

AVALIAÇÃO DA FECUNDIDADE INDIVIDUAL DAS LAGOSTAS *Panulirus argus* (LATREILLE) E *Panulirus laevicauda* (LATREILLE)¹

CARLOS TASSITO CORRÊA IVO⁽²⁾
TEREZA CRISTINA VASCONCELOS GESTEIRA⁽²⁾

RESUMO

Nesse trabalho são desenvolvidos estudos que permitem estimar a fecundidade individual das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, a partir de amostras realizadas nos anos de 1993 e 1994, em frente ao Estado do Ceará. Estudos também são desenvolvidos para comparar a fecundidade individual de uma mesma espécie em diferentes épocas e localidades. A fecundidade média estimada para a lagosta *Panulirus argus* do Nordeste do Brasil não apresentou diferença estatisticamente significativa ao longo do período de obtenção das várias equações de regressão para a relação fecundidade/comprimento, fato também observado para a lagosta *Panulirus laevicauda*. Para grandes distâncias, como entre Brasil e Cuba, a fecundidade média calculada parece estar afetada pela posição geográfica, sendo a fecundidade da lagosta *Panulirus argus* da costa cubana maior do que a fecundidade calculada para essa espécie que ocorre na costa Nordeste do Brasil. Independentemente da posição geográfica e da época de coleta, as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no Nordeste do Brasil apresentam fecundidade média calculada de 367.169 ovos e 196.880 ovos. Em Cuba, também independente da posição geográfica, a lagosta *Panulirus argus* apresenta fecundidade média calculada de 515.972 ovos.

ABSTRACT

In this paper studies were carried out to estimate individual fecundity of the spiny lobsters *Panulirus argus* and *Panulirus laevicauda* caught in 1993 and 1994 on the continental shelf off Ceará State. Individual fecundity for a same species, as estimated by different authors, were compared, taking into account different periods and areas; for lobsters caught in the Northeastern Brazilian coast, the geographical position as well as the sample period do not induce changes in fecundity for a same species, what means that individuals with identical length would have the same fecundity. On the other hand, as long distances are considered, it seems that geographic locations would

¹ Trabalho realizado com recursos do CNPq.

² Professor Adjunto e Pesquisador da UFC

affect fecundity. *Panulirus argus* caught in Cuban Continental Shelf would have higher fecundity than individuals caught in Brazilian Continental Shelf. *Panulirus argus* and *Panulirus laeviscauda* caught in Brazilian Continental Shelf have an average fecundity of 367,169 eggs and 196,880 eggs. *Panulirus argus* caught in Cuban Continental Shelf has an average fecundity of 515,972 eggs.

INTRODUÇÃO

Segundo Nikolskii (1969), alguns fatores de natureza ambiental e, principalmente, disponibilidade de alimentos, podem causar modificações no nível de fecundidade dos indivíduos de uma população aquática. Também, a aplicação excessiva de um fator exógeno de mortalidade, por exemplo, o esforço de pesca, causando a redução exagerada das fêmeas maiores, pode determinar o decréscimo da fecundidade individual e, por conseqüência, potencial reprodutivo do estoque. Nesse caso, a população agirá no sentido de desenvolver estratégias que visem a aumentar o potencial reprodutivo, quer seja pelo simples aumento da fecundidade individual ou pela redução do tamanho de primeira maturação.

Os estudos sobre a fecundidade individual de populações aquáticas, em geral, fazem referência a dois tipos de fecundidade. Primeiro, a fecundidade individual ou fecundidade absoluta, definida como o número de ovos presentes no ovário, e que será liberado em um determinado ano. Este parâmetro é usado para avaliar o potencial reprodutivo de uma população. Segundo, a fecundidade relativa, entendida como sendo o número ou peso dos ovos de um indivíduo por unidade de peso do corpo desse mesmo indivíduo.

Os tamanhos de uma classe anual e do estoque reprodutor que irá resultar dessa classe são definidos pela quantidade de ovos liberados pela população em um determinado ano, e também pela condição desses ovos, sendo ambos dependentes do metabolismo dos reprodutores, especificamente durante o período de alimentação que antecede a desova. A qualidade do ovo é vital para o completo desenvolvimento embrionário e da larva, de modo que a qualidade e quantidade do vitelo são, em última análise, os fatores que determinam o sucesso da reprodução.

Os indivíduos de uma população aquática adaptam sua capacidade reprodutiva às condições do ambiente, às suas próprias condições e aos

fatores externos que agem no sentido de modificar a estrutura da população. Quando uma população está altamente explorada, a mesma desenvolve estratégias no sentido de aumentar seu potencial reprodutivo, antecipando, por exemplo, o início da primeira maturação sexual, com indivíduos reproduzindo-se com menores tamanhos. Nesse caso, o aumento do potencial reprodutivo não se deve ao aumento da fecundidade média da população, mas ao aumento do número de indivíduos da população em processo de reprodução.

O estudo da fecundidade das populações aquáticas é importante por permitir que sejam feitas previsões sobre o recrutamento e até sobre a produção das populações exploradas. Nesse trabalho, são desenvolvidos estudos comparativos sobre a fecundidade da lagosta vermelha, *Panulirus argus*, capturada em diferentes locais e épocas no Nordeste do Brasil, e entre a fecundidade desse espécie capturada no Brasil e em Cuba. Estudos também são desenvolvidos no sentido de comparar a fecundidade da lagosta verde, *Panulirus laevicauda*, do Nordeste do Brasil em diferentes locais e épocas.

MATERIAL

Os 115 e 118 indivíduos respectivamente das espécie *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* que servem de base para a elaboração das equações de regressão entre fecundidade e comprimento apresentadas nesse trabalho foram coletados durante os anos de 1993 e 1994, e decorrem de capturas realizadas em áreas de pesca em frente ao Estado de Ceará. De cada indivíduo amostrado foi tomado o comprimento do cefalotórax, do abdômen e total, e os pesos respectivos, bem como o peso da massa de ovos após sua liberação dos pleópodos. As medidas de comprimento foram feitas em milímetros e as de peso em gramas.

A análise comparativa da fecundidade foi desenvolvida a partir trabalhos publicados por diferentes autores, após tratamento estatístico adequado.

MÉTODOS

Ao estudarem a fecundidade individual das lagostas no Nordeste do Brasil, como em Cuba, os diferentes autores utilizaram sempre a mesma metodologia (método gravimétrico), variando apenas o peso da massa de ovos usada para a contagem, e a medida de comprimento, que em geral dependeu de como o indivíduo foi trazido para terra. Sempre que possível deu-se preferência à medição do comprimento do cefalotórax.

Os dados analisados neste trabalho também seguem essa metodologia, conforme descrita a seguir; os indivíduos portadores de ovos foram selecionados para determinação do comprimento (total, cefalotórax e abdômen) e coleta de toda a massa de ovos aderidos aos pleópodos, para pesagem. Da massa total de ovos retirou-se uma porção, em geral 0,1 g ou 0,2 g, que foi conservada em álcool comum a 80% para posterior contagem com o auxílio de uma lupa. A estimativa da fecundidade individual (F) de cada fêmea foi feita segundo a fórmula

$$F = P n$$

onde P = peso da massa total de ovos, e n = número total de ovos no volume retirado para contagem.

Somente as fêmeas para as quais se tem total segurança de que a eclosão das larvas não havia sido iniciada foram consideradas para os estudos de fecundidade.

As equações obtidas para a relação fecundidade (F) e comprimento (X), e conforme aqui consideradas, são em geral do tipo

$$F = a + bX.$$

Os parâmetros a e b são estimados pelo método dos mínimos quadrados, onde

$$b = \frac{\sum X_i F_i - (\sum X_i \sum F_i) / n}{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n}$$

$$a = \frac{\sum F_i}{n} - b \frac{\sum X_i}{n}$$

O teste de significância de uma regressão pode ser indistintamente feito através da Análise de Variância ou do Teste t , mas a forma mais simples de se testar a correlação entre duas variáveis, desde que medidas ao acaso, é o coeficiente de correlação (r), aqui usado, que mede a associação entre duas quantidades, sendo

$$r = \left[\sum X_i F_i - (\sum x_i)^2 / n \right] / \sqrt{\left[X_i^2 - (\sum X_i)^2 / n \right] \left[F_i^2 - (\sum F_i)^2 / n \right]}$$

Alguns autores, entretanto preferem usar a equação não linear do tipo

$$F = A X^b,$$

$$\ln F = \ln A + b \ln X,$$

sendo $\ln A = a$ ou $A = e^a$, e $b = B$, também estimados pelo método dos mínimos quadrados, obviamente com as devidas substituições de F e X pelos seus respectivos valores logaritmizados. A verificação da correlação entre $\ln F$ e $\ln X$ segue a mesma metodologia aplicada para testar a significância da equação linear mostrada anteriormente.

A verificação de possíveis diferenças na fecundidade de grupos populacionais pode ser feita por comparação de equações de regressões entre fecundidade e comprimento, obtidas para esses grupos populacionais. Em geral são desenvolvidos testes de análises de co-variância, para testar essas regressões. Alternativamente, é possível testar a fecundidade média individual de vários grupos populacionais por meio de uma Análise de Variância, Teste F , ou através do Teste t , quando se desejam testar duas médias.

A aplicação de uma dessas alternativas pressupõe a existência de informações sobre a fecundidade individual com os respectivos comprimentos, dados não disponíveis a partir de alguns dos trabalhos consultados que dizem respeito à fecundidade da lagosta no Brasil e em Cuba. A própria fecundidade média foi obtida diferentemente, quer seja da partir média amostral, onde somente indivíduos adultos são considerados, ou a partir da própria reta de regressão, por substituição do comprimento médio de captura, por conseguinte incluindo também parte do estoque jovem, reduzindo a fecundidade média estimada, já que o comprimento médio será menor do que aquele onde se considera apenas os indivíduos adultos.

Alternativamente, considerando-se a inexistência das informações básicas sobre fecundidade individual, pode-se verificar prováveis variações na fecundidade média de diferentes grupos populacionais, usando o seguinte procedimento, para comparar as fecundidades de uma mesma espécie de lagosta no Nordeste do Brasil e as fecundidades obtidas para lagostas de mesma espécie que ocorre no Brasil e em Cuba: (a) considerando-se as regressões entre fecundidade e comprimento para diferentes grupos, fixa-se valores na amplitude de comprimento de indivíduos adultos, e a partir da equação de regressão entre fecundidade/comprimento calcula-se a fecundidade individual correspondente aos comprimentos considerados. (b) estimam-se valores médios da fecundidade para idênticos comprimentos nos grupos populacionais considerados; (c) a partir dos valores médios da fecundidade, e através da Análise de Variância, comparam-se as médias obtidas. O Teste *t* foi utilizado para comparar apenas duas médias.

Para a estimativa dos valores médios da fecundidade utilizou-se a amplitude de comprimento entre 65,0 mm e 115,0 mm de comprimento do cefalotórax, para a lagosta vermelha, e entre 50,0 mm a 100,0 mm, para a lagosta verde, com classes de 5 mm de intervalo.

As médias usadas na comparação das fecundidades da lagosta *Panulirus argus* do Brasil e de Cuba foram calculadas respectivamente a partir das equações de Nascimento (1970) e Cruz & Leon (1991), por serem estas regressões as que apresentam valores de fecundidade mais próximos, no intervalo de 70,0 mm a 120,0 mm de comprimento do cefalotórax.

A padronização das amplitudes de comprimento para as estimativas das fecundidades médias deveu-se à preocupação com a redução dos efeitos do comprimento individual sobre a fecundidade.

A Análise de Variância (Teste *F*), utilizada nesse trabalho para comparar as fecundidades médias de fêmeas de uma mesma espécie de lagosta, no Nordeste do Brasil, conforme obtidas por diferentes autores, em diferentes períodos, está sumariada como a seguir:

$$F = \text{QM grupo} / \text{QM erro} = (\text{SQ grupo} - \text{GL grupo}) / (\text{SQ erro} - \text{GL erro}),$$

sendo

$$\text{SQ erro} = \text{SQ total} - \text{SQ grupo}; \text{DF erro} = N - k,$$

$$\text{SS grupo} = \sum_i (\sum_j X_{ij})^2 / n_j - C; \text{DF grupo} = k - 1,$$

$$SS \text{ total} = \sum_i \sum_j (X_{ij})^2 / n_i - C; \text{ DF total} = N - 1 \text{ e}$$

$$C = (\sum_{i,j} X_{ij})^2 / N,$$

onde i se refere ao número de médias estimadas para cada uma das regressões fecundidade/comprimento e j ao número de regressões consideradas, ou seja $i = 1, 2, 3, \dots, n_i$ e $j = 1, 2, 3, \dots, k$. O valor crítico de $F_{\alpha(1)v_1, v_2}$, para este teste $v_1 = k - 1$ graus de liberdade e $v_2 = N - k$ graus de liberdade - ver Tabela D.11, in Zar (1974).

Duas hipóteses são levantadas, isoladamente para cada espécie; H_0 (de nulidade) e H_a (alternativa)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$$

H_a : As fecundidades médias não são iguais

$$\alpha = 0,05$$

O Teste t , utilizado nesse trabalho para comparar as fecundidades médias de fêmeas de uma mesma espécie de lagosta, no Nordeste do Brasil e em Cuba, conforme obtidas por diferentes autores, está sumariado como a seguir:

$$t = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 / S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$$

onde

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{S_p^2 / n_1 + S_p^2 / n_2}$$

$$S_p^2 = SS_1 + SS_2 / v_1 + v_2$$

com os subscritos 1 e 2 referindo-se aos dois conjuntos de médias que estão sendo analisadas. O valor crítico de $t_{\alpha(2)v_1, v_2}$, para este teste tem que $v_1 + v_2$ graus de liberdade, onde $v_1 = n_1 - 1$ e $v_2 = n_2 - 1$ - ver Tabela D.10, in Zar (1974).

Duas hipóteses são levantadas; H_0 (de nulidade) e H_a (alternativa)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2$

$$\alpha = 0,05$$

Quando necessário, as transformações de comprimento do cefalotórax em comprimento total ou comprimento do abdômen, todos em milímetros, foram feitas a partir das seguintes regressões, por espécie, sendo CT = comprimento total, CC = comprimento de cefalotórax e CA = comprimento do abdômen:

Panulirus argus

$$TL = 3,96 + 2,76 CL \quad r = 0,989$$

$$AL = 5,36 + 1,75 CL \quad r = 0,989$$

Panulirus laevicauda

$$TL = - 2,92 + 2,87 CL \quad r = 0,988$$

$$AL = 4,08 + 1,763 CL \quad r = 0,972$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diversos autores que estudaram a relação entre a fecundidade e o comprimento da lagosta no Nordeste do Brasil são unânimes em afirmar a existência de uma correlação positiva entre esses valores, indicando que fêmeas maiores produzem maior número de óvulos e também incubam maior número de ovos do que as fêmeas menores (Ivo & Gesteira, 1986). Assim, as fêmeas maiores são capazes de contribuir mais efetivamente para a recuperação dos estoques.

Para verificar a existência de possíveis diferenças no valor da fecundidade individual da lagosta no Nordeste do Brasil, Ivo & Gesteira (op. cit.) testaram as equações por eles estimadas contra as equações ajustadas por outros autores indicados na Tabela 1, não incluído o trabalho, então mais recente, de Nascimento & Araújo (1984) e concluíram pelo que segue: (a) para a espécie *Panulirus argus*, as regressões estimadas por Nascimento (1975) e Ivo & Gesteira (1986) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si, mas são diferentes das equações de Mota-Alves & Bezerra (1968); (b) para a lagosta *Panulirus laevicauda* não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes quando considerados os dados de

Nascimento (1975b) e Ivo & Gesteira (1986). Os trabalhos considerados nessas análises apresentavam os dados observados, permitindo a análise simples das retas de regressão.

TABELA 1

Equações de regressão entre fecundidade (F), em milhares de ovos, e comprimento total (TL) em cm, e entre fecundidade (F) e comprimento do cefalotórax, em mm, para as lagostas vermelha e verde capturadas em diferentes regiões e períodos da costa Nordeste do Brasil. Os valores entre parênteses são para a fecundidade média.

Autor	Espécie	Região	Equação (média)
Mota-Alves & Bezerra (1968)	vermelha	CE	$\log F = 0.68 + 3.53 \log TL$ (386.711)
Nascimento (1970)	vermelha	RN	$F = -737,1664 + 12,4272 CL$ (361.410)
Nascimento (1975?)	verde	RN	$F = 427,485 + 8,818 CL$ (239689)
Nascimento & Araújo (1984)	vermelha		$F = -477,54727 + 9,23185 CL$ (445.538)
	verde		$F = -66,92013 + 2,99806 CL$ (187.915)
Ivo & Gesteira (1986)	vermelha	CE	$F = -801,536 + 46,105 TL$ (323.426)
	verde		$F = -352,185 + 26,772 TL$ (188.606)

CE = Estado do Ceará, RN = Estado do Rio Grande do Norte

A diferença observada entre a equação de Mota-Alves & Bezerra (*op cit*). e as equações dos demais autores pode ter sido determinada pela metodologia empregada ou pela pequena quantidade de dados usados por Mota-Alves & Bezerra (1968).

As regressões cujas diferenças não foram estatisticamente significantes tiveram seus coeficientes lineares e angulares ponderados (Ivo & Gesteira, 1986), para resultarem nas equações abaixo, por espécie, onde a fecundidade (F) está representada em milhares de ovos e comprimento total (CT) em centímetros

Panulirus argus

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

Panulirus laevicauda

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

Partindo das equações ponderadas acima, e considerando os respectivos valores da amplitude e média para o comprimento total das fêmeas ovadas, Ivo & Gesteira (1986) estimaram a fecundidade média para cada uma das espécies estudadas, como mostrado a seguir - *Panulirus argus*: - 372.293 ovos (amplitude = 18,5 a 32,5 cm, média = 24,4 cm) e *Panulirus laeviscauda*: 199.104 ovos (amplitude = 15,5 a 27,5 cm, média = 20,2 cm).

Segundo Paiva & Silva (1962) a fecundidade da lagosta *Panulirus laeviscauda* é de 179.659 ± 10.840 ovos, muito próxima, portanto, do valor obtido a partir da equação de regressão fecundidade/comprimento ponderada.

Fonteles-Filho (1992), usando o comprimento médio amostral das capturas comerciais para o período 1965-1989, estimou uma fecundidade média individual anual de 294.175 ovos para a lagosta *Panulirus argus* e 166.036 ovos para a lagosta *Panulirus laeviscauda*, que correspondem, ainda, segundo este mesmo autor, a uma fecundidade relativa de 630 ovos por grama de peso do corpo para a lagosta vermelha e 597 ovos por grama de peso do corpo para a lagosta verde.

As lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* com comprimento entre 21,1 e 28,0 cm e entre 17,1 a 22,0 cm são, respectivamente, responsáveis por 82,3 % e 91,2 % do potencial reprodutivo das espécies citadas (Ivo & Gesteira, 1986). Fonteles-Filho (1992), por sua vez, com base no Índice do Potencial Reprodutivo (IR), estimou que os indivíduos da espécie *Panulirus argus* com idade entre IV a VI anos (21,1 a 28,0 cm de comprimento total) e da espécie *Panulirus laeviscauda* com idade entre IV e V anos (18,1 a 23,0 cm de comprimento total) são responsáveis por importante parcela do estoque reprodutor das espécies de lagosta consideradas.

Elevada pressão sobre os estoques de lagostas vermelha e verde nos intervalos de comprimento acima poderá resultar em futura redução no estoque reprodutor e conseqüente redução no recrutamento, pela diminuição do potencial reprodutivo das populações. Esse conjunto de fatores levará a população ao desequilíbrio de sua estrutura etária e, até a sua extinção, se os fatores responsáveis por esse desequilíbrio não cessarem.

Considerando-se os dados analisados no presente trabalho foram obtidas as duas retas de regressão abaixo, entre fecundidade (F) em milhares de ovos e o comprimento do abdômen (AL) - mm, por espécie (Figura 1), ambas significantes ao nível = 0,05.

Panulirus argus

$$F = (-776.317 + 6,83010 AL) 10^3 \quad (r = 0,973),$$

com erro padrão de valores estimados = 35.816,6, erro padrão de coeficiente = 482,1 e fecundidade média = 417.018 ovos

Panulirus laeviscauda

$$F = (-230,289 + 2,97732 AL) 10^3 \quad (r = 0,936),$$

com erro padrão de valores estimados = 24130,1, erro padrão de coeficiente = 336,5 e fecundidade média = 215.127 ovos

A fecundidade da lagosta *Panulirus argus* estimada a partir das retas de regressão variou como a seguir: 1 - entre 70.601 e 691.961 ovos, com média de 381.281 ovos (NASCIMENTO, 1970); 2 - entre 122.523 e 584.115 ovos, com média de 353.322 ovos (Nascimento & Araújo 1984); 3 - entre 43.860 e 680.104 ovos, com média de 397.868 ovos (Ivo & Gesteira, 1986); e 4 - entre 37.347 e 635.064 ovos com média de 336.205 ovos, para os dados desse trabalho. Com relação a lagosta *Panulirus laeviscauda*, a fecundidade estimada a partir das retas de regressão variou como a seguir: 1 - entre 13.415 e 454.315 ovos, com média de 233.865 ovos (Nascimento, 1975b); 2 - entre 82.983 e 232.886 ovos, com média de 157.934 ovos (Nascimento & Araújo, 1984); 3 - entre 24.126 e 408.248 ovos, com média de 216.187 ovos (Ivo & Gesteira, 1986); e 4 - entre 43.311 e 333.299 ovos com média de 175.533 ovos, para os dados desse trabalho (Tabela 2).

Diferentes populações vivem em condições ambientais diversas e, em conseqüência, podem apresentar diferentes valores dos parâmetros populacionais, entre os quais se encontra a fecundidade. Assim é que a fecundidade de diferentes populações apresentam forte tendência de crescimento de Norte para Sul no Oceano Pacífico, pois as Populações mais ao sul crescem mais rapidamente e, portanto, maturam mais cedo, estando esses fenômenos associados com a menor longevidade dos indivíduos nessa região (Nikolskii, 1969).

Alguns fatores ambientais e a própria pressão pesqueira sobre um estoque podem alterar certas características de uma população, dentre elas o potencial reprodutivo, como forma de compensar excessivas retiradas de reprodutores pela pesca. Neste caso, os estoques desenvolveriam estratégias no sentido de aumentar o potencial reprodutivo dos indivíduos ou até mesmo antecipando o início do processo reprodutivo, com os indivíduos reproduzindo-se mais cedo, portanto com menores tamanhos.

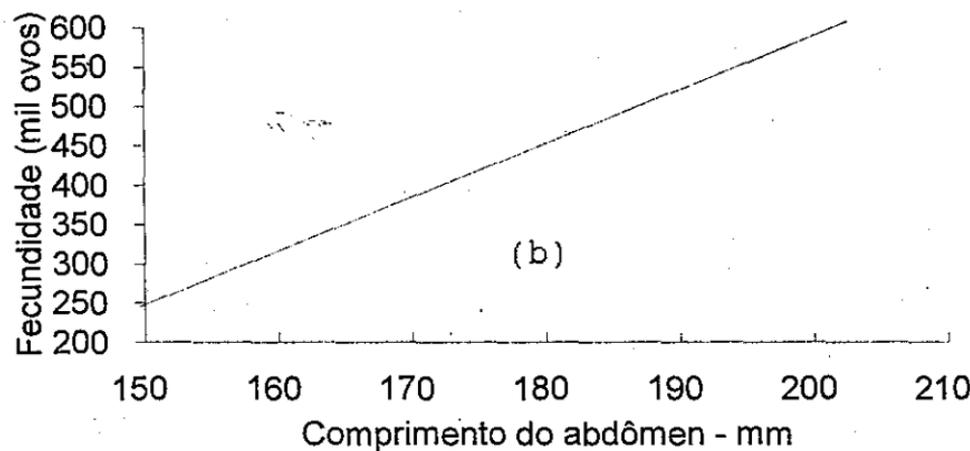
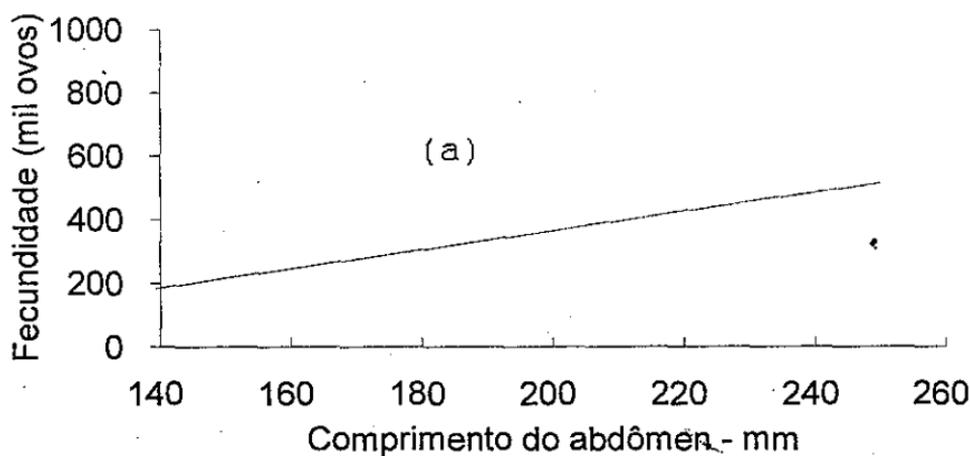


FIGURA 1 - Gráficos da regressão entre fecundidade e comprimento abdômen para as lagostas *Panulirus argus* (a) e *Panulirus laevicauda* (b)

Fatores ambientais e, principalmente, a disponibilidade de alimento ao longo da região de pesca da lagosta no Nordeste do Brasil não apresentam grandes variações (Ivo & Hanson, 1981), que se refletiriam numa regularidade do potencial reprodutivo. No entanto, é possível que exista uma variação na fecundidade individual da lagosta em diferentes anos, o que poderá alterar o recrutamento. Para verificarmos a possível existência de tal diferença entre grupos de indivíduos da mesma espécie, testamos a fecundidade das duas espécies.

Com base no Teste F , tem-se que os valores calculados de $F = 0,242$, para *Panulirus argus* (Tabela 3) e $F = 1,141$, para *Panulirus laevicauda* (Tabela 4), são menores do que o valor tabelado $F_{0,01(1),3,40} = 2,84$; portanto aceita-se a hipótese H_0 , concluindo-se por afirmar que a fecundidades médias das duas espécies não apresentam diferença estatisticamente significativa, a se considerar a posição geográfica e a época de coleta dos dados.

Independente de local e época de coleta dos dados, a fecundidade média das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* para o Nordeste do Brasil, calculada com base nos valores da Tabela 2, foi estimada respectivamente em 367.169 e 196.880 ovos.

Considerando-se o menor e o maior valor da fecundidade média calculada por qualquer autor e condição imposta nesse trabalho, tem-se que para a espécie *Panulirus argus* o menor valor da fecundidade atingiu 66,0 % do maior valor (294.175 e 445.532). Já para a espécie *Panulirus laevicauda* esse mesmo percentual foi de 69,3 % (166.036 e 239.686). Esses dados indicam a proximidade entre os valores médios da fecundidade estimada para os indivíduos de uma mesma espécie de lagosta no Nordeste do Brasil e confirmam a Análise de Variância que indicou não existir diferença de fecundidade para indivíduos de uma mesma espécie na região em consideração.

A capacidade reprodutiva de uma população não deve ser medida através da maior ou menor fecundidade dos indivíduos da população, mas sim do potencial reprodutivo médio. A fecundidade específica pode variar dentro de certos limites de ano para ano, dependendo, principalmente, da variação do número de indivíduos nos grupos de idade e da disponibilidade de alimento nos períodos que antecedem a reprodução.

TABELA 2

Valores calculados da fecundidade (milhares de ovos) para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, para diferentes áreas e períodos, conforme regressões fecundidade/comprimento calculadas por alguns autores

CL	Comprimento (mm)				Fecundidade			
	TL	AL	I	2	3	4	3	4
<i>Panulirus argus</i>								
65	183	119	70.601	122.523	43.860	37.347		
70	197	127	132.737	168.682	107.485	97.118		
75	210	136	194.873	214.841	171.109	156.890		
80	224	145	257.009	261.000	234.733	216.662		
85	238	154	319.145	307.160	298.358	276.434		
90	252	162	381.281	353.319	361.982	336.205		
95	266	171	443.417	399.478	425.607	395.977		
100	279	180	505.553	445.637	489.231	455.749		
105	293	189	567.689	491.797	552.856	515.520		
110	307	197	629.825	537.956	616.480	575.292		
115	321	206	691.961	584.115	680.104	635.064		
	Média		381.281	353.322	397.868	336.205		

Comprimento (mm)		Fecundidade				
CL	TL	AL	1	2	3	4
<i>Panulirus laevicauda</i>						
50	140	92	13.415	82.983	24.126	44.311
55	154	101	57.505	97.973	65.538	70.555
60	169	109	101.595	112.963	100.950	96.800
65	183	118	145.685	127.954	139.363	123.044
70	197	127	189.755	142.944	117.775	149.288
75	212	136	233.865	157.934	216.187	175.533
80	226	145	277.955	172.925	254.599	201.777
85	240	153	322.045	187.915	293.011	228.021
90	255	162	366.135	202.905	331.424	254.266
95	269	171	410.225	217.896	369.836	280.510
100	284	180	454.315	232.886	408.248	306.754
Média			233.865	157.934	216.187	175.553

1 = NASCIMENTO (1970) para *Panulirus argus* e NASCIMENTO (1975?) para *Panulirus laevicauda*; 2 = NASCIMENTO, ARAÚJO (1984); 3 = IVO, GESTEIRA (1986) e 4 = dados desse trabalho.

TABELA 3

Análise de Variância da fecundidade da lagosta *Panulirus argus*.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Total	43	1,41 E+12		
Grupos	3	2,52 E+10	8,40 E+09	
Erros	40	1,39 E+10	3,47 E+10	0,242

$$F_{0.05(1).3.40} = 2,84$$

As capturas da lagosta *Panulirus argus* na plataforma continental de Cuba são bastante elevadas, e por ser o principal produto pesqueiro, a lagosta tem sido objeto de muitos estudos nesse país. Segundo Cruz (1980) e Cruz & Leon (1991), a fecundidade da lagosta *Panulirus argus* variou entre 186.792 e 1.183.626 ovos na plataforma Oriental Sul e entre 159.000 e 1.629.000 ovos na região do Golfo de Batabanó, para intervalos de comprimento de cefalotórax que variaram respectivamente entre 75 e 119 mm e 62 e 123 mm.

TABELA 4

Análise de Variância da fecundidade da lagosta *Panulirus laeviscauda*.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Total	43	5,10 E+11		
Grupos	40	4,00 E+10	1,36 E+10	
Erros	3	4,70 E+11	1,19 E+10	1,141

$$F_{0.05(1).3.40} = 2,84$$

Esses trabalhos indicam altos valores da fecundidade individual da lagosta vermelha de Cuba quando comparados aos valores obtidos para a espécie na sua área de pesca na costa do Brasil. A maior fecundidade individual para a lagosta *Panulirus argus* capturada no Nordeste do Brasil foi de 691.185 ovos para um comprimento do cefalotórax de 115,0 mm, estimado a partir da regressão fecundidade/comprimento de Nascimento (1970).

Cruz & Leon (1991) não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre as equações de regressão fecundidade/comprimento do cefalotórax estimadas para as duas regiões da plataforma continental de Cuba,

concluindo que a fecundidade de *Panulirus argus* é independente da posição geográfica, fato também observado nesse trabalho, para cada ambas as espécies.

Com base nesses resultados, Cruz & Leon (op. cit.) estimaram uma equação única para relacionar a fecundidade com o comprimento do cefalotórax da lagosta *Panulirus argus* do arquipélago cubano:

$$F = (0,5911 CL^{2,9866}) 10^3 \quad (r=0,930)$$

Ao compararem esta equação com aquela estabelecida por Nascimento (1975) -Tabela 2, estes autores observaram que existe concordância entre os resultados, e concluem por indicar que entre regiões distantes a fecundidade é também independente da posição geográfica. Esta afirmativa vai de encontro ao que teoricamente é esperado em função da influência dos fatores ambientais, geograficamente diferenciados, de modo que a lagosta de Cuba deve apresentar maior fecundidade que a lagosta do Nordeste do Brasil, já que tem maior porte.

A maior fecundidade média da lagosta capturada na costa cubana poderia estar associada a algum dos seguintes fatores, entre outros: 1 = maior disponibilidade de alimento no período que precede o início da fase reprodutiva, 2 = retardamento do início do processo reprodutivo, permitindo aos indivíduos de maior porte a produção de maior número de óvulos e também a incubação de um maior número de ovos, 3 = crescimento mais lento, resultando em maior longevidade e maior comprimento máximo e 4 = grupos de indivíduos com maior representatividade reprodutiva apresentando maior comprimento e idade.

Como foi visto, a fecundidade média da lagosta *Panulirus argus* não apresenta diferença estatisticamente significativa ao longo da costa Nordeste do Brasil. Na comparação entre duas regiões geograficamente isoladas (Cuba e Nordeste do Brasil), por ser o valor observado de $t_{0,05(2),20} = -2,086$ superior ao valor calculado de $t = -11,199$, rejeita-se a hipótese H_0 , concluindo-se que a fecundidade média da lagosta *Panulirus argus* capturadas no Brasil e em Cuba apresenta diferença estatisticamente significativa, a se considerar a posição geográfica, obedecidas as condições impostas na análise desenvolvida, sendo, portanto, a fecundidade média da espécie quando capturada no arquipélago cubano maior do que sua fecundidade média na costa do Brasil. Este resultado nega a sugestão de Cruz & Leon (1991), segundo a qual fecundidade independe da posição

geográfica, mesmo para longas distâncias, e confirma a teoria de que sendo a plataforma continental de Cuba, por estar na região mais ao Norte do Oceano Atlântico, deve proporcionar maior crescimento à lagosta de lagosta *Panulirus argus* e, conseqüentemente, maior fecundidade.

Na consulta à literatura sobre este assunto, não encontramos nenhum trabalho de pesquisa associando a maior fecundidade da lagosta do arquipélago cubano à maior disponibilidade de alimento naquela região, embora este fato seja provável devido à proximidade de Cuba em relação à região Norte do Oceano Atlântico. O retardamento do início do processo reprodutivo parece não ser evidente, pois o comprimento médio de primeira maturação está em torno de um valor muito próximo de 80 mm de cefalotórax para as duas regiões (Soares & Cavalcante, 1984; Cruz & León, 1991). Assim, entende-se que dois fatores poderiam fazer com que a lagosta cubana pudesse apresentar maior fecundidade que a lagosta do Nordeste do Brasil: (1) o crescimento mais lento da lagosta vermelha cubana ($K = 0,134$ (Báez & Hidalgo *et al.*, 1991), quando comparado ao valor de $K = 0,380$ (Santos *et al.*, 1964) da lagosta nordestina (embora este valor de K pareça estar sobrestimado); (2) por serem os grupos de maior representatividade reprodutiva em Cuba compostos de indivíduos com maior comprimento (90 a 104 mm de comprimento do cefalotórax), segundo Cruz & León (1991), quando comparado com a faixa de comprimento para o Brasil (70 a 90 mm de cefalotórax), segundo Ivo & Gesteira (1986), portanto com maior condição para produzir óvulos e incubar ovos.

CONCLUSÕES

A maioria dos autores que estudaram a relação fecundidade/comprimento das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* do Nordeste do Brasil, consideraram-na linear. Em Cuba, os autores assumem uma relação exponencial. Em ambos os casos a relação é positiva, com os indivíduos maiores apresentando maior fecundidade.

A posição geográfica e o período de obtenção das equações de regressão não afetaram a fecundidade média específica estimada para a lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, ao longo da região Nordeste do Brasil.

Para grandes distâncias, como entre Brasil e Cuba, a fecundidade média calculada para *Panulirus argus* foi maior para indivíduos da costa cubana, parecendo ser este parâmetro afetado pela posição geográfica..

Independentemente da posição geográfica e da época de coleta, as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* no Nordeste do Brasil apresentam fecundidade média calculada de 367.169 ovos e 196.880 ovos. Em Cuba, também independente da posição geográfica, a lagosta *Panulirus argus* apresenta fecundidade média calculada de 515.972 ovos.

A lagosta *Panulirus argus* de Cuba apresenta fecundidade média individual maior do que a lagosta da mesma espécie capturada na região Nordeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao colega Professor Dr. Antônio Adauto Fonteles Filho pelas críticas e sugestões apresentadas ao longo da elaboração desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAÉZ-HIDALGO, M. *et al.*, Edad y crecimiento de la langosta *Panulirus argus* (Latreille) en la plataforma Suroccidental de Cuba. **Rev. Inves. Mar.**, Havana, v. 12, p. 193-201, 1991.
- CRUZ, R. Fecundidad e madurez sexual en la langosta comercial *P. argus* (Latreille, 1804) (Crustacea: Palinuridae) en Cuba. **Rev. Cub. Inv. Pes.**, Havana, v. 5, n. 1, p 1-27, 1980.
- CRUZ, R., LEÓN, M. E. Dinamica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. **Rev. Inves. Mar.**, Havana, v. 12, p. 234-245, 1991.
- FONTELES-FILHO, A. A. Population dynamics of spiny lobsters (Crustacea: Palinuridae) in Northeast Brazil. **Ciê. Cult.**, São Paulo, v. 44, n. 2/3, p. 192-196, 1992.
- IVO, C. T. C., GESTEIRA, T. C. V. Potencial reprodutivo das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeviscauda* (Latreille) (Crustacea : Palinuridae), no Nordeste do Brasil. **Arq. Ciê. Mar**, Fortaleza, v. 25, p. 1-12, 1986.

IVO, C. T. C., HANSON, A. J. Aspectos da biologia e dinâmica populacional do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey, no Norte e Nordeste do Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 22, n. 1/2, p 1-41, 1988.

MOTA-ALVES, M. I., BEZERRA, R. C. F. Sobre o número de ovos da lagosta *Panulirus argus* (Latr.). **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 33-35, 1968.

NASCIMENTO, I. V. Fecundidade da lagosta *Panulirus argus* (Latr.), 1804 na praia de Muriú, costa do Rio Grande do Norte. **Bol. Est. Pesca, Recife**, v. 10, n. 1, p. 21-28, 1970.

NASCIMENTO, I. V. Fecundidade da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latr.) e sua relação com a *P. argus* (Latr.). **SUDENE, Divisão de Recursos Pesqueiros, Série Estudos de Pesca**, Recife, n. 1, não paginado, 1975?.

NASCIMENTO, I. V.; ARAÚJO, M. E. Fecundidade das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latr.), capturadas no litoral do Rio Grande do Norte. **Série: Brasil. SUDENE. Estudos de Pesca**, Recife, n. 11, p. 35-43, 1984.

NIKOLSKII, G. V. **Theory of fish population dynamics**. Oliver & Boyd, XVI + 323 p., Edinburgh, 1969.

SANTOS, E. P., COSTA, R. S., MOURA, S. C. M. Growth of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latr.): quantitative aspect. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará**, v. 4, n. 2, p. 42-44, 1964.

SOARES, C. N. C., CAVALCANTE, P. P. L. Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) and smoothtail spiny lobster (*Panulirus laevicauda*) reproductive dynamics on the Brazilian Northeastern coast. **FAO Fish Rep.**, n. 327, pp. 200-217, 1985.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analyses**. Prentice-Hall, Inc., 620 p., Englewood Cliffs, 1974.