

RELAÇÕES MORFOMÉTRICAS LIGADAS À REPRODUÇÃO DA LAGOSTA ESPINHOSA, *Panulirus laevicauda* (LATREILLE) (CRUSTÁCEA: DECAPODA: PALINURIDAE) DO ESTADO DO CEARÁ - BRASIL.

José Roberto Feitosa Silva¹
Tereza Cristina Vaconcelos Gesteira²
Carlos Artur Sobreira Rocha^{2,3}

RESUMO

Baseado em estudos histológicos e biométricos de 243 fêmeas e 296 machos da lagosta espinhosa, *Panulirus laevicauda* (Latreille) coletados por mergulho em dois pontos da costa do Estado do Ceará (em frente ao Município do Iguape e Praia do Meireles - Fortaleza), foi encontrado dimorfometria sexual em algumas relações calculadas para indivíduos maduros e imaturos. No estágio de desenvolvimento imaturo, apenas a relação lc/cc apresentou diferença estatisticamente significativa, sugerindo proporções de crescimento diferentes em cada sexo. Para o estágio maduro, as relações estatisticamente significantes foram : ct/cc, lsa/cc, c2p/cc, c3p/cc, c5p/cc. O nível de crescimento de algumas medidas relacionadas ao comprimento do celalotórax muda quando os indivíduos de ambos os sexos atingem a maturidade.

1. Professor do Departamento de Biologia - UFC.
2. Professor do Departamento de Engenharia de Pesca / LABOMAR - UFC.
3. Pesquisador do CNPq

Histological and biometric studies were conducted in 243 females and 296 males of the spiny lobster *Panulirus laeviscauda* (Latreille). Specimens were captured by diving in two separate points on the Ceara State coast, Brazil (Iguape and Meireles Beach, Fortaleza). Sexual dimorphometric was found in several relationships calculated for immature and mature individuals. In the immature stage, only the carapace width/carapace length (lc/cc) exhibited statistical significant difference, suggesting that a distinct growth proportion exists in each sex. In the mature stage, the following relationships were statistically significant: total length/carapace length (lc/cc), second abdominal segment width/carapace length (lsa/cc), second pereopod length/carapace length (c2p/cc), third pereopod length/carapace length (c3cc), fifth pereopod length (c5p/cc). The growth rate of some measurements related to the carapace length changes when the individuals of both sex attain maturity.

INTRODUÇÃO

A lagosta espinhosa *Panulirus laeviscauda* (Latreille) ocorre no Atlântico Tropical, desde a Flórida até o Nordeste da América do Sul (Holtuis, 1959). No litoral cearense essa espécie é encontrada em áreas mais próximas da costa.

Como recurso pesqueiro, esta espécie contribui com cerca de 1/5 do total da captura dos palinurídeos no Brasil, estando o maior centro de capturas localizado no Nordeste do Brasil (Fonteles-Filho, 1979).

Algumas pesquisas versando sobre aspectos reprodutivos, desta espécie, tais como tamanhos de primeira maturação, fecundidade, descrição das gônadas e estudo de maturação em cativeiro foram realizadas pelos seguintes autores: Paiva & Silva (1962), Paiva & Costa (1963), Alves & Tomé (1966), Mesquita & Gesteira (1975), Nascimento & Araújo (1984), Soares & Cavalcante (1985), Ivo & Gesteira (1986) e Gesteira *et al* (1989). Rolim & Rocha (1972) encontraram dimorfismo sexual em jovens de *P.laeviscauda* a partir de algumas medidas biométricas. No estudo de caracterizações biométricas de lagosta das espécies *P.argus* e *P.laeviscauda*, Rios (1991) utilizou o termo dimorfometria sexual ao invés de dimorfismo sexual, explicando que o primeiro seria mais apropriado, já que "a diferença se revela

mais na proporção dimensional do que propriamente na forma da parte do corpo em questão". Neste trabalho será também adotada essa denominação.

O uso da análise gonadal associada às medidas biométricas dos indivíduos, tem oferecido bons resultados na classificação dos estágios maturativos em vários crustáceos decápodos (Lindberg, 1955; Perkins & Skud, 1966; Grey, 1979; Aiken & Waddy, 1980). No presente trabalho, esta associação foi adotada para a lagosta *P.laevicauda*, visando caracterizar o grau de maturação dos indivíduos de forma mais rápida e segura.

MATERIAL E MÉTODOS

O material que serviu de base para esta pesquisa constou de 243 fêmeas e 296 machos, coletados por mergulho em frente ao município de Iguape - Ceará (03°45'S - 038°13'W) e nas formações rochosas, na linha de maré, na Praia de Meireles, no município de Fortaleza - Ceará, no período de maio de 1990 a abril de 1991.

As lagostas coletadas foram transportadas vivas e mantidas em aquários para posteriores estudos biométrico e histológico. Em laboratório foram efetuadas as seguintes medidas: a) comprimento total (ct) - distância entre a margem anterior do entalhe formado pelos espinhos rostrais e a extremidade posterior do telson; b) comprimento do celalotórax (cc) - distância entre o mesmo entalhe e a margem posterior do cefalotórax; c) largura do cefalotórax (lc) - medida realizada, dorsalmente, na altura do quarto par de pereópodos; d) comprimento do segundo segmento abdominal (c2a) - distância entre as extremidades anterior e posterior do tergum, medido dorso-medianamente; e) largura do segundo segmento abdominal (l2a) - distância entre os espinhos pleurais; f) comprimento do segundo pereiópodo (c2p), comprimento do terceiro pereiópodo (c3p) e comprimento do quinto pereiópodo (c5p) - distância entre a base do coxopodito e a extremidade do dactilopodito, com o apêndice completamente estendido e medido dorsalmente.

Em seguida foram anotadas, para as fêmeas, a ausência ou presença de massa espermatofórica aderida ao esterno, bem como a de ovos ligados aos pleópodos.

Concluída essa etapa, os indivíduos foram dissecados para retiradas das gônadas, quando foram feitas as observações macroscópicas (cor e aspecto) e procedida a fixação em Bouin ou em formaldeído salino neutralizado a 4% por um período de 12 horas. Decorrido este espaço de tempo, foram retiradas porções anteriores dos testículos e ovários, submetidas às técnicas correntes de desidratação, diafinização e incluídas em parafina. Após a inclusão foram feitos cortes de 5 µm. de espessura e corados pelo método Hematoxilina-eosina.

Para caracterização dos estágios de desenvolvimento maturativo dos indivíduos, foram utilizados aspectos macro e microscópicos das gônadas e, no caso das de fêmeas, também foi considerada a presença de ovos ou de massa espermatofórica. Visando a facilitar a análise dos dados, quando relacionados com os aspectos morfométricos em ambos os sexos, os estágios de maturação estabelecidos para fêmeas, por Alves & Tomé (1966), foram reagrupadas em três estágios :

Imaturo - gônadas em estágio I ;

Pré-maturação - gônadas em estágio II ou III, e o animal sem massa espermatofórica ou ovos aderidos aos pleópodos;

Maduras - gônadas em estágio IV ou V e, nos indivíduos não sacrificados, considerou-se a presença de ovos e/ou restos de massa espermatofórica.

No caso dos machos foram adotados dois estágios de desenvolvimento reprodutivo:

Imaturo - ausência de espermatozóides nos testículos.

Maduros - presença dessas células gônadas.

O reagrupamento desses estágios de maturação teve como objetivo facilitar a análise dos dados, numa tentativa de relacionar o estágio de desenvolvimento gonadal com aspectos morfométricos em ambos os sexos. Tendo em vista os diagramas de dispersão das relações entre cc (variáveis independentes) e as demais medidas consideradas (variáveis dependente), ajustou-se o modelo linear do tipo $Y = a + b X$, considerando-se os sexos separadamente para cada um dos estágios de desenvolvimento reprodutivo. O grau de dependência entre as variáveis foi verificado através do coeficiente de correlação de Pearson (r).

Uma vez que a inclinação das retas sugeriu proporções de crescimento diferenciado, entre sexos, testou-se os coeficientes a e b considerando-se duas situações:

1 - entre estágios de desenvolvimento reprodutivo, para um mesmo sexo:

2 - no mesmo estágio de desenvolvimento reprodutivo para cada sexo.

Para tanto, utilizou-se a estatística Z , indicando-se:

a) Teste para b

Hipótese:

$$H_0: b_1 = b_2$$

$$H_a: b_1 \neq b_2$$

[BGF]

Os índices 1 e 2 referem-se às retas de regressão que estão sendo testadas, ou sejam, diferentes estágios de desenvolvimento reprodutivo em um mesmo sexo, ou cada sexo em um mesmo estágio.

$$Z = \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{S_{b_1}^2 + S_{b_2}^2}}$$

onde

$$S_{b_i}^2 = \frac{S^2_{(Y/X)_i}}{(n_i - 1) S^2_{x_i}}$$

sendo que

$$S^2_{(Y/X)_i} = \frac{(n_1 - 1)}{(n_1 - 2)} (S^2_{y1} - b^2_{11} S^2_{x1})$$

$$S^2_{x_i} = \frac{1}{(n_i - 1)} \left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n_i} \right]$$

$S^2_{b_i}$ são estimativas das variâncias dos coeficientes b 's para a i -ésima reta ($i = 1, 2$);

$S^2_{(Y/X)_i}$ são estimativas das variâncias da i -ésima reta ($i = 1, 2$);

S^2_{xi} são variâncias das variáveis independentes e dependentes, respectivamente ($i = 1, 2$).

Para as análises acima referidas, foi utilizado o pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc., 1985[BG2]) e adotada a probabilidade $\alpha = 0.05$, como nível de significância.

RESULTADOS

Os valores máximos, mínimos, médias aritméticas e desvio-padrão de cada medida empregada neste estudo, são apresentados na Tabela 1, distribuídos por estágios de desenvolvimento reprodutivo e sexo dos indivíduos.

A medida lsa dos indivíduos imaturos apresentou valores um pouco maiores nas fêmeas, cuja diferença se acentua quando os indivíduos deste sexo atingem o estágio maduro. Já as medidas c2p, c3p, e c5p foram maiores nos machos maduros. Tendo em vista estes resultados, foi aplicado o teste "t" para comparação de todas as médias dos comprimentos das medidas analisadas, considerando-se cada sexo em um mesmo estágio de desenvolvimento reprodutivo. Os resultados mostraram diferenças estatísticas significativas somente para os indivíduos maduros e nas seguintes medidas: lsa, que se apresentou maior nas fêmeas e c2p, c3p e c5p que sempre foram maiores nos machos (Tabela 2).

Na Tabela 3 encontram-se as equações de regressão linear entre cada uma das medidas consideradas e o comprimento do cefalotórax, calculadas para cada estágio de desenvolvimento reprodutivo e sexo, além da estatística Z, utilizada para testar os coeficientes a e b das retas.

No estágio de desenvolvimento reprodutivo imaturo, apenas a relação lc/cc se mostrou estatisticamente significativa, indicando proporções de crescimento diferentes em cada sexo (Figura 1). Para o estágio maduro, as relações ct/cc, lsa/cc, c2p/cc, c3p/cc e c5p/cc se mostraram estatisticamente significantes (Figuras 2 a 6).

As comparações entre as equações de regressão linear de um mesmo sexo ao passar do estágio imaturo para o maduro mostraram diferenças estatísticas em machos, para as seguintes relações: lc/cc, ct/cc, lsa/cc e c3p/cc. Nas fêmeas só as relações lc/cc, ct/cc e lsa/cc foram estatisticamente significantes (Tabela 4, Figuras 7 a 13).

As relações lc/cc, ct/cc, lsa/cc e c3p/cc calculadas para as fêmeas em estágio de pré-maturação não apresentaram diferenças estatísticas significativas, quando comparadas com as fêmeas maduras, através da estatística Z.

TABELA 1

Valores máximos, mínimos e medidas de desvio central (média e desvio-padrão), em centímetros, de indivíduos da espécie *Panulirus laevicauda*, de acordo com o estágio de desenvolvimento reprodutivo e sexo.

ESTÁGIO	MEDIDA ANALISADA	SEXO	MEDIA	DESVIO-PADRÃO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	
Imaturo m = 125 f = 121	cc	m	2,50	0,77	1,2	4,6	
	cc	f	2,59	0,80	1,0	4,9	
	lc	m	2,02	0,63	0,9	3,8	
	lc	f	2,11	0,67	0,8	3,8	
	ct	m	7,08	2,03	3,4	12,5	
	ct	f	7,31	2,12	3,0	13,3	
	lsa	m	1,68	0,54	0,6	3,1	
	lsa	f	1,78	0,57	0,6	3,5	
	c3p	m	4,87	1,59	2,1	8,8	
	c3p	f	5,01	1,68	2,0	10,4	
Pré-maturação f = 67	cc	f	6,41	0,49	5,3	8,0	
	lc	f	5,17	0,39	4,4	6,4	
	ct	f	17,98	1,54	14,7	23,1	
	csa	f	2,19	0,18	1,8	2,7	
	lsa	f	4,75	0,46	3,8	6,1	
	c2p	f	11,22	0,97	9,2	14,0	
	c3p	f	12,67	1,12	10,2	15,4	
	c5p	f	9,16	0,67	7,7	11,0	
	Maduro m = 171 f = 55	cc	m	6,84	0,84	4,7	8,8
		cc	f	6,72	0,50	5,8	8,6
lc		m	5,40	0,61	3,8	6,9	
lc		f	5,41	0,38	4,7	6,7	
ct		m	18,38	1,96	13,1	23,1	
ct		f	18,83	1,48	16,5	24,2	
csa		m	2,24	0,31	1,6	4,6	
csa		f	2,27	0,18	1,9	2,9	
lsa		m	4,54	0,52	1,9	5,7	
lsa		f	5,11	0,43	4,4	6,6	
c2p		m	13,01	2,37	8,3	21,0	
c2p		f	11,63	1,55	10,2	15,3	
c3p		m	5,11	2,93	9,4	24,5	
c3p	f	13,28	1,05	10,9	17,2		
c5p	m	11,29	1,70	7,1	18,9		
c5p	f	9,50	0,69	7,3	12,0		

TABELA 2

Valores da estatística "t" para comparação das médias dos comprimentos das medidas biométricas de cada sexo no estágio de desenvolvimento reprodutivo maduro, de indivíduos da lagosta *Panulirus laevicauda*.

MEDIDA BIOMÉTRICA	SEXO	n	MÉDIA DE CADA MEDIDA	ESTATÍSTICA "t"
lsa	m	171	4,51	-8,12*
	f	55	5,11	
c2p	m	171	13,01	4,98*
	f	55	11,63	
c3p	m	171	15,11	6,90*
	f	55	13,28	
c5p	m	171	11,22	

TABELA 3

Comparações entre as equações de regressão linear de medidas biométricas da lagosta, *Panulirus laevicauda*, para um mesmo estágio de desenvolvimento reprodutivo em cada sexo.

Medidas y	Sexo	Estágio	n	Equações	r	S ² _{v/x}	Estatística Z		
x							b	a	
lc	cc	m	125	lc = 0,0836 + 0,7814cc	0,9174	0,041		10,95*	
		f	121	lc = -0,5092 + 0,8337cc	0,9972	0,001			-2,27*
ct	cc	m	125	ct = 0,5534 + 2,6057cc	0,9877	0,110	0,0002	-0,93	-3383*
		f	121	ct = 0,5773 + 2,6191cc	0,9952	0,0017			
lsa	cc	m	125	lsa = -0,0390 + 0,6889cc	0,9700	0,017	0,001	-1,59	13,64*
		f	121	lsa = -0,6575 + 0,7136cc	0,9954	0,001			
c3p	cc	m	125	c3p = -0,2238 + 2,0366cc	0,9821	0,091	0,036	-0,85	26,37*
		f	121	c3p = -3,5231 + 2,0715cc	0,9883	0,017			
lc	cc	m	171	lc = 0,5784 + 0,7320cc	0,9766	0,017	0,011	-0,85	0,46
		f	55	lc = 0,4904 + 0,7320cc	0,9642	0,818			
ct	cc	m	171	ct = 2,8988 + 2,2628cc	0,9753	0,818	0,170	-5,05*	5,55*
		f	55	ct = -0,388 + 2,8496cc	0,9645	0,046			
csa	cc	m	171	csa = 0,3919 + 0,2705cc	0,7294	0,046	0,006	-1,52	-0,42
		f	55	csa = 0,4776 + 0,3316cc	0,8996	0,039			
lsa	cc	m	171	lsa = 0,6058 + 0,5763cc	0,9259	0,020	0,020	-8,39*	3,89*
		f	55	lsa = -0,4529 + 0,8228cc	0,9486	0,540			
c2p	cc	m	171	c2p = -5,1871 + 2,6600cc	0,9506	0,269	7,15*	-8,70*	
		f	55	c2p = 1,2099 + 1,5505cc	0,9016	1,600			
c3p	cc	m	171	c3p = -6,2498 + 3,1219cc	0,9017	0,149	7,78*	-5,95*	
		f	55	c3p = 0,3577 + 1,9228cc	0,9169	0,667			
c5p	cc	m	171	c5p = -0,7269 + 1,7566cc	0,8750	0,098	4,59*	-2,45*	
		f	55	c5p = 1,1519 + 1,2411cc	0,8974				

n - número de indivíduos

S²_{v/x} - variância

r - valores do coeficiente de correlação significativos

* - significativo ao nível $\alpha = 0,05$

TABELA 4

Comparações entre as equações de regressão linear de medidas biométricas em cada sexo de lagostas *Panulirus laevicauda*, de acordo com o estágio de desenvolvimento reprodutivo.

Medidas y	Sexo x	Estágio	n	Equações	S ² _{v/x}	Estatística Z "b"
lc	m	imaturo	125	lc = 0,0836 + 0,7814cc	0,041	
cc	m	maduro	171	lc = 0,5784 + 0,7058cc	0,017	2,85*
ct	m	imaturo	125	ct = 0,5534 + 2,6057cc	0,110	
cc	m	maduro	171	ct = 2,8988 + 2,2628cc	0,188	6,35*
lsa	m	imaturo	125	lsa = -0,0390 + 0,6889cc	0,017	
cc	m	maduro	171	lsa = 0,6058 + 0,5763cc	0,039	4,79*
c3p	m	imaturo	125	c3p = -0,2238 + 2,0366cc	0,091	
cc	m	maduro	171	c3p = -6,2498 + 3,1219cc	1,600	-9,04*
lc	f	imaturo	121	lc = -0,5092 + 0,8337cc	0,001	
cc	f	maduro	055	lc = 0,4904 + 0,7320cc	0,011	3,63*
ct	cc	f	121	ct = 4,6570 + 2,6400cc	0,101	
		f	055	ct = -0,3888 + 2,8496cc	0,170	-1,98*
lsa	cc	f	121	lsa = -0,6575 + 0,7136cc	0,017	
		f	055	lsa = -0,4529 + 0,8228cc	0,020	-2,86*
c3p	f	imaturo	121	c3p = -3,5231 + 2,0715cc	0,091	
cc	f	maduro	055	c3p = 0,3577 + 1,9228cc	0,149	1,40

n - número de observações

S²_{Y/X} - Variância

* - significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

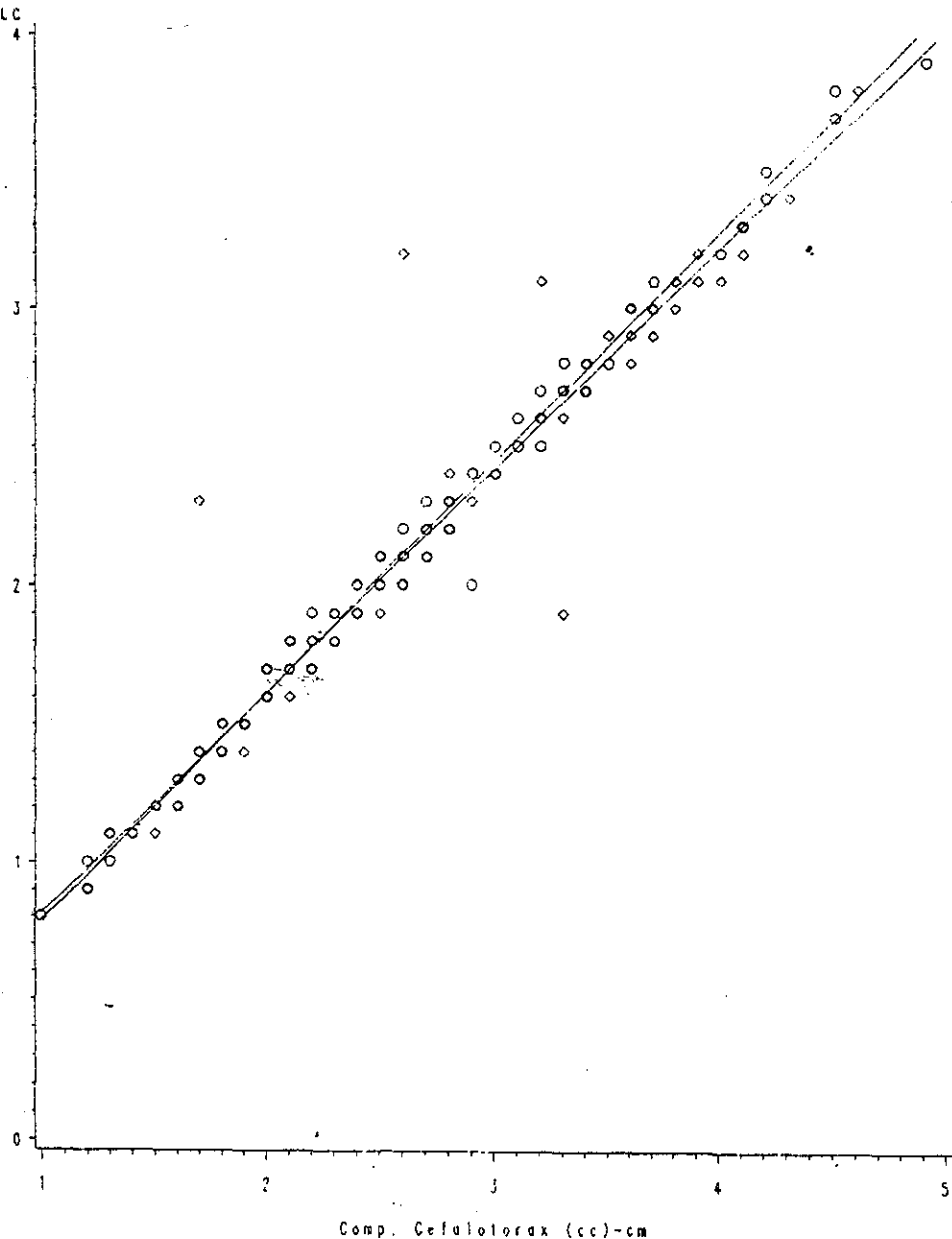


FIG. 1 - Relação entre a largura do cefalotórax (lc) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas imaturas (o) e machos imaturas (◊) da lagosta Panulirus laeviscauda.

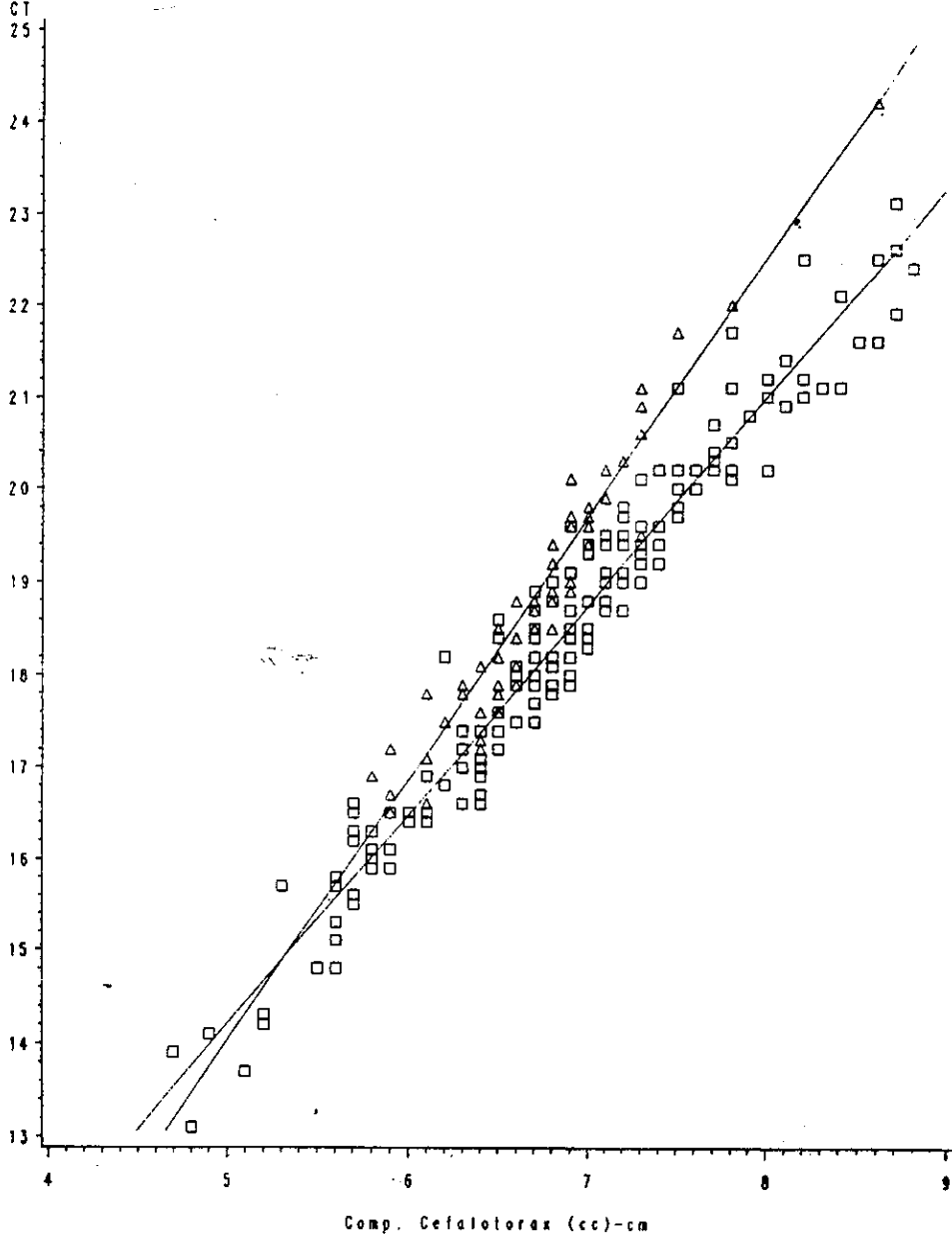


FIG. 2 - Relação entre o comprimento total (ct) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas maduras (Δ) e machos maduros (\square) da lagosta Parulirus laevicauda.

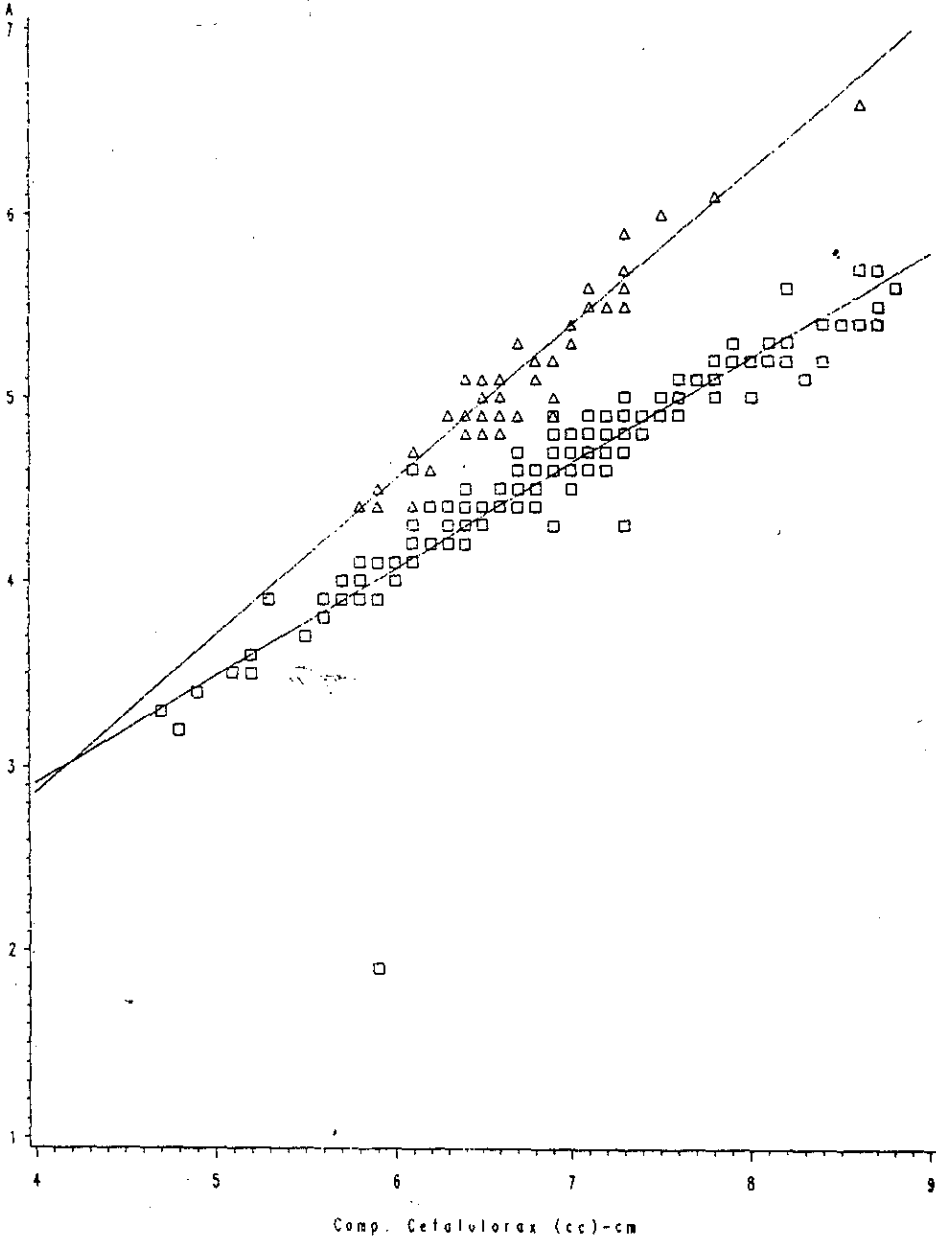


FIG. 3 - Relação entre o largura do segundo segmento abdominal (lsa) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas maduras (Δ) e machos maduros (\square) da lagosta Panulirus laevicauda.

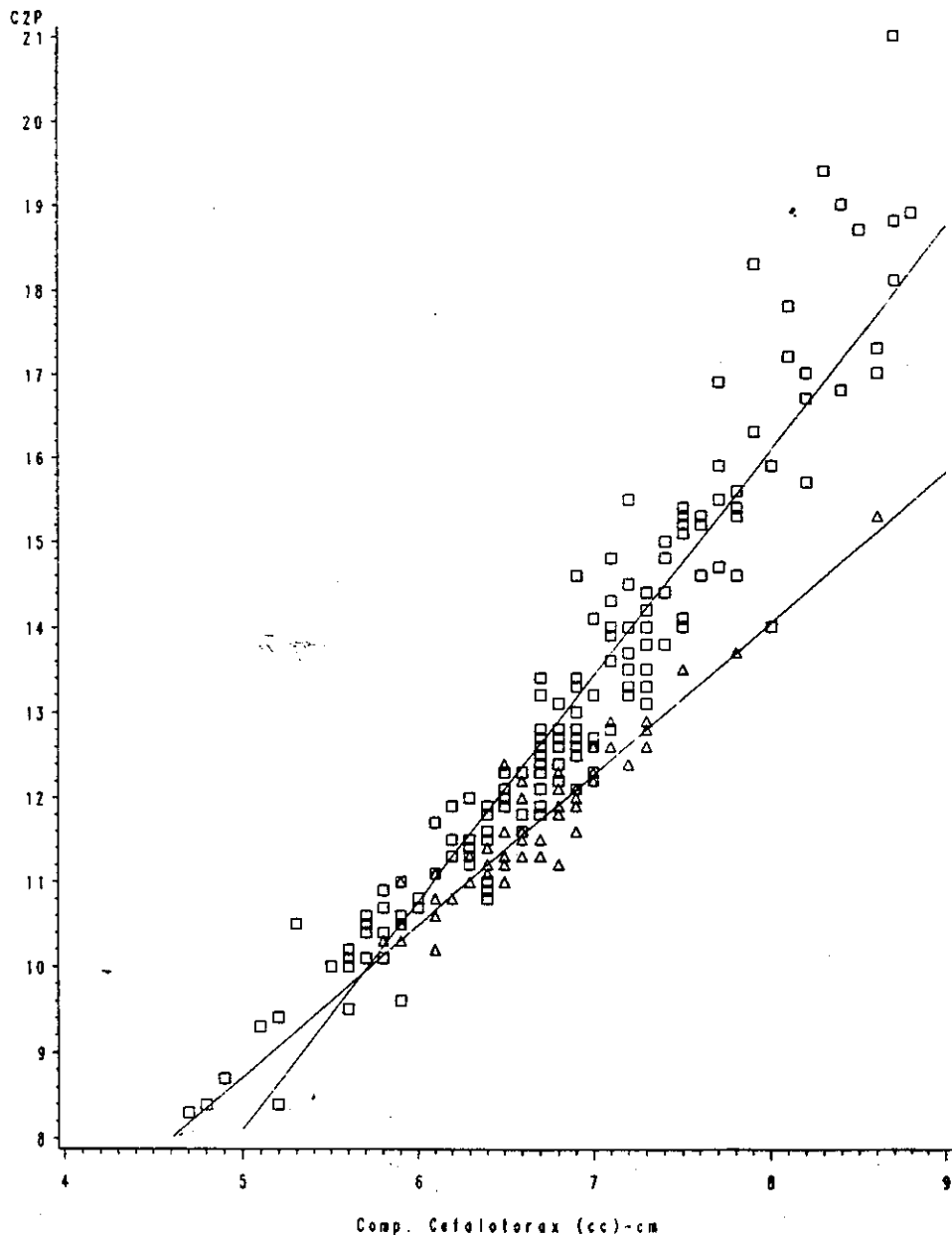


FIG. 4 - Relação entre o comprimento do segundo pereiópodo (c2p) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas maduras (Δ) e machos maduros (□) da lagosta Panulirus laevis.

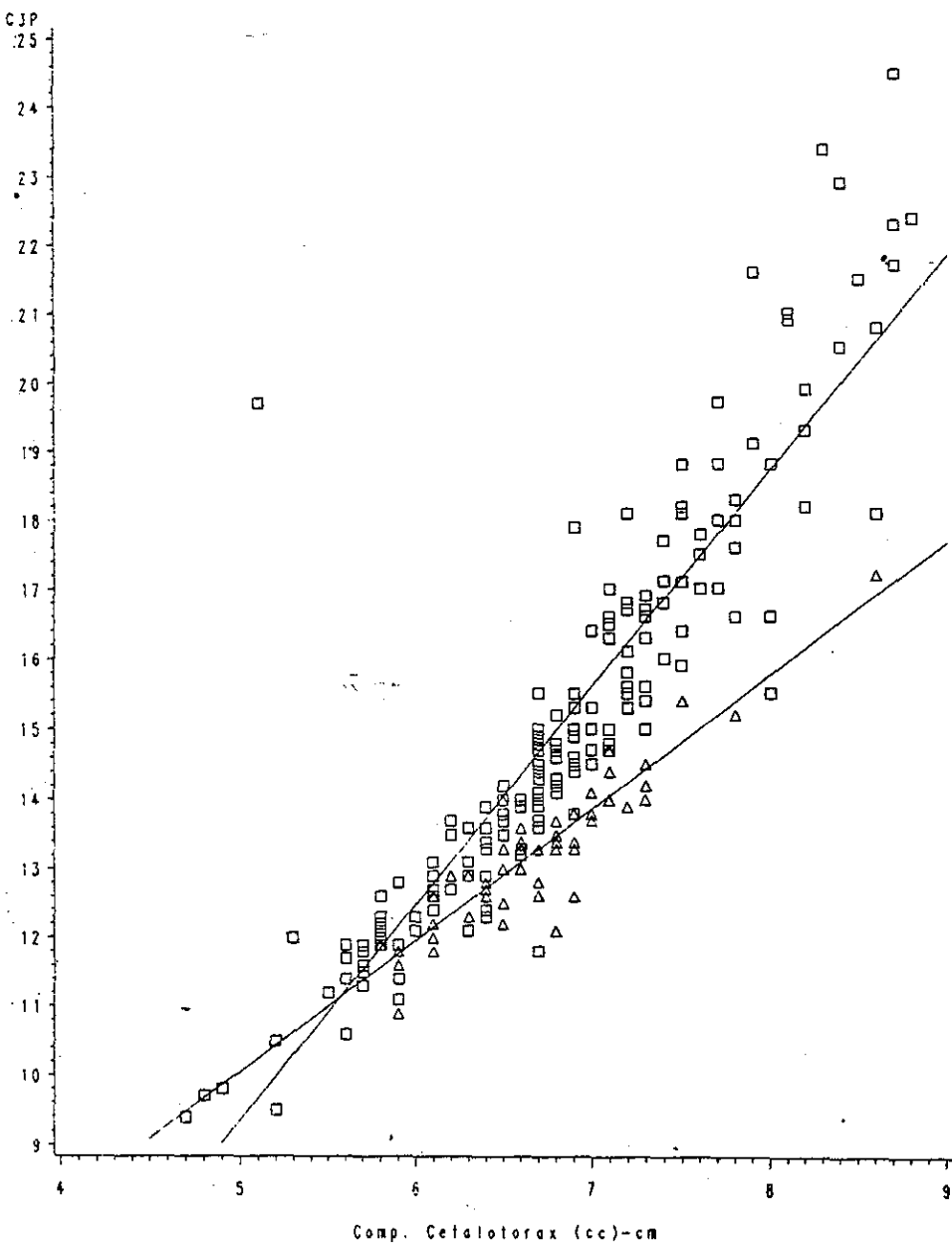


FIG. 5 - Relação entre o comprimento do terceiro pereiópodo (c3p) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas maduras (Δ) e machos maduros (□) da lagosta Panulirus laeviscauda.

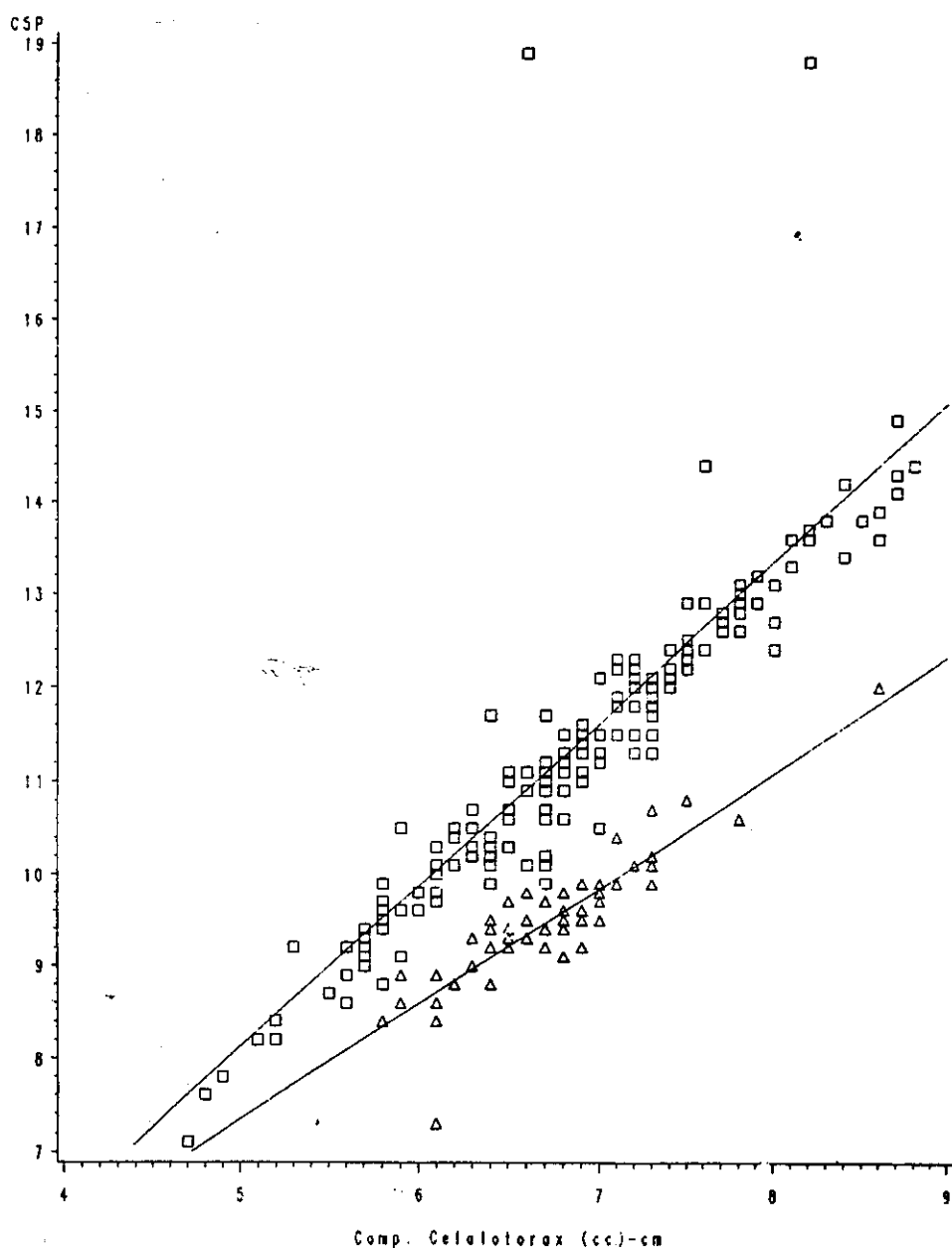


FIG. 6 - Relação entre o comprimento do quinto pereiópodo (c5p) e o comprimento do céfalotórax (cc) de fêmeas maduras (Δ) e machos maduros (\square) da lagosta Panulirus laeviscauda.

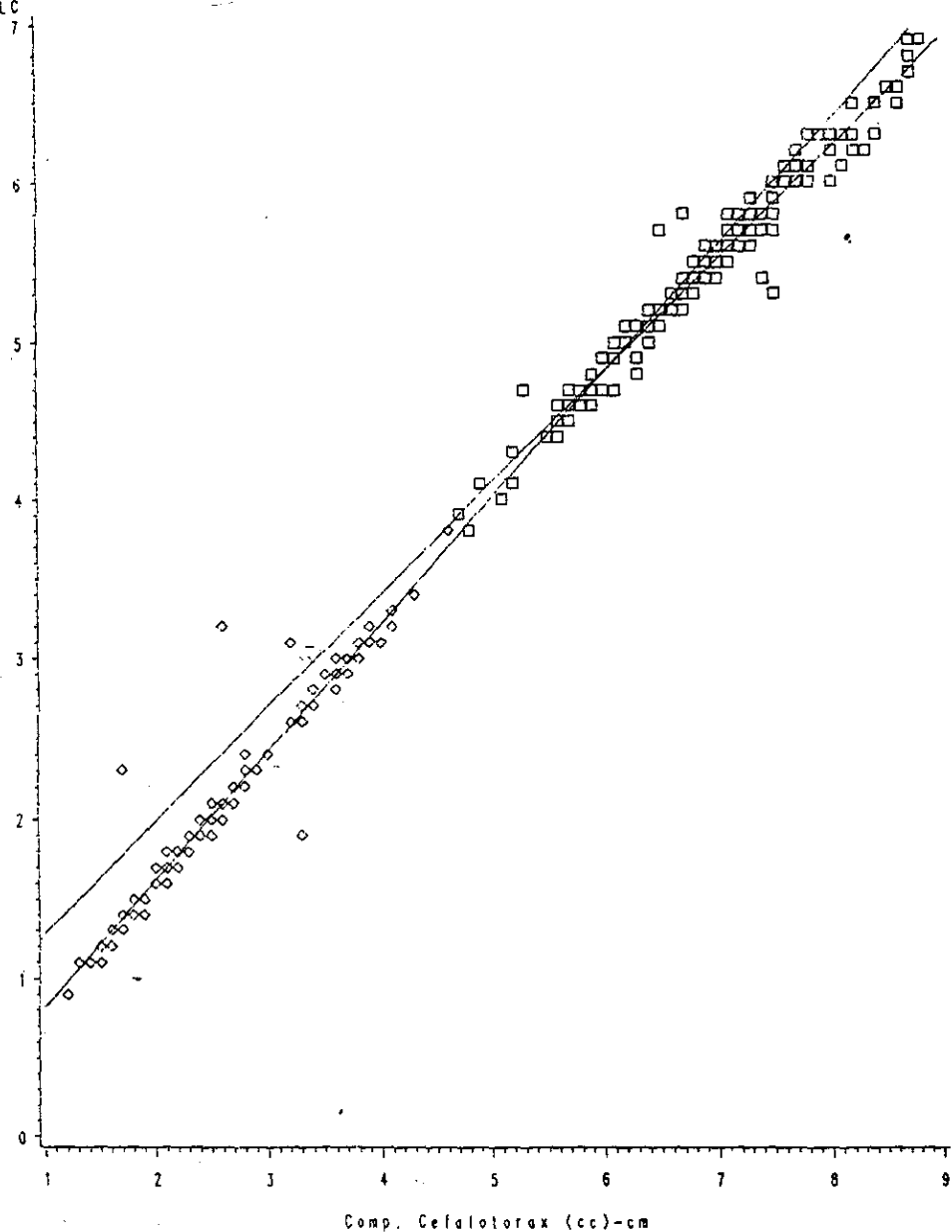


FIG. 7.- Relação entre a largura do cefalotórax (lc) e o comprimento do cefalotórax (cc) de machos imaturos (◊) e machos maduros (◻) da lagosta Panulirus laevicauda.

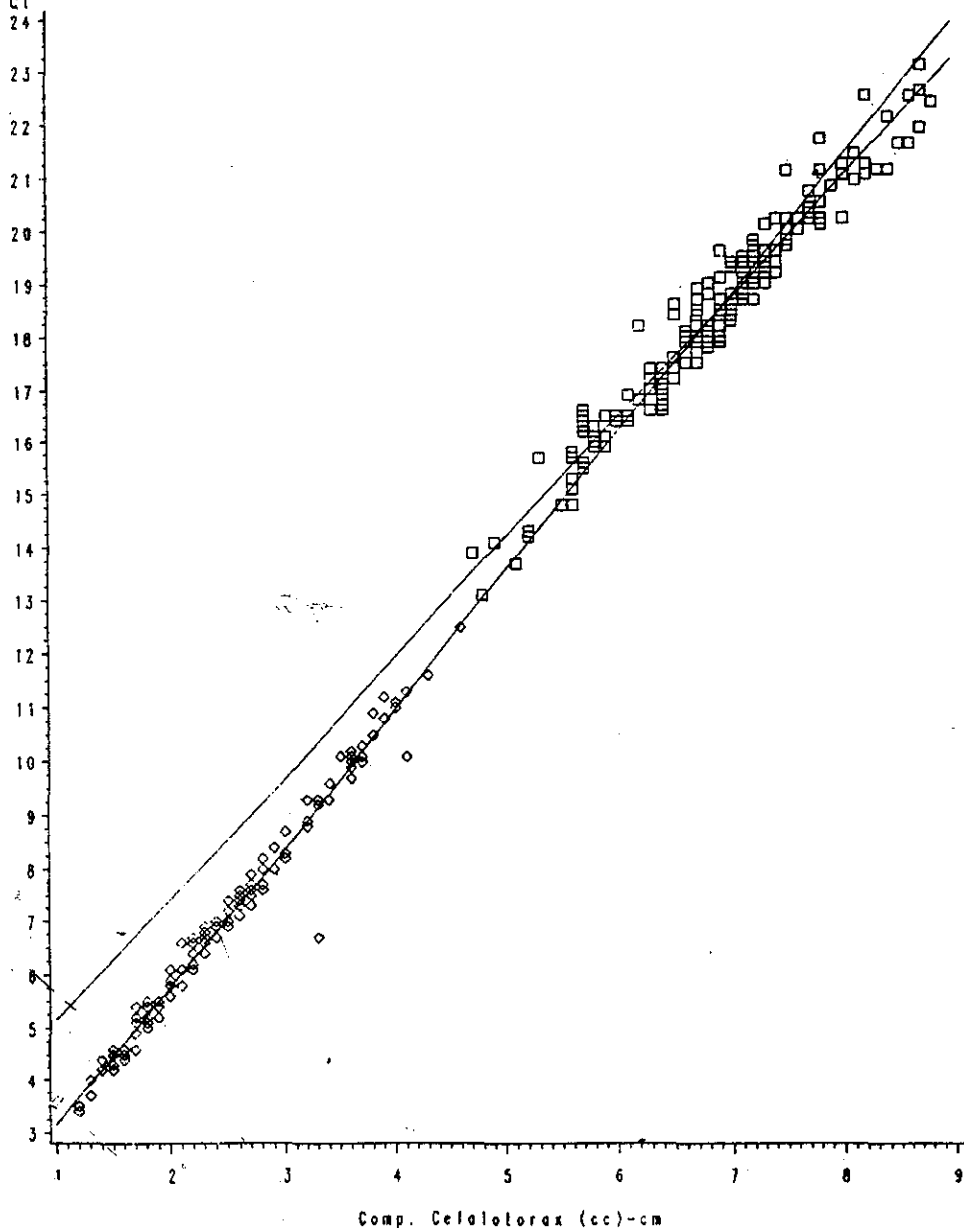


FIG. 8 - Relação entre o comprimento total (ct) e o comprimento do cefalotórax (cc) de machos imaturos (♠) e machos maduros (□) da lagosta Panulirus laeviscauda.

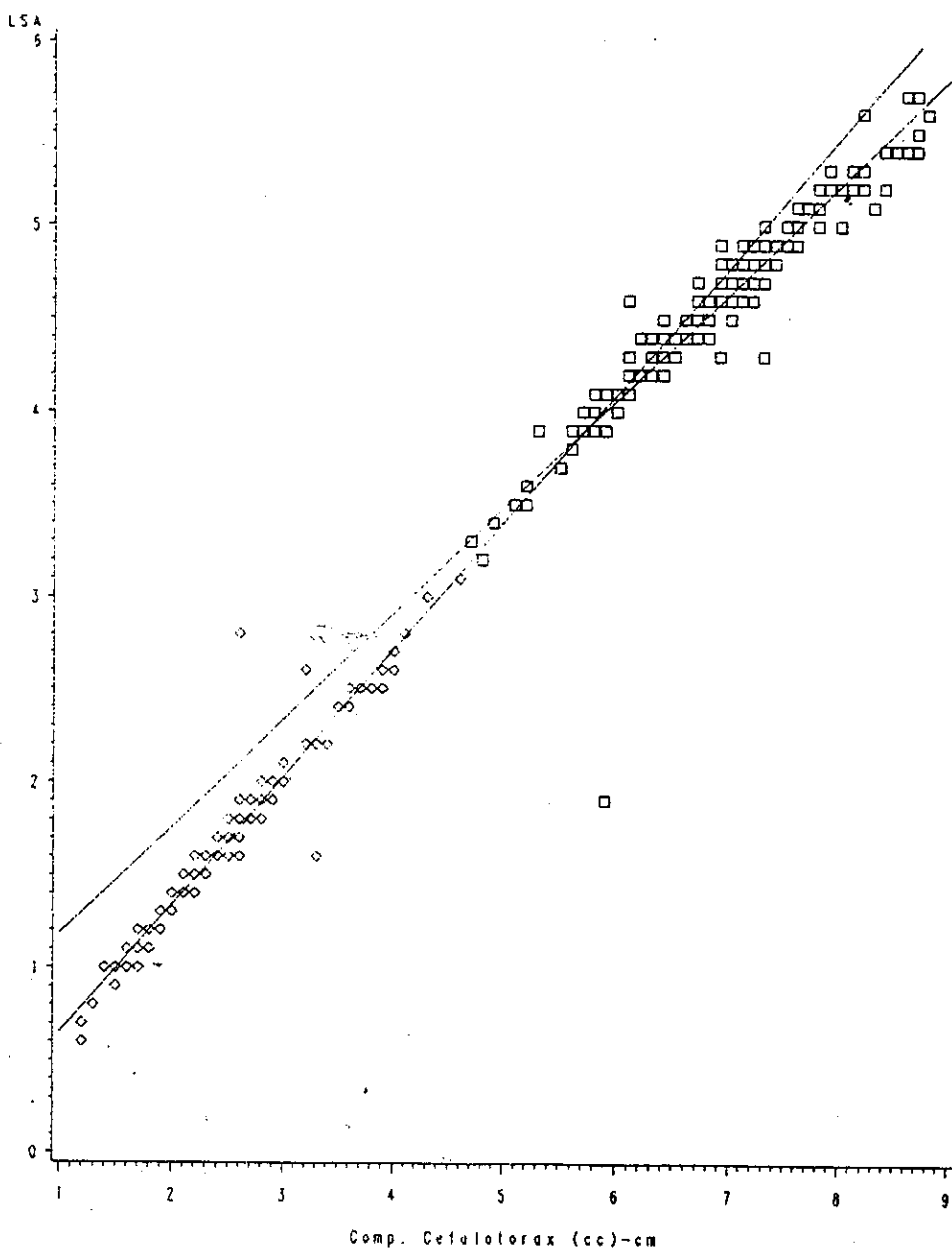


FIG. 9 - Relação entre o segundo segmento abdominal (lsa) e o comprimento do cefalotórax (cc) de machos imaturos (◊) e machos maduros (◻) da lagosta Panulirus laeviscauda.

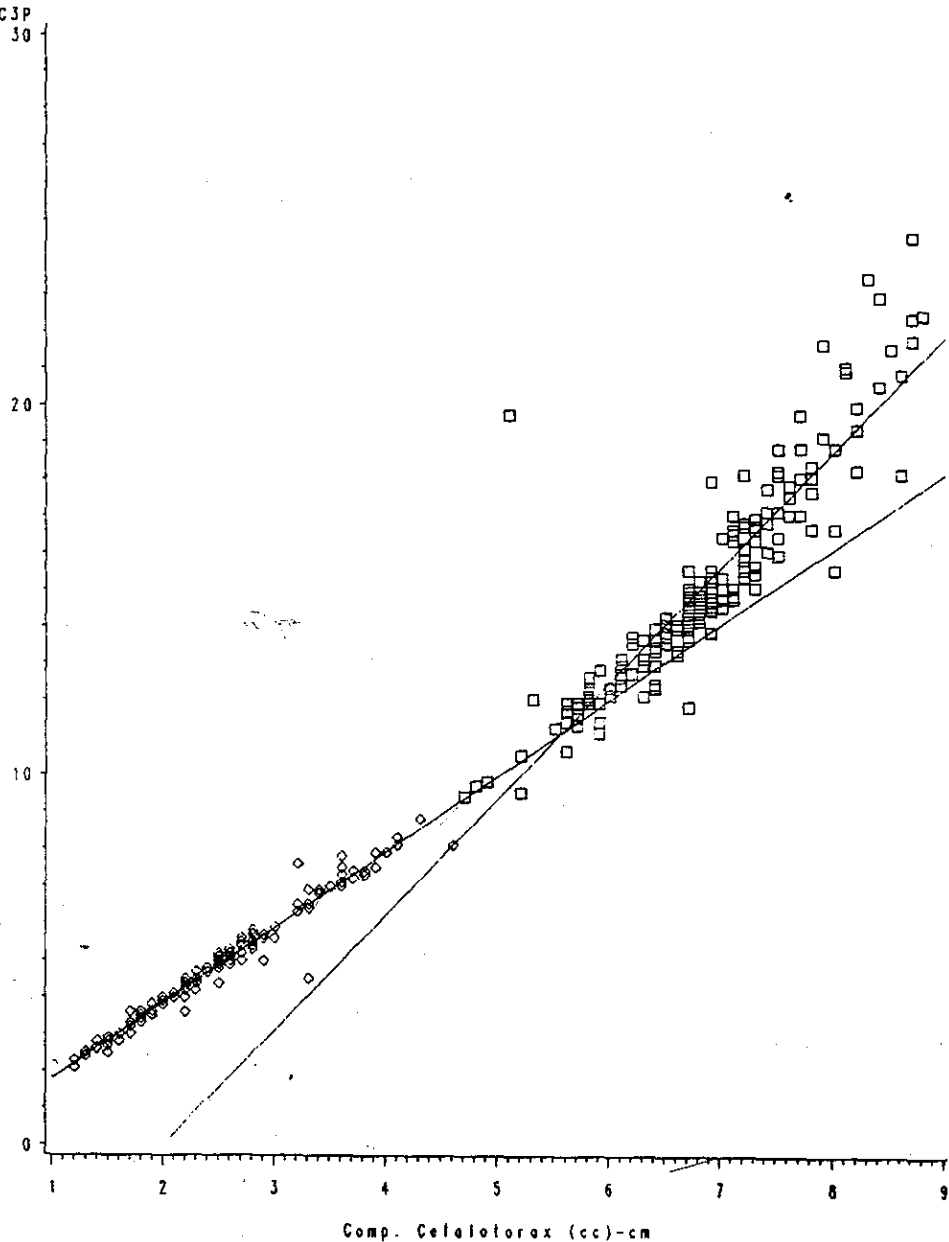


FIG. 10 - Relação entre o terceiro pereiópodo (c3p) e o comprimento do cefalótórax (cc) de machos imaturos (♠) e machos maduros (□) da lagosta Panulirus laevicauda.

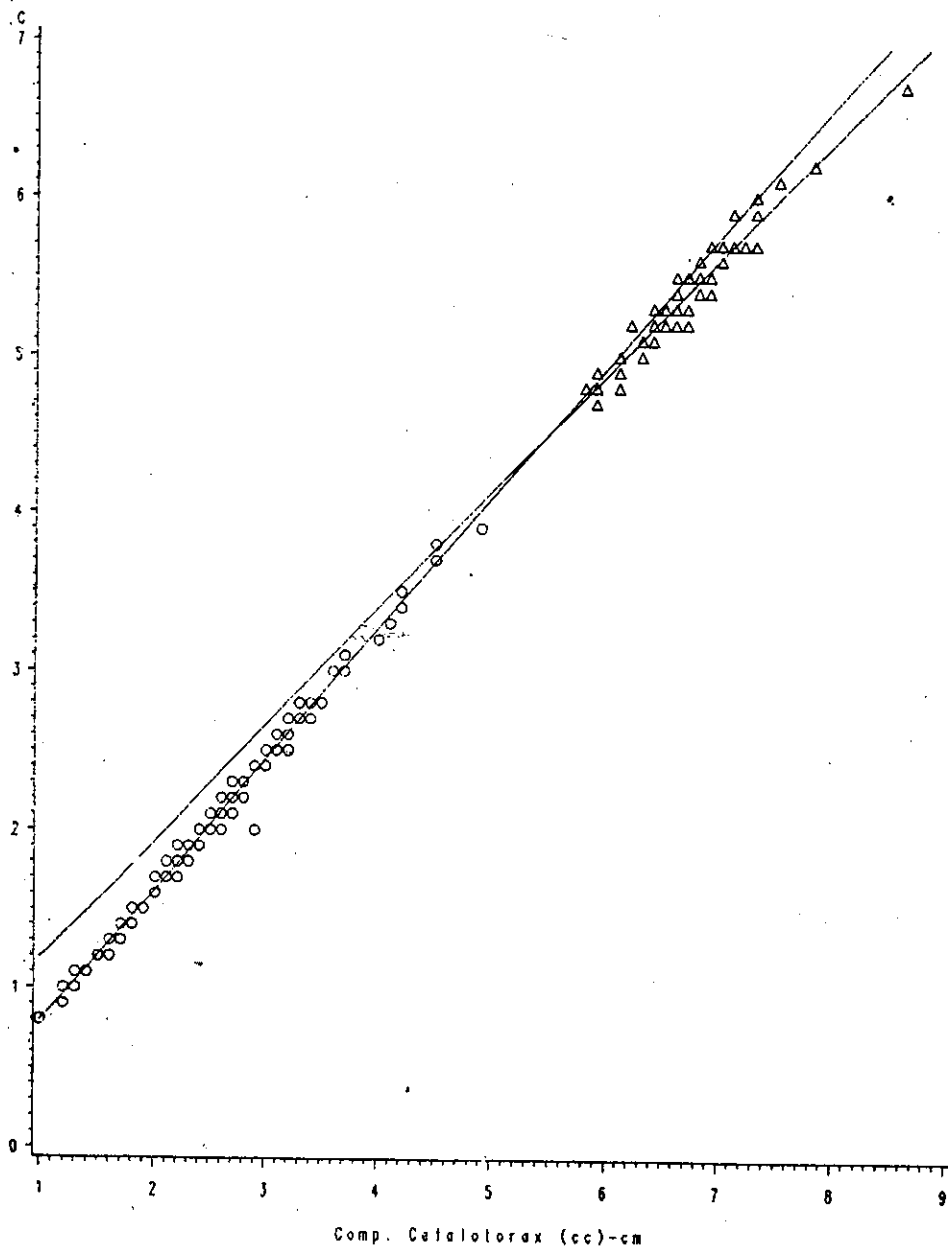


FIG. 11 - Relação entre a largura do cefalotórax (lc) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas imaturas (o) e fêmeas maduras (Δ) da lagosta Panulirus laeviscauda.

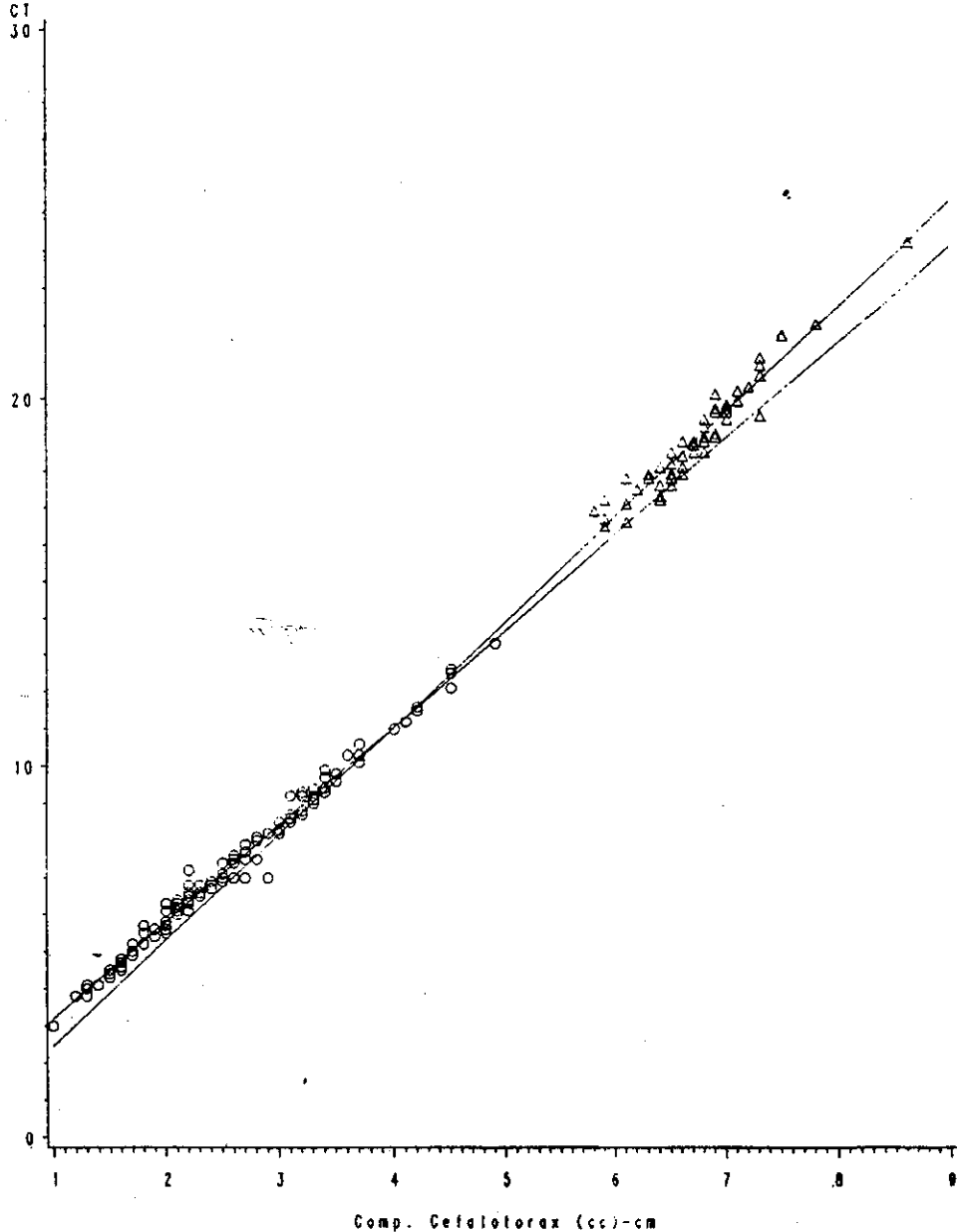


FIG. 12 - Relação entre o comprimento total (ct) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas imaturas (o) e fêmeas maduras (Δ) da lagosta Panulirus laevicauda.

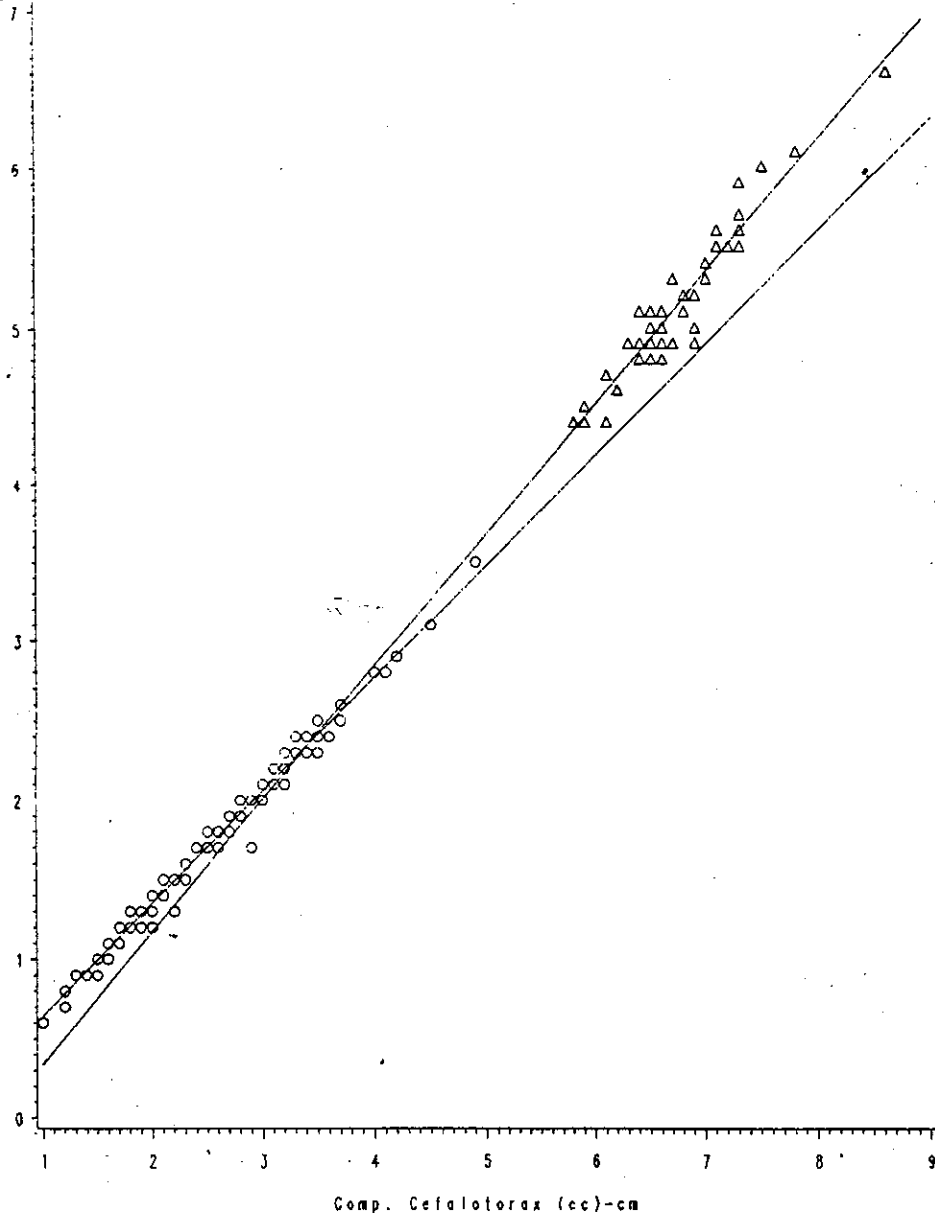


FIG. 13 - Relação entre o segundo segmento abdominal (lsa) e o comprimento do cefalotórax (cc) de fêmeas imaturas (o) e fêmeas maduras (Δ) da lagosta Panulirus laevicauda.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os crustáceos geralmente mudam de aspecto à medida que crescem, podendo este crescimento ser referido como relativo, alométrico ou ocasionalmente heterogônico (Hartnoll, 1982). O mesmo autor afirma também que os diferentes padrões de crescimento relativo são responsáveis pelo desenvolvimento do dimorfismo sexual, a partir de estágios mais ou menos indiferenciados.

O tegumento rígido que reveste o corpo dos crustáceos facilita o registro de medidas. Dessa forma, diferenças associadas ao sexo e ao estágio de desenvolvimento reprodutivo tornam esse grupo atrativo para estudos de alometria. Clayton & Snowden (1991) definiram linhas de regressão de crescimento alométrico geradas por conjuntos de dados provenientes de indivíduos em diferentes fases de desenvolvimento. Além disso, as confirmações anatômicas ou histológicas do estágio maturativo dos indivíduos asseguram a determinação dos níveis de alometria de cada espécie, como demonstrado por George & Morgan (1979), Grey (1979), Donaldson *et al* (1981), Haefner (1985), Clayton & Snowden (1991).

Os resultados do presente trabalho corroboram as observações desses autores. Na espécie *Panulirus laevicauda*, encontrada no litoral cearense, foi observada dimorfometria sexual, tornando-se mais evidente na fase em que os animais atingem a maturidade.

Em indivíduos imaturos dessa espécie, foram observadas diferenças de crescimento estatisticamente significativas entre machos e fêmeas apenas na relação lc/cc . Rolim & Rocha (1972), verificaram dimorfismo sexual em jovens desta espécie, em algumas relações biométricas: ct/cc , cc/ca (onde ca refere-se ao comprimento do abdômen). Contudo, esses autores utilizaram apenas medidas biométricas para classificar os indivíduos como imaturos. Considere-se ainda que a diferença no valor do comprimento máximo do cefalotórax, registrado naquele trabalho (5,5 cm), foi bem acima do observado nesse estudo.

Com respeito a lc em indivíduos maduros utilizados neste estudo, não apresentou diferença estatisticamente significativa, sugerindo que o aumento de volume dos sistemas reprodutores deve ser proporcionalmente o mesmo. É possível que haja uma exigência semelhante de espaço disponível na cavidade cefalotorácica, quando do desenvolvimento dos vasos deferentes em machos e dos ovários em fêmeas.

A relação ct/cc , estatisticamente significativa no estágio maduro, indica que, para um mesmo comprimento de cefalotórax, o comprimento total das fêmeas é maior que o dos machos, mostrando assim, que o abdômen das fêmeas é proporcionalmente maior do que o dos machos. Este aspecto pode estar relacionado ao processo de incubação dos ovos pelas fêmeas, o que

exigiria um maior desenvolvimento dessa região do corpo. Entretanto, Kanciruk (1980) afirma que os machos da maioria das espécies de palinurídeos alcançam um comprimento total consideravelmente maior do que o das fêmeas. Esse autor explica que a proporção de crescimento difere de um sexo para outro, em cada muda. Além disso, os machos têm um período de vida mais longo do que as fêmeas e estas apresentam demandas metabólicas maiores durante a produção de ovos.

Estes fatores resultam no menor tamanho das fêmeas. Fielder (1964), observou em *Jasus lalandii*, através de análises histológicas dos testículos e vasos deferentes, que os machos atingem a maturidade sexual com menor tamanho do que as fêmeas, embora o sucesso no acasalamento só ocorra quando os machos apresentam comprimento total igual ou superior ao das fêmeas.

No presente trabalho, a medida *csa* não apresentou dimorfometria sexual. Entretanto, Berry (1971 e 1973) usou essa medida como indicadora de maturidade sexual para as lagostas *Panulirus homarus* e *Panulirus delagoae*. Em seus trabalhos, o autor observou que esse tagma apresenta maior crescimento em fêmeas do que em machos.

Com respeito às retas de regressão *lsa/cc*, observou-se que em machos e fêmeas maduros ocorre uma intersecção, quando o *cc* alcança 4,3 cm. A partir deste valor, as fêmeas passam a apresentar uma maior proporção de crescimento, o que resulta num alargamento maior dos espinhos pleurais, quando comparados aos dos machos. Herrick (1909) e Berry (1971) observaram, respectivamente, este alargamento nas fêmeas das espécies *Homarus americanus* e *Panulirus homarus*. Templeman (1935) verificou que em *H. americanus*, a largura relativa do segundo segmento abdominal da fêmea aumenta com a aproximação da maturidade sexual. Perkins & Skud (1966) desenvolveu uma equação de regressão cúbica a partir da medida dessa região do corpo, relacionando-a ao comprimento do cefalotórax. Os mesmos autores encontraram, ainda, uma correlação significativa entre o tamanho dos ovócitos maduros e a largura do segmento abdominal. Enis (1971) e Briggs (1976) também utilizaram a largura do abdômen como critério para definir a maturidade em *H. americanus*.

Squires (1970) afirmou que a liberação dos óvulos da lagosta americana, geralmente antecede o início do aumento da largura do abdômen. Aiken & Waddy (1980) contestam a observação daquele autor, afirmando que o alargamento do abdômen é iniciado três ou mais mudas antes da oviposição. Embora no presente trabalho não se tenha relacionado o período de muda ou realizado qualquer acompanhamento do processo de oviposição, observou-se que o alargamento dos espinhos pleurais se inicia por volta de 4,3 cm de comprimento do cefalotórax. Este tamanho é bem abaixo do menor valor registrado para essa região do corpo das fêmeas consideradas maduras, ou seja,

5,8 cm. Esse fato confirma a observação de Aiken e Waddy (1980) e sugere que o alargamento do abdômen começa na pré-vitelogênese, quando surgem as ovogônias, que posteriormente se transformam em ovócitos II no final da fase de vitelogênese primária.

Segundo Charniaux-Cotton & Payen (1988), estas etapas do processo de ovogênese ocorrem ainda na fase jovem. No presente trabalho, considerou-se que a vitelogênese primária termina no final do estágio de pré-maturação, quando há uma preeminência de ovócitos II. Na etapa seguinte, chamada vitelogênese secundária, completa-se a maturação dos ovócitos, quando então os gamétas maduros são ovulados e posteriormente ocorre sua desova. No período entre a vitelogênese primária e secundária, existe uma fase de repouso gonadal, quando devem ocorrer uma ou mais mudas. Assim, as fêmeas, ao atingirem o comprimento de cefalotórax por volta de 5,8 cm, já apresentam um maior alargamento do segundo segmento abdominal, estando, portanto, pronta para a desova e incubação dos ovos.

Nas análises das medidas biométricas dos pereiópodos, os resultados dos testes apresentaram-se estatisticamente significantes para as relações $c2p/cc$, $cp3cc$ e $c5p/cc$, indicando diferenças de proporção de crescimento de cada um desses apêndices em machos e fêmeas maduros. Esses resultados coincidem com as observações de vários autores (Crawford & DeSmith, 1922; Kubo, 1938; Gordon, 1960; Berry & Heydorn, 1970; George & Morgan, 1979), de que os machos de várias espécies de *Panulirus* exibem um extraordinário crescimento das patas anteriores. George & Morgan (1979) sugeriram que os machos de *P. versicolor*, o segundo e terceiro pares de pereiópodos são de grande importância reprodutiva.

Grey (1979), estudando a espécie *P. cygnus*, usou a morfometria das patas aliada às observações macroscópicas das gônadas femininas. Para os machos, o autor partiu de premissa de que, quando há modificações no comprimento dos pereiópodos, o macho alcançou a maturidade sexual. Este autor observou que os dois primeiros pares de pereiópodos dos machos e fêmeas mostraram diferenças entre as retas de regressão do comprimento do cefalotórax e o comprimento dos pereiópodos.

No presente trabalho, foi observado que não houve diferença significativa na relação $c3p/cc$, entre machos e fêmeas imaturos. Já para os indivíduos maduros, esta relação foi estatisticamente significante. Foi observado que por volta dos 5,5 cm de comprimentos do cefalotórax, ocorre uma intersecção entre as retas. A partir deste valor a proporção de crescimento torna-se diferente, corroborando as afirmações de outros autores a respeito do desenvolvimento desse par de apêndices. Grey (1979) afirma também que em *P. cygnus* as patas anteriores dos machos são usadas para estabelecer a hierarquia entre indivíduos do mesmo sexo e para o sucesso reprodutivo, incluindo a retenção da fêmea antes do acasalamento. Os resultados encontrados neste trabalho

confirmam as hipóteses acima referidas, cuja interpretação pode ser dada através do comportamento de acasalamento, quando o macho se utiliza dos pereiópodos para se retirar as fêmeas de sua tocas. Com a diferenciação do crescimento dos c2p e c3p no estágio maduro, o macho já atingiu a maturidade funcional, tendo, portanto, uma maior probabilidade de obter sucesso no acasalamento. Considerando os resultados encontrados, pode ser sugerido que na espécie *P.laevicauda* esse fenômeno ocorre quando o indivíduo atinge um cc mínimo de 5,5 cm.

Neste trabalho, foi observado também que o quinto par de pereiópodos nos machos maduros é sempre maior do que os das fêmeas maduras. Esta diferença se acentua à medida que os indivíduos crescem. Berry (1971) observou que em *P.homarus* a diferença dos comprimentos das patas entre machos e fêmeas, se inicia com o comprimento do cefalotórax em torno de 5,5 cm. George & Morgan (1979) observaram que em *P.versicolor* o crescimento do quinto par de pereiópodos é maior nas fêmeas.

A partir dos resultados das relações das medidas biométricas estudadas, que apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre fêmeas classificadas como em pré-maturação e maduras, pode-se afirmar que os critérios morfométricos aliados à análise gonadal não permitem uma separação entre esses dois estágios. No entanto, como foram observadas diferenças entre os tamanhos máximos e mínimos de cefalotórax para cada estágio e como os ovários passam por um processo cíclico, numa fêmea com comprimento do cefalotórax acima de 5,8 cm, mesmo que a análise histológica mostre que seus ovários se encontram em vitelogênese primária, pode-se sugerir que esse indivíduo passou anteriormente pelo processo descrito.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos aos professores Antonio Aduato Fonteles-Filho e Carlos Tassito Corrêa Ivo, da Universidade Federal do Ceará, pela apreciação crítica e sugestões durante a elaboração deste trabalho, desenvolvido com recursos do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKEN, D.E., WADDY, S.L. Controlling growth and reproduction in the american lobster. Proc. Annu. Meet - World Maric. Soc., v.7, p.415-430, 1976.

ALVES, M.I.M., TOMÉ, G.S. Estudo sobre as gônadas da lagosta *Panulirus*

laevicauda (Latreille). Arq. Est. Biol. Mar. Univ.Fed. Ceará, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 1-9, 1966.

BERRY, P.F. The biology of the spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) off the east coast of Southern africa. Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst., v.28, p.1-75, 1971.

_____. The biology of the spiny lobster *Panulirus delagoae* Barnard, of the coast of Natal, South Africa. Invest. Rep.Oceanogr. Res. Inst., v.31,p.1-27, 1973.

BERRY, P.F., HEYDORN, A.E.F. A comparison of the spermatophoric-masses and mechanisms of fertilisation in southern african spiny lobster(*Palinuridae*) Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst., v.25, p.1-18, 1970.

BRIGGS, P.T. Aspects of the American lobster in Long Island Sound, New York. IM: NOAA/NMFS, Comm. Fish.Res.Dev.Act. Job Completion Rep.N. York Proj., Washington, 1976. 37p.

CHARNIAUX-COTTON, H., PAYEN, G. Crustacean Reproduction. In: LAUFER,H DOWNER, R.G. Endocrinology os selected Invertebrate Types., New York: Alaw R. Liss, 1988, v.2,p.279-303.

CLAYTON, D.A., SNOWDEN, J.R. Allometric growth in *Iloplax stevensi* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). Crustaceana, v.61, n.1,p.1-10, 1991.

CRAWFORD, D.R., DE SMITH, W.J.J. The spiny lobster, *Panulirus argus*, of southern Florida: its natural history and utilization. Bull. Bur. Fish., Wash., n. 38, p. 281- 310, 1922.

DONALDSON, W.E., COONEY, R.T., HILSING, J.R. Growth age and size maturity of tanner crab, *Chionoecetes bairdi* M.J. Ratbun, in nothern gulf of Alasca (Decapoda, Brachyura) Crustaceana, v. 40,n. 3, p.286-302, 1981.

ENNIS, G.P. Lobster (*Homarus americanus*) fishery and biology in Bonavista bay, Newfoundland 1966/70. Fish. Res. Board Can. Tech.Rep. n.289, p.17-46, 1971.

FIELDER, D.R. The spiny lobster, *Jasus lalandii* (H.Milne-Edwards) in south Australia. II. Reproduction. Aus. J. Mar. Freshwat. Res., v.15, p.133-144, 1964.

- FONTELES-FILHO, A.A. Análise da biologia pesqueira e dinâmica populacional da lagosta *Panulirus laeviscauda* (Latreille), no nordeste setentrional do Brasil. Arq. Ciên. mar., v.19, n.1, p. 1-43, 1979.
- GEORGE, R.W., MORGAN, G.R. Linear growth stages in the rock lobster (*Panulirus versicolor*) as a method for determining size at first physical maturity. Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer., v. 175, p. 182-185, 1979.
- GESTEIRA, T.C.V., SILVA, J.R.F., SCHRADER, E. Estudo preliminar sobre a influência do confinamento no processo maturativo da lagosta *Panulirus laeviscauda* (Latreille) (Decapoda) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 16., 1989, João Pessoa. Resumos... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zoologia, 1989, p.217.
- GORDON, I. On the *Justitia* Holthuis (Decapoda, Palinuridae) with a note on allometric growth in *panulirus ornatus*. Crustaceana, v.1, n.4, p. 295-306, 1960.
- GREY, K.A. Estimates of size of first maturity of the western rock lobster, *Panulirus cygnus*, using secondary sexual characteristics. Aust.J. Mar. Freshwat. Res., v. 30, p. 785-791, 1979.
- HAEFNER, P.A.Jr. Morphometry, reproduction, diet and epizootes of *Ovalipes stephensoni* William, 1976 (Decapoda, Brachyura). Journal of Crustacean Biology, v. 5, p. 658-672, 1985.
- HARTNOLL, R.G. In: BLISS, D.E. The biology of Crustacea. London: Academic Press, 1982. v. 1, p.111-196.
- HERRICK, F.H. Natural history of the american lobster. Bull. U.S. Bur. Fish., v. 29, p. 149-408, 1909.
- HOLTHUIS, L. B. 1959 - The Crustacea Decapoda os Suriname (Dutch Guiana). Zool. Verhand., Leiden, v. 44, n. 1, p. 296, 1959.
- 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.Ciênc. Mar., n. 25, p.1-12, 1986.

KANCIRUK, P. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobster) In: COBB, J. S., PHILLIPS, B. F. The biology and management of lobster. New York: Academic Press, 1980, v.2 : Ecology and management, 59-96

KUBO, I. Notes on the sexual dimorphism of the spiny lobster *Panulirus japonicus* (v. Sielbold). J. imp. Fish. Inst. Tokyo, v.33, n.1, p.101-106, 1938.

LINDBERG, R.G. Growth, population dynamics, and field behavior in the spiny lobster (*Panulirus interruptus*) Randall. Univ. Calif. Publ. Zool., v. 59, p.157-248, 1955.

MESQUITA, A.L.L., GESTEIRA, T.C.V. Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille), na costa do Estado do Ceará (Brasil). Arq.Ciê.n.Mar., v. 15, n.2, p.93-96, 1975.

NASCIMENTO, I.V., ARAÚJO, M.E., Fecundidade das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* (Latreille) capturadas no litoral do Rio Grande do Norte. B. Est. Pesca, Recife, SUDENE-DRN-DRP, n.11, p.39-42, 1984.

PAIVA, M.P., SILVA, A.B Sobre o número de ovos da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille). Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará, v. 2, p. 17-19, 1962.

_____, COSTA, R.S. Tamanho de fêmeas de lagostas em reprodução nas águas costeiras do Ceará. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará, Fortaleza, v. 3, n. 3, p.53-56, 1963.

PERKINS, H.C., SKUD, B.E. Body proportions and maturity os females lobsters. Am. Zool., n.6, p. 615, 1966.

RIOS, G.I. Análise dos caracteres biométricos das lagostas *Panulirus argus* e *panulirus laevicauda* (Latreille), no estado do Ceará, Brasil. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1991. 33p (monogr.)

ROLIM, A.E., ROCHA, C.A.S. Biométria de lagostas jovens do gênero *Panulirus* Gray. Arq. Ciê.n. Mar., v. 12, n.2, p.91-97, 1972.

SOARES, C.N.C., CAVALCANTE, P.L. Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*) and smoothtail spiny lobster (*Panulirus laevicauda*) reproductive

dynamics on the brazilian northeastern coast. FAO Fisheries Report, n. 327, supl.p. 200-217, 1984.

SQUIRES, H. J. Lobster (*Homarus americanus*) fishery and ecology in Port au Port Bay, Newfoundland, 1960-65. Proc. Natl. Shelfish. Assoc., n. 60, p.22-39, 1970.

TEMPLEMAN, W. Local differences in the body proportions of the lobster, *Homarus americanus*. J. Biol. Board Can., v. 1, p. 213-226, 1935.