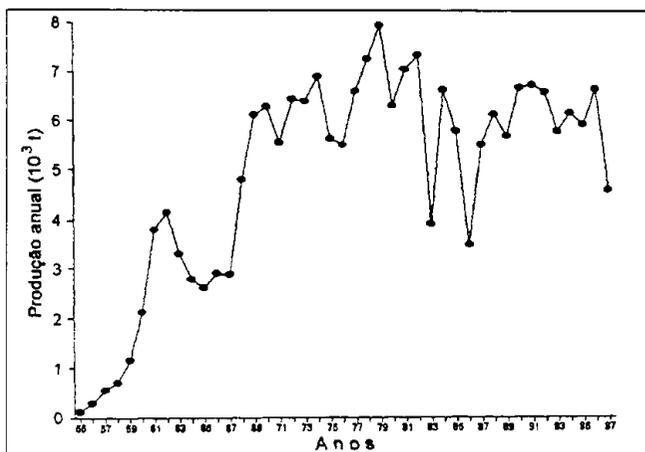


Figura 2 – Série histórica do volume de captura de lagostas no Estado do Ceará, no período 1955-1997.

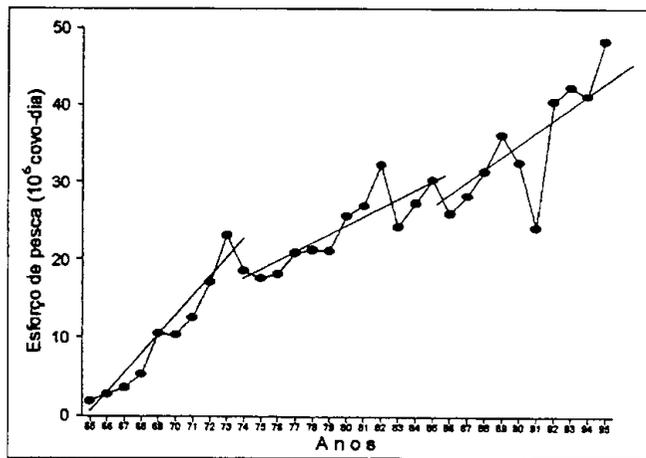


Figura 3 – Série histórica do esforço de pesca aplicado aos estoques de lagosta no Estado do Ceará, destacando suas tendências de variação nas fases de Aceleração, Estabilização e Depleção.

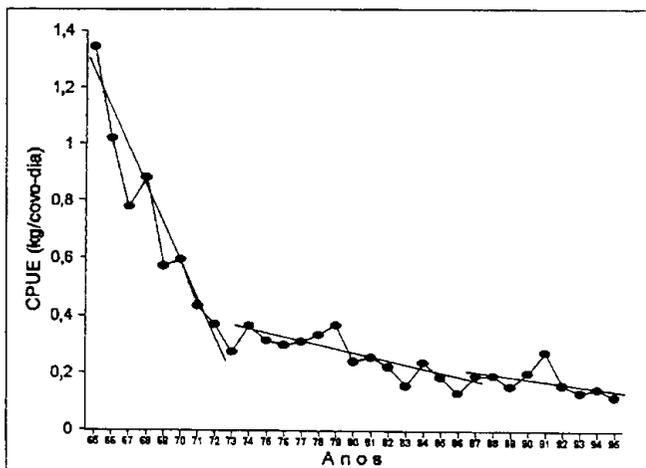


Figura 4 – Série histórica da captura por unidade de esforço (CPUE) de lagostas no Estado do Ceará, destacando suas tendências de variação nas fases de Aceleração, Estabilização e Depleção.

Numa situação ideal, o nível máximo (ótimo) de produção se manteria sustentável se o esforço de pesca anual tendesse para um valor aproximadamente constante, apenas com pequenas oscilações anuais determinadas por fatores extrínsecos ao sistema, geralmente de naturezas econômica e política. No entanto, o fato de que a produção de lagosta atualmente se encontra na parte descendente da curva semi-parabólica (Ivo, 1996) demonstra que isto raramente acontece, devido à necessidade de crescimento sócio-econômico e ao aumento da demanda, geralmente tornada insatisfeita pela capacidade ilimitada de consumo por mercados de grande poder aquisitivo.

Na prática, o esforço tende a se estabilizar (ou mesmo decrescer) quando os retornos econômicos se tornam tão baixos que o próprio sistema de exploração se retrai ou se diversifica para a captura de outros recursos. A forma curvilínea decrescente da série histórica da CPUE mostra que a produtividade é alta na

fase inicial de exploração, mas decresce rapidamente devido à tendência de aumento mais rápido do esforço de pesca na busca de obter um maior volume de captura, para atender a crescente demanda do mercado consumidor.

Analisando-se a série histórica de dados sobre a produção, no período 1955-1995, e sobre esforço de pesca e captura por unidade de esforço, no período 1965-1995 (figuras 2-4), foi possível identificar quatro fases: Desenvolvimento (1955-1964), Aceleração (1965-1973), Estabilização (1974-1984) e Depleção (1985-1995). Como a coleta de dados sobre o esforço de pesca teve início somente a partir de 1964 (Paiva, 1965), outros aspectos tais como área de pesca, frota pesqueira e metodologia de captura foram também considerados para a estratificação temporal dessas fases, que são de fundamental importância para se avaliar o real status da atividade exploratória das lagostas.

Fase de Desenvolvimento

A série histórica do volume de captura mostra uma fase de rápido crescimento de 1955 a 1962, com taxa média anual de 65,8%, decorrente de um aumento proporcional do esforço de pesca, em termos de quantidade e poder de captura, e também da área de exploração. A tendência crescente persistiu até 1962, atingindo 1.382 t, mas em seguida (1963/64) sobreveio uma rápida fase de decréscimo com taxa anual de - 17,7%, a qual permanece sem explicação devido à falta de dados sobre esforço de pesca. Pode-se, no entanto, levantar a hipótese de que, já naquela época, ocorreu um processo inicial de depleção das áreas exploradas, provavelmente devido a um aumento da intensidade de pesca, já que as embarcações e os aparelhos-de-pesca tinham pequena autonomia de mar e reduzido raio de ação.

Em 1964, único ano dessa fase com dados sobre esforço de pesca, os valores encontrados foram de 44.849 covos-dia e 2.322 jererés-noite, gerando respectivos índices de abundância iguais a 8,4 ind./covo-dia e 39,1 ind./jereré-noite (Paiva, 1965). Tendo em vista que o valor da CPUE de 3,04 kg/covo-dia no primeiro ano (1965) da Fase de Aceleração era 63,8% inferior ao de 1964, pode-se considerar a possibilidade de ter ocorrido o primeiro processo de sobrepesca no segmento explorado da área total de distribuição das lagostas, dando início a uma série temporal de valores da CPUE com tendência decrescente (com pequenos desvios anuais) em toda a série histórica disponível para análise.

Fase de Aceleração

Esta fase se caracteriza pela aceleração da atividade pesqueira, demonstrada pelos seguintes

aspectos: (a) retomada do crescimento da produção, que havia apresentado uma tendência de decréscimo ao final da Fase de Desenvolvimento; (b) rápido aumento do esforço, que apresentou as maiores taxas absoluta ($b = 2.530$) e relativa ($G = 31,7\%/ano$) de crescimento positivo; (c) rápido decréscimo da CPUE, que apresentou as maiores taxas absoluta ($b = - 0,1827$) e relativa ($-16,2\%/ano$) de crescimento negativo (tabela I). Esses dados mostram que o potencial de produção não havia sido ainda atingido e, com uma produtividade biológica 46,0% acima do ótimo, a competição entre os aparelhos-de-pesca era ainda aceitável, não se caracterizando uma situação de retorno decrescente.

Nesta fase ocorreu a descoberta de novas zonas de pesca, com aumento da área total de exploração. O rápido aumento do esforço determinou um decréscimo da CPUE, mas esta ainda se manteve bem acima do seu valor ótimo. A situação geral de alta produtividade física e econômica deve ter funcionado como um poderoso atrativo para novos investimentos em instalações físicas e frota pesqueira, que explicam as elevadas taxas de crescimento apresentadas tanto pelo volume de captura como pelo esforço de pesca. Por outro lado, deve ter ocorrido uma diminuição dos lucros, decorrente do aumento provável dos custos operacionais, determinados pela expansão da área de pesca e pelo aumento no tamanho das embarcações.

Estes aspectos levaram à necessidade de se expandir a área de exploração e aumentar o poder de pesca dos aparelhos. Deu-se então a rápida introdução do covo, inicialmente com diversas formas (Silva, 1965), que foi gradativamente se aperfeiçoando até alcançar a forma atual (hexagonal), com uma abertura. Como esta fase coincide com a promulgação da Lei 221, que atribuiu ao setor pesqueiro características de atividade industrial sustentada pela política de incentivos fiscais e financeiros, houve um estímulo adicional para se aumentar os investimentos na infraestrutura de produção, que viria se refletir nas fases seguintes, com efeitos negativos sobre as capacidades produtiva dos estoques e econômica das empresas industriais.

Fase de Estabilização

Esta fase se estendeu de 1974 a 1984, e se caracteriza pelos seguintes aspectos: (a) equilíbrio da produção anual em torno do seu valor máximo sustentável de 6.977 t; (b) redução drástica no ritmo de aumento do esforço, que apresentou as menores taxas positivas absoluta ($b = 1.177$) e relativa ($G=3,5\%/ano$) de crescimento positivo; (c) estabilização da CPUE, que passou a apresentar menores taxas absoluta ($b = - 0,0532$) e relativa ($G = - 4,1\%/ano$) de crescimento negativo (tabela I).

Tabela I – Dados sobre os coeficientes angular (b) e de correlação (r) das regressões “esforço de pesca/ano” e “ln CPUE/ano”, e taxa geométrica de crescimento (G), nas fases de Aceleração, Estabilização e Depleção das pescarias de lagosta no Estado do Ceará.

Fase	b	R	G (%)
Esforço de pesca			
Aceleração	2.530	0,963	31,7
Estabilização	1.177	0,847	3,5
Depleção	1.814	0,786	4,1
Geral	1.298	0,943	10,9
CPUE			
Aceleração	- 0,1827	0,979	- 16,2
Estabilização	- 0,0532	0,795	- 4,1
Depleção	- 0,0387	0,512	- 3,7
Geral	- 0,0632	0,917	- 7,7

Os investimentos em bens de capital feitos na Fase de Aceleração devem ter continuado a gerar benefícios, com a pressão adicional da ocorrência de demanda insatisfeita pelos mercados de grande poder aquisitivo sobre os centros produtores para aumentar a oferta, determinando os elementos que produzirão o estado de sobrepesca crônico a que vêm sendo submetidos os recursos lagosteiros.

Fase de Depleção

Esta fase se estendeu de 1985 a 1995 (último ano com estatísticas adequadas a esta análise), caracterizando-se pelos seguintes aspectos; (a) tendência de decréscimo da produção anual; (b) retomada do ritmo de aumento do esforço, como demonstrada pelas taxas absoluta ($b = 1.814$) e relativa ($G = 4,1\%/ano$) de crescimento positivo, superiores àquelas da Fase de Aceleração; (c) continuação da tendência de decréscimo da CPUE, evidenciada pela redução nas taxas absoluta ($b = - 0,0387$) e relativa ($G = -3,7\%/ano$) de crescimento negativo (tabela I). Esses dados mostram que a produção não teve uma redução tão drástica como era de se esperar numa situação de depleção dos estoques, evidenciada pelo decréscimo de 51,6% da CPUE anual em relação a seu valor máximo sustentável de 0,341 kg/covo-dia (Paiva, 1997).

O processo de depleção, em vez de determinar uma retração nas atividades, serviu de estímulo para se aumentar ainda mais o esforço de pesca, numa tentativa frustrada de recuperação dos índices anteriores de produtividade. Ao mesmo tempo, uma prática comum nesses casos é o aumento da área de exploração, como recurso para se equilibrar os retor-

nos decrescentes já que, teoricamente, os insumos permaneceriam constantes. Na prática, isto não ocorre, pois a expansão da área requer o aumento no tamanho e potência das embarcações, nas quantidades de combustível e isca, no número de tripulantes e quantidades correlacionadas de “rancho” e salários. Com o ônus do aumento dos custos operacionais, os benefícios decorrentes do aumento da produtividade são rapidamente consumidos, já que o custo marginal se torna maior que a receita marginal, recomeçando (ou realimentando) um novo ciclo de depleção. Isto pode ser visto nos anos de 1987, 1991 e 1994, quando o valor da CPUE teve picos de recuperação, mas com imediata retomada da tendência de decréscimo.

Tendo-se estabelecido uma expectativa sobre-dimensionada dos níveis de renda e emprego, com inúmeras ramificações de atividades subsidiárias ao processo produtivo (captura), a desativação de uma estrutura desse porte traz sérios prejuízos às economias estaduais que, por sua fragilidade, não serão capazes de gerar oportunidades de trabalho que permitam uma realocação dos elementos do setor pesqueiro para outros setores do mercado de trabalho.

Capacidade de carga e produção instantânea

No Brasil, o habitat das populações de lagosta está constituído pelo substrato de algas calcárias bentônicas, importantes fornecedoras de carbonato de cálcio para o meio ambiente, matéria-prima essencial para a formação do exoesqueleto durante a série de mudas que cada indivíduo terá que realizar ao longo do seu ciclo vital. Nesse sentido, o Estado do Ceará é o mais beneficiado, já que nesta zona predomina uma composição de características ambientais (principalmente águas de alta salinidade, devido ao baixo volume de deságue fluvial) que otimizam as condições naturais para a formação e manutenção do substrato de algas calcárias e, conseqüentemente, para a sobrevivência e produção de biomassa das lagostas (Fonteles-Filho, 1992).

A plataforma tem uma largura variável, com superfície bastante plana em profundidades até 50 m, mas 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 a rede, e da coleta com mangote através de mergulho. Considerando-se que 48,1% desta superfície se encontra na zona até 30 metros de profundidade, a pesca de lagostas assume uma conotação essencialmente costeira que lhe atribui vantagens econômicas de grande monta, já que permite a utilização de embarcações a vela e motorizadas com eficiência comparável, embo-

ra as primeiras operem com menor raio de ação e poder de captura.

O substrato de algas calcárias ocupa uma área superficial de, pelo menos, 83.526 km² (8.352.600 ha) na plataforma continental das regiões Norte e Nordeste do Brasil, para a qual o Estado do Ceará contribui com 27,6% (23.088 km²) e 43,5% (7.301.335 kg) da capacidade de carga. As subáreas I e II, onde se concentra praticamente toda a facies sedimentar de algas calcárias, correspondem a 89,0% da superfície da plataforma continental e, por consequência, são predominantes quanto à distribuição do esforço de pesca (88,4%), volume de produção (99,2%) e capacidade de carga (93,8%). Esta predominância se evidencia também nos valores da densidade que são, nas duas subáreas, superiores à média geral para toda a plataforma, $D = 316,3$ kg/km² (tabela II).

Tabela II – Valores relativos à superfície da área de pesca (A), esforço de pesca (E), captura total anual em número (C) e peso (P), capacidade de carga em número [B(n)] e peso [B(kg)], e coeficiente de capturabilidade (q) das lagostas *P. argus* e *P. laevicauda* por subárea da plataforma continental do Estado do Ceará, como média do período 1974 – 1995.

Variáveis	Espécies	Valores/subáreas				Total
		I	II	III	IV	
A (km ²)	Ambas	13.746	6.808	2.359	175	23.088
E (covo-dia)	Ambas	6.901.540	3.351.820	1.343.467	1.605	11.598.432
C (número)	<i>P. argus</i>	4.234.131	2.412.134	50.914	412	6.697.591
	<i>P. laevicauda</i>	3.467.000	1.433.025	33.992	0	4.934.017
	Total	7.701.131	3.845.159	84.906	412	11.631.608
P (kg)	<i>P. argus</i>	1.757.164	1.001.036	21.129	171	2.779.500
	<i>P. laevicauda</i>	894.486	369.720	8.770	0	1.272.976
	Total	2.651.650	1.370.756	29.899	171	4.052.476
B (número)	<i>P. argus</i>	7.157.642	4.157.646	750.870	38.115	12.104.173
	<i>P. laevicauda</i>	5.859.920	2.472.666	497.041	228	8.829.855
	Total	13.017.462	6.630.312	1.247.911	38.343	20.934.028
B (kg)	<i>P. argus</i>	2.970.380	1.725.423	311.611	15.818	5.023.232
	<i>P. laevicauda</i>	1.511.859	637.948	128.237	59	2.278.103
	Total	4.482.239	2.363.371	439.848	15.877	7.301.335
D (ind./km ²)	<i>P. argus</i>	520,7	610,7	318,3	217,8	524,3
	<i>P. laevicauda</i>	426,3	363,2	210,7	1,3	382,4
	Total	947	973,9	529	219,1	906,7
D (kg/km ²)	<i>P. argus</i>	216,1	253,4	132,1	90,4	217,6
	<i>P. laevicauda</i>	110	93,7	54,4	0,3	98,7
	Total	326,1	347,1	186,5	90,7	316,3
q	-	0,592	0,580	0,068	0,011	0,556

A distribuição espacial da captura reflete tanto uma relação bioecológica dos indivíduos com o substrato (Menezes, 1992; Fonteles-Filho, 1997b), como a estratégia da dinâmica populacional das lagostas, a partir do fato de que *P. argus* é a espécie dominante por ser mais abundante, com maior porte individual e ocupar a maior parte do território, enquanto *P. laevicauda* tem menor porte individual e habita uma parte menor do espaço territorial, em zonas mais

costeiras (Sousa, 1987; Ferreira, 1994; Ivo, 1996). Tais informações foram confirmadas pelos dados sobre a densidade por subárea num sentido perpendicular à costa, verificando-se que os maiores valores ocorrem na subárea II, para *P. argus*, e na subárea I, para *P. laevicauda*. Além disso, torna-se evidente a estreita dependência da abundância de lagostas em relação à distribuição do substrato e, por consequência, sua maior vulnerabilidade a todos os tipos de aparelhos-de-pesca nas áreas mais próximas à costa.

As estimativas do volume de produção e capacidade de carga, feitas separadamente para as espécies *P. argus* e *P. laevicauda*, seguem a mesma tendência de variação espacial mas observa-se que *P. argus* tem maior densidade na subárea II e *P. laevicauda* maior densidade na subárea I, a partir da qual esta decresce rapidamente (tabela II).

A capacidade de carga da plataforma continental do Estado do Ceará para a produção de lagostas, em termos absolutos, é de 7.301.335 kg, sendo 5.023.232 de *P. argus* (68,9%) e 2.278.103 kg de *P. laevicauda* (31,1%). Em termos relativos (densidade), sua capacidade de carga média é de 316,3 kg/km², sendo 217,6 kg/km² de *P. argus* e 98,7 kg/km² de *P. laevicauda*. Apesar de sua plataforma continental representar apenas 27,6 % da área total de distribuição no Brasil, o Estado do Ceará contribui com 43,5% da capacidade de carga total para a produção de lagostas no Brasil (B = 16.779.233 kg). Deste modo, a produtividade biológica em suas áreas de pesca ($D = 316,3$ kg/km²) é superior nessa mesma proporção à média geral determinada para toda a área de exploração, igual a $D = 220,5$ kg/km² (Ferreira, 1994).

O coeficiente de capturabilidade, determinado como a proporção da capacidade de carga que é efetivamente capturada, apresentou valor médio de $q = 0,556$, significando que dentre 100 lagostas presentes no habitat, num determinado momento, 56 são capturadas pelos aparelhos-de-pesca. Em termos espaciais, novamente as subáreas I ($q = 0,592$) e II ($q = 0,580$) se destacaram como as mais produtivas. A estimativa de $a = 1.964$ m² indica o poder de captura dos aparelhos-de-pesca em termos espaciais e, para evitar competição entre os mesmos, deve-se utilizar $10.000/1.964 = 5,1$ covos/ha. Sendo o coeficiente de capturabilidade, $q = 0,556$ e a densidade, $D = 9,1$ ind./ha, significa que 16,4 ind./ha, com abundância de 3,2 ind./covo-dia, devem estar disponíveis para captura de modo a se manter a produção no nível máximo sustentável.

O método da Análise de Coortes (Jones, 1984) fornece uma estimativa do número de indivíduos de uma espécie que atingem uma determinada classe de comprimento, durante um ano, bem como o número e biomassa médios presentes na área de distribuição, em qualquer época do ano. Assim, numa situação de equilíbrio, considerando-se 181-190 mm e 151-160

mm as classes finais do recrutamento das espécies *P. argus* e *P. laevicauda* (Fonteles-Filho, 1992), foram obtidos os seguintes resultados (tabelas III e IV):

(1) A produção instantânea (standing stock) para as duas espécies de lagosta foi 7.398.883 kg, sendo 5.732.242 kg (77,5%) de *P. argus* e 1.666.641 kg (22,5%) de *P. laevicauda*.

(2) O recrutamento pesqueiro de *P. argus* esteve cons-

tituído, em média, por 8.169.505 indivíduos, que correspondem a 35,5% de sua população instantânea. O recrutamento pesqueiro de *P. laevicauda* esteve constituído, em média, por 5.744.943 indivíduos que correspondem a 55,2 de sua produção instantânea. Esses dados evidenciam a importância do recrutamento para o volume de produção a ser obtido anualmente pela frota pesqueira, principalmente com

Tabela III - Dados relativos ao cálculo da produção instantânea da lagosta *Panulirus argus*, na plataforma continental do Estado do Ceará, 1974 - 1995.

L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	t(L ₁) (ano)	t(L ₂) (ano)	Δt (ano)	D(L ₁ ,L ₂)	C(L ₁ ,L ₂)	N(L ₁)	F/Z	F	Z	w (g)	Produção instantânea	
												número	peso (kg)
111	120	1,793	1,964	0,171	1,02161	1,566	12.442.533	0,0030	0,0008	0,2508	64,6	2.082.704	134.543
121	130	1,984	2,16	0,177	1,02237	4,582	11.920.291	0,0088	0,0022	0,2522	82,3	2.063.492	169.825
131	140	2,18	2,363	0,183	1,02314	13,795	11.399.836	0,0264	0,0068	0,2568	103,0	2.037920	209.906
141	150	2,383	2,572	0,189	1,02391	37,241	10.876.561	0,0691	0,0186	0,2686	126,8	2.004.384	254.156
151	160	2,593	2,789	0,195	1,02467	112,350	10.338.251	0,1868	0,0574	0,3074	153,9	1.956.788	301.150
161	170	2,811	3,014	0,203	1,02570	230,651	9.736.704	0,3264	0,1211	0,3711	184,6	1.904.116	351.500
171	180	3,037	3,247	0,210	1,02660	409,276	9.030.024	0,4756	0,2267	0,4767	219,1	1.804.972	395.469
181	190	3,271	3,49	0,219	1,02775	595,183	8.169.505	0,5868	0,3550	0,6050	257,6	1.676.736	431.927
191	200	3,514	3,742	0,228	1,02891	739,366	7.155.138	0,6631	0,4920	0,7420	300,2	1.502.652	451.096
201	210	3,768	4,005	0,238	1,03020	749,103	6.040.109	0,6962	0,5728	0,8228	347,2	1.307.784	454.063
211	220	4,032	4,281	0,248	1,03149	673,340	4.964.060	0,7079	0,6058	0,8558	398,8	1.111.488	443.261
221	230	4,309	4,569	0,260	1,03303	670,055	4.012.848	0,7435	0,7248	0,9748	455,3	924.448	420.901
231	240	4,598	4,871	0,273	1,03471	519,787	3.111.681	0,7345	0,6918	0,9418	516,7	751.396	388.246
241	250	4,902	5,189	0,287	1,03653	487,645	2.404.045	0,7656	0,8168	1,0668	583,3	597.052	348.260
251	260	5,222	5,524	0,303	1,03860	447,483	1.767.137	0,7994	0,9963	1,2463	655,3	449.140	294.321
261	270	5,559	5,879	0,320	1,04081	335,093	1.207.369	0,8079	1,0513	1,3013	732,9	318.752	233.613
271	280	5,915	6,255	0,340	1,04342	270,944	792,588	0,8356	1,2706	1,5206	816,3	213.248	174.074
281	290	6,294	6,656	0,362	1,04629	184,463	468,332	0,8507	1,4250	1,6750	905,7	129.448	117.241
291	300	6,698	7,086	0,388	1,04970	111,463	251,507	0,8611	1,5504	1,8004	1001,3	71.892	71.985
301	310	7,130	7,547	0,417	1,05351	58,255	122,071	0,8646	1,5959	1,8459	1103,4	36.504	40.279
311	320	7,595	8,046	0,451	1,05799	24,313	54,690	0,8438	1,3510	1,6010	1212,0	17.996	21.811
321	330	8,098	8,589	0,491	1,06330	15,491	25,878	0,8823	1,8736	2,1236	1327,3	8.268	10.974
331	340	8,647	9,186	0,539	1,06970	3,712	8,320	0,8214	1,1499	1,3999	1449,7	3.228	4.680
341	350	9,249	9,846	0,597	1,07748	1,541	3,801	0,7874	1,9261	1,1761	1579,3	1.664	2.628
351	360	9,916	10,586	0,670	1,08736	922	1.844	0,5000	0,2500	0,5000	1716,2	3.688	6.329
TOTAL	-	-	-	-	-	6.697.593	-	-	-	-	-	22.979.755	5.732.242

Tabela IV - Dados relativos ao cálculo da produção instantânea da lagosta *Panulirus laevicauda*, na plataforma continental do Estado do Ceará, 1974 - 1995.

L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	t(L ₁) (ano)	t(L ₂) (ano)	Δt (ano)	D(L ₁ ,L ₂)	C(L ₁ ,L ₂)	N(L ₁)	F/Z	F	Z	w (g)	Produção instantânea	
												número	peso (kg)
111	120	2,020	2,219	0,199	1,02519	982	7.537.664	0,0027	0,0007	0,2507	71,6	1.463.196	104.788
121	130	2,242	2,449	0,207	1,02619	14,201	7.170.883	0,0379	0,0098	0,2598	89,7	1.443.808	129.507
131	140	2,472	2,687	0,215	1,02728	68,066	6.795.730	0,1612	0,0480	0,298	110,4	1.417.212	156.481
141	150	2,712	2,936	0,224	1,02846	288,551	6.373.361	0,4592	0,2123	0,4623	133,9	1.359.468	182.049
151	160	2,962	3,196	0,235	1,02975	558,923	5.744.943	0,6425	0,4493	0,6993	160,3	1.243.876	199.433
161	170	3,223	3,468	0,245	1,03115	763,639	4.875.051	0,7409	0,7149	0,9649	189,8	1.068.104	202.743
171	180	3,497	3,754	0,257	1,03270	846,088	3.844.386	0,7990	0,9940	1,2440	222,5	851.220	189.396
181	190	3,783	4,054	0,271	1,03442	851,393	2.785.493	0,8469	1,3826	1,6326	258,5	615.776	159.188
191	200	4,084	4,370	0,285	1,03631	633,332	1.780.156	0,8632	1,5777	1,8277	298,0	401.436	119.629
201	210	4,402	4,704	0,302	1,03842	400,033	1.046.465	0,8673	1,6341	1,8841	341,1	244.808	83.500
211	220	4,738	5,059	0,320	1,04082	276,231	585,230	0,8899	2,0208	2,2708	387,9	136.696	53.023
221	230	5,095	5,436	0,341	1,04352	104,595	274,825	0,8526	1,4460	1,6960	438,5	72.332	31.721
231	240	5,475	5,839	0,364	1,04659	64,327	152,147	0,8610	1,5492	1,7992	493,2	41.524	20.479
241	250	5,881	6,273	0,391	1,05014	26,416	77,439	0,8160	1,1086	1,3586	551,9	23.828	13.151
251	260	6,318	6,741	0,423	1,05428	17,564	45,066	0,8292	1,2140	1,4640	614,9	14.468	8.896
261	270	6,790	7,250	0,460	1,05917	10,103	23,885	0,8327	1,2442	1,4942	682,2	8.120	5.539
271	280	7,303	7,807	0,504	1,06501	5,197	11,752	0,8287	1,2097	1,4597	753,9	4.296	3.239
281	290	7,866	8,423	0,557	1,07216	3,731	5,481	0,8898	2,0189	2,2689	830,2	1.848	1.534
291	300	8,488	9,112	0,624	1,08106	644	1,288	0,5000	0,2500	0,5000	911,3	2.347	587
TOTAL	-	-	-	-	-	4.934.016	49.131.245	-	-	-	-	10.415.588	1.666.641

respeito a *P. laeivicauda*, por ser de menor porte e depender mais diretamente das condições ambientais da zona costeira.

O uso do método de Jones (1984) pressupõe que os parâmetros de crescimento são constantes durante o ano e entre anos, e que as variações no tamanho individual podem ser explicadas somente por diferenças na idade. Como isto raramente acontece, a utilização de uma longa série histórica de dados (neste trabalho, de 1974 a 1995) serve para minimizar as naturais flutuações esperadas nos parâmetros da dinâmica populacional.

Verifica-se uma grande semelhança entre as estimativas da capacidade de carga e da produção instantânea para o conjunto das espécies mas, individualmente, a produção instantânea de *P. argus* foi superior à capacidade de carga, ocorrendo o inverso com *P. laeivicauda*. Deve-se ressaltar que a capacidade de carga (calculada a partir de valores da densidade) deve ser considerada mais representativa da biomassa da respectiva população que a produção instantânea, cujas estimativas se basearam em estatísticas de captura, sujeitas a maior vício amostral. A lagosta *P. laeivicauda*, sendo uma espécie endêmica da plataforma continental do Brasil, concentra 31,1% da capacidade de carga e 22,5% da produção instantânea no Estado do Ceará e, assim, representa um poderoso mecanismo de sustentabilidade dos recursos lagosteiros, já que torna-se possível haver a transferência de energia para a espécie diretamente competidora (*P. argus*) sem que a biomassa total seja drasticamente afetada. Esta é também uma peculiaridade da exploração de lagostas no Brasil que não ocorre em nenhuma outra área de pesca do Atlântico Ocidental (Cuba, Flórida, Mar do Caribe, Bermudas, Bahamas), onde *P. argus* constitui a única espécie explorada.

Considerando-se que o nível sustentável do rendimento das lagostas corresponde, aproximadamente, à metade da capacidade de carga em peso, ou seja, $PMS = 7.301.335\text{kg}/2 = 3.650.668\text{ kg}$, a densidade sustentável (segundo a Equação 3) deverá ser de $D_{ms} = 1,58\text{ kg/ha}$. Tendo-se verificado que a exploração ótima de 1 ha seria realizada por 5,1 covos, pelo mesmo raciocínio, cada covo deveria retirar 310 g de lagosta. Em anos mais recentes, a partir de 1990, cada covo tem capturado 168 g de lagosta, gerando assim um déficit de 142 g ou 45,8% (Guimarães, 1999). A principal causa desse desequilíbrio deve ser a tentativa de se expandir artificialmente a capacidade de carga pelo aumento do esforço de pesca, que em alguns anos tem sido maior que o dobro do seu valor ótimo (Ivo, 1996).

A maximização dos rendimentos pesqueiros de 3.294.432 kg e 1.335.481 kg foi obtida com os fatores de mortalidade $X = 0,6$ (*P. argus*) e $X = 0,4$ (*P. laeivicauda*), gerados por esforços de pesca equivalentes a 17,1 mi-

lhões de covos-dia e 8,1 milhões de covos-dia, respectivamente; valores do rendimento relativo (CPUE) foram 0,193 kg/covo-dia e 0,164 kg/covo-dia. Para as duas espécies em conjunto, essas estimativas foram para $X = 0,4$, 4.605.732 kg, 11,1 milhões de covos-dia e 0,413 kg/covo-dia, constatando-se que *P. laeivicauda* requer muito menos esforço de pesca do que *P. argus*, para otimizar seu rendimento, o que a torna mais vulnerável à ação predatória da pesca, fato já comprovado por Fonteles-Filho (1992 e 1994a). Comparando-se esses dados com estimativas pelo modelo logístico adaptadas para a plataforma do Estado do Ceará, verifica-se que os valores obtidos ($PMS = 4.118.580\text{ kg}$, $E_{ot} = 11.667.365\text{ covos-dia}$ e $(P/E)_{ms} = 0,353\text{ kg/covo-dia}$) estão razoavelmente próximos, o que evidencia a propriedade do emprego de ambas as metodologias para o cálculo do rendimento, esforço ótimos e produtividade biológica das populações de lagosta no Estado do Ceará.

A tendência decrescente da produção instantânea, na maior parte da amplitude de variação do fator de mortalidade, resulta da influência do esforço de pesca sobre a capacidade de auto-reposição da biomassa pela população. O modelo de Thompson & Bell (1934) apresenta uma componente de diagnóstico, no sentido de que se pode estimar quais será o nível sustentável de rendimento, a partir da modificação do fator de mortalidade e, por extensão, da quantidade de esforço de pesca. Considerando-se como nível aceitável de esforço aquele correspondente a E_{eq} (na hipótese de que o Governo esteja subsidiando o setor pesqueiro por ser gerador de emprego, renda e divisas), este deve ser estabilizado em torno de 21,6 milhões de covos-dia, que seriam produzidos, atualmente por uma frota de 867 embarcações, dos diversos tipos (Magalhães, 1999). Em termos de mortalidade, este seria equivalente ao fator $X = 2,5$ e seu respectivo coeficiente de mortalidade por pesca, $F = 1,35$.

Tomando-se o coeficiente de capturabilidade como representativo da taxa de exploração, significa que a frota pesqueira captura, na plataforma continental do Estado do Ceará, 59,2% e 58,0% dos indivíduos disponíveis, respectivamente nas subáreas I e II. Esse parâmetro reflete a interação da tecnologia pesqueira com os processos bioecológicos, no sentido de que a maior vulnerabilidade do estoque é potencialmente determinada pelo poder de pesca dos aparelhos e sua capacidade para encontrar os indivíduos onde estes estejam mais concentrados. Deve-se ressaltar que esses valores se referem a estados de equilíbrio das populações, que ocorreram apenas em alguns anos do período estudado, devendo ser muito maiores em anos mais recentes, quando a capacidade de carga se reduziu devido à sobrepesca, e a multiplicidade dos tipos de embarcação e aparelhos-de-pesca contribuíram para o aumento da taxa de exploração dos estoques.

Dados comparativos de outros países das Américas Central e do Norte mostram que o Estado do

Ceará pode ser considerado uma região privilegiada quanto à capacidade de carga para produção de lagostas espinhosas do gênero *Panulirus*. Sua densidade de biomassa (316,3 kg/km²) supera os valores obtidos em Cuba, equivalentes a 260 kg/cm² (Buesa Mas, 1965) e 197,9 kg/cm² (Buesa Mas & Paiva, 1969), cujas águas altamente produtivas tornam esse país o maior produtor de lagostas do Atlântico Ocidental, mas mostra-se inferior à densidade nas Bahamas (420 kg/m²), onde as áreas de captura de lagosta são de tamanho reduzido e, portanto, não têm muita importância do ponto de vista pesqueiro (Smith & Nierop, 1986). Esses dados confirmam que o Estado do Ceará é, realmente, o maior produtor de biomassa dessas espécies no Brasil e não apenas o principal exportador, motivo por que tem assumido uma posição de destaque no comércio de pescado para o mercado externo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buesa Mas, R. *Biología de la langosta, Panulirus argus Latreille, 1804 (Crustacea, Decapoda, Reptantia) en Cuba*. Instituto Nacional de la Pesca, 230 p., Havana, 1965.
- Buesa Mas, R. & 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.
- Castro e Silva, S. M. M. *Pescarias de lagosta no Estado do Ceará: características e rendimentos*. Dissertação de Mestrado, Curso de Mestrado em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 169 p., Fortaleza, 1998.
- Chekunova, V. I. Geographical distribution of spiny lobsters and ecological factors determining their commercial abundance. *Inst. Morsk. Rybn. Okeonogr.*, n. 77, p. 110-118, 1972. (tradução do Russo).
- Coutinho, P. N. 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, 1979.
- Coutinho, P. N. & Morais, J. O. Distribución de los sedimentos, em la plataforma continental norte y nordeste del Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. 79-90, 1970.
- Ferreira, M. G. *Avaliação e distribuição geográfica dos estoques de lagosta e sua capturabilidade nas regiões Norte e Nordeste do Brasil*. Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 25 p., Fortaleza, 1992.
- Fonteles-Filho, A. A. Population dynamics of spiny lobster (Crustacea : Palinuridae) stocks in Northeast Brazil. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 46, p. 192 – 196, 1992.
- Fonteles-Filho, A. A. A pesca predatória de lagostas no Ceará: causas e consequências. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, Tamandaré, v. 2, n. 1, p. 107 –132, 1994a.
- Fonteles-Filho, A. A. State of the lobster fishing 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, 1994b.
- Fonteles-Filho, A. A. Diagnóstico e perspectivas do setor pesqueiro artesanal do Estado do Ceará, p. 7-17, in Fonteles-Filho, A. A. (ed.), *Anais do Workshop Internacional sobre a Pesca Artesanal*, Imprensa Universitária da UFC, 170 p., Fortaleza, 1997a.
- Fonteles-Filho, A. A. Spatial distribution of the lobster species *Panulirus argus* and *P. laeviscauda* in northern and northeastern Brazil in relation to the distribution of fishing effort. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 172-176, 1997b.
- Guimarães, M. S. S. *Aspectos bioecológicos, infraestrutura produtiva e diagnóstico sócio-econômico da pesca de lagosta no Estado do Ceará, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, 108 p., Fortaleza, 1999.
- Ivo, C. T. C. *Biologia, pesca e dinâmica populacional das lagostas Panulirus argus e Panulirus laeviscauda (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.
- Jones, R. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.*, Roma, n. 256, p. 1-118., 1984.
- Menezes, J. T. B. *Distribuição espacial e abundância de lagostas do gênero Panulirus no Nordeste do Brasil*. Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 53 p., Fortaleza, 1992.
- Paiva, M. P. Dados sobre a densidade relativa de lagostas na costa cearense em 1964. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará*, Fortaleza, v. 5, n. 1, p. 1-9, 1965.
- Paiva, M. P. *Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil*. Edições UFC, 286 p., Fortaleza, 1997.
- Silva, V. R. C. Eficiência de armadilhas na captura de lagostas. *Bol. Est. Pesca*, Recife, v. 5, n. 4, 1965
- Smith, G.B. & Nierop, M. Abundance and potential yield of spiny lobster (*Panulirus argus*) on the Little and Great Bahama Banks. *Bull. Mar. Sci. Miami*, v. 39, n. 3, p. 646-656, 1986.
- Sousa, M. J. B. *Distribuição espacial e relação interespecífica das lagostas Panulirus argus e Panulirus laeviscauda no Nordeste do Brasil*. Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 38 p., Fortaleza, 1987.
- Thompson, W. F. & Bell, F. H. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit gear. *Rep. Int. Fish. Comm.*, La Jolla, v. 7, n. 1, p. 59-85, 1934.