

INFLUÊNCIA DO RECRUTAMENTO E DA PLUVIOSIDADE SOBRE A
ABUNDÂNCIA DAS LAGOSTAS *PANULIRUS ARGUS* (LATREILLE) E
PANULIRUS LAEVICAUDA (LATREILLE) (CRUSTACEA: PALINURIDAE),
NO NORDESTE DO BRASIL⁽¹⁾

Antônio Adauto Fonteles-Filho⁽²⁾

Laboratório de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza — Ceará — Brasil

Os recursos pesqueiros de importância econômica, sejam eles formados de uma ou mais populações, tendem a ser submetidos a um processo de sobreexploração, cuja escala temporal de ocorrência depende de vários fatores, tais como evolução tecnológica, demanda comercial e aumento da renda nacional por exportação. As lagostas das espécies *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille) começaram a ser capturadas em 1955, no Estado do Ceará, mas já em 1973 apresentavam sinais de sobreexploração (Paiva, 1974) que, como mais tarde foi constatado, correspondiam a uma série de adaptações que as populações tinham de apresentar para sobreviver sob o efeito de um agente predador de grande potência, a pesca.

A principal adaptação da população consiste na redução de sua biomassa em peso, mas com um aumento numérico

dos indivíduos, para reduzir a quantidade de energia acumulada ao mesmo tempo em que aumenta a quantidade de energia circulante, de modo que não haja perda, mas apenas uma maior rapidez no ciclo de reposição da biomassa através da reprodução. Isto significa que a expectativa de vida diminui, os indivíduos se tornam mais precoces e, para um mesmo período de longa duração, obtém-se um maior número de gerações.

Torna-se evidente, então, que o recrutamento passa a ser o fator mais importante na manutenção do equilíbrio populacional, considerando-se sua influência sobre a potência das classes etárias que compõem o estoque capturável, e sobre a abundância do estoque reprodutor, havendo nesse caso um sistema de ação e reação segundo o qual se estabelece uma interdependência entre esses dois conjuntos, que mantém o equilíbrio da população.

A variação na disponibilidade de novos recrutas, para compor o volume de captura anual, está relacionada tanto com a frequência e sucesso da desova, como com a ocorrência de condições ambientais favoráveis, principalmente na fase de eclosão das larvas e, no caso das lagostas, na época de sua transformação

(1) Trabalho realizado em decorrência de convênios firmados com o Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica, do Banco do Brasil (FIPPEC) e Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM).

(2) Professor Titular do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará e Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

em *puerulus* quando passam a ocupar regiões bentônicas (Chittleborough & Phillips, 1975). Dentre estas condições, destaca-se a salinidade, pois a baixa tolerância das lagostas tropicais a este fator determina que abaixo de 20‰, suas chances de sobrevivência são bastante reduzidas (Witham *et al.*, 1968; Stead, 1973; Sastry & Pechenik, 1977; e Mota Alves & Mota, 1981). O efeito da salinidade pode ser avaliado indiretamente através da influência do regime de chuvas, supondo-se que um aumento da pluviosidade reduz a salinidade nas regiões costeiras. Por outro lado, a variação na disponibilidade de recrutas pode estar relacionada com a pluviosidade através de sua influência sobre o volume de descarga fluvial, com efeitos negativos de uma redução desta sobre as condições físico-químicas das regiões bentônicas costeiras e a sobrevivência de pós-larvas e jovens que nelas habitam.

Este trabalho procura discutir duas questões básicas para a conservação dos recursos lagosteiros do Nordeste do Brasil e, se possível, apontar as causas e efeitos envolvidos nesses processos, como subsídios para a correta administração de sua exploração: (1) existe sobrepesca do crescimento devido à captura de indivíduos jovens? (2) houve uma queda do nível de recrutamento devido à ação do esforço de pesca ou de algum fator ambiental? As respostas a essas questões serão procuradas na análise dos dados disponíveis, com ênfase para os coeficientes de mortalidade, recrutamento absoluto, relação estoque jovem/estoque adulto, produção por recruta, produção máxima sustentável e esforço de pesca ótimo correspondente.

O esforço de pesca, através do aumento da mortalidade por pesca e conseqüente desequilíbrio na estrutura etária, e tendo em vista sua ação continuada enquanto o recurso tiver importância econômica, deve ser considerado como o principal fator de redução da abundância das lagostas, por meio de

uma redução do recrutamento e/ou estoque reprodutor, podendo determinar uma sobrepesca do crescimento, se houver concentração na captura de indivíduos imaturos, ou sobrepesca do recrutamento, se causar uma redução drástica do estoque reprodutor.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados básicos utilizados na análise a que se propõe o presente trabalho são os seguintes:

- (1) Estatísticas de produção em número e peso dos indivíduos, esforço de pesca (covo-dia) e captura por unidade de esforço no período 1965/84, obtidos a partir do sistema de mapas de bordo controlado pela Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE).
- (2) Distribuição de comprimento total dos estoques nas faixas de 10,6 – 38,7 cm (*P. argus*) e 10,3 – 34,9 cm (*P. laevicauda*), obtida por amostragem da captura desembarcada em Fortaleza, no período 1972/84; a exclusão dos dados do período 1965/71 se deve à provável ocorrência de vício amostral, com tendência para subestimação da média do comprimento. Ressalte-se que a amostragem cobre toda a população das lagostas (de ambas as espécies) que habitam a região Nordeste, tendo em vista a abrangência geográfica da captura realizada pela frota sediada em Fortaleza.
- (3) Estrutura etária dos estoques obtida a partir das freqüências de comprimento distribuídas nos diversos grupos-de-idade, cujos intervalos de classes foram determinados por meio das equações de crescimento das espécies *P. argus* (Santos *et al.*, 1964) e *P. laevicauda* (Ivo, 1975).
- (4) Valores anuais e mensais da pluviosidade, em mm de chuvas, controlados pela Fundação Cearense de Meteorologia, no período 1969/84.

Para se analisar o efeito da pesca e da pluviosidade sobre o recrutamento, a população capturada foi dividida em

estoque jovem (EJ) e estoque adulto (EA), determinados em número de indivíduos e de CPUE, considerando-se como jovens indivíduos com comprimento total inferior a 18,6 cm, para *P. argus*, conforme Nascimento & Santos (1970) e Costa *et al.* (1974), e 16,1 cm, para *P. laevicauda*, conforme Costa *et al.* (op. cit.) e Mesquita & Gesteira (1975). A partir desses dados, o estoque jovem foi calculado como proporção do estoque adulto através da relação EJ/EA, expressa em porcentagem.

Os dados da estrutura etária, em termos de lagosta/covo-dia, foram utilizados para determinar o coeficiente de mortalidade total (Z), através da equação de regressão

$$\ln N_t = \ln N_0 - Zt \quad (1)$$

sendo N_t a CPUE nos diversos grupos-de-idade a partir do seu maior valor (máxima vulnerabilidade ao covo), N_0 o valor da CPUE na ausência de pesca, e t a idade da lagosta.

Na ausência de correlação entre o coeficiente de mortalidade total e o esforço de pesca ($Z = M + qf$), o valor do coeficiente de mortalidade por pesca (F) foi estimado por dedução do valor do coeficiente de mortalidade natural (M) na equação $F = Z - M$, calculado pela fórmula de Pauly (1980):

$$\log M = 0,1228 - 0,1912 \log L_\infty + 0,7485 \log K + 0,2391 \log T \quad (2)$$

onde L_∞ é o comprimento máximo teórico, K o coeficiente de crescimento e T a temperatura média do habitat.

Utilizando-se os valores de $L_\infty = 38,0$ cm, $K = 0,171$ e $T = 15^\circ\text{C}$, relativos à espécie *P. laevicauda*, obteve-se $M = 0,337$, valor utilizado para as duas espécies, tendo em vista a ausência de dados confiáveis de L_∞ e K, para *P. argus*.

O recrutamento absoluto (R) foi estimado a partir da fórmula

$$R = \frac{F + M}{F} N \quad (3)$$

sendo N o número total de indivíduos adultos, simplificada da equação

$$R = \frac{N(F + M)}{F [1 - e^{-(F+M)(t_L - t_c)}]} \quad (4)$$

considerando-se que, sendo $t_L - t_c$ igual a 11 e 10 anos, para *P. argus* e *P. laevicauda*, o termo $[1 - e^{-(F + M)(t_L - t_c)}]$ é igual à unidade.

A partir do número absoluto de recrutas e da produção total anual, foram obtidas estimativas da produção por recruta (P/R), que fornece uma medida de quanto cada indivíduo recém-recrutado contribuirá para a biomassa da população durante um ano.

Com base na teoria de Schaefer (1954), posteriormente adaptada para uma relação curvilínea entre CPUE e esforço (Gulland, 1961; Fox, 1970), foram determinadas as estimativas da produção máxima sustentável (PMS), esforço de pesca ótimo (f_{ot}) e CPUE máxima sustentável ($CPUE_{ms}$), a partir de uma equação da forma

$$P = fA e^{-bf} \quad (5)$$

cujos parâmetros A (e^a) e b foram obtidos por regressão da equação

$$\ln \frac{P}{f} = \ln A - bf \quad (6)$$

onde $\ln A = a$.

A influência da pluviosidade sobre o recrutamento foi avaliada em termos mensais, calculando-se a pluviosidade média mensal para o período 1972/84 e relacionando-a com a participação relativa da classe recruta (grupo-de-idade I, em *P. argus*, e grupo-de-idade II, em *P. laevicauda*), tomada como índice de recrutamento. Em termos anuais, um diagrama de dispersão entre o valor da pluviosidade e o índice anual de recru-

tamento, considerando-se um efeito retardado de 2 anos para *P. argus* e 3 anos para *P. laeviscauda*, mostrou uma relação parabólica entre as variáveis, permitindo o ajuste de uma equação de fórmula

$$Y = (a - bX) X \quad (7)$$

onde Y é a pluviosidade, X o índice de recrutamento, a e b os parâmetros que definem a curva, calculadas pela equação de regressão

$$\frac{Y}{X} = a - bX \quad (8)$$

com dependência entre as variáveis testada a nível de 5% de significância.

RESULTADOS

A sobrepesca do crescimento é caracterizada por uma produção sustentável menor do que seu valor máximo, com redução simultânea da CPUE, resultando em maior variabilidade do tamanho do estoque, pois a captura passa a depender de, apenas, algumas classes etárias para sua manutenção. A principal causa desse tipo de sobrepesca é a concentração do esforço sobre indivíduos imaturos, o que pode determinar variações no nível de recrutamento, agravada por uma redução do estoque reprodutor (Cushing, 1973).

A equação de produção, determinada através do modelo exponencial (equação 5), forneceu as seguintes estimativas, em peso inteiro dos indivíduos

TABELA I

Dados sobre a produção total (peso inteiro), esforço de pesca e captura por unidade de esforço (CPUE) das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda*, em conjunto, no Nordeste do Brasil.

Ano	Produção total		Esforço de pesca (covo-dia)	CPUE	
	n.º	kg ⁽¹⁾		n.º	kg ⁽¹⁾
1965	8.351.793	3.507.753	2.604.122	3,210	1,347
1966	9.687.279	3.894.286	3.886.513	2,494	1,002
1967	9.970.220	3.858.475	5.207.119	1,913	0,741
1968	13.086.572	5.535.620	6.566.572	1,994	0,843
1969	19.038.007	7.824.621	14.252.497	1,334	0,549
1970	22.896.060	8.379.958	14.937.536	1,533	0,561
1971	17.203.110	7.173.697	16.959.094	1,012	0,423
1972	20.919.889	8.535.315	24.111.062	0,868	0,354
1973	16.871.861	7.896.031	30.252.299	0,558	0,261
1974	22.425.274	9.216.788	26.949.672	0,834	0,342
1975	16.613.534	6.678.641	22.041.719	0,753	0,303
1976	19.309.455	6.951.404	24.136.819	0,801	0,288
1977	21.123.590	8.301.571	27.951.417	0,754	0,297
1978	22.072.208	9.336.544	29.085.806	0,759	0,321
1979	25.150.521	10.563.219	29.839.601	0,842	0,354
1980	18.965.066	8.022.223	32.982.723	0,575	0,243
1981	19.852.330	8.397.536	33.323.555	0,596	0,252
1982	17.173.771	8.346.453	29.285.800	0,585	0,285
1983	10.060.911	5.010.334	33.402.226	0,301	0,150
1984	17.532.818	8.415.752	36.911.192	0,475	0,228

Observação: (1) peso inteiro.

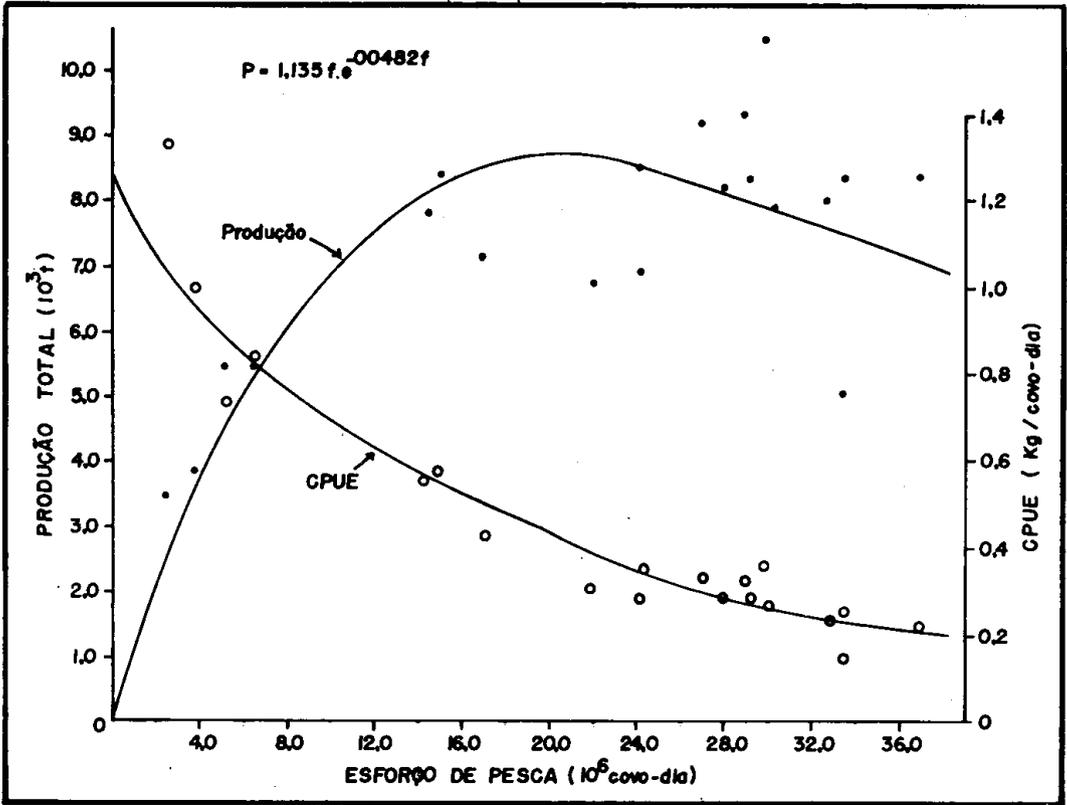


Figura 1 – Curvas de produção e produtividade das populações das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, em conjunto, no Nordeste do Brasil, no período 1965-1984.

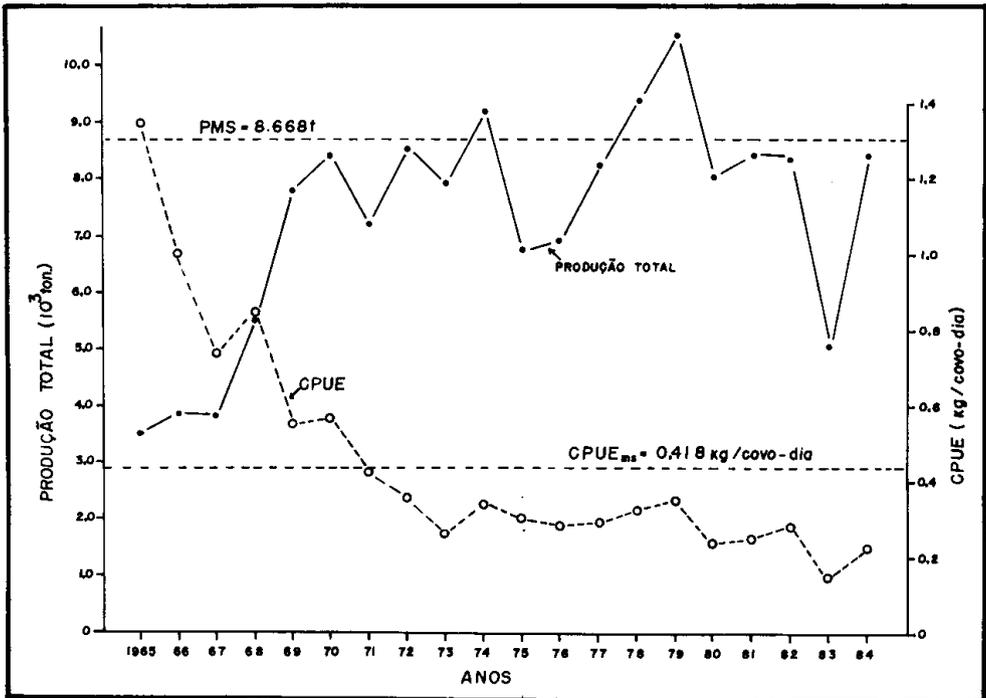


Figura 2 – Variação da produção anual e da CPUE das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, em conjunto, no período 1965 – 1984.

das espécies de lagosta consideradas em conjunto:

$$\text{PMS} = 8.668 \text{ toneladas}$$

$$f_{\text{ot}} = 20.746.887 \text{ covos-dia}$$

$$\text{CPUE}_{\text{ms}} = 0,418 \text{ kg/covo-dia.}$$

O decréscimo real da abundância em peso das lagostas pode ser corretamente avaliado apenas a partir de 1972, quando se acentuou o decréscimo da CPUE anual em relação a seu valor máximo sustentável, cuja média em 1972/84 foi de 34,1%. No mesmo

período, a produção anual média (8.128.601 kg) correspondeu a 93,8% da PMS e, se for excluído o ano de 1983, considerado atípico, a 96,2% (tabela I; figuras 1 e 2).

A relação EJ/EA mostra grande variabilidade (principalmente para *P. laeivicauda*), com dois máximos bem definidos para as duas espécies, em 1975 e 1979 (*P. argus*) e 1974 e 1980 (*P. laeivicauda*), e valores muito baixos nos períodos intervenientes (tabela II; figura 3). Quando relacionada com o esforço, levando-se em consideração um

TABELA II

Captura total e captura por unidade de esforço dos estoques jovem (EJ) e adulto (EA) das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeivicauda*, e respectivas proporções EJ/EA, no Nordeste do Brasil.

Ano	Captura total em número		CPUE (lagosta/covo-dia)		Proporção EJ/EA (%)
	EJ	EA	EJ	EA	
<i>Panulirus argus</i>					
1972	3.091.612	10.759.625	0,128	0,446	28,7
1973	1.876.726	9.287.256	0,062	0,307	20,2
1974	4.278.062	9.554.812	0,159	0,355	44,8
1975	3.489.491	5.918.020	0,158	0,268	59,0
1976	1.275.477	5.843.658	0,053	0,242	21,9
1977	1.640.235	10.835.001	0,059	0,390	15,1
1978	1.285.037	10.085.820	0,044	0,347	12,7
1979	3.910.664	8.222.731	0,131	0,275	47,6
1980	2.220.084	5.998.793	0,069	0,187	36,9
1981	2.602.955	8.341.016	0,078	0,250	31,2
1982	1.801.472	8.348.549	0,062	0,285	21,8
1983	629.463	4.887.517	0,019	0,146	13,0
1984	859.622	9.485.882	0,023	0,258	8,9
Média	2.227.762	8.274.514	0,076	0,283	26,8
<i>Panulirus laeivicauda</i>					
1972	124.210	6.943.832	0,005	0,288	1,7
1973	149.324	5.559.909	0,005	0,184	2,7
1974	1.752.791	6.868.336	0,065	0,255	25,5
1975	1.142.251	6.069.132	0,052	0,275	18,9
1976	462.672	11.726.941	0,019	0,486	4,0
1977	237.512	8.415.564	0,008	0,301	2,6
1978	926.138	9.779.585	0,032	0,336	9,5
1979	2.975.694	10.047.890	0,100	0,336	29,8
1980	3.114.529	7.636.359	0,097	0,239	40,6
1981	1.960.592	6.943.323	0,059	0,208	28,4
1982	851.010	6.151.966	0,029	0,210	13,8
1983	616.909	3.926.964	0,018	0,117	15,4
1984	862.290	6.323.456	0,024	0,171	14,0
Média	1.167.379	7.414.866	0,040	0,254	15,7

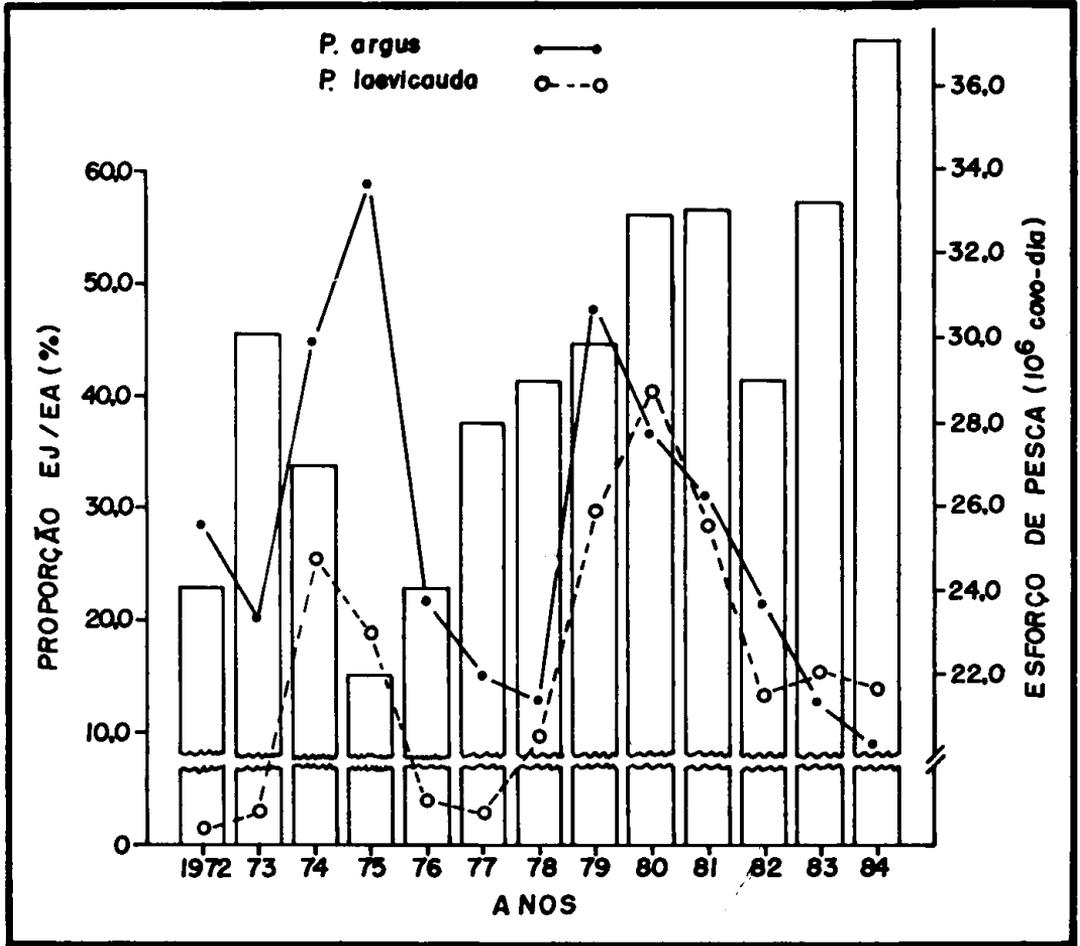


Figura 3 — Variação anual da proporção estoque jovem (EJ)/estoque adulto (EA) e do esforço de pesca, para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* no Nordeste do Brasil, no período 1972-1984.

efeito retardado de 3 anos, já que o estoque jovem se concentra em três grupos-de-idade, não parece haver uma tendência definida entre os dois parâmetros, embora após a ocorrência do esforço ótimo, a relação EJ/EA tenda a decrescer com o aumento do esforço, fato mais evidente em *P. argus*, contrariando um esperado aumento da participação de indivíduos jovens na captura, em função do aumento da mortalidade por pesca (figura 4).

Nota-se também um comportamento diferente entre espécies, no que diz respeito ao decréscimo da CPUE de jovens e adultos, ao longo do período 1972/84: enquanto ambas as espécies apresentam um estoque jovem com

tendência para o equilíbrio, ligeiramente decrescente apenas a partir de 1979, em *P. argus* o estoque adulto tem uma tendência sempre decrescente, apesar de relativamente suave, e em *P. laeviscauda* esta é crescente até 1976, mas com tendência bem mais acentuada de decréscimo a partir deste ano, do que a primeira espécie (figura 5). Isto pode significar que *P. argus* foi mais vulnerável, em termos médios, ao longo de todo o período, mas que *P. laeviscauda* passou a ser mais vulnerável ao covo e, principalmente, à rede-de-espera (Paiva *et al.*, 1973), desde 1977.

A estrutura etária das duas espécies de lagosta mostra que, em termos

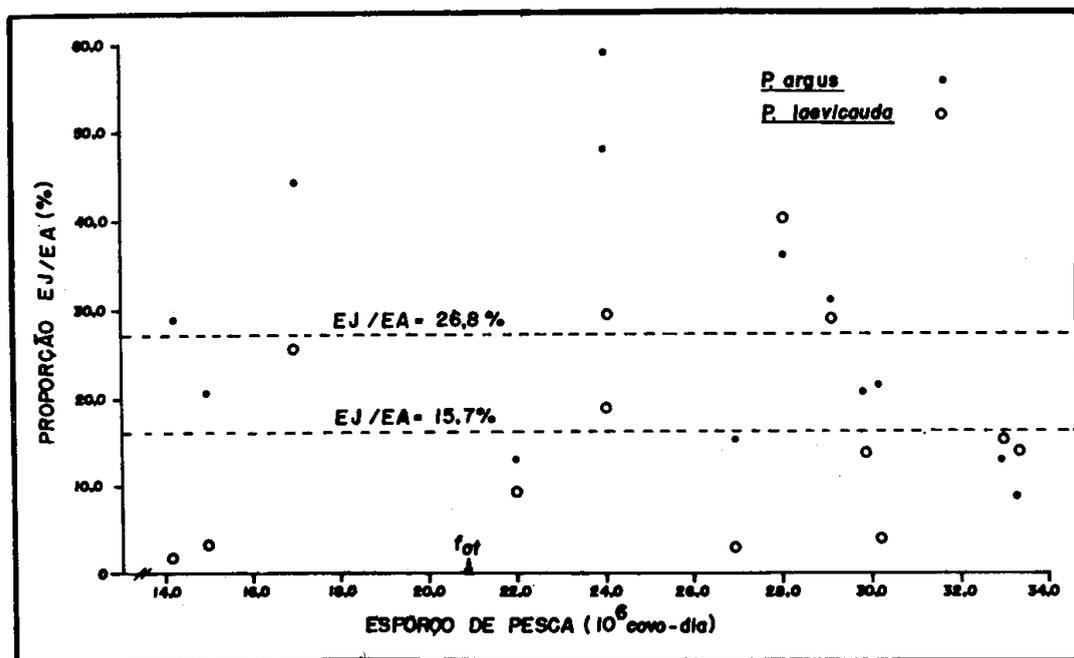


Figura 4 — Variação da proporção EJ/EA das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda*, em relação ao esforço de pesca no Nordeste do Brasil, no período 1972-1984. Como ponto de referência, são apresentadas as médias gerais EJ/EA = 26,8% (*P. argus*) e EJ/EA = 15,7% (*P. laeviscauda*).

médios, as respectivas populações dependem dos grupos-de-idade I, II e III, correspondentes a 92,9% do estoque de *P. argus*, e dos grupos II, III e IV, correspondentes a 88,4% do estoque de *P. laeviscauda* (tabela III). O coeficiente de mortalidade total não foi muito elevado, com valores semelhantes para as duas espécies, e com tendência ligeiramente decrescente, que se confirma no coeficiente de mortalidade por pesca, tendo em vista o uso de um valor constante ($M = 0,337$) do coeficiente de mortalidade natural, quando de fato poder-se-ia esperar uma redução deste à medida que o esforço de pesca ultrapassasse seu valor ótimo (tabela IV). No entanto, coeficientes bem superiores à média foram registrados entre os grupos III e IV (*P. argus*) com valor de 1,219, e entre os grupos IV e V (*P. laeviscauda*), com valor de 1,849, correspondentes a taxas de mortalidade de 70,4% e 84,2%, quando o estoque como um todo registrou apenas 61,8% e 64,1%, respectivamente.

Esta redução drástica da abundância entre dois grupos-de-idade sucessivos

certamente significa uma redução da amplitude de vida das duas populações, de modo que seu ciclo de reposição passa a depender, praticamente, de 4 grupos etários. Isto pode significar uma desvantagem para a população, mas pode também constituir-se num mecanismo de auto-regulação, segundo o qual esta concentra seu potencial reprodutivo em poucas classes etárias, em idade intermediária e, portanto, com grande potencial reprodutivo. Segundo Ivo & Gesteira (1986), fêmeas nas faixas de comprimento total de 21,1 – 28,0 cm (*P. argus*) e 17,1 – 22,0 cm (*P. laeviscauda*) são responsáveis por 82,3% e 91,2% do potencial reprodutivo de toda a população.

O recrutamento absoluto, calculado em relação ao número de indivíduos capturados, é uma medida relativamente confiável da potência da classe anual, computando-se na estimativa um certo grau de incerteza devido à mortalidade extremamente variável que ocorre entre as idades 0 a 1 ano, correspondentes às fases de ovo e larva. Os dados obtidos no período 1972/84 mostram que, em

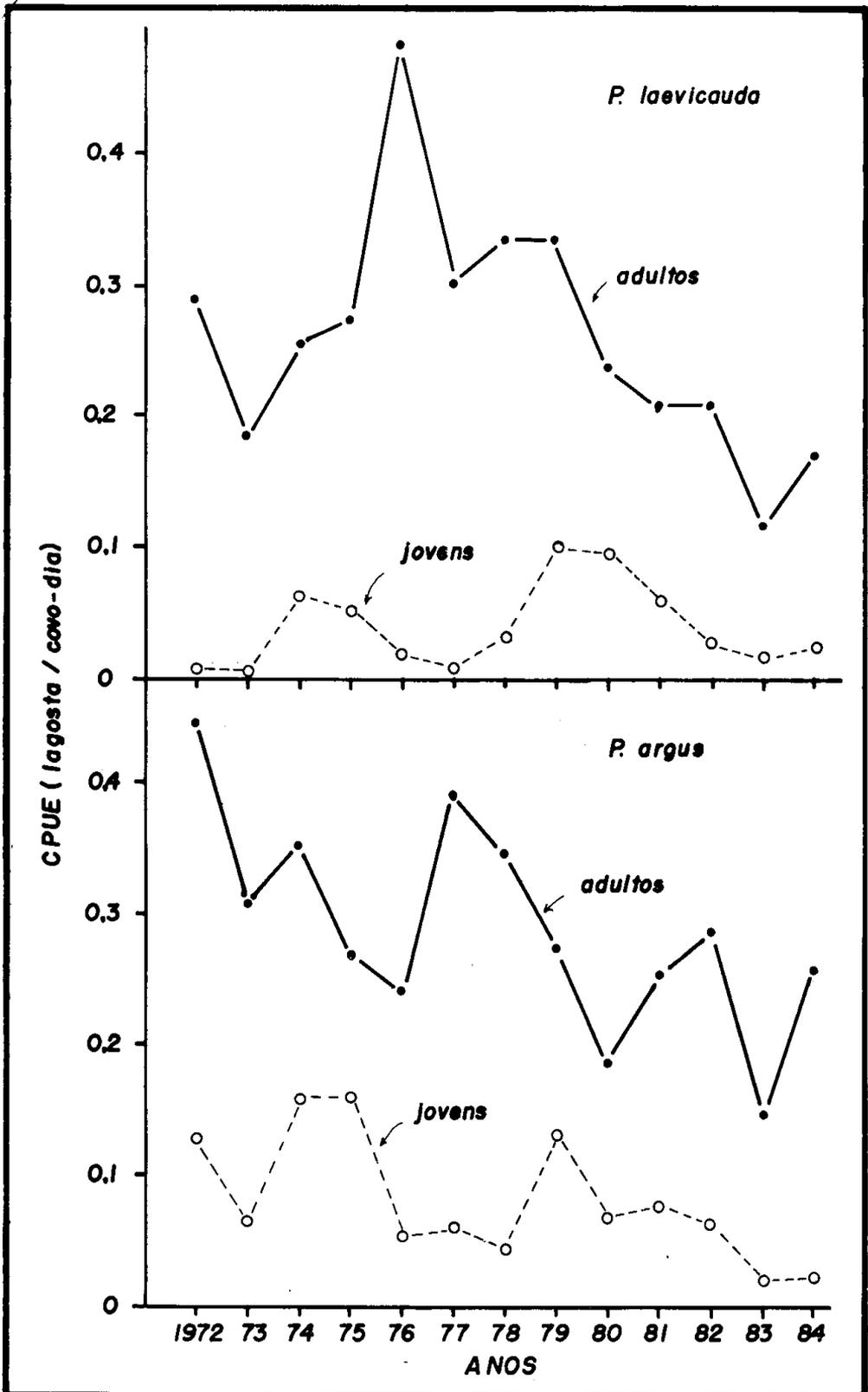


Figura 5 — Variação anual da CPUE dos estoques jovem e adulto das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda*, no Nordeste do Brasil, no período 1972-1984.

TABELA III

Estrutura etária do estoque capturável das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda*, no Nordeste do Brasil.

Grupo-de-idade (ano)	Estrutura etária (10^{-2} lagostas/covo-dia)												Média	
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983		1984
<i>Panulirus argus</i>														
I	12,976	5,392	17,643	16,382	3,629	3,936	3,652	16,152	7,185	7,610	5,792	1,691	0,476	7,886
II	49,225	25,292	35,314	26,534	20,069	41,566	31,836	32,466	19,450	22,864	13,674	7,497	11,595	25,952
III	10,654	10,810	10,657	6,146	4,830	8,717	11,769	8,054	4,709	6,521	11,469	6,529	8,746	8,432
IV	2,706	3,364	3,852	1,212	0,986	1,716	2,697	2,249	1,098	1,687	6,340	2,058	2,423	2,492
V	0,504	0,568	0,883	0,309	0,228	0,278	0,452	0,573	0,242	0,419	1,782	0,412	0,554	0,554
VI	0,080	0,099	0,187	0,059	0,038	0,050	0,039	0,103	0,038	0,096	0,343	0,133	0,100	0,105
VII	0,028	0,038	0,048	0,019	0,015	0,011	0,015	0,021	0,023	0,023	0,103	0,020	0,010	0,029
VIII	0,007	0,020	0,012	0,009	0,008	0,008	0,011	0,011	0,015	0,011	0,056	0,007	0,002	0,014
IX	0,016	0,010	0,010	0,014	0,012	—	—	0,010	0,008	0,007	—	—	—	0,011
X	—	—	—	0,003	—	—	—	0,002	—	—	—	—	0,005	0,003
XI	—	—	—	0,002	0,003	—	—	0,006	0,002	—	—	—	0,008	0,004
XII	—	—	—	0,003	0,004	—	—	—	0,003	—	—	—	—	0,003
<i>Panulirus laeviscauda</i>														
II	0,299	0,260	4,561	3,329	1,201	0,378	1,768	5,585	4,658	3,266	1,668	0,556	0,384	2,147
III	18,522	12,417	28,451	23,408	41,692	18,191	31,165	42,180	29,775	18,725	12,063	7,597	7,637	22,448
IV	17,461	9,338	8,641	10,759	24,405	17,497	11,640	13,551	7,007	8,040	9,721	5,105	6,222	11,491
V	2,335	1,125	0,896	1,130	2,820	2,510	2,112	1,940	1,187	1,615	2,490	1,435	1,918	1,809
VI	0,239	0,124	0,120	0,143	0,379	0,303	0,555	0,412	0,191	0,227	0,845	0,311	0,331	0,322
VII	0,080	0,049	0,054	0,059	0,114	0,101	0,142	0,235	0,064	0,072	0,308	0,100	0,084	0,112
VIII	0,015	0,010	0,009	0,012	0,022	0,035	0,044	0,040	0,013	0,019	0,093	0,019	0,026	0,027
IX	0,005	0,005	0,003	0,014	0,019	0,006	0,021	0,031	0,006	0,007	0,051	—	0,011	0,015
X	0,004	—	0,010	0,008	—	—	—	—	0,009	—	0,020	—	—	0,012
XI	—	—	0,004	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,004
XII	—	—	—	0,003	—	—	—	—	—	—	—	—	0,005	0,004

média, foram recrutados para a pesca 16.157.347 indivíduos de *P. argus* e 12.482.574 de *P. laevicauda*, totalizando 28.947.577 indivíduos, valor bastante próximo aos 26,4 milhões de recrutas determinados por Ivo & Gesteira (1986), considerando-se que a estimativa por esses autores se refere apenas à captura desembarcada no Estado do Ceará. Tendo em vista a pequena variação anual do recrutamento absoluto em torno da média do período, pode-se supor que a potência da classe anual foi bastante estável, destacando-se apenas um decréscimo mais acentuado em *P. laevicauda* a partir de 1981 (tabela IV).

A produção por recruta (P/R) apresentou valores de 349 gramas, para *P. argus*, e 194 gramas, para *P. laevicauda*. O valor de P/R para esta última espécie, determinado em termos de peso da cauda (64,7 gramas), se compara ao obtido por Fonteles-Filho (1979), 70,4 gramas, considerando-se que o esforço no período 1972/84 foi 57,4% superior ao do período 1965/79. O maior valor de P/R para *P. argus* ressalta a maior contribuição desta espécie, em termos de biomassa para a biocenose, enquanto a série anual de dados mostra uma tendência de crescimento para *P. argus* e de decréscimo para *P. laevicauda* (tabela IV).

O coeficiente de mortalidade por pesca, um pouco mais elevado para *P. laevicauda*, mostra uma tendência decrescente nas duas espécies, o que de certo modo contraria a tendência crescente esperada em função do aumento do esforço, expresso pela relação direta $F = qf$. Deste modo, somente uma redução do coeficiente de capturabilidade (q) pode explicar este fato, bastante viável em decorrência da expansão da área de pesca e consequente redução da intensidade do esforço (f/A), conforme demonstrado em Anônimo (1985). Embora não se tenha estimativas do esforço realizado por redes-de-espera, sabe-se que este tem aumentado nos últimos anos e que a espécie *P. laevicauda* deve ter sido

submetida a maior predação pela pesca devido à sua distribuição mais costeira, habitando áreas onde esse tipo de aparelho pode atuar com maior eficiência (Paiva & Costa, 1968; Paiva *et al.*, 1973).

A pluviosidade média mensal apresenta uma tendência crescente de janeiro a março e decrescente de abril a dezembro. No período de fevereiro-abril, onde se concentra a desova das duas espécies (Soares & Cavalcante, 1985), a média de pluviosidade alcançou 234,8 mm contra 42,6 mm no restante dos meses do ano.

A participação mensal da classe recruta, tomada como índice de recrutamento, também apresenta uma variação mensal com tendência, até certo ponto, inversa à observada para a pluviosidade, o que pode tanto ser um reflexo das condições biológicas, isto é, quando o indivíduo atinge sua maturidade sexual, como das condições ambientais, que teoricamente seriam mais adequadas à sobrevivência das formas jovens durante o segundo semestre, quando teria havido uma redução da pluviosidade e, portanto, estabilizada a variação da salinidade. Ambas as espécies iniciam o período anual com menor índice de recrutamento (principalmente *P. laevicauda*) e este tende para um máximo no período junho-agosto, após o qual se estabelece uma fase de decréscimo, com ligeira variação entre espécies: em *P. laevicauda*, apesar da tendência decrescente, ocorre um segundo pico em outubro, e em *P. argus*, este segundo pico se verifica em dezembro (tabela V; figura 6).

A relação parabólica entre os valores anuais do índice de recrutamento (Y) e a pluviosidade (X), foi representada pelas seguintes equações, baseadas nos dados da tabela VI:

P. argus

$$\frac{Y}{X} = 0,1052 - 0,0000408 X$$

$$(r = -0,862 ; p < 0,05)$$

$$Y = (0,1052 - 0,0000408 X) X$$

P. laevicauda

$$\frac{Y}{X} = 0,1083 - 0,0000437 X$$

$$(r = -0,935 ; P < 0,05)$$

$$Y = (0,1083 - 0,0000437 X) X$$

As curvas parabólicas (figura 7) mostram que, para a amplitude de valores utilizada para ajuste deste modelo, existe uma pluviosidade anual ótima em torno de 1.300 mm que pode indiretamente estar relacionada com a maximização do recrutamento, com valores decrescentes em ambos os lados da curva. Assim tanto os altos valores da pluviosidade registrados em 1973/75 (média de 1.794,1 mm) como os baixos valores em 1979/82 (média de 569,3 mm), são responsáveis pelos baixos índices de recrutamento registrados em 1976/78 e 1982/84 (tabela VI).

Witham *et al.* (1968) encontraram uma elevada correlação entre a alta salinidade do estuário do Rio St. Lucie (Florida) e a ocorrência de *P. argus*. Entretanto, a grande pluviosidade registrada na estação chuvosa (julho-setembro) determinou um abaixamento da salinidade que, aparentemente, interrompeu o fluxo normal dos *pueruli*, por ter a salinidade baixado para 6‰ na

superfície da água. Experimentos realizados em aquários mostraram que pós-larvas podem tolerar um abaixamento gradual da salinidade, de 35‰ para 19‰, sendo que a taxa de mortalidade aumenta rapidamente em salinidades mais baixas. Reduções súbitas da salinidade produziram os seguintes resultados: todas as pós-larvas sobreviveram a uma queda de 35‰ para 25‰; no entanto, uma queda de 35‰ para 20‰ matou todas as larvas dentro de seis horas. Esses dados certamente ilustram o fato de que salinidades reduzidas, principalmente durante a estiagem, podem impedir o fluxo do recrutamento. Mota Alves & Mota (1981), trabalhando com lagostas jovens de *P. laevicauda*, com comprimento total médio de 8,5 cm, estabeleceram como limite mínimo de tolerância uma salinidade de 20,8‰.

Chittleborough & Thomas (1969), in Phillips (1977), observaram que larvas filosomas de *Panulirus cygnus* evitaram se dispersar para a costa por causa de uma língua salina (de baixa salinidade), mas não se encontrou nenhuma relação entre a densidade de *pueruli* e salinidade na superfície.

Lagostas tropicais da espécie *Jasus edwardsii*, da Nova Zelândia, podem tolerar pequenas mudanças na salinidade, de até 5‰, mas diferenciais acima deste causariam maior mortalidade. Com

TABELA IV

Dados anuais sobre os coeficientes de mortalidade por pesca (F) e total (Z), taxa de exploração (E), em porcentagem, número de recrutas (R), produção total (P), em quilograma, e produção por recruta (P/R), em grama, para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, no Nordeste do Brasil.

Ano	<i>Panulirus argus</i>						<i>Panulirus laevicauda</i>					
	F	Z	E	R	p ⁽¹⁾	P/R ⁽¹⁾	F	Z	E	R	p ⁽¹⁾	P/R ⁽¹⁾
1972	0,954	1,291	73,9	18.743.216	6.198.877	331	1,045	1,382	75,6	9.349.262	2.336.438	250
1973	0,871	1,208	72,1	15.484.024	6.142.990	397	1,101	1,438	76,6	7.453.307	1.753.041	235
1974	0,923	1,260	73,2	18.897.368	6.753.542	357	0,825	1,162	71,0	12.142.432	2.463.246	203
1975	0,605	0,942	64,2	14.653.443	4.417.518	301	0,715	1,052	68,0	10.604.975	2.261.123	213
1976	0,532	0,869	61,2	11.632.573	3.292.114	283	1,103	1,440	76,6	15.913.332	3.659.290	230
1977	1,183	1,520	77,8	16.035.007	5.630.538	351	1,081	1,418	76,2	11.355.742	2.671.033	235
1978	1,298	1,635	79,4	14.320.978	6.139.499	429	0,940	1,277	73,6	14.545.819	3.197.045	220
1979	0,729	1,066	68,4	17.738.881	6.378.280	360	0,928	1,285	73,4	17.743.330	4.184.938	236
1980	0,567	0,904	62,7	13.108.266	4.709.266	359	0,933	1,270	73,5	14.627.058	3.312.967	226
1981	0,888	1,225	72,5	15.095.132	5.678.941	376	1,052	1,389	76,7	11.762.107	2.718.595	231
1982	0,693	1,030	67,3	15.081.754	7.056.097	468	0,638	0,975	65,4	10.707.914	1.290.356	120
1983	0,922	1,269	73,2	7.536.858	4.058.080	538	0,900	1,237	72,8	6.241.58	952.254	152
1984	0,666	1,003	66,4	15.590.578	6.942.620	456	0,606	0,943	64,3	11.175.343	1.473.132	132
Média	0,626	0,963	65,0	16.157.347	5.646.027	349	0,688	1,025	67,1	12.790.230	2.482.574	194

Observação: (1) peso inteiro.

o rápido decréscimo da salinidade os segmentos abdominais incham e o movimento se torna lento, a causa aparente sendo a incapacidade das glândulas antenárias se adaptarem a diferenças entre os fluidos do corpo e o ambiente aquático (Stead, 1973). No entanto, a tolerância de *P. cygnus* é de 25-45‰.

DISCUSSÃO

Os dados analisados mostram que, apesar do decréscimo verificado na CPUE ao longo do período 1965/84, a produção na área total de exploração parece estabilizada, com um pequeno decréscimo médio em relação à PMS, porquanto vários parâmetros parecem contribuir para seu equilíbrio através de dois fatores principais: (1) expansão da área de pesca, que permitiu uma redução na intensidade do esforço e, portanto, na mortalidade por pesca; (2) estabilidade do recrutamento determinada pela diversificação espacial das áreas de desova, distribuídas ao longo de toda a plataforma continental da região Nordeste.

TABELA V

Participação relativa da classe recruta na captura das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, e pluviosidade, como média mensal do período 1972 – 1984, no Nordeste do Brasil.

Mês	Participação da classe recruta (%)		Pluviosidade (mm)
	<i>P. argus</i>	<i>P. laevicauda</i>	
Janeiro	15,3	4,0	105,6
Fevereiro	18,4	2,3	203,2
Março	13,5	2,5	281,5
Abril	19,1	2,8	269,3
Mai	17,8	4,1	185,2
Junho	23,4	7,9	97,3
Julho	27,4	10,2	60,0
Agosto	17,5	9,3	18,1
Setembro	15,6	6,7	13,3
Outubro	16,4	8,3	10,0
Novembro	16,6	7,4	8,1
Dezembro	21,4	4,7	28,6
Média	18,8	6,0	106,7

Deste modo, verifica-se a inexistência de sobrepesca do crescimento, já que não se observa tendência temporal crescente na relação EJ/EA, nem um aumento desta com o esforço de pesca (na realidade, houve um decréscimo de EJ/EA a partir do esforço ótimo), e de sobrepesca do recrutamento, pois ocorre uma absoluta estabilidade na participação relativa dos grupos-de-idade II e III (*P. argus*), e III e IV (*P. laevicauda*), responsáveis pela quase totalidade do potencial reprodutivo das duas espécies.

Deve-se, no entanto, chamar atenção para a tendência de decréscimo mais acentuado na abundância dos estoques jovem e adulto de *P. laevicauda*, a partir de 1980, o que pode significar várias situações potenciais de perigo, tanto para a própria espécie como para a composição da biocenose, pois poderia estar em andamento uma eventual perda de seu status, com transferência de biomassa para a principal espécie competidora (*P. argus*) e também para espécies da família Scyllaridae.

O decréscimo da abundância das lagostas, em termos de biomassa, é um fato consumado, embora possa ter havido uma compensação numérica para fazer face à perda de peso, que se viabilizaria com uma redução no peso médio e na produção por recruta, mas com um aumento ou estabilização do recrutamento absoluto, ainda com o auxílio da expansão da área de exploração, com mudança do índice de concentração do esforço para regiões subexploradas, como as dos Estados do Maranhão e Bahia. Nenhuma das duas espécies parece estar sendo submetida a sobrepesca do crescimento, mas a espécie *P. laevicauda* apresentou uma queda no recrutamento absoluto e na produção por recruta a partir de 1982, o que pode significar algum problema, nesse aspecto, que o sistema de amostragem, por algum motivo, não consegue evidenciar. Indiretamente, sabe-se que em algumas regiões do Estado do Ceará verifica-se uma intensa exploração com redes-de-espera

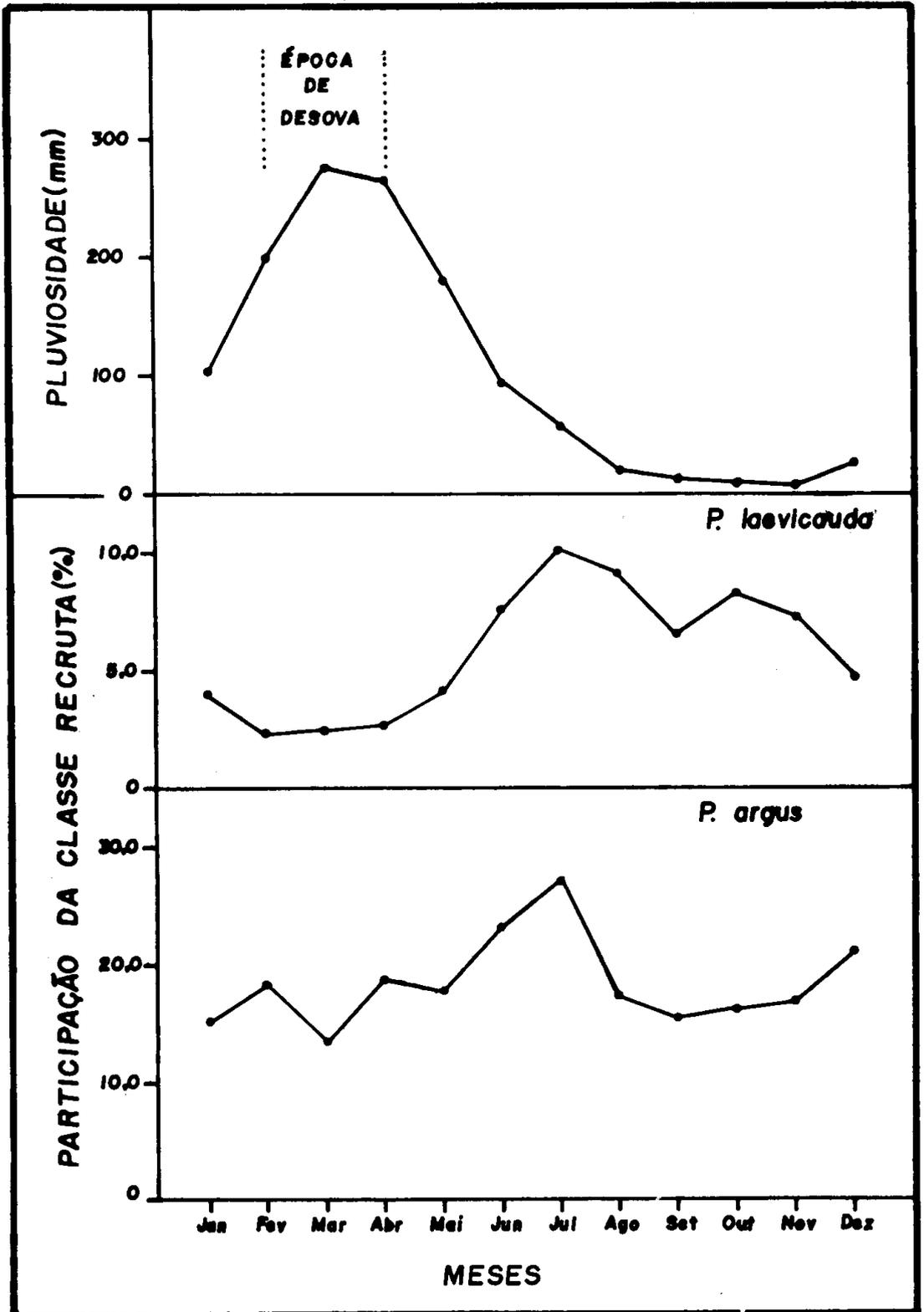


Figura 6 — Participação mensal da classe recruta das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, e variação mensal da pluviosidade, como média do período 1972-1984.

e que, por ser ilegal seu uso, provavelmente este excesso de indivíduos imaturos não aparece na amostragem, causando um vício difícil de ser corrigido.

Outra explicação para a queda de produção seria a influência da pluviosidade sobre as regiões bentônicas costeiras, tanto em termos de modificação da salinidade como do suprimento de material orgânico e inorgânico carreado pelas descargas fluviais. Devido às marcantes variações neste fator, na região Nordeste, e dada a baixa tolerância das lagostas a valores de salinidade menores do que 20‰, é possível que valores extremos de pluviosidade possam ter influência sobre a abundância, através do mecanismo do recrutamento.

Verificou-se que a variação da pluviosidade teve influência sobre o recrutamento, isto é, este tenderia a ser mais intenso nas épocas de menor pluviosidade (durante o segundo semestre), e que existe uma tendência de decréscimo anual do recrutamento, tanto em baixa como alta pluviosidade. Os mecanismos que explicam esta variação simétrica funcionariam da seguinte

maneira: (1) em baixa pluviosidade, ocorreria um decréscimo no volume de descarga fluvial com a conseqüente redução na quantidade de material orgânico e inorgânico que enriquece as regiões bentônicas costeiras habitadas por pós-larvas e juvenis das espécies de lagosta, e que é necessário para a formação do substrato de algas calcárias (Coutinho, 1979) e do suprimento alimentar durante o período de assentamento da fase *puerulus*; (2) em alta pluviosidade, uma redução da salinidade a níveis considerados letais para a lagosta nas fases iniciais do ciclo vital, o que teria um efeito direto sobre o recrutamento. Destes dois efeitos, a redução da pluviosidade a partir de 1979 parece ter sido o fator preponderante para a queda do índice de recrutamento em 1982/84, ratificando a crença de que períodos de seca no Nordeste do Brasil são prejudiciais à produção de lagostas. Sutcliffe (1973) encontrou uma relação direta entre descarga fluvial e abundância de larvas da lagosta *Homarus americanus*.

O aparecimento de lagostas jovens na captura ocorre a partir dos grupos-de-

TABELA VI

Dados utilizados no ajuste de uma curva parabólica entre o índice de recrutamento (participação da classe recruta, em %) das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, e a pluviosidade anual, em mm, no Nordeste do Brasil.

<i>Panulirus argus</i>			<i>Panulirus laevicauda</i>		
pluviosidade (X)	índice de recrutamento (Y)	$\frac{Y}{X}$	pluviosidade (X)	índice de recrutamento (Y)	$\frac{Y}{X}$
871,6	64,60	0,0741	1.180,4	47,54	0,0403
1.580,8	55,47	0,0351	871,6	53,23	0,0611
1.059,7	51,47	0,0486	1.580,8	66,55	0,0421
1.923,7	52,36	0,0272	1.059,7	60,23	0,0568
2.037,6	67,30	0,0330	1.923,7	59,01	0,0307
1.420,8	73,85	0,0520	2.037,6	46,62	0,0229
1.067,2	63,09	0,0591	1.420,8	65,68	0,0462
1.303,2	54,43	0,0418	1.067,2	65,93	0,0618
836,1	59,35	0,0710	1.303,2	69,39	0,0532
529,0	58,27	0,1102	836,1	58,57	0,0705
632,8	34,57	0,0546	529,0	44,25	0,0836
419,5	40,86	0,0974	632,8	50,23	0,0794
655,5	48,48	0,0740	419,5	45,96	0,1096

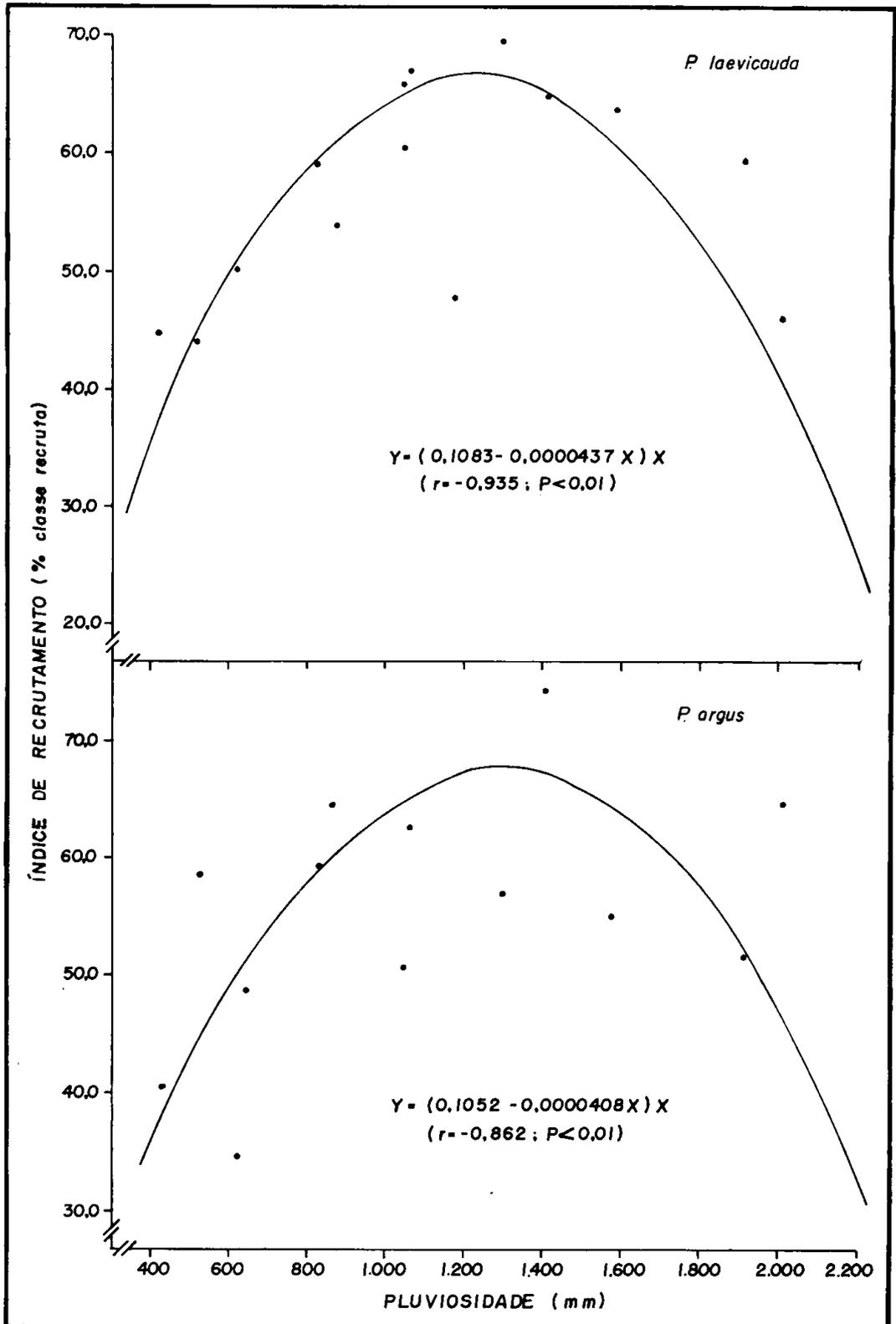


Figura 7 — Representação gráfica da relação entre o índice de recrutamento das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* e a pluviosidade anual, no Nordeste do Brasil.

idade I e II e sua abundância relativa pode refletir o recrutamento absoluto ou a potência da classe anual. Por outro lado, enquanto a tendência para se concentrar o esforço sobre as lagostas em recrutamento leva a uma situação onde a captura de uma certa classe anual é maior do que se poderia esperar, é difícil determinar se isto resulta da ocorrência de uma classe anual realmente mais forte ou de uma taxa de mortalidade por pesca mais elevada em decorrência da distribuição não-uniforme do esforço de pesca.

Agradecimento — O autor agradece à Coordenadoria Regional de Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), no Ceará, pela cessão dos dados sobre produção e esforço de pesca de lagostas utilizados neste trabalho.

SUMMARY

English title: Influence of recruitment and rainfall on the abundance of lobsters *Panulirus argus* (Latreille) and *Panulirus laeviscauda* (Latreille), off northeastern Brazil.

The lobster fishery off northeastern Brazil began in 1955 and thenceforth it has reached an outstanding position as a producer for the world trade market on account of the high prices and increasing demand, which have boosted commercial exploitation, so that since 1972 the stocks have been submitted to very high fishing intensity.

Since such time as signs of growth overfishing have been detected, as a consequence of both high fishing effort and indiscriminate use of non-selective bottom gillnets, management action has been taken towards imposing regulation of lobster size limits and closed seasons, as an attempt to avoid a sharp decrease in stock abundance.

The increased fishing effort in the lobster fishery, traditionally exerted by traps and, more recently also by gillnets in juvenile-inhabited, nearshore areas, might lead to a smaller adult

stock with a consequent increase in the proportion of immature lobster in the in the catch. A juvenile/adult (JS/AS) proportion varied in the period 1972/84, averaging 26.8 per cent and 15.7 per cent for lobster *P. argus* and *P. laeviscauda*, with a tendency for decreasing with the increase in fishing effort.

Appearance of juvenile lobsters in the catch occurs from age-groups I (*P. argus*) and II (*P. laeviscauda*) and their relative abundance must reflect recruitment absolute size or a catchability change. On the other hand, the ability of the fishing fleet to concentrate its effort on young recruiting lobsters leads to a situation where the catch of a certain year-class is higher than may have been expected. One has, however, no means to decide whether the reason for this is that a year-class is stronger than expected or that the fishing mortality is specially high on this year-class as a result of fishing pattern.

From the foregoing, it may be inferred that the variation of juvenile catching is likely to stem from a changing strength of recruitment, perhaps due to environmental factors or an as yet unknown stock/recruitment relationship. This first hypothesis has been put to trial in respect to rainfall intensity in the coastal zone, a climatic factor of utmost importance in northeastern Brazil on account of the periodical droughts that befall this region and the ill-effects on river discharge, that has virtually ceased between 1979 and 1983, alternating with years of flooding, as from 1971 through 1975.

The monthly mean rainfall index reaches its maximum in February-May, period of the most intense spawning activity of both species, averaging, 234.8 mm, levelling off as an asymptote in August-December with an average of 15.6 mm. At the same time, the recruitment index shows an upward trend from January through July, with a distinct period of higher values averaging 22.8 per cent (*P. argus*) and 9.1 per cent

(*P. laevicauda*), against 17.1 per cent and 4.8 per cent in the rest of the year.

The dome-shaped relationship between the index of recruitment (R) and rainfall (P), with a 2-year time-lag, was represented by the following equations:

$$P. \textit{argus}: R = (0.1052 - 0.0000408 P) P$$

$$P. \textit{laevicauda}: R = (0.1083 - 0.0000437 P) P$$

The parabolic curves show that, for the range of values used for adjusting this model, there is an optimal rainfall annual index of 1,300 mm that is supposed to be related to a higher recruitment index, with decreased values on both sides of the rainfall range. Thus, above-average rainfall values of 1,923.7 mm, 2,037.7 mm and 1,420.8 mm in years 1973/75 could be responsible for the low values of recruitment in years 1976/78.

The mechanisms that explain this variation pattern are supposed to work towards an increase in larval mortality via decreasing salinity, at high values of rainfall, and via density-dependent pressures operating on the nursery grounds, via low values of rainfall, at a critical period of the lobster's life cycle when food supply will be brought to bear at the time of larval settlement. The lack of water discharge by rivers of northeastern Brazil during droughts periods would bring about a lowering of the organic matter content in the sediments of the inner continental shelf, necessary to form the substrate of calcareous algae, known as the most suitable habitat for tropical spiny lobsters.

It has been stressed above how difficult is to tell whether high abundance of age-group II was a sign of good recruitment or just a concentration of fishing effort on the juvenile stock. However, given the stabilization of lobster yield about its MSY value and the fact that management action has

been taken concerning size limits and closed seasons (December through February), one can expect high catch rates of age-group II to be related to strong year-classes rather than to an increasing juvenile stock in the lobster populations off northeastern Brazil.

BIBLIOGRAFIA

- Anônimo -- 1985 -- Relatório da Segunda Reunião do Grupo de Trabalho e Treinamento (GTT) sobre Avaliação de Estoques, realizada em Tamandaré/PE, de 29 de junho a 24 de julho de 1981. *SUDEPE, ser. Doc. Tec.*, Brasília, (34): 1 - 439.
- Chittleborough, R. G. & B. F. Phillips -- 1975 -- Fluctuations of year-class strength and recruitment in the western rock lobster *Panulirus longipes* (Milne-Edwards). *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, Melbourne, 26 (3): 317 - 328.
- Costa, R. S.; C. A. S. Rocha & M. F. Menezes -- 1974 -- Participação de jovens nas capturas e exportações de lagostas do Estado do Ceará. *Bol. Ciên. Mar*, Fortaleza, (28) : 1 - 7.
- Coutinho, P. N. -- *Ecología bentónica y sedimentación de la plataforma continental del atlántico sur*. Memorias del seminario sobre ecología bentónica y sedimentación, UNESCO, 415 - 421.
- Cushing, D. H. -- 1973 -- *Recruitment and parent stock in fishes*. University of Washington Press, 197 pp., Seattle.
- Foteles-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.
- Fox, W. W. -- 1970 -- An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, Lawrence, 99 (1): 80 - 88.
- Gulland, J. A. -- 1961 -- Fishing and the stocks of fish at Iceland. *Fish. Invest., ser. 2*, London, 23 (4) : 1 - 52.
- Ivo, C. T. C. -- 1975 -- Novo estudo sobre o crescimento e a 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. & T. C. V. Gesteira -- 1986 -- Potencial reprodutivo das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda*

(Latreille), no Nordeste do Brasil. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 25: 1 – 12.

Mesquita, A. L. L. & T. C. V. Gesteira – 1975 – Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), na costa do Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 15 (2) : 93 – 96.

Mota Alves, M. I. & R. V. C. Mota – 1981 – Sobre a influência das variações de salinidade em *Panulirus laevicauda* (Latreille) (Decapoda, Palinuridae), pp. 299 – 309, in Seminários de Biologia Marinha, Rio de Janeiro.

Nascimento, I. V. & E. P. Santos – 1970 – Sobre a curva de maturação da lagosta *Panulirus argus* (Latr.) 1804. *Bol. Est. Pesca*, Recife, 10 (1) : 29-37.

Paiva, M. P. – 1974 – Estudo sobre a pesca de lagostas no Ceará, durante o ano de 1973. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 14 (1): 37 – 40.

Paiva, M. P. & R. S. Costa – 1968 – Comportamento biológico da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille). *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, 8 (1) : 1 – 6.

Paiva, M. P. et. al. – 1973 – Pescarias experimentais de lagostas com redes de espera, no Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 13 (2) : 121 – 134.

Pauly, D. – 1980 – On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, Copenhagen, 39 (2) : 175 – 192.

Phillips, B. F. – 1977 – A review of the larval ecology of rock lobsters, pp. 175 – 185, in Phillips, B. F. & J. S. Cobb (eds.), *Workshop on lobster and rock lobster ecology and physiology*, CSIRO, 300 pp., Canberra.

Santos, E. P.; R. S. Costa & S. J. C. Moura – 1964 – Growth of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latr.): quantitative aspect. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará*, Fortaleza, 4 (2) : 41 – 44.

Sastry, A. N. & J. A. Pechenik – 1977 – A review of ecology, physiology and behavior of lobster larvae (*Homarus americanus* and *H. gammarus*), pp. 159 – 174, in Phillips, B. F. & J. S. Cobb, *Workshop on lobster and rock lobster ecology and physiology*, CSIRO, 300 pp., Canberra.

Schaefer, M. B. – 1954 – Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.*, La Jolla, 1 (2) : 27 – 56.

Soares, C. N. C. & P. P. L. Cavalcante – 1985 – Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) and smoothtail spiny lobster (*Panulirus laevicauda*) reproductive dynamics on the Brazilian northeastern coast. *FAO Fish. Rep.*, Roma, (327) : 200 – 217.

Stead, D. H. – 1973 – Rock lobster salinity tolerance. *New Zeal. Minist. Agric. Fish., Tech. Rep.*, Wellington, (122): 1 – 9.

Sutcliffe, W. H. – 1973 – Correlations between seasonal river discharge and local landings of American lobster (*Homarus americanus*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in the gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, 30 (6): 856 – 859.

Witham, R.; R. M. Ingle & E. A. Joyce Jr. – 1968 – Physiological and ecological studies of *Panulirus argus* from the St. Lucie estuary. *Flor. State Board Cons., Tech. Ser.*, Miami, (53) : 1 – 31.