

POTENCIAL REPRODUTIVO DAS LAGOSTAS *PANULIRUS ARGUS*
(LATREILLE) E *PANULIRUS LAEVICAUDA* (LATREILLE)
(CRUSTACEA: PALINURIDAE), NO NORDESTE DO BRASIL⁽¹⁾

Carlos Tassito Corrêa Ivo⁽²⁾
Tereza Cristina Vasconcelos Gesteira

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

A pesca industrial no Nordeste do Brasil apresentou considerável desenvolvimento com o advento da exploração lagosteira em 1955, sendo ainda, em grande parte, dependente da produção deste crustáceo. Assim, os anos de baixa captura de lagosta são marcados por crises na indústria pesqueira da região.

A mais recente crise no setor pesqueiro decorreu da baixa produção de lagosta verificada em 1983, que atingiu cerca de 5.000 toneladas, em peso inteiro, equivalente a apenas 57% da produção média anual para o período de 1976 a 1982. Em 1984, os desembarques de lagosta estiveram próximos das 9.000 toneladas estimadas para a captura máxima deste recurso.

Vários são os fatores que podem causar reduções cíclicas na biomassa capturada de um determinado recurso pesqueiro. Ao nosso entender, dois fatores principais podem ser citados

como responsáveis pela baixa captura de lagostas durante o ano de 1983 e em outros anos em que tal fato pode ser verificado. Primeiro, o elevado esforço de pesca concentrando-se nos grupos de idade de maior potencial reprodutivo, reduz sua participação relativa no estoque reprodutor, passando a predominar os grupos mais jovens, portanto de menor potencial reprodutivo; como consequência, haverá uma alteração no número de recrutas, causando uma variação na biomassa capturável. Segundo, qualquer modificação anual do meio ambiente, poderá forçar uma adaptação da população em qualquer das fases do seu ciclo de vida, novamente alterando a biomassa dos recrutas.

O estudo da relação potencial reprodutivo/recrutamento poderá indicar, principalmente, o efeito da densidade nas fases de ovo e larva, quando maior é o efeito das variações, quer seja do meio ambiente ou da própria densidade populacional dos reprodutores. No presente trabalho são consideradas as relações número de recrutas/número de ovos para as espécies de lagosta *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille), capturadas no Nordeste do Brasil.

(1) Pesquisa financiada pelo Banco do Brasil S. A., através do Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica (FIPEC); Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e Comissão Intermunicipal para os Recursos do Mar (CIRM).

(2) Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

MATERIAL E MÉTODO

A determinação do recrutamento de qualquer população de organismos marinhos é básica para se administrar uma pesca comercial. De forma geral, a estimativa do recrutamento é feita a partir do conhecimento do número de indivíduos em qualquer um dos estágios planctônicos iniciais, de difícil determinação. No entanto, é possível se indicar mais facilmente uma tendência para a citada relação, partindo-se da fecundidade individual para se estimar o potencial reprodutivo da espécie.

Estudo da fecundidade

Durante os anos de 1980 e 1981, foram amostradas 74 lagostas da espécie *Panulirus argus* e 117 da espécie *Panulirus laevicauda*, capturadas em áreas de pesca em frente ao Estado do Ceará. Para os indivíduos amostrados de cada espécie, determinamos o comprimento total e coletamos toda a massa de ovos aderida aos pleópodos, para pesagem. Da massa total de ovos retiramos um grama, que foi conservado em álcool comum para posterior contagem dos ovos com o auxílio de uma lupa com aumento de 20 X. A estimativa da fecundidade individual (F) de cada fêmea foi feita segundo a fórmula:

$$F = P \cdot m \quad (1)$$

onde P = peso da massa total de ovos, e m = número de ovos em 1 grama da massa total.

As equações lineares entre fecundidade individual e comprimento total, foram ajustadas pelo método dos mínimos quadrados. Para verificarmos a dependência entre os valores das relações estudadas, calculamos o coeficiente de correlação de Pearson (r) para cada equação, tendo-se escolhido o nível de significância $\alpha = 0,01$.

Na tabela I são mostrados os valores da fecundidade individual observada e

calculada para as espécies estudadas, por classe de comprimento.

Sabe-se que variações populacionais devidas a fatores extrínsecos ou intrínsecos podem causar modificações na fecundidade individual de uma espécie. Assim, considerando os dados sobre fecundidade e comprimento, de diversos autores, para diferentes períodos, verificamos possíveis diferenças no potencial reprodutivo individual das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*.

Desde que as retas de regressão obtidas por Nascimento (1974) para as citadas espécies de lagosta relacionam fecundidade e comprimento do cefalotórax e que a relação calculada por Mota Alves & Bezerra (1968) é apresentada sob a forma exponencial, novas regressões foram estimadas, quer seja para apresentar a relação entre fecundidade e comprimento total, ou para apresentar esta relação na forma linear.

Conhecidas as relações fecundidade/comprimento total em três períodos diferentes: 1961-1962 (Mota Alves & Bezerra, 1968); 1971 (Nascimento, 1974); e 1981-1982, por Ivo & Gesteira, neste trabalho, aplicamos o teste *t* para comparação dos coeficientes angulares. Deixamos de comparar os coeficientes lineares, pois as amostras desses autores se distribuem em diferentes amplitudes. Desde que não apresentaram diferenças estatísticas significantes, os parâmetros *a* e *b* das equações de regressão foram ponderados, de modo a se ter uma única regressão que represente a relação fecundidade/comprimento total para cada uma das espécies consideradas (Zar, 1974).

Potencial reprodutivo/recrutamento

Desde 1965 o Laboratório de Ciências do Mar vem mantendo um sistema de amostragem biológica de lagostas capturadas em frente ao Estado do Ceará, para registro, principalmente, do comprimento do indivíduo. Com base

nestes dados e conhecendo-se o peso e a fecundidade individual, a participação relativa de fêmeas em processo de reprodução, na amostragem, e o tamanho da população, é possível se estimar o potencial reprodutivo das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*.

A seguinte metodologia foi seguida:

Estimativa do peso da amostra, w_j

$$w_j = \sum n_{ij} \cdot \bar{w}_i \quad (2)$$

sendo n_i = número de indivíduos na classe i , no ano j e \bar{w}_i = peso médio na classe.

Os valores de \bar{w}_i foram considerados constantes para os diferentes anos, e calculados segundo as expressões:

Panulirus argus

$$\ln \bar{w}_i = -9,645 + 2,910 \ln L_i$$

Panulirus laevicauda

$$\ln \bar{w}_i = -8,545 + 2,695 \ln L_i$$

onde L_i = centro de classe de comprimento da classe i .

Estimativa do fator de ampliação anual, A_j

Por definição

$$A_j = \frac{W_j}{w_j} \quad (3)$$

onde W_j = peso total da captura anual.

Estimativa do número total de indivíduos capturados, por classe de comprimento, C_{ij}

$$C_{ij} = A_j \cdot n_{ij} \quad (4)$$

Estimativa do potencial reprodutivo anual, S_j

Para se estimar S_j , as seguintes premissas foram consideradas:

a) como somente as fêmeas são responsáveis pela liberação de óvulos e assumindo-se a relação 1M: 1F, considera-se somente a metade da população na estimativa de S_j ;

b) a fecundidade individual e a participação relativa de fêmeas em processo de reprodução, f_r , variam para as várias classes de comprimento, sendo entretanto, consideradas constantes para os vários anos considerados;

c) os dados sobre o tamanho da população e o recrutamento absoluto, aqui utilizados, encontram-se no Relatório do II GTT sobre Avaliação de Estoques (Brasil – SUDEPE, 1985).

d) a expressão

$$N_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_j} \cdot f_r \cdot N_j \cdot 0,5 \quad (5)$$

foi utilizada para se estimar o potencial reprodutivo anual por classe do comprimento N_{ij} , sendo C_j = captura anual em número de indivíduos e N_j = tamanho da população em número de indivíduos no ano j .

Potencial reprodutivo anual, em número de ovos, S_j

$$S_j = \sum N_{ij} \cdot F_i \quad (6)$$

onde F_i = fecundidade média da classe i , constante para os diversos anos.

Segundo Ricker (1954), a relação potencial reprodutivo/recrutamento pode ser representada pela expressão

$$R = \alpha S e^{-\beta S} \quad (7)$$

sendo R = recrutamento e S = potencial reprodutivo. Os parâmetros α e β são

constantes, estimados pelo método dos mínimos quadrados.¹

Para se estimar α e β , tem-se que

$$\ln R/S = \ln \alpha - \beta S \quad (8)$$

A dependência linear entre os valores de $\ln R/S$ e S da expressão 8, estimada para as populações de lagosta *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, foi testada pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), tendo-se escolhido o nível de significância $\alpha = 0,01$.

Por derivação da expressão (7) tem-se que o recrutamento máximo (R_{\max}) será alcançado quando o potencial reprodutivo estiver em nível ótimo (S_{\max})

$$S_{\max} = 1/\beta \quad (9)$$

$$R_{\max} = 0,3679 \alpha/\beta \quad (10)$$

Na expressão (8), os parâmetros α e β indicam respectivamente a não-dependência e a dependência da densidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A retas de regressão linear, estimadas para a relação fecundidade/comprimento total, a partir dos dados do presente trabalho, são as seguintes:

Panulirus argus

$$F = (-801,536 + 46,105 L) \times 10^3 \\ (r = 0,974)$$

Panulirus laevicauda

$$F = (-352,185 + 26,772 L) \times 10^3 \\ (r = 0,976)$$

Das expressões acima, ambas significantes ao nível $\alpha = 0,01$, podemos concluir que existe uma correlação positiva entre fecundidade e comprimento total. Deste modo, fêmeas maiores possuem maior capacidade de conduzir

ovos do que as fêmeas menores, sendo portanto capazes de contribuir mais efetivamente para a produção total de ovos.

As retas de regressão obtidas com os dados de Mota Alves & Bezerra (1968) e Nascimento (1974), para a relação fecundidade/comprimento total, mostraram-se estatisticamente significantes ao nível $\alpha = 0,01$, e são as seguintes:

Panulirus argus

Mota Alves & Bezerra

$$F = (-1.102,555 + 61,210 L) \times 10^3 \\ (r = 0,961)$$

Nascimento

$$F = (-634,232 + 40,823 L) \times 10^3 \\ (r = 0,995)$$

Panulirus laevicauda

Nascimento

$$F = (-367,691 + 28,868 L) \times 10^3 \\ (r = 0,984)$$

Segundo Nikolskii (1969), uma população de organismos aquáticos possui certos mecanismos de adaptação que automaticamente, via metabolismo, ajustam sua taxa de reprodução ao suprimento de alimento. Deste modo, é possível que exista uma variação na fecundidade individual da lagosta em diferentes anos, alterando o recrutamento. Para verificarmos a possível existência de tal diferença, testamos as retas obtidas com os dados dos diferentes autores citados, considerando cada espécie separadamente.

Para a espécie *Panulirus argus*, as retas obtidas por Nascimento (1974) e Ivo & Gesteira, neste trabalho, não apresentaram diferença estatística significativa ($P < 0,01$). A expressão estabelecida com os dados de Mota Alves & Bezerra (1968) mostrou-se estatisticamente diferente quando comparada com as expressões de Nascimento e Ivo & Gesteira.

Acreditamos que o pequeno número de observações e, ainda, por concentrar sua amostragem em indivíduos cujo comprimento médio é maior do que o comprimento médio populacional dos indivíduos em reprodução, sejam respon-

sáveis pela diferença estatística acima discutida.

Considerando apenas as regressões que não apresentaram diferenças estatísticas significantes, obtivemos, por ponderação de *a* e *b*, novas regressões

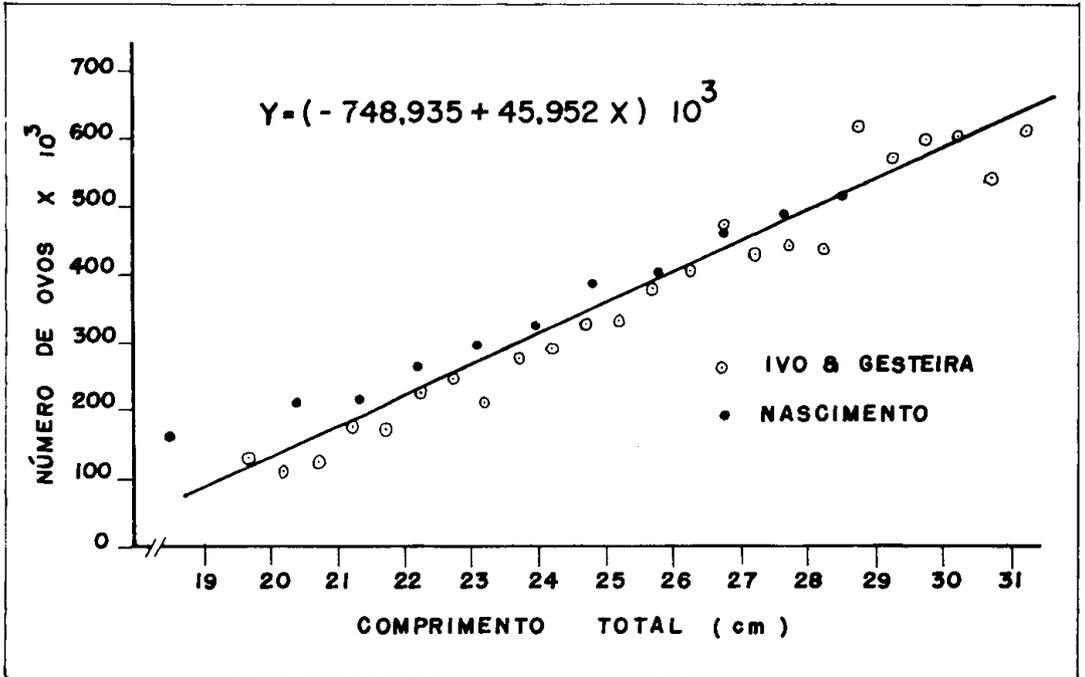


Figura 1 — Reta de regressão ponderada entre fecundidade individual e comprimento total, para a espécie *Panulirus argus* (Latreille).

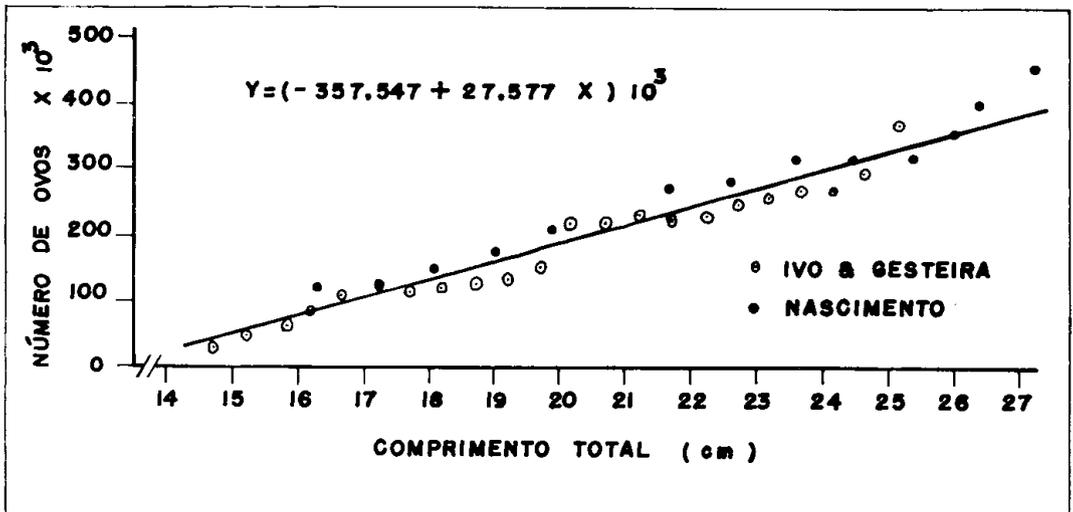


Figura 2 — Reta de regressão ponderada entre fecundidade individual e comprimento total, para a espécie *Panulirus laevicauda* (Latreille).

que possam representar a relação fecundidade/comprimento total para as duas espécies de lagosta (figuras 1 e 2). As expressões ponderadas abaixo indicam pois a não existência de variação da fecundidade quando comparamos dados obtidos em 1971 e 1980-1981.

Panulirus laeivicauda

$$F = (-357,547 + 27,557 L) \times 10^3$$

Considerando-se as seguintes amplitudes de comprimento (A_m) de indivíduos em reprodução, e respectivas médias (\bar{L}):

Panulirus argus

$$A_m = 18,5 - 32,5 \text{ cm}$$

$$\bar{L} = 24,4 \text{ cm}$$

Panulirus argus

$$F = (-748,935 + 45,952 L) \times 10^3$$

TABELA I

Fecundidade média, em número de ovos, por classes de comprimento total para as lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeivicauda* (Latreille). Material coletado ao longo da costa do Estado do Ceará, nos anos de 1980 e 1981

Comprimento total (cm)	Número de ovos $\times 10^3$			
	observada		calculada (1)	
	<i>P. argus</i>	<i>P. laeivicauda</i>	<i>P. argus</i>	<i>P. laeivicauda</i>
14,5 - 14,9	—	37,8	—	47,8
15,0 - 15,4	—	57,1	—	61,6
15,5 - 15,9	—	68,8	—	75,4
16,0 - 16,4	—	92,3	—	89,2
16,5 - 16,9	—	113,1	—	103,0
17,0 - 17,4	—	119,4	—	116,8
17,5 - 17,9	—	122,9	—	130,6
18,0 - 18,4	—	126,9	—	144,4
18,5 - 18,9	—	128,8	—	158,1
19,0 - 19,4	—	131,9	—	171,9
19,5 - 19,9	128,4	152,8	156,3	185,7
20,0 - 20,4	111,4	220,1	179,3	199,5
20,5 - 20,9	126,0	220,6	202,3	213,3
21,0 - 21,4	183,8	227,1	225,2	227,1
21,5 - 21,9	263,3	227,3	248,2	240,9
22,0 - 22,4	230,2	230,1	271,2	254,7
22,5 - 22,9	255,2	248,7	291,2	268,5
23,0 - 23,4	213,3	255,5	317,2	282,2
23,5 - 23,9	281,3	272,5	340,1	296,0
24,0 - 24,4	292,7	275,8	363,1	309,8
24,5 - 24,9	333,6	297,7	386,1	323,6
25,0 - 25,4	334,7	376,9	409,1	337,4
25,5 - 25,9	382,4	—	432,0	—
26,0 - 26,4	408,8	—	455,0	—
26,5 - 26,9	473,4	—	478,0	—
27,0 - 27,4	435,3	—	500,9	—
27,5 - 27,9	447,7	—	523,9	—
28,0 - 28,4	445,4	—	546,9	—
28,5 - 28,9	620,7	—	563,9	—
29,0 - 29,4	572,2	—	592,9	—
29,5 - 29,9	603,2	—	615,8	—
30,0 - 30,4	611,6	—	638,8	—
30,5 - 30,9	549,1	—	661,8	—
31,0 - 31,4	620,0	—	648,8	—

(1) — Valores estimados a partir da reta de regressão ponderada.

Panulirus laevicauda

$$A_m = 15,5 - 27,5 \text{ cm}$$

$$\bar{L} = 20,2 \text{ cm}$$

calculamos a fecundidade média individual para cada espécie, substituindo o valor de \bar{L} na respectiva equação de regressão ponderada:

Panulirus argus

$$\bar{F} = 372.294 \text{ ovos}$$

Panulirus laevicauda

$$\bar{F} = 199.104 \text{ ovos.}$$

Os valores da fecundidade acima e a tabela I evidenciam que a lagosta *Panulirus laevicauda* completa seu desenvolvimento sexual com comprimento total inferior àquele observado para a lagosta *Panulirus argus*, apresentando, entretanto, menor fecundidade. Tal fato deve-se principalmente ao maior comprimento atingido pela lagosta *Panulirus argus* que, conseqüentemente, possui maior poder de retenção e condução de ovos.

Basicamente, os modelos de Ricker (1954) e Beverton & Holt (1957) são

usados para descrever a relação potencial reprodutivo/recrutamento. O uso de um destes métodos implica no conhecimento de certos fatores da população, tais como intensidade do recrutamento e nível do estoque, além da relação entre estoque e densidade. Nossas análises estão fundamentadas no método de Ricker, apenas pelo fato de que os valores da fecundidade e do recrutamento apresentam melhor aderência quando submetido ao citado modelo. Por outro lado, desde que as espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* são recrutadas respectivamente aos 2 e 3 anos, consideramos estes valores para representar o *time lag* na citada relação.

Na tabela II exemplificamos a obtenção dos parâmetros populacionais da lagosta *Panulirus argus* em 1973, utilizando para a estimativa do potencial reprodutivo (tabela III; figuras 3 e 4).

As relações potencial reprodutivo/recrutamento obtidas para as espécies de lagosta consideradas são as seguintes:

Panulirus argus

$$R = (0,08560 S_1 \cdot e^{-0,0018 S_1}) 10^6$$

$$(r = -0,810)$$

TABELA II

Parâmetros populacionais da lagosta *Panulirus argus* (Latreille), no ano de 1973.

Comprimento total (cm)	n	Peso médio individual (kg)	Peso da amostra (kg)	Captura total (número)	Fêmeas em reprodução (%)	Fecundidade (n.º de ovos x 10 ³)	Potencial reprodutivo (n.º de ovos x 10 ⁹)
13,1 - 14,0	3	0,102	0,306	2.073	-	-	-
14,1 - 15,0	46	0,126	5,796	31.786	-	-	-
15,1 - 16,0	159	0,153	24,327	109.869	-	-	-
16,1 - 17,0	502	0,184	92,368	346.882	-	-	-
17,1 - 18,0	1.185	0,218	258,330	818.835	-	-	-
18,1 - 19,0	1.986	0,256	508,416	1.372.326	0,4	101,2	1,302
19,1 - 20,0	2.165	0,299	647,335	1.496.015	1,8	147,1	9,283
20,1 - 21,0	2.065	0,345	712,425	1.426.915	3,7	193,1	23,892
21,1 - 22,0	1.654	0,397	656,638	1.142.914	7,0	239,0	44,810
22,1 - 23,0	1.813	0,453	821,289	1.252.783	12,2	285,0	102,081
23,1 - 24,0	1.502	0,514	772,028	1.037.882	18,0	330,9	144,872
24,1 - 25,0	1.554	0,580	903,320	1.073.814	20,0	376,9	189,693
25,1 - 26,0	1.680	0,652	1.082,320	1.147.060	15,5	422,8	176,166
26,1 - 27,0	1.247	0,729	909,063	881.677	9,7	468,8	91,827
27,1 - 28,0	968	0,812	786,016	688.888	5,4	514,7	43,568
28,1 - 29,0	551	0,901	496,451	380.741	3,5	580,7	17,510
29,1 - 30,0	298	0,996	296,808	205.918	1,3	606,6	3,805
30,1 - 31,0	123	1,098	135,054	84.993	0,6	652,6	0,780
31,1 - 32,0	39	1,206	47,034	26.949	0,4	698,5	0,176
32,1 - 33,0	36	1,321	47,556	24.876	0,4	744,5	0,174
33,1 - 34,0	6	1,442	8,652	4.146	0,2	790,4	0,015
34,1 - 35,0	3	1,571	4,713	2.073	0,1	836,4	0,004
Total	19.585	-	9.216,245	13.519,415	-	-	849,957

Observações: captura total anual (W) = 6.369 toneladas; tamanho da população (N) = 63,366 x 10⁶ indivíduos.

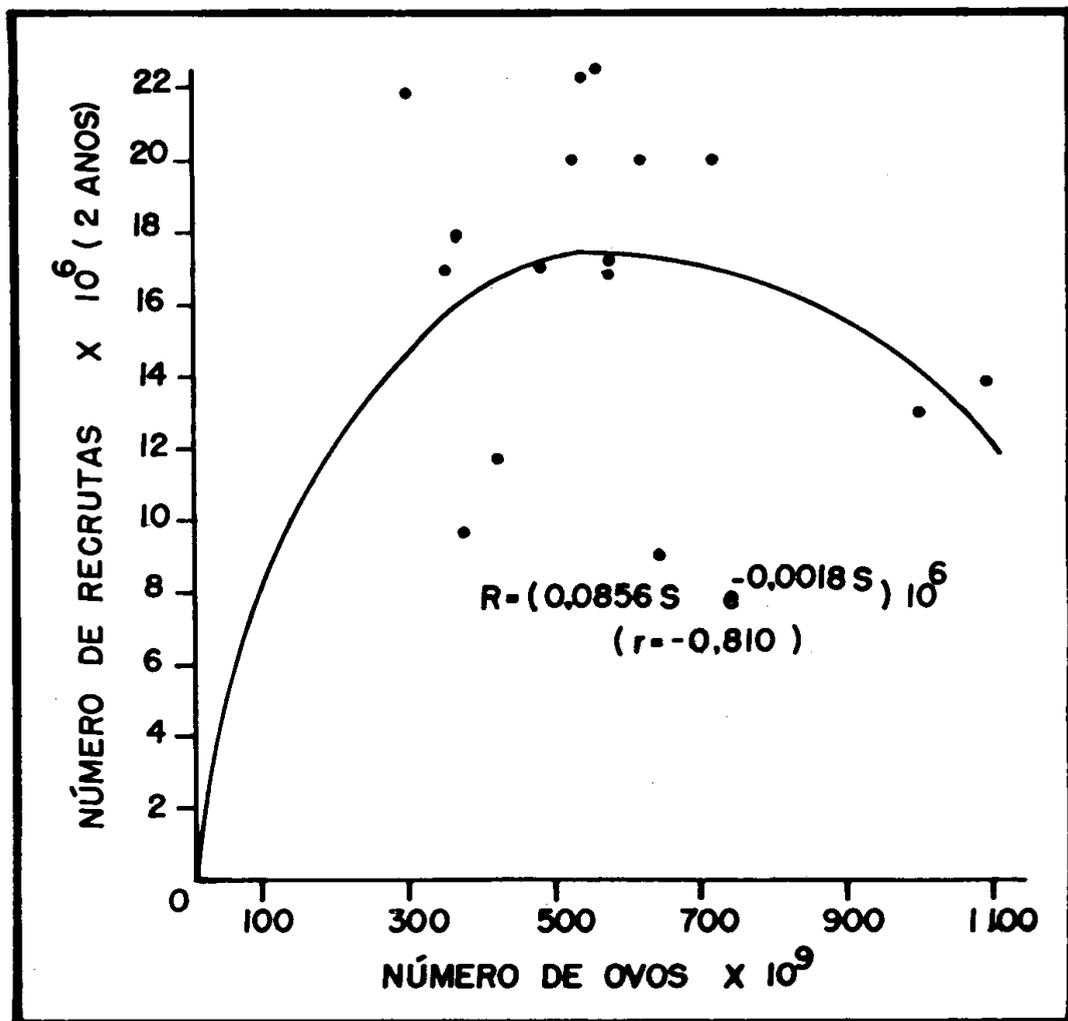


Figura 3 — Relação entre potencial reprodutivo e recrutamento, para a espécie *Panulirus argus* (Latreille).

TABELA III

Valores estimados do tamanho da população, número de ovos produzidos e número de recrutas resultantes, para as espécies de lagosta *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda*, no período 1965 a 1980.

Ano	População (10^6)		Número de ovos (10^9)		Recrutas (10^6)	
	<i>P. argus</i>	<i>P. laeviscauda</i>	<i>P. argus</i>	<i>P. laeviscauda</i>	<i>P. argus</i>	<i>P. laeviscauda</i>
1965	24,752	19,921	368,194	223,702	8,692	3,931
1966	27,981	25,420	413,297	258,645	6,816	4,753
1967	33,884	30,378	476,907	351,772	9,687	4,741
1968	47,820	35,406	546,523	286,352	11,752	7,300
1969	66,827	38,279	355,629	322,036	17,118	8,135
1970	64,727	36,759	289,227	296,791	22,663	8,553
1971	66,025	33,239	571,533	272,627	18,283	9,236
1972	63,490	35,056	618,081	439,879	21,960	7,615
1973	63,366	38,301	849,957	440,614	17,017	6,447
1974	58,550	41,269	635,217	245,905	20,039	8,166
1975	39,689	38,395	347,468	300,562	13,107	8,959
1976	47,237	40,124	534,196	426,446	9,588	9,516
1977	65,548	41,173	708,341	510,262	17,941	7,373
1978	73,320	29,409	1,087,518	246,740	22,457	9,218
1979	57,012	15,211	574,224	108,154	20,579	9,077
1980	23,244	—	275,713	—	13,786	—

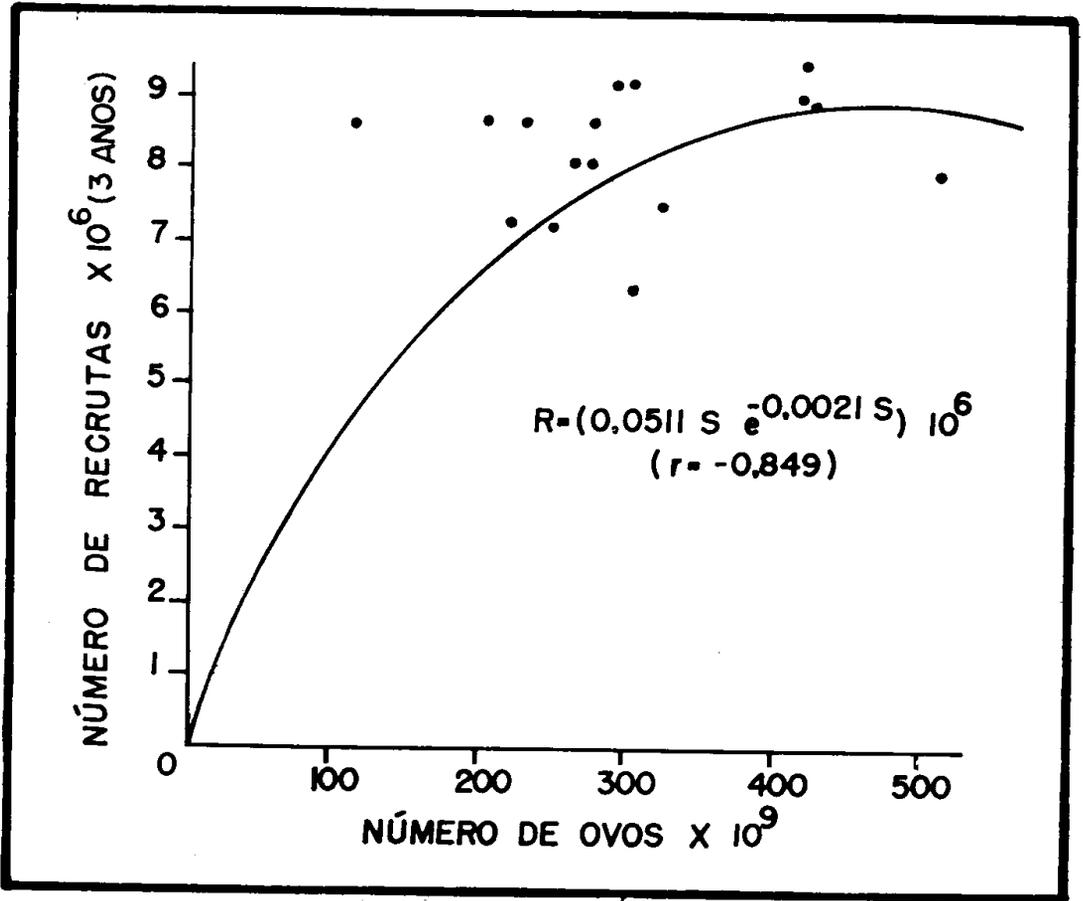


Figura 4 – Relação entre potencial reprodutivo e recrutamento, para a espécie *Panulirus laeviscauda* (Latreille).

Panulirus laeviscauda

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

$$(r = -0,849)$$

Das expressões acima estima-se o potencial reprodutivo ótimo e o recrutamento máximo, por espécie.

Panulirus argus

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

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

Panulirus laeviscauda

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

$$R_{max} = 8,9 \times 10^6 \text{ indivíduos}$$

Assumindo-se os valores ótimos do potencial reprodutivo e dividindo-os pela

fecundidade média, verifica-se que são necessárias 1.490.757 e 2.390.710 fêmeas respectivamente, das espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* reproduzindo-se anualmente, para se obter o recrutamento máximo.

As classes de comprimento intermediárias (intervalo de 1,0 cm), entre as faixas de comprimento total de 21,1 – 28,0 cm para a espécie *Panulirus argus* e 17,1 – 22,0 cm para a espécie *Panulirus laeviscauda* são, em média, responsáveis respectivamente por 82,3% e 91,2% do potencial reprodutivo das espécies citadas. Por outro lado, as classes de comprimento maiores do que os limites superiores das faixas de comprimento acima são responsáveis por pequena porcentagem do potencial reprodutivo (tabela IV). Desta forma,

a redução do comprimento médio de qualquer das espécies de lagosta poderá resultar na diminuição do potencial reprodutivo das populações, com sérios prejuízos ao equilíbrio populacional.

O tamanho de uma classe anual está na dependência do número de ovos liberados ou do número de larvas. Por sua vez, o número total de ovos é determinado pela fecundidade individual e pelo número de fêmeas maduras, sem entretanto existir uma simples relação entre o número de ovos e o número de descendentes que futuramente atingirá a maturidade sexual. É que as diversas fases de desenvolvimento larval estarão na dependência de vários fatores, tais como qualidade do ovo e disponibilidade de alimento após o desaparecimento do saco vitelino. De modo geral, os grupos de idade intermediários, considerando-se o estoque reprodutor, contribuem mais efetivamente para a formação de uma classe anual, já que estes indivíduos apresentam uma maior quantidade de ovos fertilizados que resultaria numa maior sobrevivência de jovens. Os indivíduos maiores e menores possuem grande participação de ovos de menor tamanho, conseqüentemente de qualidade inferior quando comparados àqueles de indivíduos de classes intermediárias de idade. Assim, a redução na

participação de indivíduos mais velhos aumentará a participação de jovens, diminuindo a quantidade de ovos e conseqüentemente o número de recrutas resultante.

A se considerar o estágio atual de equilíbrio da pesca de lagosta, é de se supor que o tamanho médio de fêmeas em processo de reprodução esteja adequado à manutenção do equilíbrio da população, fato que se comprova pela estabilidade da produção anual, em torno das 9.000 toneladas para o Nordeste brasileiro. As flutuações periódicas observadas estariam, assim, possivelmente relacionadas a fatores ambientais.

Comparando-se os parâmetros da relação potencial reprodutivo/recrutamento tem-se que a espécie *Panulirus argus* ($\beta = 0,0018$; $\alpha = 0,0856$) de certo modo apresenta-se menos dependente da densidade, quando comparada à espécie *Panulirus laeviscauda* ($\beta = 0,0021$; $\alpha = 0,00511$). Tal fato se justifica se considerarmos a maior dispersão apresentada pela lagosta *Panulirus argus* (figuras 3 e 4).

A característica essencial das populações é que elas se auto-regulam, mantendo um nível de abundância que, de certo modo, nunca cresce ilimitadamente nem torna-se zero, mesmo que submetidas a grandes variações ambien-

TABELA IV

Potencial reprodutivo médio das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeviscauda* (Latreille), por classes de comprimento total (1,0 cm de intervalo) e faixas de comprimento, no período de 1965 a 1980

Ano	Potencial reprodutivo (n.º de ovos x 10 ⁹)											
	<i>Panulirus argus</i>						<i>Panulirus laeviscauda</i>					
	< 21,0		21,0 - 28,0		> 28,0		< 17,0		17,1 - 22,0		> 22,0	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1965	5,542	10,4	49,470	88,6	0,516	1,0	1,514	3,3	42,899	95,1	0,683	1,6
1966	6,441	10,2	55,222	97,8	1,236	2,0	3,244	6,0	49,812	92,5	0,744	1,5
1967	7,925	10,9	64,007	87,9	0,847	1,2	2,477	3,4	65,591	95,6	0,638	1,0
1968	11,812	13,8	72,368	84,8	1,126	1,4	6,434	10,5	54,226	88,7	0,470	0,8
1969	15,864	26,5	43,796	73,1	0,243	0,4	6,086	8,9	60,643	89,1	1,328	2,0
1970	20,174	38,2	32,658	61,8	0,019	0,0	4,889	7,9	56,713	91,2	0,574	0,9
1971	18,359	19,2	73,033	79,3	0,745	0,8	4,357	7,6	52,585	92,1	0,164	0,3
1972	14,420	14,9	80,603	83,5	1,513	1,6	2,703	3,0	84,415	94,9	1,770	2,1
1973	11,553	7,7	113,899	76,4	23,581	15,8	3,350	3,7	85,223	95,7	1,106	1,3
1974	11,001	11,4	77,355	79,7	8,674	8,9	6,794	12,8	45,413	85,3	0,750	1,4
1975	8,036	14,9	45,231	81,6	0,842	3,5	5,766	9,1	56,465	87,4	0,957	1,5
1976	10,895	13,2	70,655	85,5	0,991	1,3	4,715	5,4	81,297	52,9	1,507	1,7
1977	18,528	16,5	91,895	82,1	1,681	1,4	3,373	3,3	97,501	34,5	2,287	2,2
1978	15,975	9,5	145,872	88,1	3,868	2,4	5,465	10,5	45,087	86,6	1,492	2,9
1979	11,587	13,1	74,405	84,2	2,231	2,7	3,051	13,1	19,827	85,1	0,415	1,8
1980	4,699	11,2	36,709	87,3	0,619	1,5	-	-	-	-	-	-
Média /	12,057	14,1	70,455	82,3	3,045	3,6	4,281	6,6	60,047	91,2	0,994	2,2

tais. Esta elasticidade é a base biológica para qualquer pesca estável. Em outras palavras, a população regula-se a si própria, ajustando suas taxas de reprodução e mortalidade aos fatores que causam qualquer perturbação ao seu equilíbrio, onde se inclui a pesca.

Ao nosso entender, os parâmetros populacionais que podem indicar o mencionado equilíbrio das populações de lagosta no Nordeste brasileiro — produção total, comprimento médio do estoque capturado, etc. — apresentam-se pouco variáveis, pelo menos no período mais recente da pesca. Desta forma, acreditamos que os problemas que atingem o setor pesqueiro estão mais diretamente relacionados a fatores econômicos, como conseqüência do elevado esforço de pesca e dos baixos níveis de abundância relativa.

Agradecimento — Agradeço aos Engenheiros de Pesca Paulo Parente Lira Cavalcante e Cira Nina Cavalcante Soares, pela cessão dos dados sobre participação relativa de fêmeas em reprodução nas capturas de lagosta.

SUMMARY

English title: Reproductive potential of lobsters *Panulirus argus* (Latreille) and *Panulirus laeviscauda* (Latreille), off northeastern Brazil.

Catching for spiny lobster is the most important fishery activity off northeastern Brazilian coast, and the landings of the resource made up about 9,000 tons in average a year. Two species are caught — *Panulirus argus* (Latreille) and *Panulirus laeviscauda* (Latreille). So, the years of low spiny lobster catches are related to crises at the industrial fishery sector.

In this paper we attempt to give some information on stock equilibrium through the analysis of the relationship

between reproductive potential and recruitment.

Firstly, we show that there exists no difference between the individual fecundity of each species when we compare data collected in 1971 and 1980/81. Therefore, we represent the relation fecundity/length by weighing the slopes and intercepts of the previous linear regressions, being the following the resulting equations:

Panulirus argus

$$F = (-748.935 + 45.952 L) 10^3$$

Panulirus laeviscauda

$$F = (-357.547 + 27.557 L) 10^3$$

Using these two regressions and the mean total length of spawning females, it was estimated the mean fecundity for species *Panulirus argus* (372,294 eggs) and *Panulirus laeviscauda* (199,104 eggs). Although exhibiting lower individual fecundity, species *Panulirus laeviscauda* has a first spawning at smaller total length but shows a smaller fecundity.

The Ricker's method was used to represent the relation reproductive potential (S) and recruitment (R), as our data fit best this methodology. These relations are the following:

Panulirus argus

$$R = (0.08560 S \cdot e^{-0.0018 S}) 10^6$$

Panulirus laeviscauda

$$R = (0.00511 S \cdot e^{-0.0021 S}) 10^6$$

From the above relations it was estimated the maximum recruitments of 17.5×10^6 individuals and 8.9×10^6 individuals, respectively for species *Panulirus argus* and *Panulirus laeviscauda*, which result from a maximum reproductive potential of 555×10^9 and 476×10^9 eggs for each species.

Assuming the maximum reproductive potential, it was possible to estimate the total number of females that would

produce the number of eggs for keeping the stable equilibrium for the species. Therefore 1,490,757 and 2,390,710 females, respectively, of the species *Panulirus argus* and *Panulirus laevicauda*, are necessary to maintain the population in an equilibrium state.

Reduction in the mean total length size in anyone of the two species would cause reduction on the reproductive potential of the populations as the intermediate age-groups are responsible, respectively, for 82.3% and 91.2% of the reproductive potential for species *Panulirus argus* and *Panulirus laevicauda*.

The data on total landings, average total length and CPUE are indicating stable equilibrium condition. Therefore, we believe that the populations are in equilibrium and that the present spiny lobster fishery problems are related to economic strategy.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Beverton, R. J. H. & S. J. Holt — 1957 — On the dynamics of exploited fish population. *Fish Invest.*, Ser 2, London, 19 : 1-553.
- Brasil — SUDEPE — 1985 — Relatório da segunda reunião do Grupo de Trabalho e Treinamento (GTT) sobre avaliação de estoques. *Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro, ser. Doc. Téc.*, Brasília (34): 1-439.
- Mota Alves, M. I. & R. C. F. Bezerra — 1968 — Sobre o número de ovos da lagosta *Panulirus argus* (Latr.). *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, 8 (1) : 33-35.
- Nascimento, I. V. — 1974 — Fecundidade da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latr.) e sua relação com a *P. argus* (Latr.). *SUDENE, série Estudos de Pesca*, Recife, 1 : 2-4.
- Nascimento, I. V. & E. P. Santos — 1970 — Sobre a curva de maturação da lagosta *Panulirus argus* (Latr.). *Bol. Est. Pesca*, Recife, 10 (1) : 29-37.
- Nikolskii, G. V. — 1969 — *Theory of fish population dynamics*. Oliver & Boyd, XVI + 323 pp., Edinburgh.
- Paiva, M. P. & A. B. Silva — 1962 — Sobre o número de ovos da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latr.). *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, 2 (1) : 17-19.
- Ricker, W. E. — 1954 — Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, 11 : 559-623.
- Zar, J. H. — 1972 — *Biostatistical analyses*. Prentice-Hall, Inc., XIV + 620 pp., Englewood Cliffs.