

ÉPOCA DE REPRODUÇÃO DA LAGOSTA *Penaeus argus* (LATREILLE), NO
LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

CIRA NINA CAVALCANTE SOARES

FORTALEZA — CEARÁ

1994

N.Cham. D 595.3841 S753e

Autor: Soares, Cira Nina C

Título: Epoca de reproducao da lagosta P



890952

Ac. 27579

BLCM

ÉPOCA DE REPRODUÇÃO DA LAGOSTA *Panulirus argus* (LATREILLE), NO
LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL.

CIRA NINA CAVALCANTE SOARES

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PESCA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - CEARÁ

1994

BSLCM

Esta Dissertação foi submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

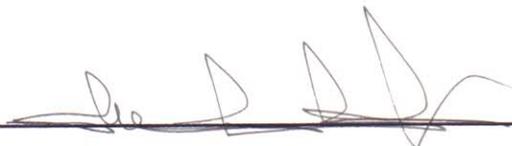
A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

GIRA NINA CAVALCANTE SOARES

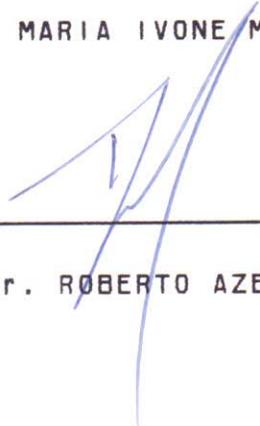
DISSERTAÇÃO APROVADA EM: / / .



Prof. Dr. ANTONIO ADAUTO FONTELES FILHO
Orientador



Prof. Dra. MARIA IVONE MOTA ALVES



Prof. Dr. ROBERTO AZEVEDO

A minha mãe Leona

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador Antônio Aduauto Fonteles Filho, pelas críticas e sugestões decisivas para a conclusão deste trabalho.

A minha equipe de trabalho: Eridan Queiroz do Nascimento, Tarcisio Alves Carneiro e Francisco de Assis de Freitas.

Aos empresários da pesca de lagosta, em especial a Antônio Fontes.

(In memoriam) Afonso Henriques Fontes Neto, que me ajudou e me incentivou desde o início desta pesquisa.

(In memoriam) Ao meu melhor amigo Antônio Mário Amaral, que contribuiu com sua ajuda desde o início da pesquisa e por seu incentivo.

Ao IBAMA, pelo apoio material indispensável a realização deste trabalho.

A Arlette Meireles Sorensen, pelo auxílio na bibliografia.

SUMÁRIO

<u>LISTA DE FOTOGRAFIAS</u>	VI
<u>LISTA DE QUADROS</u>	VII
<u>LISTA DE TABELAS</u>	VIII
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	XII
<u>RESUMO</u>	XIV
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	10
2 . 1 - <u>Acasalamento, desova e pós desova</u>	10
2 . 2 - <u>Proporção sexual</u>	28
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	32
4 - <u>RESULTADOS</u>	42
4 . 1 - <u>Relação entre os estádios gonadais e os caracte- res externos de maturação</u>	42
4 . 2 - <u>Distribuição mensal de fêmeas no estágio IV</u>	51
4 . 3 - <u>Variação mensal do peso médio dos ovários</u>	57
4 . 4 - <u>Acasalamento</u>	62
4 . 5 - <u>Desova</u>	67
4 . 6 - <u>Pós desova</u>	72
4 . 7 - <u>época de maior atividade reprodutiva</u>	76
4 . 8 - <u>Proporção sexual</u>	82
5 - <u>DISCUSSÃO</u>	87
6 - <u>CONCLUSÕES</u>	101
7 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA</u>	104
8 - <u>ANEXO 1</u>	118

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA	PÁGINA
1 - Fotografia da lagosta <i>Panulirus argus</i>	2
2 - Fotografia da lagosta <i>Panulirus laevicauda</i>	3
3 - Fotografia da lagosta <i>Panulirus echinatus</i>	4
4 - Fotografia da lagosta <i>Scyllarides brasiliensis</i> .	5
5 - Fotografia da lagosta <i>Panulirus argus</i> com massa espermatofórica usada e ovígera	94

LISTA DE QUADROS

QUADRO

PÁGINA

1 - Município e locais em frente aos quais foram realizadas as amostragens no período de 1984 a 1993	33
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
1 - Frequências mensais absolutas de indivíduos da espécie <i>Panulirus argus</i> , no período de 1984 a 1993	35
2 - Frequências mensais absolutas do número de fêmeas amostradas, para o estudo de reprodução da espécie <i>Panulirus argus</i> , no período de 1984 a 1993	39
3 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> nos diversos estádios gonadais em relação ao total de fêmeas amostradas apresentando-se externamente sem indicativo de reprodução (SIR). Dados de 1984 a 1993.....	43
4 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> nos diversos estádios gonadais em relação ao total de fêmeas amostradas apresentando-se externamente com massa espermatofórica (CME). Dados de 1984 a 1993.....	45

TABELA

PÁGINA

- 5 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta *Panulirus argus* nos diversos estádios gonadais com relação ao total de fêmeas amostradas apresentando-se externamente com massa espermatofórica e ovígera (CME+OV). Dados de 1984 a 1993. 46
- 6 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas amostradas apresentando-se externamente ovígeras (OV). Dados de 1984 a 1993 47
- 7 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta *Panulirus argus* nos diversos estádios gonadais em relação ao total de fêmeas amostradas apresentando-se externamente ovígeras e com resto de massa espermatofórica (OV+GRME). Dados de 1984 a 1993..... 48
- 8 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta *Panulirus argus* nos diversos estádios gonadais em relação ao total de fêmeas amostradas apresentando-se externamente com resto de massa espermatofórica (GRME). Dados de 1984 a 1993..... 49

TABELA

PÁGINA

9 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> com gônadas no estágio IV. Dados de 1984 a 1993...	52
10 - Frequências mensais absolutas (n) e pesos médios (g) das gônadas de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> . Dados de 1984 a 1993.....	58
11 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> com massa espermatofórica (CME), acasaladas. Dados de 1984 a 1993	63
12 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> em processo de desova (CME+OV) + (OV). Dados de 1984 a 1993	68
13 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> em final de reprodução (OV+CRME)+(CRME). Dados de 1984 a 1993.....	73

TABELA

PÁGINA

14 - Frequências mensais, absolutas (n) e relativas (%), de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> em reprodução (CME), (CME+OV) e (OV). Dados de 1984 a 1993.....	78
15 - Frequências mensais absolutas (n) e relativas (%) do número de machos e fêmeas amostrados da espécie <i>Panulirus argus</i> no período de 1984 a 1993.....	83
16 - Valores do χ^2 referentes ao teste estatístico da proporção sexual mensal da lagosta <i>Panulirus argus</i> no período de 1984 a 1993, em frente ao Estado do Ceará.....	84
17 - Profundidades mensais médias de captura das lagostas <i>Panulirus argus</i> amostradas no período de 1984 a 1993.....	98

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 - Representação gráfica da tabela 3	43
2 - Representação gráfica da tabela 4	45
3 - Representação gráfica da tabela 5	46
4 - Representação gráfica da tabela 6	47
5 - Representação gráfica da tabela 7	48
6 - Representação gráfica da tabela 8	49
7 - Variação mensal da frequência relativa de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> com gônadas no estágio IV. Dados de 1984 a 1993.....	53
8 - Variação mensal do peso médio das gônadas de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> . Dados de 1984 a 1993.....	59
9 - Variação mensal da frequência relativa de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> com massa espermatofórica (CME). Dados de 1984 a 1993.....	64
10 - Variação mensal da frequência relativa de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> em processo de desova (CME+OV) + (OV). Dados de 1984 a 1993.....	69
11 - Variação mensal da frequência relativa de fêmeas da lagosta <i>Panulirus argus</i> , em final de reprodução, (OV+CRME)+(CRME). Dados de 1984 a 1993.....	74

FIGURA

PÁGINA

12 - Variação mensal da frequência relativa de fêmeas da lagosta *Panulirus argus* em reprodução (CME), (CME+OV) e (OV). Dados de 1984 a 1993.

79

RESUMO

A análise da relação entre o processo maturativo das gônadas e os caracteres sexuais externos de fêmeas da lagosta *Panulirus argus*, foi realizada bem como determinado o tipo de desova desta espécie, e principalmente, determinada sua época de maior atividade reprodutiva.

Foram considerados seis estádios de desenvolvimento gonadal sendo que, primeiramente, foi feita uma analogia entre o processo maturativo das gônadas e os diversos estágios externos de reprodução, ou sejam: com massa espermatofórica (estágio CME), com massa espermatofórica e ovígera (estágio CME+OV), ovígera (estágio OV), com restos de massa espermatofórica e ovígera (estágio OV+CRME) e somente com restos de massa espermatofórica (CRME).

Para a determinação da época de maior atividade reprodutiva foram consideradas as seguintes fases:

(1) - INÍCIO DO PERÍODO REPRODUTIVO - época de maior incidência de fêmeas com gônadas no estágio IV.

(2) - ACASALAMENTO - época de maior incidência de fêmeas no estágio CME.

(3) - DESOVA - época de maior incidência de fêmeas nos estágios CME+OV e OV.

Os pesos médios mensais das gônadas foram também utilizados para determinar o período de maior atividade reprodutiva.

A divergência da proporção sexual observada em relação àquela teoricamente esperada de igual número de indivíduos de cada sexo, foi verificada através do teste do χ^2 , verificando-se uma predominância numérica, estatisticamente significante, dos machos sobre as fêmeas.

Determinamos que o pico de acasalamento para esta espécie ocorre de janeiro a abril e coincide com o de maiores frequências de gônadas no estágio IV e de maiores pesos gonadais.

A época de maior incidência de fêmeas em processo de desova iniciou-se em fevereiro com picos em março-abril.

Foram consideradas em processo reprodutivo fêmeas com gônadas no estágio IV e fêmeas observadas externamente nos estágios CME, CME+OV e OV. Fêmeas nos estágios OV+CRME e CRME foram consideradas em final de processo reprodutivo.

Uma vez que o acasalamento da lagosta *Panulirus argus* ocorre somente quando as fêmeas estão maduras (gônadas no estágio IV), a época de reprodução foi determinada pelas frequências de fêmeas que se apresentavam externamente nos estágios CME, CME+OV e OV.

A lagosta *Panulirus argus* apresenta desova do tipo parcelada, e sua época de reprodução foi determinada para o período de janeiro a julho, sendo a época de maior atividade reprodutiva de janeiro a abril.

ÉPOCA DE REPRODUÇÃO DA LAGOSTA *Panulirus argus* (LATREILLE), NO
LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Panulirus argus* (Fotografia 1) foi descrita e classificada pela primeira vez por Latreille em 1804, conhecendo-se vulgarmente no Brasil como lagosta vermelha ou lagosta comum e recebendo em outros países o nome de "spiny lobster". Esta espécie é uma das quatro reconhecidas em nosso litoral, tendo desde o início de sua exploração uma maior participação no total das capturas, constituindo cerca de 80% do total da produção. Ocorrem também nesta área, em menor escala, as espécies *Panulirus laevicauda* (Fotografia 2), conhecida como lagosta verde, e *Panulirus echinatus* (Fotografia 3), conhecida como lagosta pintada. Também encontramos em nossas águas a *Scyllarides brasiliensis* Rathbun (Fotografia 4), chamada vulgarmente de sapateira, porém capturada em pequena quantidade.

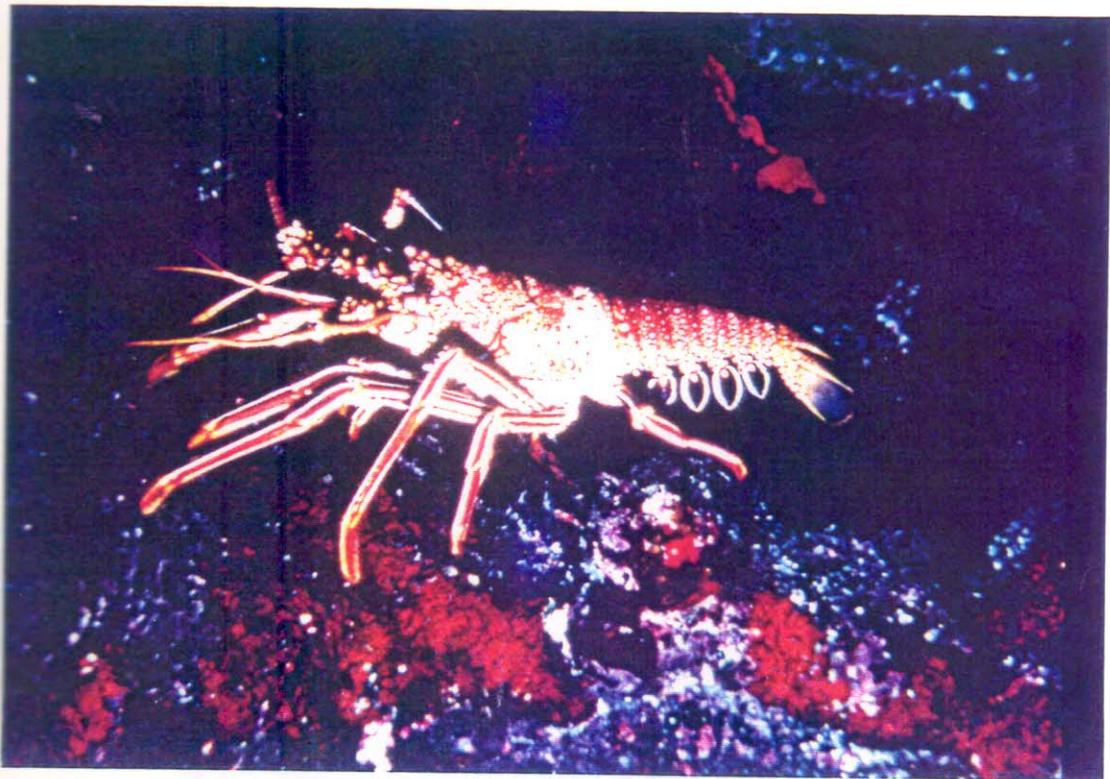
A lagosta *Panulirus argus* é encontrada ao longo da costa Leste do Atlântico desde o Rio de Janeiro, Brasil, até Beaufort na Carolina do Norte (USA), bem como nas Bermudas, Bahamas e ilhas do Caribe. A faixa de profundidade abrange desde zonas rasas no litoral, particularmente próximo aos mangues e lugares que são habitados por pós-larvas e juvenis, até 100 metros (MUNRO, 1974). A lagosta vermelha prefere os pesqueiros mais afastados da costa e, em menores profundidades, os indivíduos são ge-



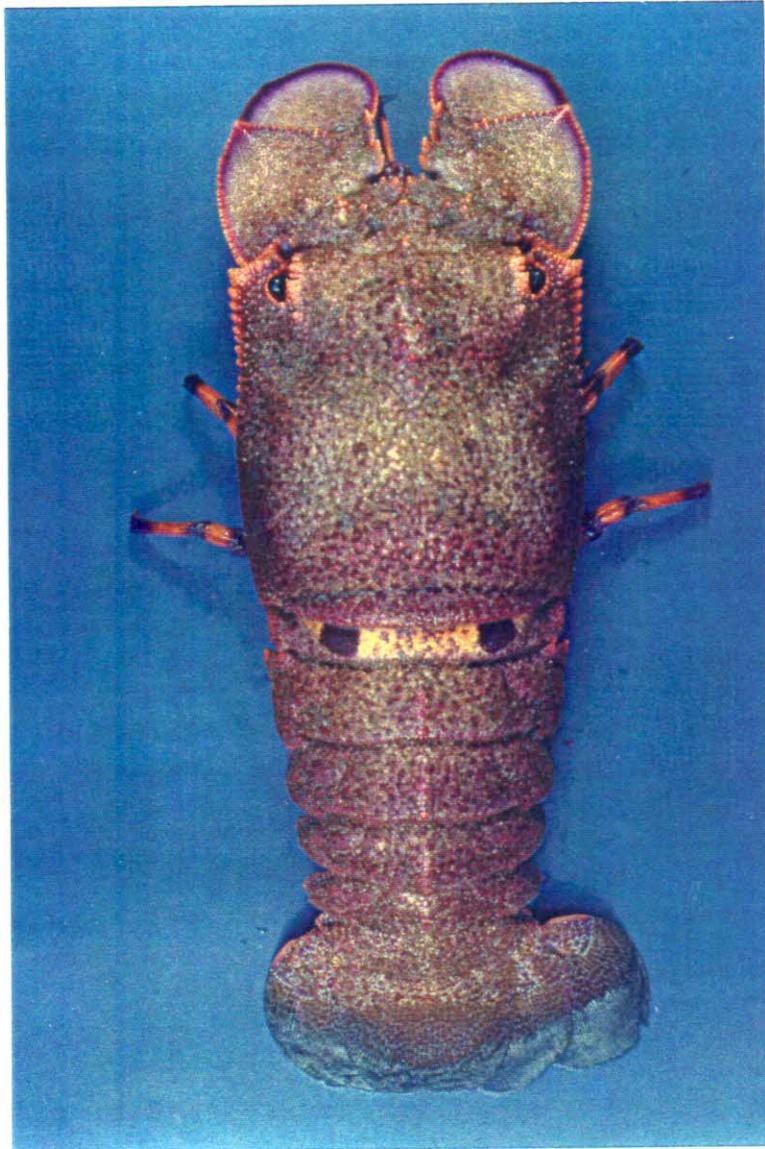
Fotografia 1 - Lagosta *Panulirus argus*.



Fotografia 2 - Lagosta *Panulirus laevicauda*.



Fotografia 3 - Lagosta *Panulirus echinatus*.



Fotografia 4 - *Lagosta Scyllarides brasiliensis*.

ralmente pequenos; porém, em áreas mais afastadas da costa, de maior profundidade, podem alcançar comprimentos de até 40,0 cm (PAIVA et al., 1971).

Ao longo da costa do Nordeste brasileiro, onde se desenvolve a pesca comercial, esta espécie habita os mesmos fundos de algas calcárias formados principalmente pela família *Rhodophyceae*. Estes fundos ocorrem desde o Estado do Piauí até o Estado de Pernambuco, em profundidades a partir de 20 metros, até a borda da plataforma continental (COUTINHO & MORAIS, 1970), apresentando-se interrompidos na zona de influência do Rio São Francisco, a partir da qual apresentam características diferentes daquelas encontradas até a altura de Recife (PAIVA et al., op. cit.).

As maiores pescarias de Cuba, Brasil e Estados Unidos (principalmente Flórida) são baseadas na lagosta *Panulirus argus*. Muitos outros países capturam lagostas desta espécie porém em menor quantidade.

A produção do Brasil é destinada principalmente ao mercado norte-americano, enquanto que as capturas de Cuba são vendidas para o mercado Europeu.

A exploração dos recursos lagosteiros no litoral da região nordeste do Brasil caracteriza-se como uma das principais pescarias do país em função do elevado valor comercial das espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, gerando considerável receita com sua produção, em torno de 90% comercializada para o mercado internacional.

As variações observadas nos índices de produtividade desse recurso pesqueiro, explorado desde 1955, causadas principalmente pelo aumento do esforço de pesca empregado, acarretaram a necessidade da implantação de medidas de regulamentação da pesca a partir de 1976, estabelecendo-se um tamanho mínimo de captura, a proibição da captura de fêmeas ovígeras (atualmente revogada) e a paralisação total da atividade por dois meses (atualmente quatro), cada ano, no período de maior atividade reprodutiva (DEFESO).

Para melhor embasar o estabelecimento das medidas adotadas e atualizar o conhecimento das etapas do ciclo biológico das espécies exploradas, diversas linhas de pesquisa foram desenvolvidas a partir de 1963 e, à semelhança dos diversos países que também exploram lagostas destas espécies, diferentes resultados foram alcançados, quer no tamanho de indivíduos encontrados em reprodução ou no estabelecimento do tamanho médio de primeira maturação, quer na determinação da época de maior atividade reprodutiva e do tipo de desova.

No intuito de rever as medidas até então adotadas no controle da pesca de lagostas, o IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS), quando ainda SUDEPE (SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA PESCA), iniciou a partir de 1982 estudos com os seguintes objetivos: 1) estabelecimento dos tamanhos médios com que as duas espécies de lagosta exploradas comercialmente em nossa região alcançam a maturidade sexual; 2) conhecimento dos períodos de maior atividade reprodutiva, procurando ainda melhor caracterizar o tipo de desova des-

tas duas espécies e investigar outras particularidades do processo. Os resultados referentes ao período 1982/1983 encontram-se em SOARES & CAVALCANTE (1985).

Foram utilizados dados obtidos no período de 1984 a 1993, somente para a lagosta *Panulirus argus*.

A maioria dos trabalhos sobre a identificação da época de maior atividade reprodutiva, até então desenvolvidos, baseiam-se apenas em observações de fêmeas por ocasião dos desembarques, quando são identificados somente aspectos externos dos indivíduos, como a existência de ovos aderidos aos pleópodos ou de massa espermatofórica aderida ao esterno das fêmeas.

Estudos relacionando os estádios de desenvolvimento das gônadas aos caracteres sexuais dos indivíduos certamente fornecem informações complementares para uma melhor caracterização da dinâmica reprodutiva da lagosta, podendo-se estabelecer com maior precisão a (s) época (s) de início e término de maior atividade reprodutiva.

Considerando-se a presente hipótese, este trabalho tem como objetivos:

- 1 - analisar a relação entre o processo maturativo das gônadas e os caracteres sexuais externos.
- 2 - definir o tipo de desova da espécie.
- 3 - definir a época de maior atividade reprodutiva da espécie estudada na região.

Será dado um enfoque sobre a proporção sexual observada, relacionando-a com as épocas de maior e menor atividade reprodutiva.

Os resultados desta tese representam um aporte aos conhecimentos de vários aspectos da dinâmica reprodutiva da lagosta *Panulirus argus*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ACASALAMENTO, DESOVA E PÓS-DESOVA

As lagostas do gênero *Panulirus* White possuem um ciclo de vida consideravelmente longo e composto por etapas distintas, de modo que o conhecimento dos fenômenos ligados à reprodução das espécies de valor comercial é muito importante para a pesca.

A reprodução da lagosta *Panulirus argus* é do tipo sexuada, ocorrendo acasalamento do macho com a fêmea. O acasalamento e a desova são determinados por uma série de fatores biológicos e ambientais, sendo que suas épocas estão relacionadas com a ocorrência de condições ambientais ótimas para a sobrevivência das larvas, em termos de temperatura, salinidade, disponibilidade de alimento, etc. Podemos dizer que os dois processos seguem uma estacionalidade e têm uma época em que ocorrem com maior intensidade, fatos biológicos que são essenciais para a formação das gerações futuras (FONTELES-FILHO & MOTA-ALVES, 1979). Segundo estes mesmos autores, a determinação da época de desova é importante pelos seguintes motivos:

- 1) Definir a data aproximada em que os indivíduos de uma classe etária mudam de idade;

- 2) Definir a época em que deve ser proibida a pesca de lagostas ovíferas, com o objetivo de proteger o estoque reprodutor;

3) Definir a época em que se inicia o recrutamento para o estoque adulto.

Na literatura científica são encontradas numerosas referências sobre o modo de reprodução das lagostas do gênero *Panulirus* White.

CRAWFORD & DE SMIDT (1922), em observações de campo, verificaram que o acasalamento de *Panulirus argus* no Sul da Flórida ocorre de agosto a novembro. Segundo estes autores a maneira como a copulação ocorre nesta espécie tem sido deduzida de observações em cativeiro. O macho arrasta-se velozmente, aproximando-se da fêmea de mesmo tamanho. O primeiro contato entre macho e fêmea depois da aproximação dá-se através das antênulas (PHILLIPS & MAGMILLAN, 1987). Segundo a descrição de LIPCIUS et al. (1983), o macho com os pereiópodos estendidos ergue-se tomando uma posição pré-copulatória, enquanto a fêmea mantém-se inativa. O segundo par de patas, que nos machos é mais longo, é usado para cercar a fêmea e virá-la. A cópula ocorre quando o macho com a cauda estendida coloca-se sobre a fêmea "abraçando-a" e deixando-a em posição dorsal sobre o fundo marinho. Por meio de contrações musculares o macho transfere e deposita a massa espermatofórica sobre o esterno da fêmea, um pouco atrás da base do terceiro par de pereiópodos. Essa massa que, inicialmente tem consistência gelatinosa e é incolor, endurece com a água, e se torna escura (MOTA-ALVES & PAIVA, 1976). A fertilização é externa, sendo os óvulos expulsos do oviduto da fêmea e fecundados quando encontram os espermatozóides liberados da massa espermatofórica, pela ação dos dácilios do quinto par de pe-

relópodos da fêmea (MOTA-ALVES & PAIVA, op. cit.)

Segundo COELHO (1962), a reprodução da lagosta *Panulirus argus* compreende as seguintes fases: a) produção dos gametas ou gametogênese; b) cópula - nesta fase o macho deposita sobre a face ventral do cefalotórax da fêmea entre os três pares de patas posteriores o líquido espermático, cuja superfície externa endurece rapidamente constituindo o saco espermático ou massa espermatofórica; c) desova - algum tempo após a cópula, a fêmea expele os óvulos, que ficam aderidos aos pleópodos, sendo estes fecundados pelos espermatozóides que ela retira da massa espermatofórica, rompendo-a com as quelas do 5º par de patas. Segundo este autor nos Estados de Pernambuco e Paraíba são encontradas fêmeas ovíferas todos os meses do ano, porém em maior quantidade de Janeiro a abril e de setembro a novembro, sendo possível uma fêmea desovar duas vezes no mesmo ano. d) repouso sexual - a fêmea entra em repouso sexual após a libertação das larvas e o macho após a cópula.

Segundo LOESCH & LOPEZ (1966), a reprodução da lagosta *Panulirus argus* se efetua da seguinte maneira: o macho expulsa um líquido viscoso da abertura dos apêndices sexuais, situados na base do último par de patas, que se fixa na parte ventral do cefalotórax da fêmea entre os últimos três pares de patas. Este líquido endurece formando um saco que contém o esperma. Depois do cortejo, de 4 a 6 semanas, a fêmea libera seus óvulos, curvando sua cauda e rompendo a massa espermatofórica com as quelas do quinto par de patas, ocorrendo assim a fertilização dos óvulos. Os ovos, que medem ao redor de um milímetro, são de cor

alaranjada brilhante. Esta cor muda logo para vermelho claro e quando alcança a maturação, para vermelho escuro.

FIELDER (1964), estudando a espécie *Jasus lalandii*, descreveu e classificou sete estádios de desenvolvimento gonadal com base em observações macroscópicas e microscópicas.

MOTA-ALVES & TOMÉ (1965) estabeleceram cinco estádios de desenvolvimento para gônadas de *Panulirus argus*.

BUESA-MÁS & MOTA-ALVES (1971) estabeleceram uma escala de cores para identificar os cinco estádios de maturação das gônadas de *Panulirus argus*.

AIKEN & WADDY (1980), baseados no fato de que os ovários dos decápodos passam por mudanças em tamanho e coloração desde o início do seu desenvolvimento até a maturidade, propuseram seis estádios de desenvolvimento para a lagosta *Homarus americanus*.

Segundo BUESA-MÁS (1969), pouco antes da formação dos ovos, as fêmeas apresentam seus ovários muito aumentados de tamanho e de cor alaranjada intensa ou avermelhados. Esta coloração se deve a um carotenóide parecido com a astaxantina, que é um derivado protéico da xantofila, o qual será uma substância nutritiva que atuará no embrião como alimento. Uma fêmea que haja formado seus ovos em março, formará outros no final de abril ou princípio de maio com o restante da massa espermatofórica original.

BUESA-MÁS (1972) afirma que, em Cuba, o início da reprodução é notado pelo aparecimento de fêmeas com massa espermatofórica, durante quase todos os meses do ano, embora este processo se evidencie com maior intensidade durante a primavera e

o verão de cada ano. A presença da massa espermatofórica nas fêmeas denota a maturação sexual dos machos, enquanto que a maturação sexual das fêmeas, em sua fase final, se conhece pela presença externa dos ovos e antes, desse momento, pode ser identificada pelo estágio macroscópico dos ovários, cuja maturação em regra geral ocorre três a quatro semanas antes da formação dos ovos, verificando-se que esta é simultânea em ambos os sexos.

SANTOS & IVO (1973), trabalhando com lagostas da espécie *Panulirus laevicauda* de ambos os sexos, capturadas em águas do Estado do Ceará, verificaram que no nordeste brasileiro os ciclos de crescimento desta espécie coincidem com o final do ciclo de reprodução.

DAVIS (1975) verificou em suas amostragens que no início da estação de desova em Dry Tortugas, Flórida, 20% das fêmeas estavam ovíferas, e 15 dias depois o percentual aumentou para 90%, permanecendo até o final do mês.

KANCIRUK E HERRNKIND (1976), estudando a lagosta *Panulirus argus* em Bimini, Bahamas, verificaram que a sua taxa de reprodução varia grandemente com o habitat, e que a frequência de fêmeas ovíferas aumenta com a profundidade. Observaram fêmeas em reprodução com massa espermatofórica completa ou usada, sugerindo que fêmeas ovíferas depois da eclosão das larvas usam o restante da massa espermatofórica para fertilizar outra parte de óvulos, antes da próxima muda. Segundo estes autores fêmeas sem ovos e com massa espermatofórica completa são na maioria animais recém-mudados de carapaça; fêmeas com ovos e com massa esperma-

tofórica indicam uma segunda desova com a mesma massa espermatofórica, e uma fêmea pode usar toda a massa espermatofórica para fertilizar seus óvulos independente de uma segunda desova. Possivelmente as vantagens das grandes profundidades para acasalamento e desova são as condições mais estáveis da água em termos de temperatura, salinidade, redução de turbidez e onde ocorre o transporte das larvas pelas correntes.

WARNER et al. (1987) usaram presença de ovos ou espermátóforos como indicadores de atividade reprodutiva e verificaram que esta ocorria de abril a agosto, com um aumento da atividade de 24,4% em abril a 69,6% em agosto, provavelmente explicado pela persistência de espermátóforos depois do período de pico de acasalamento e desova.

GREGORY & LABISKY (1982), estudando a reprodução de *Panulirus argus* no Sul da Flórida, consideraram fêmeas com presença de ovos (ovígeras) e com deposição de massa espermatofórica sobre o esterno, como pré-fertilização, e massa espermatofórica desgastada como pós-fertilização. O critério para considerar uma fêmea em reprodução foi a presença de ovos ou massa espermatofórica. A presença de ovos e massa espermatofórica foi restrita a seis meses (abril a setembro), com máximos em maio-Junho.

Segundo CRUZ (1982), o processo de maturação sexual dos ovários de *Panulirus argus* se estende durante 3 ou 4 semanas culminando com a desova da espécie. A temperatura da água exerce uma influência notável sobre o início da atividade reprodutiva.

NASCIMENTO & ARAÚJO (1984b) realizaram estudos de fecundidade para as espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* capturadas no litoral do Estado do Rio Grande do Norte e concluíram que, para uma mesma classe de comprimento, *Panulirus argus* carrega mais ovos que *Panulirus laevicauda*.

IVO & GESTEIRA (1986) calcularam o potencial reprodutivo das lagosta *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no Nordeste do Brasil utilizando a fecundidade individual.

Segundo CRUZ et al. (1990), na plataforma do sudeste cubano o ciclo de maturação dos ovários de *Panulirus argus* se inicia em janeiro de cada ano, alcançando o máximo no mês de fevereiro e declinando nos meses sucessivos, ao mesmo tempo em que, aumenta a percentagem de fêmeas ovígeras a partir do mês de fevereiro, alcançando seus valores máximos nos meses de março-abril. No restante da plataforma o período de maturação se inicia em fevereiro e alcança seus valores máximos no mês de março. Segundo estes mesmos autores, a época de maturação dos machos pode ser determinada indiretamente pela presença da massa espermatofórica nas fêmeas, existindo sincronismo de ambos sexos.

CRUZ & LEON (1991) caracterizam o ciclo de maturação e desova da lagosta *Panulirus argus* em diferentes regiões da plataforma cubana. Segundo estes autores o período de maturação dos ovários corresponde aos meses de fevereiro-março. Com relação à desova, foi observado que é a partir de fevereiro-março, e de uma forma sincrônica começa a aumentar o número de fêmeas ovígeras e as com massa espermatofórica, alcançando seus valores máximos nos meses de março a maio. Uma segunda desova se apresenta nos

meses de setembro-outubro. O ciclo de reprodução termina com o aparecimento de uma percentagem de fêmeas com massa espermatofórica em diversos estados de desgaste, nos meses de maio a agosto. Estes autores demonstram também que as lagostas podem apresentar consecutivas desovas em uma mesma estação, porém sem mudar de carapaça. No arquipélago cubano é proibido a captura de fêmeas ovígeras ou com massa espermatofórica e o defeso se verifica no período de maior atividade reprodutiva, de março a maio.

SUTCLIFFE (1952), observando a lagosta *Panulirus argus* nas Bermudas, verificou que o acasalamento é iniciado até princípios de abril, durando por cerca de um mês e, até meados de maio, a maioria das fêmeas são encontradas carregando massa espermatofórica e a desova ocorre em junho e julho. Fêmeas migram para áreas onde residem machos adultos para acasalarem e então movem-se para a margem de recifes ou costa de rochedos para incubar e libertar suas larvas. Segundo este mesmo autor, nas Bermudas a pesca de lagostas não é permitida de 1 de abril a 31 de agosto.

COELHO et al. (1963) verificaram indistintamente duas temporadas de acasalamento para a espécie *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no litoral de Pernambuco, uma atingindo seu máximo em agosto-setembro e a outra com pico em março.

BUESA-MÁS (1965) afirma haver encontrado na plataforma cubana fêmeas com massa espermatofórica durante todo o ano, com mínimos em outubro e janeiro, e máximos em fevereiro-março e junho-agosto.

BUESA et al. (1968) afirmam que o acasalamento da lagosta *Panulirus argus* ocorre com maior frequência em março em Cuba, e março-abril, no Brasil, com outro pico em julho para ambas as populações. Segundo os mesmos autores a época de maior abundância de fêmeas ovígeras é abril-maio e agosto, no caso de Cuba, e março, maio e agosto no Brasil.

BERRY (1970), observando setenta acasalamentos de *Panulirus homarus* em cativeiro, verificou que estes ocorriam com o exoesqueleto de ambos, macho e fêmea, endurecidos. Contudo, a maior parte das fêmeas que foram registradas tinham mudado recentemente anterior ao acasalamento. Este fato foi comprovado por observações de campo em que um grande número de fêmeas tinha massa espermatofórica recente e carapaças duras.

IDYLL (1971) afirma que no Caribe o acasalamento ocorre na primavera, usualmente entre fevereiro e abril. Durante a cópula o macho libera um fluido viscoso da abertura da base do último par de patas. Este fica aderido à parte inferior do esterno da fêmea entre os últimos três pares de patas e endurece para formar uma acinzentada massa espermatofórica. Rapidamente seguinte ao ato de acasalamento as fêmeas liberam seus óvulos. Estes são brilhantes, vermelhos-alaranjados e têm cerca de um milímetro de diâmetro; são fertilizados pelos espermatozóides, liberados da massa espermatofórica que a fêmea arranha com as garras do quinto par de patas. Os ovos ficam aderidos à parte inferior da cauda. A postura dos ovos é usualmente completada no final de julho, embora poucos animais desovem mais tarde. Ocasionalmente fêmeas ovígeras são capturadas no mês de novembro.

As fêmeas comumente movem-se para áreas profundas enquanto os ovos estão incubados. Os ovos são chocados dentro de cerca de três semanas depois de liberados no tempo em que as fêmeas retornam para águas pouco profundas.

LYONS (1981) afirma que a atividade de acasalamento em Key, na Flórida, inicia-se em janeiro e aumenta marcadamente durante março-abril e que o número de lagostas com massa espermatofórica continua a aumentar até maio, diminuindo em julho. Segundo este autor, após esse período a maioria das fêmeas se encontra com massa espermatofórica usada, que, necessariamente não indica continuidade da atividade reprodutiva.

SOARES & CAVALCANTE (1985) estudaram a dinâmica reprodutiva das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* na região Nordeste do Brasil, considerando em reprodução lagostas com massa espermatofórica, ovígeras e com massa espermatofórica, ovígeras e com resto de massa espermatofórica e somente ovígeras. Fêmeas com massa espermatofórica foram observadas em quase todos os meses de amostragem, uma maior incidência de janeiro a abril com pico em fevereiro para a espécie *Panulirus argus* e fevereiro a maio, pico em março para a espécie *Panulirus laevicauda*. Para a *Panulirus argus* foi observado um outro pico de acasalamento, porém com menor intensidade nos meses de setembro e outubro. Segundo estes autores, essas espécies acasalam mais de uma vez em um mesmo período reprodutivo e o acasalamento ocorre quando as fêmeas se encontram com gônadas no estágio IV de maturação, prontas para liberar seus óvulos. Fêmeas ovígeras ocorrem com maiores frequências de fevereiro a abril para a lagosta Pa-

panulirus argus, pico em março-abril e de janeiro a maio, pico em março para a *Panulirus laevicauda*, com um segundo pico em setembro-outubro para a primeira espécie.

CREASER (1950) relatou que fêmeas de *Panulirus argus* nas Bermudas desovam duas vezes entre maio e agosto, mas o número de crias produzidas nas águas do Caribe, onde o período de desova é mais extenso, não é conhecido.

SUTCLIFFE (1953), observando a lagosta *Panulirus argus* nas Bermudas, confirmou que a segunda desova tem menor magnitude que a primeira, produzindo um menor número de ovos.

NASCIMENTO (1976) observou que a desova da lagosta *Panulirus argus* é descontínua, periódica (anual) e parcelada.

PAIVA & FONTELES-FILHO (1968) estudaram movimentos migratórios de *Panulirus argus* na plataforma do Estado do Ceará e registraram que os indivíduos migram para locais mais profundos e afastados da costa, possivelmente no início do ano, afim de realizarem um ciclo de reprodução, que corresponde aos meses de março a maio. Observaram outra migração à procura de locais mais profundos para realizar outro ciclo de reprodução durante os meses de agosto e setembro.

PAIVA & COSTA (1968), analisando o comportamento biológico da lagosta *Panulirus laevicauda*, consideraram o ciclo de reprodução compreendendo a fase de acasalamento, caracterizada pela presença de massa espermatofórica nas fêmeas, a fase de fecundação e de desenvolvimento embrionário, conhecida pela presença de ovos aderidos aos pleópodos das fêmeas; e a fase de pós-desova, que nas fêmeas é marcada pelo resto de massa esper-

matofórica, além do aspecto dos pleópodos após a libertação das larvas. Na espécie em estudo, segundo estes autores, as fases mencionadas ocorrem em todos os meses do ano. No entanto, dois períodos ficaram conhecidos: o de maior magnitude iniciando-se em outubro e concluindo-se em fevereiro; e outro, de menor significação, compreendendo os meses de maio e julho, havendo um intervalo de 2 a 4 meses entre dois períodos consecutivos de reprodução.

PAIVA (1969), estudando a lagosta *Panulirus argus* no Estado do Ceará, constatou que existem dois períodos de reprodução para esta espécie, um nos meses de fevereiro a maio e outro em agosto-setembro.

NASCIMENTO (1970), estudando fêmeas da espécie *Panulirus argus* coletadas na praia de Muriú, Estado do Rio Grande do Norte, observou grupos desovando durante todo ano, porém com duas épocas de maior intensidade, a primeira em abril e a segunda em julho.

SILBERBAUER (1971), estudando a lagosta *Jasus lalandii*, descreveu macroscopicamente seus ovários e verificou um período de desova durante os meses de junho a setembro.

MESQUITA (1973), trabalhando com 6.117 fêmeas de *Panulirus argus* em processo de reprodução (com massa espermatofórica íntegra, ovígeras ou com restos de massa espermatofórica) provenientes de águas do Estado do Ceará, determinou o período de março a junho como época de maior atividade reprodutiva da espécie.

COSTA & PAIVA-FILHO (1974) registraram fêmeas da espécie *Panulirus argus* em reprodução, em todos os trimestres compreendidos nos anos de 1971 a 1973, sendo a mais intensa reprodução no primeiro trimestre de 1971 e 1973, e segundo trimestre de 1972. Segundo estes autores, são encontradas fêmeas ovígeras de *Panulirus argus* durante todos os meses do ano, sendo a temporada em que a reprodução é mais intensa nos meses de agosto-novembro e janeiro-abril.

NASCIMENTO (1974a), estudando a fecundidade da lagosta *Panulirus laevicauda* e sua relação com a *Panulirus argus*, no litoral do Estado do Rio Grande do Norte, verificou que esta espécie desova durante todo o ano, com picos em abril, junho e setembro.

NASCIMENTO (1974b) identificou os períodos de desova para a lagosta *Panulirus laevicauda* no Estado do Rio Grande do Norte, através da análise dos dados de frequência mensal de fêmeas ovígeras e dos pesos médios dos ovários. Esta mesma autora concluiu que esta espécie desova durante todo o ano com picos em abril, junho e outubro.

MUNRO (1974), estudando a lagosta *Panulirus argus* no Caribe, verificou que esta desovou durante todos os meses do ano, mas com nenhum pico aparente.

MESQUITA & GESTEIRA (1975), analisando fêmeas ovígeras de *Panulirus laevicauda* capturadas no Estado do Ceará, determinaram que o período de abril a junho era o de maior intensidade de reprodução. Estes mesmos autores analisando os pesos médios mensais dos ovários, sugeriram que a desova desta espécie é to-

tal.

CRUZ (1975) afirma que em Cuba, quando a temperatura do ar no quarto trimestre é de 24o C, se obtêm os maiores percentuais de fêmeas maduras e quando a temperatura é maior ou menor, estes valores diminuem.

IVO (1975), estudando a lagosta *Panulirus laevicauda* na costa do Estado do Ceará, estabeleceu o período de abril a junho como o de reprodução para esta espécie.

FONTELES-FILHO (1979), estudando a lagosta *Panulirus laevicauda*, constatou que podem ser encontradas fêmeas com massa espermatofórica durante todo o ano, com frequências mais ou menos uniformes, com ligeiro máximo em outubro. A julgar pela ocorrência de fêmeas ovígeras nas amostras, esta espécie desenvolve atividade reprodutiva durante todo o ano, sendo o período de maior frequência de fêmeas ovígeras de janeiro a abril.

LABISKY et al. (1980), estudando pescarias de lagostas da Flórida, afirmam que 98% da produção desembarcada é de *Panulirus argus* e que a atividade reprodutiva desta espécie ocorre durante todo o ano, mas é concentrada durante os meses de março a julho.

SIMMONS (1980) afirma que na Flórida a atividade reprodutiva da lagosta *Panulirus argus* ocorre durante todo o ano, porém com pico de março a julho. Segundo este autor as fêmeas migram para áreas onde reside o estoque adulto de machos para o acasalamento e então movem-se para áreas de coral para incubar e liberar suas larvas.

LYONS et al. (1981) determinaram na Flórida a principal estação de acasalamento pela presença de massa espermatofórica nas fêmeas e concluíram ser de abril a junho, sendo que a maioria destes foi observada em maiores profundidades. Estes mesmos autores afirmam que a desova desta espécie se efetua entre abril e outubro, porém com maior atividade durante abril-julho, período em que tem sido estabelecido o defeso.

GIBSON (1982), estudando a lagosta *Panulirus argus* em Belice, concluiu que esta espécie desova durante todo o ano, ainda que se tenha encontrado um máximo em setembro-outubro.

AIKEN (1982), estudando a lagosta *Panulirus argus* na Jamaica, verificou que fêmeas ovígeras se apresentam durante todo o ano, porém a atividade mais intensa tem lugar no período de janeiro a julho, quando quase 50% de todas as fêmeas estão desovando, havendo uma marcada diminuição de agosto a outubro com um aumento novamente em novembro.

SHAW (1986), estudando a lagosta *Panulirus interruptus*, no Sul da Califórnia, verificou que esta espécie desova de março a agosto. Verificou também que o acasalamento ocorre em águas de 15 a 30 metros de profundidade e de dezembro a março.

SOARES & CAVALCANTE (1988) apresentam um programa de amostragem desenvolvido para as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* tendo como um dos objetivos a determinação da época de maior atividade reprodutiva.

FONTELES-FILHO et al. (1988), estudando as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no Nordeste do Brasil, observaram que para as duas espécies as maiores proporções de fê-

meas ovígeras ocorrem no segundo trimestre, ocorrendo também uma elevada participação de fêmeas ovígeras de *Panulirus laevicauda* no quarto trimestre.

SOARES (1990), estudando a estação de reprodução da lagosta *Panulirus argus* no Nordeste do Brasil, identificou o período de maior ocorrência de fêmeas com massa espermatofórica de janeiro a abril e o período de maior ocorrência de fêmeas ovígeras de março a abril. Esta autora identificou também o período de maior atividade reprodutiva pela frequência de fêmeas com gônadas no estágio IV, como sendo de janeiro a abril. A média dos pesos das gônadas também foi usada para identificar fêmeas em reprodução, uma vez que os maiores pesos significam a ocorrência de estádios mais desenvolvidos.

EGGLESTON et al. (1990) afirmam que o pico de reprodução da lagosta *Panulirus argus* no Caribe ocorre entre abril e maio; a variação no pico de acasalamento está relacionada provavelmente com a variação na temperatura da água, sendo a temperatura ideal ao redor dos 24o C. A desova ocorre distante da costa, em águas profundas, onde existem condições estáveis do meio ambiente adequadas ao transporte de larvas.

2.2. PROPORÇÃO SEXUAL

A proporção sexual de uma população é teóricamente igual a 50% para cada sexo (1M:1F). No entanto, devido a variações na disponibilidade de indivíduos de cada sexo à pesca, em função do seu comprimento e da época do ano, a proporção sexual apresenta muitas vezes valores diferentes daqueles teoricamente esperados (FONTELES-FILHO & MOTA-ALVES, 1979). Para se avaliar o significado desta variação, se devem então aplicar testes estatísticos.

Em Cuba, BUESA-MÁS (1965) observou que nas faixas de maior tamanho, os machos predominam sobre as fêmeas.

BUTLER & PEASE (1965), realizando operações de pesca experimental em *Panulirus gracilis* em águas no Panamá, notaram que 62% das lagostas capturadas com armadilhas eram machos, enquanto que as lagostas capturadas com rede incluíram somente uma proporção de 40% de machos. Ditos autores crêem que a diferença entre a proporção de machos e fêmeas capturadas por estes dois tipos aparelhos tem relação com a profundidade na qual estes são utilizados.

LOESCH & LOPEZ (1966) verificaram que mais de 75% de lagostas *Panulirus gracilis* examinadas no Equador no período de julho de 1992 a março de 1993 foram machos.

COSTA et al. (1968), estudando as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* em Ponta de Pedras, município de Goiana, Estado de Pernambuco, observaram que a pesca incidiu igualmente sobre os dois sexos, nas duas espécies, não só consi-

derando todo o período estudado 1964/1966, como também apenas amostragens quinzenais realizadas em separado.

SKUD & PERKINS (1969), analisando o desembarque de lagostas *Homarus americanus* no Nordeste da América do Norte, verificaram que as fêmeas dominaram as capturas em todas as categorias de tamanho, mas a relação fêmea/macho diminuiu com a profundidade.

ROLIM & ROCHA (1972), analisando lagostas jovens em frente ao Estado do Ceará, verificaram que no tocante à proporção sexual a incidência das capturas sobre os dois sexos foi igual para a espécie *Panulirus argus*, enquanto que para a *Panulirus laevicauda* a quantidade de machos foi um pouco superior à de fêmeas, não se verificando porém, diferença estatística, através do teste .

Segundo BUESA-MÁS (1972), em Cuba a proporção média dos sexos é quase de 1:1, com uma frequência percentual das fêmeas de 49,7% variável por zonas e meses. Durante os meses da primavera as fêmeas são mais escassas devido a sua migração genética para águas mais profundas em consequência da reprodução.

MUNRO (1974), estudando lagostas em áreas exploradas por pescadores jamaicanos em zonas de recifes de Royal, chegou a uma proporção de 242 machos: 188 fêmeas (56,3% machos), enquanto amostras do banco de Pedro totalizaram 245 machos: 169 fêmeas ou 59,2% machos, para a espécie *Panulirus argus*. Para a *Panulirus guttatus* um total de 131 machos e 71 fêmeas foram capturadas em recifes de Post Royal, sendo a relação de machos para fêmeas de 1,99:1. As razões para esta preponderância de machos não foi

explicada, mas as faixas de tamanho representadas nas amostras estão bem abaixo do tamanho mínimo de captura, de modo que a seletividade do aparelho não pode ser considerada como o fator causal dessas divergências. Fatores comportamentais ou um verdadeiro desequilíbrio biológico precisam, por conseguinte, justificar a proporção sexual observada.

NASCIMENTO (1974b), estudando alguns aspectos da reprodução de *Panulirus laevicauda* no Estado do Rio Grande do Norte, observou uma semelhança na proporção entre os sexos, apesar de haver predominância das fêmeas durante quase todo o período estudado, de março de 1972 a janeiro de 1973.

COOPER et al. (1975), estudando a lagosta *Panulirus argus* na ilha de ST. John, Estados Unidos, verificaram uma significativa tendência de predominância de machos por todo o ano, declinando no quarto trimestre. Os machos compreenderam 75% da população durante o período estudado de seis meses.

OLSEN & KOBELIG (1975), estudando a lagosta *Panulirus argus* também em ST. John, verificaram no período de outubro de 1970 a junho de 1971 que a proporção sexual de 122 animais amostrados foi de 1:1, bem como a de 167 animais examinados em habitat de jovens em seu primeiro e segundo anos de vida bentônica.

KANGIRUK & HERRNKIND (1976), observando a lagosta *Panulirus argus* em Bimini, Bahamas, através de amostragens feitas por mergulhadores, verificaram que a proporção sexual não foi significativamente diferente de 1:1 em águas com menos de 16 metros de profundidade. O número de fêmeas superou significativamente o de machos, representando 54,8% e 65,2% do total amostra-

do, respectivamente nas profundidades de 16-19 e 20-25 metros; em termos médios, a participação das fêmeas alcançou 52,7%.

MORGAN (1977) afirma que a estimativa da proporção sexual de lagostas capturadas por covos é inevitavelmente influenciada por variações estacionais na disponibilidade dos indivíduos à pesca devido às atividades relacionadas com o crescimento (ecdise) e reprodução, de modo que valores extremos dificilmente podem ser considerados representativos da verdadeira taxa populacional de 1M : 1 F.

WARNER et al. (1987), estudando a lagosta *Panulirus argus* no Sul da Flórida, observaram que as fêmeas frequentemente excedem numericamente os machos fora das áreas de recifes.

FONTELES-FILHO (1979), estudando a lagosta *Panulirus laevicauda* no Nordeste Brasileiro e analisando a participação relativa de machos e fêmeas na população, por intermédio do teste do χ^2 , verificou uma predominância numérica de machos, com significância estatística em todos os anos do período considerado, 1965-1979, com exceção de 1977. Ressaltou também o grande desequilíbrio na proporção sexual nas amostras de 1965-1968 e 1971, com médias de 0,7125 M: 0,2875 F, e sua estabilização nos anos restantes, em torno da média de 0,5535 M: 0,4465 F. Segundo este autor, o maior equilíbrio verificado na proporção sexual a partir de 1972 foi consequência da melhoria do sistema de amostragem, que passou a abranger o universo populacional em toda área, mas também é possível existir, realmente, um maior número de machos na população, contrariando a expectativa estatística de 50% dos indivíduos para cada sexo.

PHILLIPS et al. (1980), analisando dados de MORGAN (1977) concluiu que a proporção sexual em capturas comerciais poderá resultar em uma subestimada proporção de fêmeas adultas na população.

LYONS et al. (1981), estudando a lagosta *Panulirus argus* na Flórida, verificaram que o número de fêmeas excedeu o de machos na razão de 1,2:1, mas esse valor pode ter sido influenciado pela posição das estações de coleta localizadas em recifes tanto próximos como afastados da costa, onde normalmente a proporção sexual apresenta uma predominância das fêmeas.

GREGORY et al. (1982) acham que a proporção sexual é um reflexo de interações habitat - estação do ano, tendo como fator causal a distribuição espacial das áreas de desova, uma vez que os machos eram mais abundantes que as fêmeas em épocas e locais de maior atividade reprodutiva, indicando que provavelmente as fêmeas maduras são menos vulneráveis aos aparelhos-de-pesca, fato também comprovado por FONTELES-FILHO (1979).

FONTELES-FILHO et al. (1988), estudando as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no Nordeste do Brasil, verificaram a divergência da proporção sexual observada em relação àquela teóricamente esperada, de igual número de indivíduos em cada sexo. Deste modo, houve predominância numérica estatisticamente significativa dos machos sobre as fêmeas, para o estoque capturável como um todo e em termos trimestrais, no primeiro, segundo e terceiro trimestres. Dentre 100 indivíduos, existem 52 machos e 48 fêmeas em *Panulirus argus* e 54 machos e 46 fêmeas em *Panulirus laevicauda*.

MENEZES (1991), estudando a alimentação de lagostas do gênero *Panulirus*, na plataforma continental do Estado do Ceará, interpretou o comportamento alimentar das lagostas como resposta ao poder atrativo das iscas e sua provável influência sobre a proporção sexual. A significância estatística da proporção sexual de lagostas capturadas com covo (representativas da atração pela isca) e de lagostas capturadas com rede-de-espera e por mergulho (representativa da pouca ou nenhuma vulnerabilidade à isca) foi utilizada para se avaliar a variação no comportamento de machos e fêmeas em relação a este fator. A autora concluiu que, ao se considerar todos os indivíduos de ambas as espécies, independentemente do aparelho de pesca utilizado, não existe *significância estatística em relação ao valor esperado de 50%* das frequências para cada sexo; todavia, quando se considera os métodos de pesca "com isca" (covos) e "sem isca" (redes), registra-se uma elevada significância estatística da proporção sexual, com predominância das fêmeas quando ambas as espécies são capturadas com covos, e com predominância dos machos, quando são capturadas com redes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com base nos dados de 10 anos de amostragens, realizadas a bordo de barcos lagosteiros de médio porte (10 a 15 metros de comprimento total, segundo COSTA (1966), geleiros e frigoríficos, operando em profundidades que variavam de 10 a 100 metros ao longo do litoral do Estado do Ceará, Brasil, área responsável por cerca, de 55% da produção brasileira de lagostas, segundo FONTELES-FILHO (1992). Os locais de amostragem podem ser observados no Quadro 1. As amostragens foram realizadas por dois auxiliares técnicos a bordo de barcos distintos e procuravam manter uma média de dois embarques mensais. Em cada dia de despesca foram amostradas aleatoriamente 60 indivíduos.

A identificação da espécie foi realizada por meio de chave sistemática para uso em trabalhos de campo, preparada para espécies do gênero *Panulirus* White, que ocorrem em águas costeiras do Brasil.

Para o registro dos sexos foram levados em consideração somente os caracteres anatômicos externos da lagosta, que exibem um evidente dimorfismo sexual, permitindo de modo que os sexos podem ser facilmente diferenciados através dos seguintes caracteres:

Machos: - a extremidade do quinto par de patas tem somente uma quela em forma de ponta;

Quadro 1 - Municípios e locais em frente aos quais foram realizadas as amostragens no período de 1984 a 1993.

Município	Local de amostragem	Município	Local de amostragem	Município	Local de amostragem
Aquiraz	Prainha Iguape Batoque	Cascavel	Caponga Barra Nova	Beberibe	Morro Branco Uruaú Parajuru
Fortim	Fortim	Aracati	Ponta Grossa	Icauí	Barrinha Icauí Quiteria Tremembé Melancias
Amontada	Moitas Sabiaguaba	Itapipoca	Maceió Baleia	Trairi	Flecheiras
Paraipeba	Lagoinha	Fortaleza	Mucuripe	Camocim	Bitupitá
Cruz	Serrote	Acarau	Preá Espraiado	Itarema	Almofala

- os orifícios por onde é expelida a massa espermatofórica são bem pronunciados nas bases do quinto par de patas;

- apresentam somente uma fila de pleópodos, apêndices abdominais especializados, em forma de folha, de cada lado do abdômen;

- o último segmento inferior do esterno é estreito e comprimido entre as bases das patas;

Fêmeas: - a extremidade do quinto par de patas tem três quelas, em forma de ponta, utilizadas para arranhar a massa espermatofórica;

- os orifícios genitais não são pronunciados, e estão localizados na base do terceiro par de patas;

- apresentam duas filas de pleópodos e o endopodito e exopoditos são mais desenvolvidos;

- o último segmento inferior do esterno é mais largo que nos machos;

Em formulários específicos eram registrados: a espécie, o sexo, e as etapas do processo reprodutivo em que se encontravam as fêmeas segundo os caracteres externos tais como: com massa espermatofórica (GME), ovíferas (OV), ou com resto de massa espermatofórica (GRME).

No período de 1984 a 1993 foram amostrados 82.544 indivíduos sendo, respectivamente, em ordem cronológica de 1984 a 1993: 16.763; 11.420; 9.490; 7.788; 4.198; 6.405; 9.648; 8.832; 3.753 e 4.237 (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequências absolutas mensais de indivíduos amostrados da espécie Panulirus argus no período de 1984 a 1993.

Meses	Frequência absoluta												Total
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993			
Janeiro	3.319	1.101	906	967	108	992	349	184	241	74			8.241
Fevereiro	2.294	2.024	632	1.594	208	1.497	1.783	1.342	854	1.182			13.410
Março	1.297	1.228	985	1.864	263	2.074	1.617	1.771	-	1.227			12.326
Abril	1.057	483	1.479	300	181	579	1.423	1.442	-	73			7.017
Maió	1.892	1.200	909	547	859	1.002	1.025	704	482	450			9.070
Junho	939	1.257	922	295	930	-	1.001	-	266	-			5.610
Julho	1.539	1.563	1.005	300	863	-	593	-	871	-			6.734
Agosto	1.072	1.013	822	132	428	-	472	1.103	364	307			5.713
Setembro	1.356	752	315	910	358	22	274	563	61	446			5.057
Outubro	793	305	381	749	-	144	166	476	161	358			3.533
Novembro	747	273	930	130	-	65	931	593	299	86			4.054
Dezembro	458	221	204	-	-	30	24	654	154	34			1.779
Total	16.763	11.420	9.490	7.788	4.198	6.405	9.658	8.832	3.753	4.237			82.544

De uma parte das fêmeas amostradas foram retiradas as gônadas, sendo a caracterização dos estádios de maturação feita com base nos aspectos macroscópicos, tendo sido adotados seis estádios de desenvolvimento reprodutivo. Os cinco primeiros estádios foram os mesmos considerados e classificados através da escala de cores estabelecida por BUESA-MÁS & MOTA-ALVES (1971), cujo desenvolvimento nas gônadas são facilmente determinados pela diferença de coloração que os ovários assumem, desde a fase de repouso ou virgem até a pós-fertilização:

Estádio I (virgem) ovários de coloração branco-pardacenta, superfície lisa e de pequeno peso, volume e tamanho; caracteriza o grupo de indivíduos jovens;

Estádio II (em desenvolvimento) ovários de coloração branca ou levemente amarelada, muito semelhante àquele no estádio I, porém um pouco maiores em peso, volume e tamanho; caracteriza o grupo de indivíduos jovens;

Estádio III (em maturação) ovários com superfície rugosa, membrana transparente, coloração alaranjada, bem aumentados de volume, peso e tamanho; caracteriza o grupo de jovens, indivíduos que irão reproduzir-se pela primeira vez ou grupo de adultos, indivíduos em mais um ciclo reprodutivo.

Estádio IV (maduro) ovários bastante volumosos e com superfície rugosa; têm membrana muito delgada, deixando ver, por transparência, os óvulos que se apresentam como pequenas esferas que saem dos ovários por leve pressão em suas paredes; o conjunto apresenta coloração avermelhada; com peso, volume e tamanho bem superiores aos do estádio anterior; caracteriza o gru-

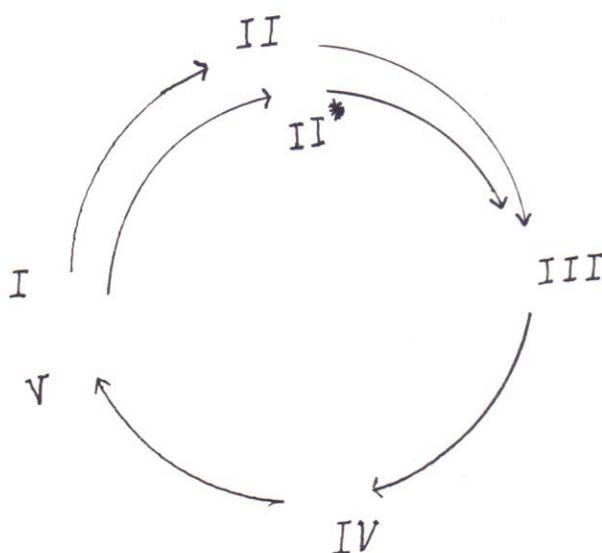
po de indivíduos adultos, prontos para o acasalamento ou já acasalados:

Estádio V (desovado) ovários de tecido bastante flácido, de coloração marrom-acinzentada; de tamanho ainda semelhante ao estágio IV, porém com peso e volume bastante inferiores; caracteriza o grupo de indivíduos adultos que já se reproduziram pelo menos uma vez; final do processo reprodutivo.

Segundo MOTA-ALVES & TOMÉ (1965; 1966a), após a primeira desova as fêmeas passam a ter apenas quatro estádios gonadais (II a V). Como o estágio II que veio do estágio I é diferente do II que veio do estágio V, em nosso estudo, macroscopicamente, consideramos um sexto estágio gonadal, representado por II*.

Estádio II* (repouso) - ovários de tecido bastante parecido com o estágio V, porém com menor peso, volume e tamanho; caracteriza o grupo de indivíduos adultos que já se reproduziram pelo menos uma vez.

Após a primeira desova, as fêmeas passam a ter quatro estádios gonadais (II* a V), de modo que o ciclo de desenvolvimento das gônadas é como mostra o diagrama abaixo:



O estágio de maturação, a espécie e o aspecto reprodutivo externo do animal eram registrados em papel vegetal e juntamente com as gônadas, colocados em frasco de vidro contendo formol a 10%.

Em laboratório, as gônadas foram pesadas em balança analítica com precisão de décimos de grama.

Foram consideradas somente gônadas de lagosta fêmea, uma vez que as do macho não apresentam indicadores satisfatórios de maturação sexual.

No período de 1984 a 1993 foram amostradas 23.712 gônadas, sendo respectivamente em ordem cronológica de 1984 a 1993: 2.504; 2.851; 3.829; 2.708; 1.225; 1.552; 3.318; 2.733; 1.596 e 1.396 (Tabela 2).

Para se determinar a época de reprodução foi feita primeiramente uma analogia entre o processo maturativo das gônadas e as diversas manifestações externas do processo de maturação sexual nas fêmeas, ou sejam: com massa espermatofórica (CME); com massa espermatofórica e ovígera (CME+OV); ovígera (OV); ovígera e com restos de massa espermatofórica (OV+CRME); ou somente com resto de massa espermatofórica (CRME).

A variação estacional da atividade reprodutiva das lagostas foi observada determinando-se a participação relativa das frequências mensais de:

- 1 - fêmeas com gônadas no estágio IV de desenvolvimento.
- 2 - fêmeas com massa espermatofórica (acasalamento).
- 3 - fêmeas com massa espermatofórica e ovígeras e fêmeas somente ovígeras (desova).

Tabela 2 - Frequências absolutas mensais do número de fêmeas amostradas, para o estudo de reprodução, da espécie Panulirus argus, no período de 1984 a 1993.

Meses	Frequência absoluta												Total
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993			
Janeiro	209	303	277	245	42	390	110	103	119	23	1.821		
Fevereiro	201	462	238	515	69	351	439	471	404	368	3.518		
Março	169	134	417	626	111	367	488	432	-	374	3.118		
Abril	219	85	551	74	87	177	545	340	-	38	2.116		
Maior	206	334	385	228	398	146	470	226	271	118	2.782		
Junho	236	270	403	117	257	-	270	-	133	-	1.686		
Julho	247	436	487	254	261	-	262	-	284	-	2.231		
Agosto	284	434	251	41	-	-	147	390	116	123	1.796		
Setembro	212	163	137	313	-	8	105	164	30	182	1.314		
Outubro	203	86	202	233	-	65	96	207	88	106	1.286		
Novembro	120	61	397	62	-	32	372	217	90	46	1.397		
Dezembro	188	83	84	-	-	16	14	183	61	18	647		
Total	2.504	2.851	3.829	2.708	1.225	1.552	3.318	2.733	1.596	1.396	23.712		

4 - fêmeas com resto de massa espermatofórica e ovígeras e somente com restos de massa espermatofórica (pós-desova).

Foram consideradas em processo reprodutivo fêmeas com gônadas no estágio IV; acasaladas (CME); acasaladas e ovígeras (CME+OV); e somente ovígeras (OV). Fêmeas com resto de massa espermatofórica e ovígeras ou somente com restos de massa espermatofórica foram consideradas em final de processo reprodutivo, uma vez que apresentavam-se na sua maioria com gônadas no estágio V.

MOTA-ALVES & TOMÉ (1966b) denominam como vesícula seminal ou espermoteca o espermatóforo depositado pelo macho no esterno da fêmea. Segunda SILVA (1992), este termo não é adequado, pelo fato de que, como afirma MCLAUGHLIN (1983), "vesícula seminal é um alargamento na porção final do vaso deferente, que armazena espermatozóides", e espermoteca ou receptáculo seminal, "um divertículo do oviduto ou bolsa externa para estocagem dos espermatozóides liberados pelos machos". Como a lagosta *Panulirus argus* não possui qualquer dilatação no oviduto, depressão ou invaginação do exoesqueleto que funcione como receptáculo seminal ou espermoteca, em nosso estudo adotamos a denominação de massa espermatofórica.

Os pesos médios mensais das gônadas foram também utilizados para determinar o período de maior atividade reprodutiva, pois maiores pesos médios significam maior concentração de fêmeas com gônadas no estágio IV.