

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**DINÂMICA POPULACIONAL DO CAVALO-MARINHO HIPPOCAMPUS
REIDI NO MANGUEZAL
DE MARACÁIPE, IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL.**

Rosana Beatriz Silveira

Orientador: Dr. Nelson Ferreira Fontoura

**TESE DE DOUTORADO
PORTO ALEGRE - RS - BRASIL
2005**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS e a meus amigos espirituais pelo crédito de realizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Nelson Fontoura pela atenção na orientação deste trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de doutorado que auxiliou na minha permanência em Pernambuco.

À Prefeitura Municipal do Ipojuca pelo convite e apoio para que o Projeto Hippocampus pudesse se estabelecer naquele Município.

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, pelo espaço cedido e apoio ao Projeto Hippocampus quando da sua chegada em Pernambuco

À Tecmares Maricultura Ltda, na pessoa de Célio Neiva Tavares, pelo fornecimento de água marinha estéril e pelo pós-larva do camarão-marinho que alimentou os cavalos-marinhos deste trabalho.

Aos amigos e parceiros de trabalho, Drs. Frederico Maia e Valdemiro Amaro da Silva Junior da UFRPE, pela preparação do material histológico.

Ao amigo e parceiro de trabalho, Dr. Leucio Alves da UFRPE pelo empréstimo do sistema fotográfico para as fotos do material histológico.

Aos atuais estagiários do Projeto Hippocampus e aos que por lá passaram, ajudando na coleta de dados desta tese, em especial, às duas primeiras estagiárias: Batatinha e Elisa.

À minha amada Família Gaúcha e Pernambucana.

Aos meus filhos, Carolina, Gabriel, Maria Helena e Clarinha, e a todas as crianças do mundo, como incentivo pela busca do saber. Sentimento este, o saber, que quando procurado com amor, persistência e harmonia com os demais sentimentos humanos, produzem resultados que vão além do estado atual de nossa compreensão.



SUMÁRIO

Resumo	vii
Abstract	ix
Introdução	1
Taxonomia e distribuição das espécies brasileiras	1
Comportamento alimentar e dieta	2
Coloração, mimetismo e predadores	3
Comunicação	4
Comportamento reprodutivo	5
Gônadas e gametas	5
Cuidado parental e bolsa incubadora	6
Desenvolvimento embrionário e recém-nascido	7
Conservação e projetos afins	7
Material e Métodos	10
Descrição da área	10
Coleta de dados no manguezal	10
Manutenção no laboratório	15
Determinação do período reprodutivo e primeira maturação gonadal (L ₅₀)	15
Critérios para reconhecimento do macho prenante	16
Estimativa de fecundidade e fertilidade	17
Morfologia e histologia do ovário	17
Estimativa da altura média de formação da bolsa incubadora	18
Corte e acasalamento	18
Interações monogâmicas x poligâmicas	18
Interações intra-sexuais	19
Curva de crescimento	19
Relação peso x altura	21
Estimativa do tamanho populacional e deslocamento	21
Resultados	23
Período/pico reprodutivo e fatores proximais	23
Formação da bolsa incubadora e tamanho de primeira maturação gonadal (L ₅₀)	24

Testículos, bolsa incubadora e fertilidade	25
Estrutura do ovário e tipo de ovo	29
Fecundidade e tipo de desova	29
Comportamento de corte e acasalamento	33
Monogamia x Poligamia	36
Interações intra-sexuais	37
Tempo de incubação, temperatura e altura do recém-nascido	40
Crescimento em altura e idade	41
Relação peso x altura	42
Estrutura da população e proporção sexual	44
Longevidade (A_{95})	52
Deslocamento	52
Densidade populacional e sazonalidade	53
Distribuição de <i>H. reidi</i> em função dos parâmetros ambientais	54
Discussão	63
Período/pico reprodutivo e fatores proximais	63
Tamanho e idade de formação da bolsa incubadora	65
Tamanho e idade de primeira maturação gonadal (L_{50})	66
Estrutura do ovário, tipo do ovo, fecundidade e tipo de desova	68
Tempo de incubação, fertilidade e altura do recém-nascido	70
Comportamento de corte, acasalamento e demais interações	72
Estrutura da população e proporção sexual	74
Crescimento em altura e longevidade	75
Relação peso x altura	78
Deslocamento	78
Densidade populacional e sazonalidade	80
Distribuição de <i>H. reidi</i> em função dos parâmetros ambientais	82
Conservação	86
Comércio	86
Degradação ambiental	88
Legislação Internacional	89
Legislação Nacional	89
Sugestões de manejo para <i>H. reidi</i>	93

Tabelas	97
Referências Bibliográficas	105
Anexos	112

RESUMO

O cavalo-marinho *Hippocampus reidi* é um peixe ósseo, pertencente à família Syngnathidae, que habita águas litorâneas e estuarinas, de norte a sul do Brasil. Os estudos de campo foram desenvolvidos no estuário do rio Maracaípe, 8°32'14,9"S e 35°00'17,8"W, município de Ipojuca, estado de Pernambuco, região nordeste do Brasil. Os dados foram coletados através de mergulhos e observações semanais, de junho de 2001 a julho de 2003. Ao serem visualizados, os animais foram capturados com a mão e acondicionados em recipientes plásticos, com água do local, para transporte ao laboratório, onde foram realizados procedimentos de pesagem, medição da altura (medida do topo da cabeça à ponta da cauda esticada) e colocação de marcas de identificação individual que consistiram em etiquetas plásticas numeradas. Após a marcação, os espécimes foram devolvidos ao manguezal, nos mesmos pontos onde foram coletados. Os estudos de laboratório foram desenvolvidos no LABAQUAC (Laboratório de Aqüicultura Marinha), em auxílio aos estudos de dinâmica populacional realizados no manguezal. A manutenção dos cavalos-marinhos foi feita em fotoperíodo de 09L:15E e, a alimentação constou de espécimes adultos de *Artemia salina*, alevinos de *Poecilia vivipara* (guaru) e pós-larva do camarão-marinho, *Penaeus vanamei*, na frequência de duas vezes ao dia. O período reprodutivo e o pico de reprodução foi estabelecido através da frequência relativa de machos grávidos no decorrer dos meses de coleta. O tamanho da primeira maturação de *H. reidi* foi determinado através das frequências absolutas e relativas de machos grávidos por intervalo de classe de comprimento. A fecundidade foi estimada através da contagem dos ovócitos desovados sem a presença do macho, enquanto que a fertilidade foi estimada pela contagem de todos os recém-nascidos da bolsa incubadora do macho. A curva de crescimento em altura para *H. reidi* foi feita com base nos dados de marcação e recaptura, utilizando uma "Planilha de Ajuste da Função de Crescimento de von Bertalanffy". A estimativa do tamanho populacional foi elaborada através do senso visual, os animais foram contados através dos pontos, levando em consideração a largura, comprimento e profundidade de cada ponto. *Hippocampus reidi*, residente no estuário do rio Maracaípe, é uma espécie eurialina, distribuindo-se ao longo de uma faixa de salinidade entre 5-40 ppm, concentrando-se em pontos com salinidade média de 26 ppm. Possui atividade reprodutiva durante todo o ano, com pico reprodutivo estabelecido entre junho e outubro (inverno e parte da primavera). Ao nascer, possui 0,6 cm de altura e, desenvolve as características sexuais secundária por volta de 4,3 mese (2,4 e 5,25 meses), quando atinge alturas entre 6,7 e 11,1 cm. Alcança maturidade sexual (L_{50}) aos 7,0 meses, com médias de 12,3 cm de altura. O menor macho receptivo apresentou 9,7 cm de altura, enquanto que o maior prenhe, 17,7 cm. As gônadas masculinas e femininas situam-se paralelas aos rins e ventral à vesícula gasosa, a fêmea possui o ovopositor, estrutura contígua com o ovário, para transferência dos ovócitos para a bolsa incubadora do macho. A fecundidade média por lote foi de 839,66 ovócitos pós-vitelogênicos, com fecundidade média para o pico reprodutivo de 8.396,60 ovócitos, caracterizando uma desova parcelada. A fertilidade média por prenhez foi de 691,4 indivíduos, estimando-se 6.914 recém-nascidos por pico reprodutivo. A corte em *H. reidi* foi sempre iniciativa do macho, desenvolvendo elaborado comportamento nupcial com movimentos e coloração especiais. O período de prenhez variou com a temperatura da água, o menor e usual período registrado foi de 12 dias, com reacasamento do par formado no segundo dia após liberação da prole. Em laboratório, *H. reidi* apresentou-se monogâmico, mas não

estritamente, pois de 61 observações de corte e acasalamento, três foram poligâmicas, chegando um macho a copular com duas fêmeas num intervalo de 24 horas. Foram registradas interações intra-sexuais, tanto em machos, quanto em fêmeas; observou-se proliferação epitelial semelhante a formação de bolsa incubadora em fêmeas, cujo significado sugere um passado hermafrodita para os cavalos-marinhos. Identificou-se três faixas etárias: peixes até um ano de vida: menores de 15,0 cm de altura; peixes até dois anos de vida, entre 15,1 e 17,0 cm e, peixes com mais de dois anos de vida, a partir de 17,1 cm de altura. Igualmente identificou-se dentro dessas faixas, médias para três categorias etárias: juvenil, até 10,0 cm de altura (sem definição dos caracteres sexuais secundários); espécimes em idade pré-maturacional, de 10,1 a 12,0 cm de altura; espécimes em idade reprodutiva, a partir de 12,3 cm. O crescimento em peso revelou maior desenvolvimento para machos: em uma mesma idade, os machos apresentaram-se mais pesados pelo desenvolvimento da bolsa incubadora. A longevidade não foi determinada em ambiente natural, porém, os dados de laboratório apontam para um ciclo de vida superior a quatro anos. O maior e menor deslocamento registrado dentro do estuário do rio Maracaípe foi 552 m e 8 m respectivamente, realizado por fêmeas, enquanto que os machos apresentaram deslocamento médio de 202,5 m, sendo que o deslocamento médio para a espécie foi de 228,8 m. Os machos grávidos permaneceram sempre no mesmo ponto, apresentando deslocamento mínimo igual ou menor que 1 m². A densidade populacional apresentou-se baixa (0,060 ind/m²), alcançando os maiores valores nos meses de inverno (0,137 ind/m²). Dos substratos utilizados pela espécie, as raízes de *Rhizophora mangle*, constituíram-se no principal uso. A velocidade da corrente, tomada sempre na vazante, variou de 0,6m/s à 0,06m/s. Foi registrada acentuada interferência humana nos pontos onde foram coletados os cavalos-marinhos, através da pesca de siri ou peixes, com rede, com vara ou com bomba, sendo freqüente também a presença do “turismo ecológico”.

HIPPOCAMPUS REIDI SEAHORSE'S POPULATIONAL DYNAMICS IN THE MANGROVE ESTUARY OF MARACAÍPE RIVER, IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRAZIL.

The *Hippocampus reidi* seahorse is a bony fish from the Syngnathidae family, which lives in the coastal and estuarine waters, from the north to the south of Brazil. The field studies were developed in the estuary of the Maracaípe river, 8°32'14,9"S and 35°00'17,8"W, in the city of Ipojuca, state of Pernambuco, in the Northeast region of Brazil. The data were collected through weekly dives and observation, from June 2001 to July 2003. When visualized, the animals were captured with the hands and packed into plastic vessels containing the local water, to be transported to the laboratory where it was performed weighing procedures, height measurement (from the top of head to the edge of the stretched tail) and installation of individual identification marks which consisted in numbered plastic tags. After the identification, the specimens were taken back to the mangrove area, in the same points from where they were collected. The laboratorial studies were developed in the *Laboratório de Aqüicultura Marinha-LABAQUAC/Project Hippocampus*, as an aid to the studies on populational dynamics carried out in the mangrove area. The maintenance of the sea horses was performed in photoperiod of 09L:15E and the feeding consisted in adult specimens of *Artemia salina*, *Poecilia vivipara* alevins (guaru) and postlarva sea-shrimp, *Penaeus vanamei*, twice a day. The reproductive period and the reproduction peak were established through the relative frequency of pregnant males during the collection months. The size of the first maturation of *H. reidi* was determined through relative frequencies of pregnant males in each length class interval. The fecundity was estimated through the counting of spawned oocytes without the presence of the male, while the fertility was estimated through the counting of all the newly born fishes from the male's brood pouch. The height growth curve for the *H. reidi* was determined based on the marking and recapture data. The estimation of the populational size was developed through the visual sense; the animals were counted by the points, taking into consideration the width, length and depth of each point. The *Hippocampus reidi*, living in the estuary of the Maracaípe river, is an euryhaline specie, distributing itself along a salinity range between 5-40 ppm, concentrating in points with an average salinity of 26 ppm. It has a reproductive activity during all the year, with reproductive peak established between June and October (winter and part of spring). At birth, it is 0.6 cm height and develops the secondary sexual characteristics around the 4,3 months (2,4 and 5,25 months), when it reaches heights between 6.7 and 11.1 cm. It reaches sexual maturity (L_{50}) at 7,0 months, with average height of de 12.3 cm. The smaller receptive male presented 9,7 cm height, while the biggest pregnant presented 17.7 cm height. The male and female gonads are situated parallel to kidneys and ventral to the gaseous vesicle, the female has the ovipositor, a structure contiguity to the ovary, for transference of eggs the male's brood pouch. The average fecundity per lot was 839.66 post-vitellogenic eggs, with average fecundity for the reproductive peak of 8,396.60 eggs, characterizing a fractionated spawning. The average fertility per pregnancy was of 691.4 individuals, estimating 6.914 newly-born fishes per reproductive peak. The courtship for the *H. reidi* was always the male's initiative, developing a sophisticated nuptial behavior with special motions and colors. The pregnancy period has varied with the water temperature, where the shorter and usual period registered was 12 days, with couple re-mating formed on the second day after the newly born release. In laboratory, the *H. reidi* showed itself monogamous, but not strictly, because among 61 observations of courtship

and mating, three of them were polygamous, where a male got to mate with two females within an interval of 24 hours. It was registered intrasexual interactions both in males and females; it could be noted an epithelial proliferation similar to the formation of brood pouch in females, whose meaning suggests that sea horses had a hermaphrodite past. Three age ranges were identified: fishes up to one year old: smaller than 15.0 cm height; fishes up to two years old, between 15.1 and 17.0 cm and fishes older than two years, from 17.1 cm height. It was equally identified within such ranges, averages for three age categories: juvenile, up to 10.0 cm height (without definition of the secondary sexual characters); specimens at the pre-maturational age, between 10.1 and 12.0 cm height; specimens in reproductive age, from 12.3 cm. The growth weight showed a best development for males: at the same age, the males showed themselves heavier due to the development of the brood pouch. The longevity was not determined in the natural environment; however, the ours laboratorial datas indicate a lifecycle longer than four years. The longest and the shortest displacement registered inside the estuary of the Maracaípe river was 552 m and 8 m respectively, performed by females, while the males presented an average displacement of 200 m, where the average displacement for the specie was 228.8 m. The pregnant males remained always in the same point, presenting minimum displacement equal or lower than one meter. The populational density was low (0.060 ind/m^2), reaching the highest values in the winter months (0.137 ind/m^2). Among the substrates used by the specie, the *Rhizophora mangle* roots were the main use. The stream velocity, taken always in the ebb tide, ranged between 0.6m/s and 0.06m/s. It was registered a pronounced human interference in the points where the sea horses were collected, through the fishing of crabs or fishes using fishing nets, rods or pumps, where the presence of “ecological tourism” is also frequent.

INTRODUÇÃO

Taxonomia e distribuição das espécies brasileiras

Os cavalos-marinhos, gênero *Hippocampus*, são peixes ósseos pertencentes à família Syngnathidae. Segundo Fritzsche (1980), este gênero está presente nas rochas fósseis do sudeste da Califórnia e o autor sugere uma origem pré-Tethiana. O fóssil de *Hippocampus* mais antigo foi encontrado na Itália, Mioceno superior e identificado como *H. guttulatus* (Sorbini, 1988). Integram ainda esta família, os dragões do mar (*Phyllopteryx taeniolatus* e *Phycodorus eques*), espécies únicas e endêmicas da Austrália e, os 54 gêneros de peixes-caximbo (Nelson, 1984), sendo que para o Brasil, os gêneros de maior ocorrência são *Syngnathus* e *Microphis* (Figueredo & Menezes, 1980). Lourie et al. (1999), revisaram o gênero *Hippocampus* e validaram 32 espécies. Três novas espécies, *H. queenslandicus* da Austrália (Horne, 2001), *H. procerus* da Austrália (Kuitert, 2001) e *H. denise* da Indonésia (Lourie & Randal, 2003) foram descritas, totalizando 35 espécies, porém, a sistemática do grupo ainda é confusa e especula-se que possam existir em torno de 50 espécies (Lourie & Randall, 2003). Segundo Figueredo & Menezes (1980), no Brasil, ocorrem duas espécies de cavalos-marinhos: *Hippocampus reidi*, o cavalo do focinho longo (Figura 1) e *Hippocampus erectus*, o do focinho curto (Figura 2). São encontrados em águas litorâneas (recifes, baías, em meio a *Sargassum*) e estuarinas (manguezais, canais, lagunas), nas zonas tropicais e temperadas, tendo portanto, distribuição desde o norte até o litoral sul do Brasil. Estas espécies, inclusive, ultrapassam a região de ressurgência costeira (entre o Cabo Frio-RJ e o Cabo de Santa Marta-SC), que segundo Vianna & Bockmann (1995) é limite sul para distribuição de várias espécies tropicais do Atlântico ocidental. Embora, Rosa et al. (2002) e Dias et. al. (2002) tenham reafirmado Lourie et al. (1999), registrando a distribuição de *H. reidi* e *H. erectus* somente até o estado do Rio de Janeiro, os registros existentes, mais ao sul para ambas as espécies, é o estado do Rio Grande do Sul (Silveira & Samire, 2005). De acordo com Lourie et al. (1999), estas duas espécies estão restritas às Américas.



Figura 1. *Hippocampus reidi*, fêmea.



Figura 2. *Hippocampus erectus*, fêmea.

Comportamento Alimentar e Dieta

O cavalo-marinho é um peixe de hábitos carnívoros, alimenta-se de presas vivas e a despeito de seu lento deslocamento, é um excelente caçador. O modo de alimentação é através de sucção; uma rápida expansão do opérculo cria uma pressão negativa que suga a presa para dentro do focinho. A velocidade do fluxo criado e a proximidade com a presa são essenciais para o sucesso deste modo de alimentação (Filleul,1996). De acordo com Bergert & Wainwright (1997), *H. erectus* possui um padrão cinemático de captura da presa, consistindo de elevação da cabeça, depressão hióide e abertura da boca, simultaneamente. Segundo James & Heck (1994), *H. erectus*, na presença de ambiente artificial de vegetação marinha, adota o comportamento de “sentar e esperar” e, na ausência deste ambiente, preda ativamente, tanto em altas intensidades luminosas, quanto em baixas, sugerindo que são eficientes predadores diurnos e crepusculares. De

acordo com Flynn & Ritz (1999), o juvenil e adulto de *H. abdominalis* sempre seleciona áreas de vegetação em seu comportamento de predação, embora o juvenil tenha diminuída a sua eficiência, em ambiente de alta densidade vegetal.

Alimentam-se com muita frequência, sendo que nas fases iniciais de vida, foi estimado para juvenis de *H. zosterae* com duas semanas de idade, o consumo de 3600 náuplios de *Artemia salina* (crustáceo) num intervalo de 10 horas (Herald & Rakowicz, 1951) e para *H. reidi* com 14 dias de vida, registrou-se o consumo de 240 náuplios no intervalo de uma hora (Silveira, 2000_a). O principal item de sua dieta em ambientes naturais, também é composto de pequenos camarões (Gill, 1905), sendo que para *H. erectus*, em análise de conteúdo estomacal (Teixeira & Musick, 2001), anfípodas (*Amphitoe longimana*, *Gammarus mucronatus* e *Caprella penantis*) foram o item alimentar dominante. O exame de conteúdo estomacal de *H. abdominalis* (Lovett, 1969), revelou o consumo de copépodas, anfípodas, mysis, decápodas e larvas de peixes.

Coloração, Mimetismo e Predadores

Os Singnatídeos possuem ampla variação cromática (Guimarães, 1999) e a habilidade de mudar de cor e permanecer imóvel diante de uma situação de perigo (Lourie et al, 1999). Cavalos-marinhos, especialmente, são hábeis camufladores, tomando facilmente a cor de seu ambiente e desaparecendo aos olhos do predador. *Hippocampus reidi* exibe uma extensa gama de cores e tonalidades, que a primeira vista, induz o leigo e até o pesquisador a pensar tratar-se de várias espécies, quando na verdade, é a expressão de sua bagagem genética, influenciada pelo meio em que vive. Mas, a habilidade críptica do cavalo-marinho não se limita à mudança de cor apenas, ele é capaz de desenvolver projeções cutâneas que mimetizam algas (Figura 3A) e até pólipos de corais, como no pigmeu *Hippocampus bargibanti* encontrado sobre a gorgônia *Muricella paraplectana* (Lourie & Randall, 2003; Figura 3B). Inclusive, segundo Bereither-Hahn et al. (1980), a epiderme de *Hippocampus kuda* é recoberta por uma capa de muco, a qual o autor atribui, proteção contra os nematocistos de cnidários.

Embora o mimetismo e a relativa imobilidade proteja-os contra predadores, muitos animais predam sobre os cavalos-marinhos. Para recém-nascidos de *H. reidi* (altura média de 6mm), existe uma ampla gama de espécies carnívoras ou piscívoras que deles

se alimentam, fazendo com que a taxa de sobrevivência natural seja extremamente baixa (observação pessoal). Já para adultos, a despeito de sua forte estrutura óssea externa, os predadores conhecidos são caranguejos, peixes carnívoros (*snapper*, , *dolphin fish*, *tuna*, *anglerfish*) e humanos (Lourie et al., 1999).



Figura 3 A. *Hippocampus reidi* juvenil, 6,0 cm (manguezal de Maracaípe) com apêndices cutâneos mimetizando algas. B. *Hippocampus bargibanti* adulto <2 cm, mimetizando pólipos de corais sobre *Muricella paraplectana*. Foto B: Project Seahorse

Comunicação

Dois tipos de comunicação são relatados para *Hippocampus spp.*, a mudança de cor durante interações sociais e de reprodução (Vincent, 1994_b; Grange & Cretchley, 1995; Masonjones & Lewis, 1996, Silveira, 2000_a) e a produção de sons durante a alimentação (Colson et al., 1998).

Comportamento Reprodutivo

Grande parte dos cavalos-marinhos cujo comportamento reprodutivo é conhecido em ambientes naturais ou de laboratório, são monogâmicos, como *H. whitei*, *H. comes*, *H. fuscus*, *H. zosterae* e *H. reidi*. Inclusive, para algumas espécies, é relatado um comportamento de reforço da manutenção do par formado, que seria uma espécie de saudação diária (Vincent, 1990). Segundo Silveira (2000_a), *H. reidi* exibe monogamia e tanto o macho quanto a fêmea do par formado repelem indivíduos (machos e fêmeas) que tentem interferir na manutenção do par. Durante a gravidez do macho, sua companheira permanece fiel e, somente após a expulsão dos alevinos da bolsa incubadora, por volta do segundo dia, o macho torna a cortejá-la e novo lote de ovócitos é liberado em nova cópula. De acordo com Vincent (1994), este padrão monogâmico em cavalos-marinhos é fator limitante na taxa reprodutiva da fêmea, pois a mesma pode produzir mais ovócitos que a bolsa incubadora do macho pode acomodar. O macho é limitado na sua taxa reprodutiva pela extensão do período de gravidez e pela limitação física da bolsa incubadora na recepção de ovócitos e desenvolvimento dos juvenis.

Embora seja o macho quem adquira gravidez, os papéis sexuais são considerados convencionais e não invertidos, porque são os machos que competem pelo acasalamento e cortejam as fêmeas, fato explicado pela taxa sexual operacional tendenciosa para machos em cavalos-marinhos não pareados (Vincent, 1994).

Gônadas e Gametas

As gônadas em *Hippocampus* são estruturas pares, fêmeas de *H. reidi* e *H. erectus* produzem ovócitos com grande quantidade de vitelo (telolécitos) (Azzarello, 1991; Silveira, 2001_b). Os testículos contêm espermatogônias a maior parte do tempo, a espermatogênese ocorre durante o comportamento de corte e os espermatozoides maduros estão presentes nas gônadas, aparentemente, por pouco tempo, até a bolsa incubadora receber os ovócitos (Boisseau, 1967). O ovário dos singnatídeos é tubular e cilíndrico, possui um arranjo típico com a presença de uma crista germinal em *Syngnathus* (Begovac & Wallace, 1988) e duas cristas germinais em *Hippocampus* (Selman et al.,

1991). Da crista germinal emanam folículos contendo oogônias, oócitos primários e células pré-foliculares arranjadas espacialmente de acordo com o estágio de desenvolvimento ao longo do órgão. Postula-se (Selman et al., 1991) que o ovário de *Hippocampus* (duas cristas germinais) evoluiu a partir de um ovário com somente uma crista germinal, como em *Syngnathus*.

Cuidado parental e bolsa incubadora

O cuidado parental em peixes é comum, 21% das famílias de peixes ósseos apresentam cuidado com a prole (aproximadamente 87 famílias, de 3.000 à 5.000 espécies) sendo que o cuidado do macho é mais comum que o da fêmea, estando ambos os sexos adaptados fisiologicamente e/ou morfológicamente para este cuidado (Gross & Sargent, 1985). Os estilos reprodutivos (Vazzoler, 1996) adotados no cuidado com a prole variam de não guardadores (eliminação de gametas em substrato aberto), guardadores (selecionadores de substrato e construtores de ninhos) e carregadores (internos e externos). Todos os singnatídeos são carregadores, adaptados para o cuidado paternal e tem servido de base para o estudo da evolução deste cuidado, já que apresentam desde simples fixação dos ovos na superfície do corpo, pregas epidérmicas envolvendo os ovos, até a formação da bolsa incubadora, completamente fechada, presente nos cavalos-marinhos (Lourie et al., 1999). Segundo Boisseau (1967), a elaboração da estrutura interna da bolsa está sob controle testicular e a manutenção é feita através de corticóides adrenais, estimulados pela prolactina. De acordo com Azzarello (1991) e Linton & Soloff (1964), esta estrutura recebe os ovócitos hidratados da fêmea e, após fecundação, promove íntima relação anatômica dos embriões com o tecido paterno, provendo ótimas condições iônicas e osmóticas para o desenvolvimento dos embriões.

Desenvolvimento embrionário e recém-nascido

O período de gestação varia de acordo com a espécie e a temperatura da água, de 10 dias a seis semanas (Lourie et al, 1999), sendo que para *H. reidi*, em cativeiro, foram transcorridos 21 dias de gestação em temperaturas entre 25°C - 27°C (Silveira, 2000), enquanto que para *H. kuda* (Mi, 1992), o período de incubação variou de 20-28 dias. A FAO (1990) considera uma temperatura ótima para a atividade reprodutiva de *H. kuda* e *H. trimaculatus* e, em geral para as demais espécies, 28°C. Após fecundação, o ovo é acomodado nas paredes extremamente vascularizadas da bolsa incubadora e seu desenvolvimento passa pelas típicas fases descritas para os teleostes (Mi, 1992; Silveira, 2001_b). A bolsa incubadora provê oxigenação, osmorregulação, repassa fatores de crescimento, disponibiliza cálcio para formação do esqueleto embrionário e protege contra choques iônicos e mecânicos. A nutrição dos embriões, entretanto, é de origem vitelogênica (Azzarello, 1991; Linton & Soloff, 1964). As proteínas vitelogênicas difundem-se através do córion do ovo para dentro da bolsa incubadora, através de quebra enzimática induzida pela prolactina hipofisária do macho, resultando num fluido placentar rico em aminoácidos (Boisseau, 1967).

O cavalo-marinho recém-nascido varia no tamanho, também de acordo com a espécie, alcançando nesta fase entre 6 mm e 12 mm, sendo cópia perfeita dos pais, apenas com uma variação na proporção corporal (Lourie et al., 1999).

Conservação e Projetos Afins

Em 1996, quase todas as espécies de cavalos-marinhos foram listadas como “vulneráveis” pela *IUCN* (União Internacional para Conservação da Natureza), incluindo as duas espécies brasileiras, cuja ocorrência é descrita somente para as Américas (Lourie et al., 1999). Esta inclusão na *IUCN Red List*, se deu pela pesca comercial excessiva, pela degradação de seu ambiente e pelo desconhecimento de sua biologia em ambientes naturais. No Brasil, os cavalos-marinhos foram incluídos em uma lista denominada: “Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobre-explotadas ou ameaçadas de Sobre-explotação.

Trabalhos em ecologia reprodutiva e aspectos da biologia de cavalos-marinhos foram desenvolvidos (Lovett, 1969; Vincent, 1990, Vincent & Pajaro, 1997; Teixeira & Musick, 2001), sendo possível dar início a programas de manejo para as espécies. O primeiro projeto de conservação e manejo de cavalos-marinhos no mundo foi lançado em janeiro de 1995, na vila de Handumon, Filipinas central, onde a pesca comercial tornou-se insustentável (Vincent & Pajaro, 1997). Muitas das espécies incluídas como “vulneráveis” na *IUCN Red List*, não estão, provavelmente, em risco imediato de extinção, proporcionando a criação de programas de conservação em parceria com as populações humanas que dependem da pesca do cavalo-marinho (Lourie et al., 1999).

O mais importante e completo trabalho com estes peixes vem sendo realizado pela Dra. Vincent (*McGill University*, Canadá) em conjunto com a Dra. Hall (*Zoological Society of London*), que juntas conduzem o *Project Seahorse*, desenvolvendo estudos com cavalos-marinhos em diversas áreas do conhecimento.

Em 1995, em Porto Alegre-RS, foi criado o Projeto Hippocampus, destinado ao estudo da biologia, cultivo e preservação de cavalos-marinhos brasileiros, visto que dados sobre biologia em ambientes naturais e de laboratório para as espécies brasileiras eram inexistentes. Por muitos anos, os trabalhos do Projeto se restringiram aos estudos de laboratório, realizados no Laboratório de Aqüicultura Marinha–LABAQUAC (Silveira 1997, 2000_a, 2000_b, 2000_c, 2001_a, 2001_b; Silveira & Samire, 2005; Pitanga & Silveira, 2005; Onofre, Xavier & Silveira, 2005), sendo esta tese de doutorado o primeiro trabalho, dentro do Projeto Hippocampus, desenvolvido em ambiente natural (Silveira & Fontoura, 2004; Silveira & Fontoura, 2005_a, 2005_b). Pioneiro no estudo do cavalo-marinho no Brasil, o Projeto Hippocampus encontra-se com sede na praia de Porto de Galinhas, Ipojuca, PE (Figura 4). O Projeto conta com a parceria de pesquisadores de diversas instituições (UFRPE, UFPE, UFRGS) e com a parceria do Ministério Público Federal na proteção e regulamentação de leis específicas sobre a pesca do cavalo-marinho, bem como, desenvolve trabalho de educação ambiental junto às comunidades locais e de turistas.

A partir de 2000, formou-se um grupo de estudos em cavalos-marinhos, sob coordenação da Dra. Irecê Rosa da UFPB, com propostas de estudos em biologia e comércio.

O presente trabalho teve por objetivo o levantamento de dados sobre a biologia de *H. reidi* em ambientes naturais, tais como, período reprodutivo, fecundidade, fertilidade, tamanho médio de formação da bolsa incubadora, tamanho médio de primeira maturação

gonadal, tipo de desova, curva de crescimento, relação peso x comprimento, densidade sazonal, longevidade, tamanho populacional, deslocamento, distribuição em função dos parâmetros ambientais, vindo de encontro às necessidades de preservação da espécie, contribuindo à confecção dos programas de manejo propostos pelo Ministério do Meio Ambiente/IBAMA.



Figura 4. Laboratório de Aqüicultura Marinha-LABAQUAC, casa sede do Projeto Hippocampus.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área

Os estudos de campo foram desenvolvidos no estuário do rio Maracaípe (8°32'14,9"S e 35°00'17,8"W), município de Ipojuca, estado de Pernambuco, região nordeste do Brasil (Figuras 5, 6). O estuário deste rio apresenta uma comunidade vegetal composta na sua grande maioria por *Rhizophora mangle* e em menor expressividade, por *Avicennia schaueriana*. Comunica-se com o mar através de um curto canal e forma o Pontal de Maracaípe, cuja praia possui uma extensão de 570 m. Dentro do estuário é praticada a pesca de peixes, siri, e também ocorre a retirada de estronca (madeira do mangue, para construção de casas de barro, palafitas ou para uso como lenha. Existe também um local, onde é feito o conserto e manutenção de barcos de pesca e de passeio. Para o interior do estuário, aproximadamente 2 km, existe grande ocupação urbana, com casas de ribeirinhos e pescadores às margens do rio Maracaípe, de onde são lançados todo tipo de efluentes domésticos diretamente no corpo d'água.

Coleta de dados no manguezal

O critério para escolha dos pontos foi baseado em entrevistas prévias com jangadeiros e pescadores no Pontal de Maracaípe, visando detectar os locais de maior frequência de ocorrência de cavalos-marinhos. Desta forma, o estuário foi dividido em 27 pontos, sendo 13 deles (P1 ao P13) investigados semanalmente e, os demais (POT, Ponto do Outeiro; P14 a P26), eventualmente, de acordo com nossas possibilidades (Figura 6). Os pontos de 1a 13 estão descritos no Anexo 1, com a área amostral considerada durante a maré baixa. O Ponto CA (canal), embora não tenha sido investigado com a mesma regularidade dos pontos de 1a 13, por ser muito profundo e inicialmente não contarmos com o auxílio de jangada, é considerado um ponto importante em relação à ocorrência de cavalos-marinhos.

Os dados foram coletados através de mergulhos e observações semanais (Figuras 7A, B, C), de junho de 2001 a julho de 2003. Ao serem visualizados, os animais foram capturados com a mão e acondicionados em recipientes plásticos com água do local para

transporte ao laboratório. Após, foram realizados os procedimentos de pesagem (Figura 8), medição da altura (medida do topo da cabeça à ponta da cauda esticada, Figura 9) e colocação de marcas de identificação individual, consistindo de um colar feito de fio de poliamida e etiqueta plástica numerada, amarrado sobre os primeiros anéis do corpo (Figura 10), segundo metodologia proposta por Vincent (1990). Após a marcação, os espécimes foram devolvidos ao manguezal, nos mesmos pontos onde foram coletados .

Amostras superficiais das águas de cada ponto foram coletadas para a leitura da salinidade que foi efetuada através de um refratômetro da marca *Aqualife*, com compensação automática de temperatura. A leitura da temperatura foi feita com um termômetro manual e diretamente no local de coleta. A transparência foi verificada com o auxílio do disco de Secchi e a profundidade com régua graduada de 2 metros. A velocidade da corrente foi estimada através de dispositivo semi-flutuante acompanhado através de distância padronizada (2 m). A direção da corrente também foi observada e registrada. O nível da maré foi observado com auxílio da tabua de marés, reproduzida e fornecida mensalmente pela Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Turismo e Meio Ambiente do Município do Ipojuca.

O tipo de sedimento (areia, lodo) e substrato (raiz de mangue, tronco, pedra) foram observados quando efetuados os mergulhos para captura dos cavalos-marinhos. A presença de moradias de ribeirinhos, comércio, indústrias, trânsito de pedestres, bem como, a liberação de qualquer tipo de efluentes foi feita através de observações nos pontos amostrais e, subindo em direção à nascente do rio.

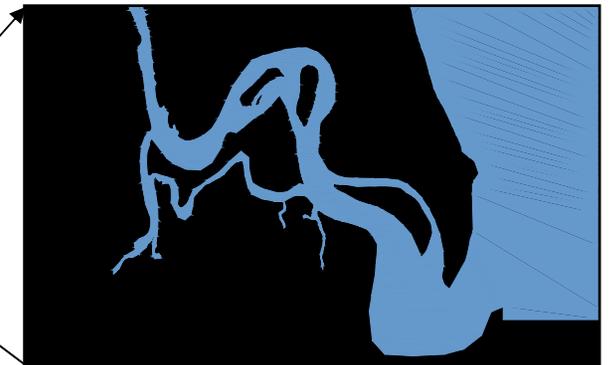


Figura 5. Localização do estuário do rio Maracápe, Ipojuca, PE, Brasil.

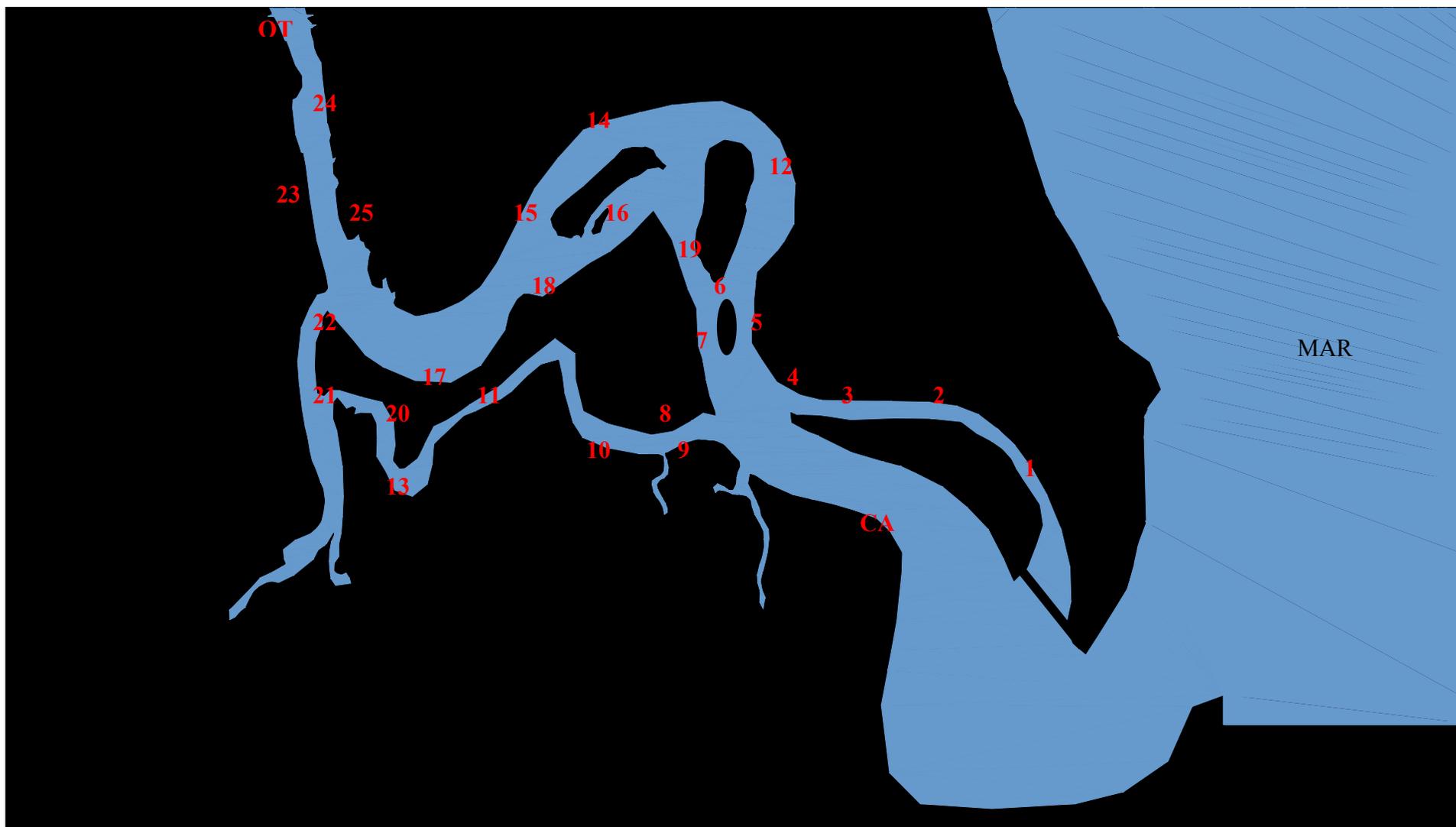


Figura 6. Estuário do rio Maracaípe ($8^{\circ}32'14,9''S$ e $35^{\circ}00'17,8''W$): pontos amostrais da população de cavalos-marinhos *Hippocampus reidi*, Ipojuca, PE (CA, canal; OT, Outeiro).



Figuras 7 (A-C). Coleta de cavalos-marinhos no manguezal de Maracáípe, Ipojuca, PE: A, P7; B, P2; C, P6.



Figura 8. Pesagem dos cavalos-marinhos.



Figura 9. Medição dos cavalos-marinhos.



Figura 10. Marcação dos cavalos-marinhos.

Manutenção no laboratório

Os estudos de laboratório foram desenvolvidos no Laboratório de Aquicultura Marinha - LABAQUAC/Projeto Hippocampus, com o intuito de auxiliar aos estudos de dinâmica populacional realizados juntos ao manguezal. A água marinha utilizada foi natural e esterilizada mediante cloração, sendo fornecida pela Tecmares Maricultura Ltda, que mantém um ponto de coleta na praia de Porto de Galinhas. Os aquários foram montados com filtro biológico de placa, aeração moderada e trocas parciais d'água (30%) ocorreram a cada dois meses, com a intenção de manter estáveis e próximos a zero, os níveis de amônia, nitrito, nitrato. O pH foi mantido entre 8,0 e 8,2, monitorados mediante *kits* reagentes para aquários marinhos. A manutenção dos cavalos-marinhos foi feita em fotoperíodo de 09L:15E e, a alimentação constou de espécimes adultos de *Artemia salina*, alevinos de *Poecilia vivipara* e pós-larva do camarão-marinho, *Penaeus vanamei*, na frequência de duas vezes ao dia.

Período Reprodutivo e Tamanho de Primeira Maturação (L_{50})

O período reprodutivo e o pico de reprodução foi estabelecido através da frequência relativa de machos grávidos durante os meses de amostragem.

A determinação do tamanho da primeira maturação foi efetuada através da frequência relativa de machos grávidos em função de classes de comprimento, sendo ajustada a seguinte função logística:

$$F = A / (1 + \exp(-r \cdot (L_t - L_m)))$$

onde:

F é a frequência de machos grávidos por classe de comprimento;

A é assíntota da curva logística relacionada com a frequência média de machos grávidos;

r é um parâmetro relacionado com a velocidade de mudança de estado imaturo-maturo;

L_t é a altura do corpo;

L_m é o tamanho estimado de primeira maturação;

a e b são parâmetros empíricos.

O ajuste foi feito através da rotina de regressão não linear do SPSS 11.0 com ajuste através do algoritmo de Levenberg-Marquardt.

Crítérios para Reconhecimento de Machos Pregnantes

O estado fisiológico da bolsa incubadora, normalmente denunciado pelo seu volume, é o principal atributo para classificação de machos pregnantes e não pregnantes. Embora o macho pregnantes exiba sua bolsa avolumada, existe uma situação intermediária, que compromete a certeza da pregnancy, quando não foi possível observar a cópula ou nascimento da prole. Esta situação intermediária entre a não pregnancy e pregnancy é chamada de receptividade: um macho receptivo apresenta sua bolsa avolumada semelhante a uma bolsa pregnantes, significando que está pronto para copular. Esta estrutura torna-se volumosa devido à intensa vascularização e modificações do epitélio que se prepara para receber os ovócitos (Silveira, 2001_b).

Desta forma, cavalos-marinheiros com bolsa avolumada, onde não foi observada a cópula foram classificados como pregnantes/receptivos (significando dúvida na pregnancy). Os pregnantes foram classificados mediante exame visual e de toque da bolsa incubadora (a bolsa do pregnantes é mais firme que a do receptivo), sendo que alguns foram mantidos em laboratório para confirmação da pregnancy e contagem da prole. A partir destas informações, os machos pregnantes, não pregnantes e pregnantes/receptivos foram separados por intervalos de classes de altura e por estação: pico da estação reprodutiva (junho –outubro) e baixa estação (novembro –maio), onde para cada classe de altura relativa as duas divisões da estação reprodutiva, foram calculadas as médias do peso e desvio padrão para compor o intervalo de confiança. De acordo com as médias obtidas para cada intervalo de classe de altura dos machos pregnantes e não pregnantes (considerando o intervalo de confiança), pôde-se confirmar a pregnancy ou receptividade de cada espécime classificado como pregnantes/receptivo.

Tanto o macho pregnantes, quanto o receptivo foram utilizados para estabelecimento do período e pico reprodutivo.

Fecundidade e Fertilidade

Para determinação da fecundidade em *Hippocampus*, evitando o sacrifício de animais, foi utilizado o método proposto por Vincent (1994b). Os pares sexualmente maduros foram transportados ao laboratório, medidos, pesados e colocados em pequenos aquários para que continuassem os comportamentos de corte que apresentavam na ocasião da captura. Antes que ocorresse a cópula o macho era retirado e a fêmea, obrigatoriamente, liberava sua desova que caía no fundo do aquário, permitindo a contagem dos ovócitos.

Para avaliação do potencial reprodutivo do macho, estes foram capturados prenhes e mantidos em pequenos aquários até o momento do nascimento da prole, quando foi feita contagem de recém-nascidos (mortos e vivos) de sua bolsa incubadora. A relação entre o potencial reprodutivo do macho e a altura do mesmo é ajustada segundo a equação:

$$Ne = a \cdot L^b$$

onde:

Ne é o número de embriões incubados,

L é a altura total do macho;

a e **b** são parâmetros.

Morfologia e Histologia do Ovário

Foram feitas análises morfológicas e cortes histológicos do ovário de *H. reidi*. As peças foram emblocadas em parafina, cortes de 5µm de espessura, corados com hematoxilina e eosina.

Estimativa da Altura de Formação da Bolsa Incubadora

A altura média de formação da bolsa incubadora é uma informação de extrema importância pois permite as classificações de macho, fêmea e juvenil (indiferenciado), possibilitando a determinação da estrutura da população de maneira mais próxima a realidade.

Para determinação da altura média de formação da bolsa incubadora (situada na face ventral dos primeiros anéis caudais), foram observados 23 machos jovens, atribuindo à bolsa incubadora, dois estágios: “formando” e “formado”. O cálculo da média foi feito sobre todos os espécimes entre o menor e maior valor de altura, que apresentaram a bolsa no estágio “formando”.

Corte e Acasalamento

Para as observações sobre a reprodução dos cavalos-marinhos em laboratório, montou-se uma bateria de 20 aquários (50 L cada), onde os casais isolados permaneceram para registro e descrição da corte e acasalamento. Com a mesma finalidade, montou-se um aquário comunitário de 150 L. Os animais foram monitorados diariamente, anotando-se o comportamento reprodutivo, através dos movimentos realizados pelo casal, bem como, é descrita a coloração apresentada durante o evento reprodutivo e o tempo entre eventos reprodutivos sucessivos de um mesmo casal.

Interações Monogâmicas X Poligâmicas

Para observações sobre interações de livre escolha entre os animais, montou-se um aquário comunitário de 150 L, onde foram colocados quatro machos e quatro fêmeas. As observações foram feitas diariamente, registrando-se o comportamento dos sexos.

Interações Intra-sexuais

Para interações intra-sexuais, foram montados dois aquários de 150 L cada. Um somente com fêmeas (n=6) e outro somente com machos (n=6). As informações foram registradas diariamente, pelo período de 18 meses.

Curva de Crescimento

Para descrição do crescimento optou-se pela utilização do modelo original de BERTALANFFY (1938):

$$L_t = L_{inf} - (L_{inf} - L_0) \cdot e^{-k \cdot t}$$

onde:

L_t é o comprimento dos indivíduos em idade t ;

L_{inf} é o comprimento médio máximo;

L_0 é o comprimento ao nascer ou quando recrutado;

e é a base dos logaritmos naturais;

k é a constante de crescimento;

t é a idade dos indivíduos.

Considerando:

$$L_0 = L_{t1}$$

$$L_t = L_{t2}$$

Temos:

$$L_{t2} = L_{inf} - (L_{inf} - L_{t1}) \cdot e^{-k \cdot (t2 - t1)}$$

L_{t_1} é o comprimento na captura 1;

L_{t_2} é o comprimento na captura 2;

t_1 é a data da captura 1;

t_2 é a data da captura 2.

Ao isolar-se o k na função anterior teremos a taxa estimada de crescimento para cada par de dados captura/recaptura:

$$k = - \text{Ln} ((L_{\text{inf}} - L_{t_2}) / (L_{\text{inf}} - L_{t_1})) / (t_2 - t_1)$$

O k médio da população pode então ser estimado:

$$k = (1/n) \cdot \sum_{i=1}^n k_i$$

Onde n é o número de pares de dados de captura/recaptura.

Para o ajuste do modelo de crescimento foi empregada a planilha MiniVar 1.3 (Nelson Fontoura, não Publicada) onde o ajuste da função de crescimento é efetuado de forma interativa, devendo ser informado o comprimento dos animais no nascimento e uma hipótese mínima para o comprimento assintótico (L_{inf}). A partir destes parâmetros iniciais a planilha simula diferentes valores de L_{inf} , superiores ao valor mínimo informado, retornando os parâmetros da curva de crescimento (L_{inf} e k) que minimizem o erro padrão da constante de crescimento (k). A estimativa da longevidade é efetuada segundo Taylor (1962; $A_{0,95} = -2,996/k$), que corresponde ao tempo necessário para que os indivíduos atinjam 95% do Comprimento Assintótico.

Relação Peso/Altura

Para determinação da relação peso/altura, os animais foram levados ao laboratório e pesados em balança com precisão de um centésimo de grama. Antes de serem pesados, foram colocados sobre papel absorvente para diminuir a quantidade de água na superfície do corpo. A relação peso/altura (comprimento), segundo Huxley (1924) é determinada pela seguinte expressão:

$$W = a \cdot L^b$$

Onde:

W é o peso;

L é o de comprimento total do corpo;

a e **b** são parâmetros.

Tamanho Populacional e Deslocamento

A estimativa do tamanho populacional foi realizada através do censo visual. Os animais foram contados e marcados ao longo dos 27 pontos estabelecidos no manguezal, partindo da boca da barra para o interior do rio. O trajeto foi percorrido a pé, pela margem do rio, junto às raízes dos mangues e, com auxílio de uma jangada em pontos de maior profundidade, sendo o mergulho efetuado em situações de águas rasas e de profundidade. Somente 13 pontos (P1-P13) foram medidos (comprimento, largura e profundidade) para os estudos de densidade. Os animais foram contados ao longo de cada ponto/mês e o valor dividido pela respectiva área. O resultado é apresentado em densidade média por estação do ano e em frequências absolutas. Também se analisou a padronização do esforço de captura, dividindo-se o número de animais capturados por estação pelo número de dias de coleta, obtendo-se um número de indivíduos/dia. Animais marcados também foram observados para determinação do deslocamento, medido pela distância entre os pontos percorridos. Procedeu-se análise de similaridade entre os pontos amostrais e a relação entre abundância de animais e os parâmetros ambientais.

O tratamento estatístico dos dados foi feito através de análise multivariada, empregando o pacote estatístico SPSS 11.0, onde se utilizou a análise de Cluster, com os dados reescalados de 0 a 1; Distância Euclidiana como critério de associação e Vizinho mais Distante (Furthest Neigh) como método de agrupamento.

RESULTADOS

Período, Pico Reprodutivo e Fatores Proximais

O período reprodutivo para *H. reidi* no manguezal de Maracaípe, estende-se por todo o ano com a presença de machos grávidos em várias classes de altura. Embora apresente extenso período reprodutivo, parece existir uma variação cíclica na intensidade reprodutiva, ocorrendo uma maior freqüência de machos grávidos entre os meses de junho e outubro (pico do período reprodutivo), compreendendo o inverno e parte da primavera, devendo-se ainda observar que durante os meses de maio e novembro, 50% da população de machos amostrada apresentou-se grávida. Nos demais meses, *H. reidi* apresentou moderada atividade reprodutiva, alcançando as menores freqüências nos meses de fevereiro e março, não sendo detectado nenhum indivíduo grávido no mês de abril (Figura 11). O Anexo 2 lista todos os espécimes de *H. reidi* coletados entre junho de 2001 e julho de 2003 com as respectivas observações sobre gravidez. A longa estação reprodutiva não se mostrou influenciada pelo fotoperíodo, salinidade ou temperatura, porém o pico reprodutivo, parece estar controlado pela sinergia destes parâmetros, principalmente pela salinidade média que apresentou alta correlação negativa (ver página 54: Distribuição de *H. reidi* em função dos parâmetros ambientais).

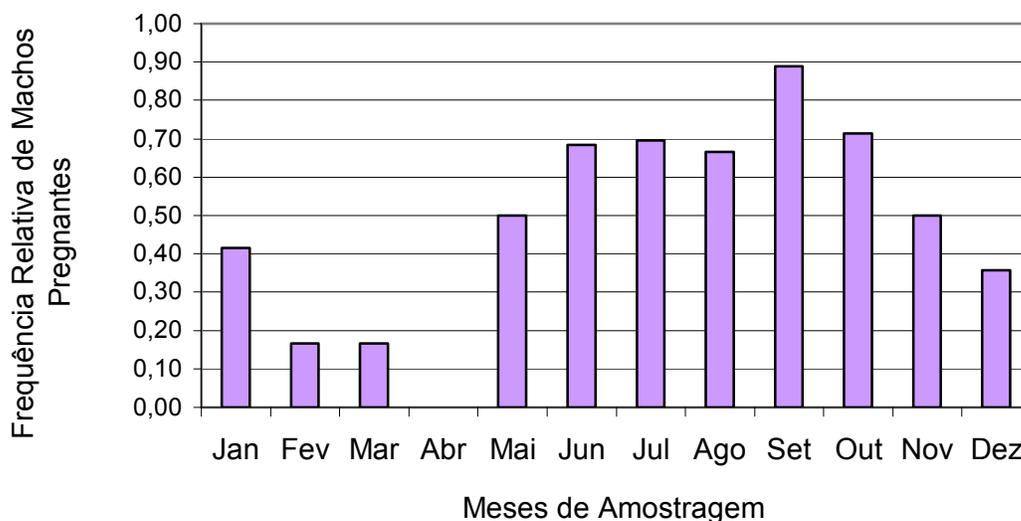


Figura 11. Período e pico reprodutivo de *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

Formação da bolsa incubadora e tamanho da primeira maturação gonadal (L_{50})

A formação da bolsa incubadora do macho ocorreu no intervalo de altura entre 6,7 cm e 11,1 cm, com média em 10,0 cm (Anexo 3). O tamanho da primeira maturação gonadal (L_{50}) para *H. reidi* equivaleu a uma altura de 12,3 cm ($EP=0,4828$; Figura 12). A partir desta faixa de tamanho, a população começa a aumentar gradativamente seu potencial reprodutivo, atingindo aos 17,0 cm, a maior frequência de machos grávidos em relação à altura (Figura 12), embora em maiores alturas a captura tenha sido reduzida (Figura 13). O menor macho receptivo apresentou altura de 9,7 cm, enquanto que o maior grávido, 17,7 cm. Os resultados do ajuste da curva de primeira maturação gonadal ($r^2 = 0,83621$) encontram-se na Tabela 1. A assíntota variável da curva logística ($A=0,741$) permite afirmar que, como média anual, os machos adultos encontram-se grávidos cerca de 74,1% do tempo.

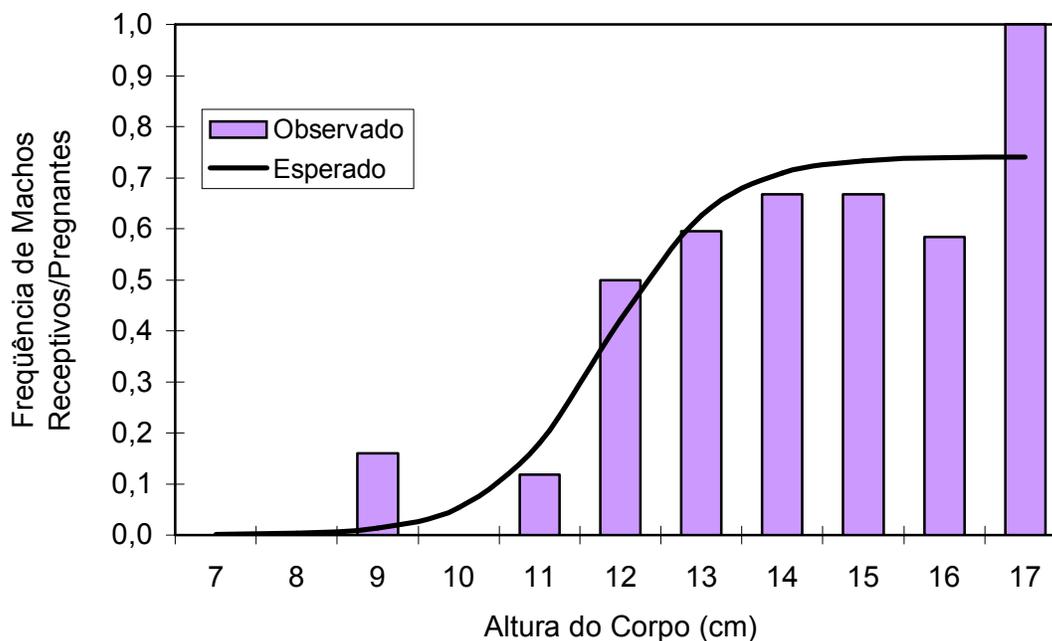


Figura 12. Altura de primeira maturação gonadal em *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

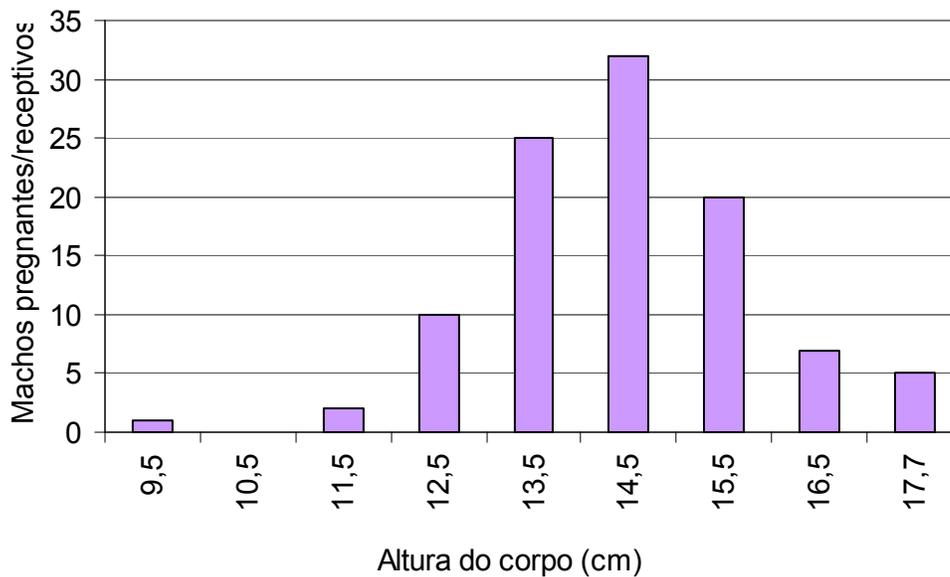


Figura 13. Números de machos prenantes *Hippocampus reidi* por intervalo de classe de altura, de 2001-2003, no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

Testículos, bolsa incubadora e fertilidade

Os testículos de *H. reidi* são compostos por dois tubos fusionados em sua porção inferior e contíguo com o ducto espermático. Estão posicionados, paralelamente aos rins e ventralmente à vesícula gasosa (Figura 14).

A bolsa incubadora situa-se na região ventral, ocupando os primeiros anéis da cauda do cavalo-marinho (Figura 15). Sua formação se dá por crescimento de tecido da periferia para o centro dos anéis caudais e seu tamanho aumenta com o crescimento do animal, sendo sua capacidade física, um fator limitante da fertilidade.

A fertilidade em *H. reidi* apresentou extremos entre 213 e 1.355 alevinos por bolsa incubadora, a cada pregnancy, compreendendo os respectivos machos amostrados, a um intervalo de classe de altura entre 14,9 cm e 17,7 cm e o peso entre 12,4g e 21,7g. A fertilidade média foi estimada (n=13) em 691,4 alevinos por bolsa incubadora, com uma altura média de 14,9 cm para o macho prenante (Anexo 4). Houve correlação entre o peso do macho e o número de embriões incubados ($r = 0,5922$; $p < 0,025$), o coeficiente de

determinação (r^2) indicou que 35% da variação no peso do macho grávido pode ser explicada unicamente pela variação no número de embriões incubados. Houve correlação entre a variação de peso nos machos grávidos e pós-gravidez e o número de embriões, indicando que a uma maior variação, relaciona-se um maior número de embriões incubados ($r = 0,9349$; Anexo 5), e que esta variação é explicada (87%) pelo número de embriões. Não houve correlação entre a altura do macho e o número de embriões incubados ($r = 0,0086$), porém houve correlação entre a altura e o peso do macho grávido ($r = 0,645$; $p < 0,025$), sendo que o r^2 indicou que 42% da variação do peso pode ser explicada pela variação na altura do animal.

O diagrama de dispersão do número de embriões incubados e a altura do respectivo macho grávido (Figura 16) mostrou que os pontos distribuem-se numa nuvem sem tendências. Para testar a hipótese de que machos maiores incubariam mais embriões, ajustou-se a regressão linear simples, onde o valor de “p” (0,997) para o coeficiente angular indica que o valor de “b” não é estatisticamente diferente de zero, portanto para qualquer altura de macho grávido o número de embriões incubados poderá ser o mesmo, não sendo dependente da altura do macho.

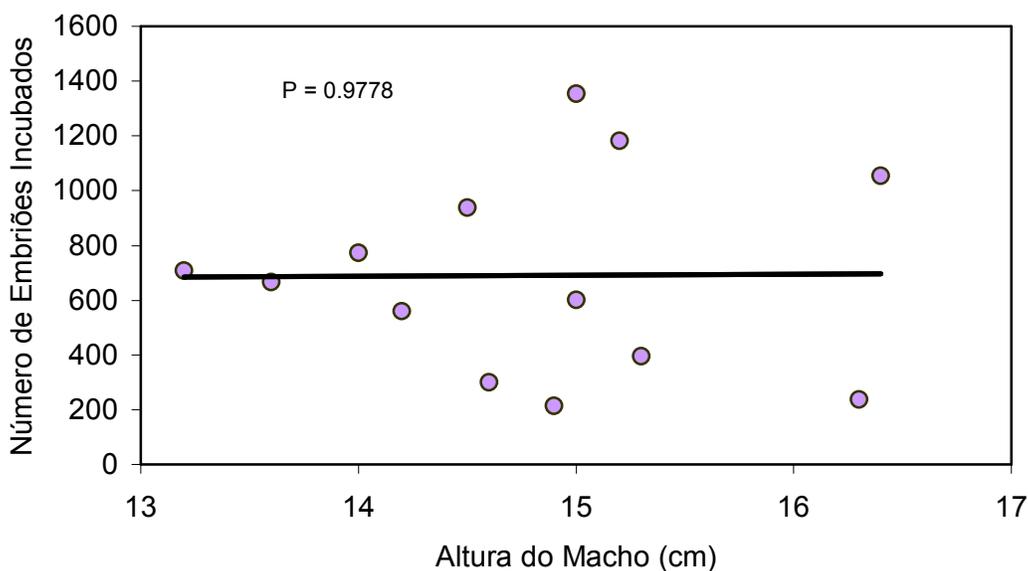


Figura 16. Diagrama de dispersão do número de embriões incubados em relação a altura do macho de *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

De 97 machos, possivelmente grávidos, coletados e observados em laboratório, 50 foram determinados como grávidos/receptivos (deixaram dúvidas sobre a gravidez) e 47 como grávidos (Anexo 2). O cálculo do peso médio dos 47 machos grávidos e seu intervalo de confiança, tomados no pico da estação reprodutiva (junho-outubro) e na baixa estação (novembro-maio), por intervalos de classes de altura, possibilitou inferências sobre os 50 espécimes grávidos/receptivos do Anexo 2 (células coloridas). Vale ressaltar que dos 50 machos que foram determinados visualmente serem grávidos/receptivos, ou seja, cuja situação de gravidez nos deixou em dúvida, 29 estavam realmente grávidos e 21 apresentavam-se receptivos. Entre os 47 espécimes determinados visualmente e mediante toque da bolsa incubadora, com certeza serem grávidos, seis ficaram fora do intervalo de confiança, sendo que um deles apresentou diferença significativa ($p = 0,0001$). Os três primeiros espécimes do Anexo 2, cujas alturas menores que 12,1 cm, não foram representativas na Tabela 3, foram comparados com o peso do macho não grávido, nas respectivas classes de alturas (Tabela 2). Desta forma, originou-se a Tabela 4, que reúne os dados de peso médio de machos receptivos nas respectivas estações do período reprodutivo. A análise dos animais distribuídos por intervalo de classes de altura dentro do pico da estação reprodutiva e fora dele (baixa estação), mostrou uma tendência à aquisição de maior peso durante o pico reprodutivo. Machos receptivos ($n=25$), embora tenham a aparência de grávidos, foram menos pesados ($p < 0,0001$) que os grávidos do pico reprodutivo ($n=59$) e do que os grávidos da baixa estação ($n=17$), nas respectivas classes de altura. Machos grávidos não mostraram diferença significativa de peso entre o pico da estação reprodutiva e a baixa estação, provavelmente, devido à reduzida captura de machos grávidos na baixa estação, porém a diferença no número de espécimes grávidos capturados entre o pico e a baixa estação reprodutiva foi significativa ($p < 0,0001$), corroborando para o estabelecimento do pico reprodutivo. Da mesma forma, a diferença na captura de machos não grávidos entre o pico reprodutivo ($n = 36$) e a baixa estação ($n = 63$) ($p = 0,01008$), bem como os maiores valores de peso para as fêmeas do pico reprodutivo ($n = 77$, $p < 0,0001$), apóiam esta informação. Para os juvenis (até 10,0 cm de altura), não houve diferença significativa no peso dos espécimes presentes no pico e na baixa estação reprodutiva em todas as classes de altura. Porém foi significativa ($p < 0,0001$) a quantidade destes ($n = 64$) durante a baixa estação em relação ao pico reprodutivo ($n = 21$).

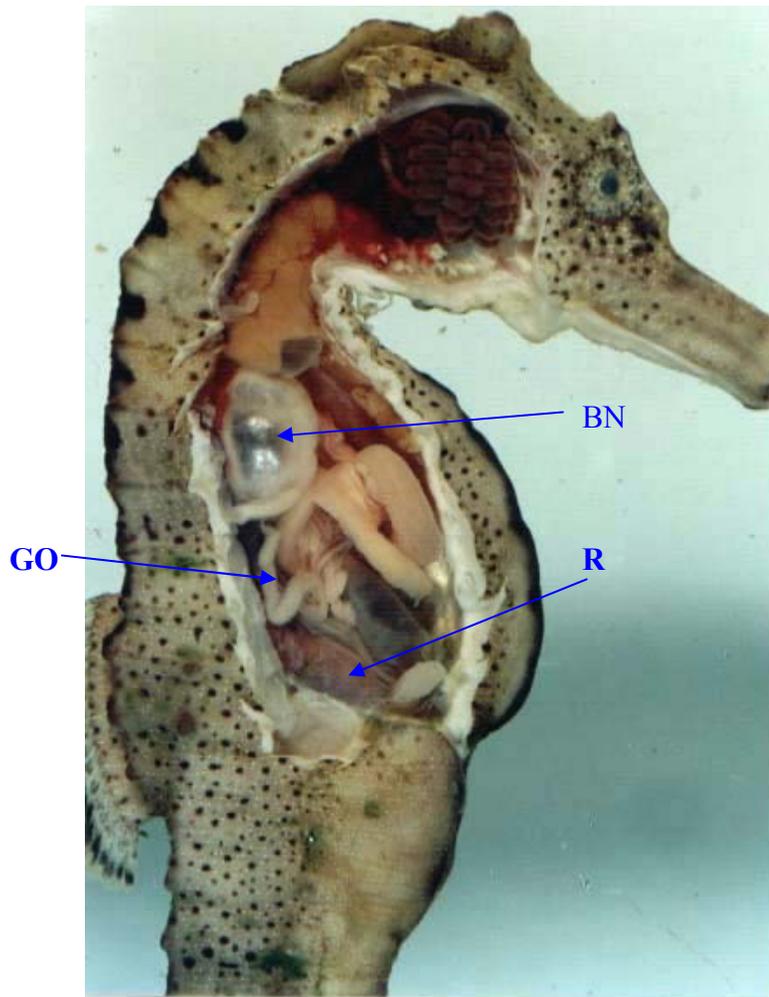


Figura 14. Macho adulto de *Hippocampus reidi* (17,0 cm de altura), bexiga natatória (BN), gônadas (GO), rim (R).

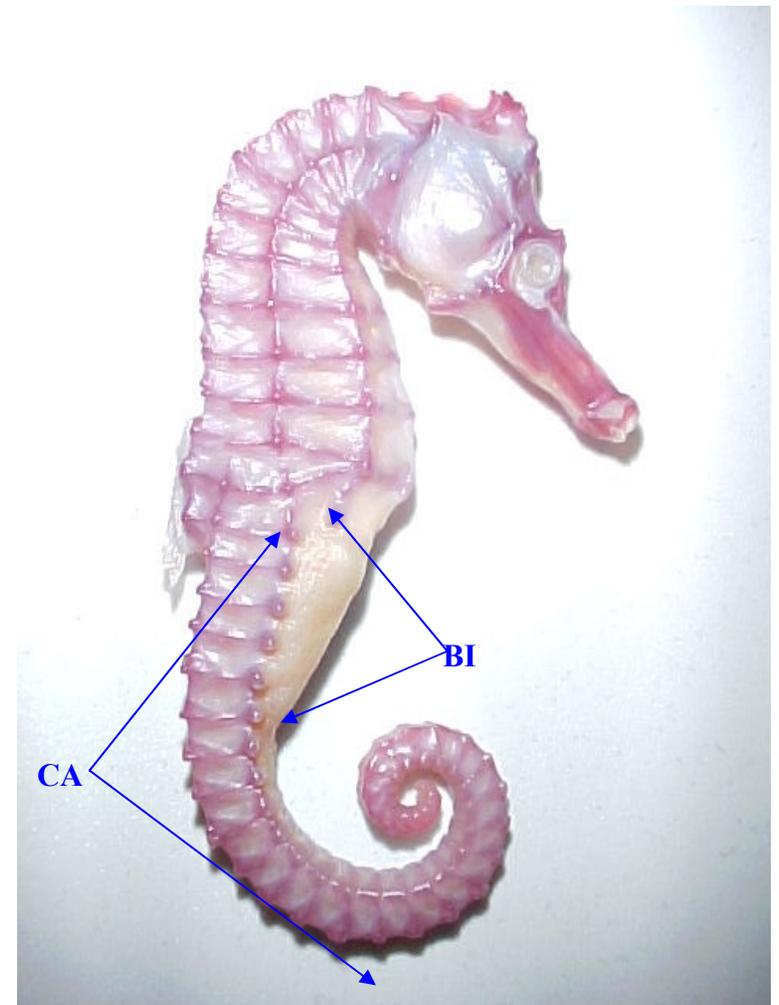


Figura 15. Localização da bolsa incubadora (BI) do macho de *Hippocampus reidi* (15,0 cm de altura) nos primeiros anéis caudais, cauda (C), espécime diafanizado.

Estrutura do ovário e tipo de ovo

O ovário da fêmea de *H. reidi* é um órgão composto por dois tubos cilíndricos, fusionados em sua porção inferior, formando um “Y” (Figura 17). Esta porção inferior é contígua com o ovopositor, estrutura retrátil exteriorizada somente no momento da cópula, através do orifício urogenital. Possui um mesentério de sustentação (*mesovarium*), por onde chegam nervos, vasos sanguíneos e linfáticos para alimentação do órgão, estando colocado entre os rins e a bexiga urinária, abaixo da bexiga natatória.

Cada cilindro ovariano possui duas cristas germinais dorsais em *H. reidi*, que desenvolve os folículos com as células germinativas. As oogônias estão restritas às cristas, sendo que no lume do ovário existe somente ovócitos maduros (Figura 19 A,B). O ovócito de *H. reidi* pronto para a desova, é hidratado, do tipo telolécito, apresentando cor amarela ou laranja intensa, às vezes avermelhada, devido à presença de grande quantidade de vitelo em seu interior. Possui forma de pêra onde na porção mais larga, concentra-se o vitelo (pólo vegetal), oposto a este, está o pólo animal onde se desenvolverá o embrião. Suas dimensões (ovócitos fixados, n=30) variaram de 1,5 a 2,0 mm de comprimento por 1,0 mm de largura, com média de 1,81x 1,0 mm, sendo que a porção vitelínica ocupou, em média 68,23% deste espaço (Figura 18 A,B).

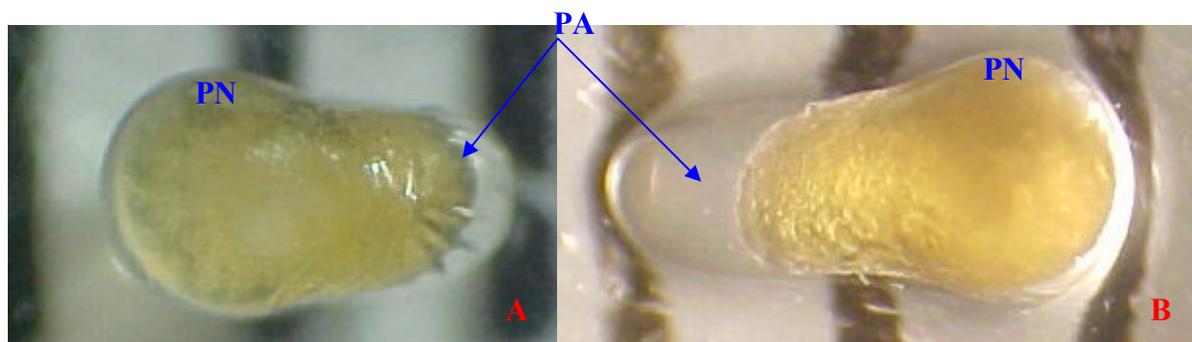
Fecundidade e tipo de desova

A fecundidade em *H. reidi*, oriunda de ambientes naturais (n=3) apresentou um valor mínimo de 725 ovócitos e um valor máximo de 914 ovócitos, com média em 839,66 ovócitos a cada lote desovado (fecundidade por lote), apresentando estas fêmeas, altura entre 12,3 cm e 14,3 cm e peso entre 10,0g e 12,3g, respectivamente (Anexo 4). Embora o número amostral de desovas sem a presença de macho tenha sido muito baixo, a desova parcelada pode ser caracterizada pelo extenso período reprodutivo, pela constante captura de machos prenantes e, ainda corroborada pelos dados de laboratório que registraram várias e consecutivas desovas de um mesmo casal durante este período. Considerando um período de gestação de 12 dias e reacasalamento em dois dias, após nascimento da prole (somente para pares formados), uma fêmea poderia produzir

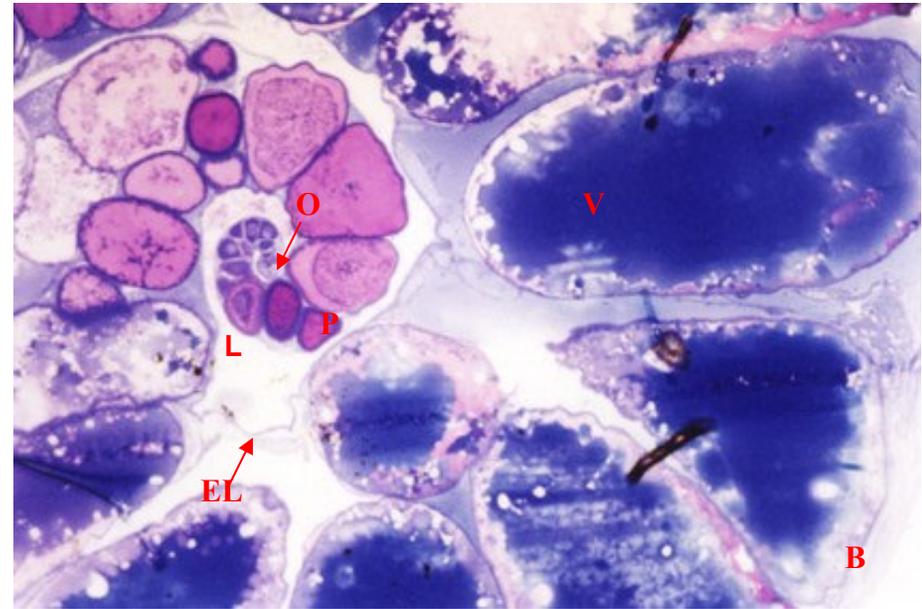
1.679,32 ovócitos por mês (dois lotes) e, 8.396,60 ovócitos durante o pico reprodutivo (10 lotes).



Figura 17. Ovário de *Hippocampus reidi* (2,5 cm)



Figuras 18 (A-B). Ovócito telolécito de *Hippocampus reidi*, variando entre 1,5 e 2,0 mm de comprimento: pró-núcleo (PN), futuro pólo animal (PA).



Figuras 19. A: Corte transversal do ovário de *Hippocampus reidi*, evidenciando as duas cristas germinais (CG), 150 X. B: ovócitos em diferentes fases de desenvolvimento provenientes de uma crista: lume do ovário (L), epitélio luminal (EL), oogônia (O), ovócito primário (P), ovócito vitelogênico (V), 250 X.

Comportamento de corte e acasalamento

O macho desta espécie, em todas as observações sobre corte e acasalamento (n=61) ocorridas em laboratório, foi quem tomou a iniciativa do cortejo. Exibiu, em tais ocasiões, a coloração nupcial que consistiu de um clareamento e realce na cores, em tons prateados, independente da cor do peixe (Figuras 20 A-P). Nesta fase, a bolsa incubadora apresentou-se receptiva, com aspecto avolumado, semelhante à uma bolsa prenha. O comportamento de corte consistiu, além da natação pareada, em movimentos do corpo do macho, projetando sua cabeça para frente e para baixo, enquanto a cauda era jogada para frente e para cima, às vezes para trás, forçando a musculatura da bolsa incubadora e abrindo o seu orifício, solicitando à fêmea que depositasse ali, seus ovócitos. No momento da abertura do orifício da bolsa incubadora, pela contração muscular, era possível visualizar o seu interior. O macho também realizou movimentos com a cauda, envolvendo a fêmea, como em um abraço. Este conjunto de movimentos excitava a fêmea ao acasalamento e, o macho era capaz de ficar várias horas neste cortejo até que ela o aceitasse, estimulando o processo de amadurecimento final dos ovócitos e a desova. Depois de repetir-se este procedimento por várias vezes, a dança nupcial culminou com a cópula: elevando-se na coluna d'água, o casal se posicionou frente à frente, encostando os corpos e a fêmea introduziu seu ovopositor na bolsa incubadora do parceiro (Figura 20 Q), transferindo seus ovócitos hidratados. Após a transferência, o casal se afastou e o macho foi ao fundo, balançando o corpo lateralmente, como se quisesse acomodar os ovos recebidos em sua bolsa. Finalizada a cópula, o macho apresentou os batimentos operculares com frequência aumentada, aparentando muito cansaço, o casal então se dispersou, porém nenhum deles iniciou relacionamento com novo indivíduo. A fêmea aguardou até que seu parceiro terminasse o período de gestação e, por volta do segundo dia após nascimento da prole, o macho já estava apto a reacasalar com a mesma fêmea. Houve caso do cortejo à mesma fêmea reiniciar no mesmo dia do nascimento da prole.



Figuras 20 (A-O). Situações de corte, dança nupcial e acasalamento em *Hippocampus reidi*, em laboratório.



Figuras 20 (continuação, P-Q). Situações de corte, dança nupcial e acasalamento em *Hippocampus reidi*, em laboratório.

Monogamia X Poligamia

Das 61 observações de corte e acasalamento em laboratório, houve manutenção e fidelidade dos pares formados em 58 casos, em pelo menos duas pregnancies consecutivas. Apenas três casos mostraram infidelidade na parceria formada, com os machos cortejando outras fêmeas, chegando um deles a copular com duas fêmeas num intervalo de 24 h. No dia 21/08/2001 foi povoado um aquário de 150 L, com quatro machos (M29, M36, M52 e M90) e quatro fêmeas (F32, F33, F47, F59). No dia 23/08 eles mostraram-se extremamente receptivos e os machos interagiram com diferentes fêmeas. Os machos M52 e M90 cortejaram a F59 e se agrediram com focinhadas na cabeça. O M36 também participou do cortejo à F59, mas foi claramente rejeitado por ela que pareceu demonstrar interesse pelos machos M90 e M52. Depois de algumas horas de disputa, focinhadas e exibições de coloração nupcial, a F59 nadou ao lado do M90 que repeliu seus adversários. Depois de evoluírem nos movimentos característicos de corte, o macho M90 e a fêmea F59 copularam e não interagiram com mais nenhum outro indivíduo. O M32 tentou interferir no par formado, cortejando a F59, mas não teve sucesso, ela nadou ao lado de seu parceiro.

Os machos M29, M52 e M36 disputaram a fêmea F47, sendo que o M52 também cortejou a F33. O macho M29 copulou com a F47, logo após a recepção dos ovócitos, o macho foi ao fundo e balançou o corpo lateralmente, como se quisesse distribuir e acomodar os ovos dentro da bolsa incubadora. Seguiram-se as interações, já no dia 24/08, o macho M90 nadou com a fêmea F32 o tempo inteiro, cortejando-a, mas não executou nenhum movimento que forçasse a abertura da bolsa incubadora (ele acasalou com a F59, no dia anterior). Ocorreu a cópula entre o macho M90 e a fêmea F32 e 86 ovócitos excederam a bolsa incubadora. Não se observaram outras interações, só não registramos a fêmea F33 transferir seus ovócitos, porém o macho M52 não cortejou mais nenhuma fêmea, talvez tenham acasalado ao crepúsculo ou, ao amanhecer. O macho M36 continuou, em vão, cortejando qualquer fêmea. Do acasalamento do macho M29 com a fêmea F47 nasceram 112 juvenis, enquanto que das cópulas do macho M90 com a fêmea F59 e a fêmea F32 nasceram 809 juvenis, após 12 dias de pregnancy.

Interações intra-sexuais e evidências para um passado hermafrodita

Em aquários distintos, isolou-se machos e fêmeas, registrando-se interações entre machos (Figura 21) e entre fêmeas (Figura 22), com o desenvolvimento de coloração nupcial e os movimentos de corte característicos. Para o aquário das fêmeas (n=6: F30, F45, F93, F95, F78 e F101), coletou-se espécimes com altura entre 12,1 cm e 15,0 cm e peso de 8,5g e 13,0g, respectivamente. Além das interações intra-sexuais, as fêmeas exibiram uma formação epitelial na face ventral dos primeiros anéis da cauda, semelhante à formação da bolsa incubadora, estrutura exclusiva de macho. Em campo, quando foi vista pela primeira vez, a F30 exibiu apenas uma coloração diferenciada no local onde seria a bolsa incubadora do macho. Em sua recaptura, 17 dias após, foi encontrada com este sinal mais acentuado. Devolvida ao manguezal, passaram-se 22 dias até a nova recaptura, quando a coloração acentuada que apresentava nos primeiros anéis caudais, evoluiu para proliferação de tecido epitelial (Figura 23), como se fosse formar bolsa incubadora, a partir daí foi mantida em laboratório para observações. Situação semelhante ocorreu com as F45 e F101 e, as demais foram capturadas sem os sinais de bolsa incubadora e os desenvolveram durante o isolamento entre fêmeas. Várias outras (Figuras 24, A-C) foram coletadas com este sinal, mas até o momento, nenhuma fêmea desenvolveu bolsa completamente.



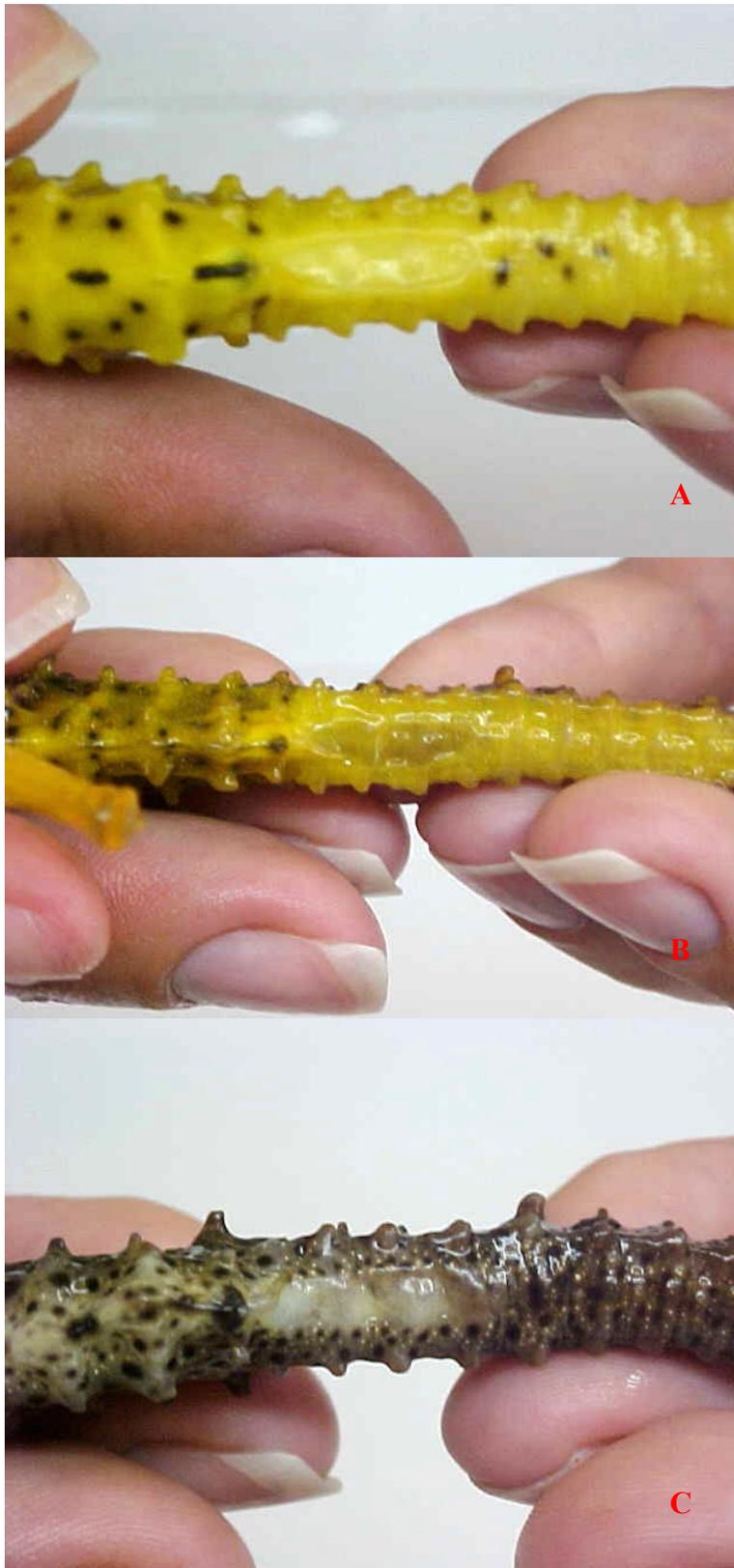
Figuras 21. Interações entre machos de *Hippocampus reidi* em laboratório com desenvolvimento de coloração nupcial e movimentos de corte característicos.



Figura 22. Interações entre fêmeas de *Hippocampus reidi* em laboratório.



Figuras 23 (A-B). Fêmea n°30 de *Hippocampus reidi* coletada com sinais de bolsa incubadora, no estuário do rio Maracáípe, Ipojuca, PE



Figuras 24 (A-C) . Fêmeas de *Hippocampus reidi* coletadas com sinal de formação de bolsa incubadora, no estuário do rio Maracáipe, Ipojuca, PE.

Tempo de incubação e altura do recém-nascido

A partir do momento da transferência dos ovócitos para o interior da bolsa incubadora do macho e subsequente fertilização (Figura 25), seguiu-se um período de incubação ou pregnancy, que variou de 12 dias a 20 dias. A temperatura da água variou entre 28° C e 31° C, sendo que as maiores temperaturas proporcionaram o menor tempo de incubação.

Ao ser expelido através do orifício da bolsa incubadora do macho, com o saco vitelínico completamente consumido, o alevino do cavalo-marinho *H. reidi* apresentou altura variando entre 0,5 e 0,7 cm, com altura média de 0,6 cm (n=30, Figura 26), amostrados igualmente de três machos capturados no manguezal de Maracaípe. Não raro foram expelidas larvas (saco vitelínico por consumir) junto aos alevinos, porém esta situação não foi quantificada em termos de frequência.



Figura 25. Bolsa incubadora de *Hippocampus reidi* seccionada mostrando os ovos.



Figura 26. *Hippocampus reidi*, recém-nascido com altura média de 0,6 cm.

Crescimento em altura e idade

O acompanhamento do crescimento em altura de *H. reidi* foi baseado nos dados de marcação e recaptura dos espécimes com registro de peso e altura (n=24, Tabela 5), sendo 11 eventos de recaptura para machos, 13 para fêmeas. Embora houvésemos capturado e marcado juvenis, quando foram recapturados (em média de 24 dias), já haviam diferenciado sexualmente, sendo sua recaptura considerada para machos ou fêmeas. A taxa de crescimento (k) entre os sexos mostrou-se muito semelhante, alcançando, os machos, uma altura média máxima levemente superior a das fêmeas, em média de 0,5 cm, não sendo esta diferença significativa ($p = 0,8698$). Desta forma, a equação obtida para o crescimento em altura de machos e fêmeas é apresentada:

$$L_t = 16,9 - (16,9 - 0,6) \exp(-0,194.t)$$

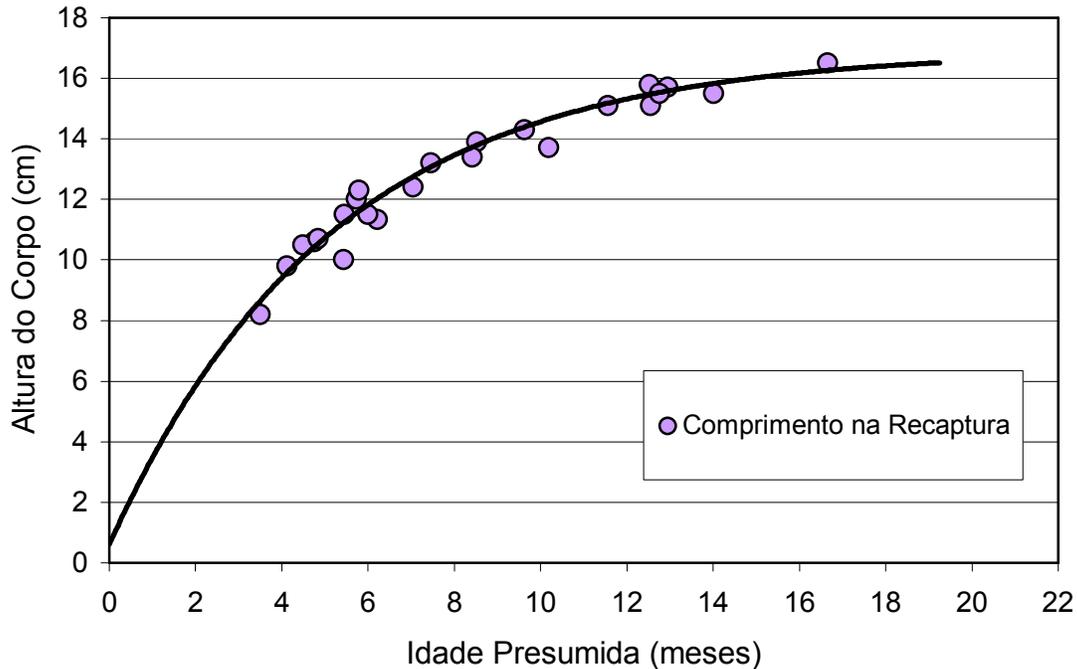


Figura 27. Curva de crescimento em altura de *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

Através da curva de crescimento, podemos relacionar os dados de altura e idade presumida em meses, estimando uma idade de formação da bolsa incubadora entre 2,4 e 5,25 meses, ou idade média de 4,3 meses (altura entre 6,7 cm e 11,1 cm, com média em 10,0 cm, respectivamente). Bem como, pode ser estimada a idade da primeira maturação gonadal (L_{50}) para o macho de *H. reidi*, em torno de 7,0 meses (altura média de 12,3 cm).

Relação peso/altura

O menor juvenil capturado (3,1 cm) exibiu um peso de 0,200g (Figura 28), porém como foi mantido em laboratório, não teve um desenvolvimento natural. O maior macho e a maior fêmea recapturados, apresentaram 16,5 e 15,80 cm, com pesos de 18,79 e 11,15 g, respectivamente.

A relação peso/altura revelou uma tendência entre os machos, de adquirirem maior peso do que as fêmeas em alturas iguais (Figuras 29 e 30). A relação peso/altura foi calculada para machos, fêmeas e juvenis, tendo sido obtidas as seguintes equações (o valor entre parênteses é o intervalo de confiança de “b”) :

$$\text{Machos – } \ln W = -5,6003 + 3,0345 \cdot \ln L \quad (2,89 - 3,17)$$

$$\text{Fêmeas - } \ln W = -4,6463 + 2,6535 \cdot \ln L \quad (2,39 - 2,91)$$

$$\text{Juvenil- } \ln W = -5,1821 + 2,7915 \cdot \ln L \quad (2,66 - 2,92)$$

O coeficiente de alometria dos machos indica que o crescimento é isométrico, mantendo os mesmos uma proporção corporal a mediada que crescem, já para fêmeas e juvenis, o crescimento é alométrico negativo, indicando um crescimento mais em altura do que em peso.

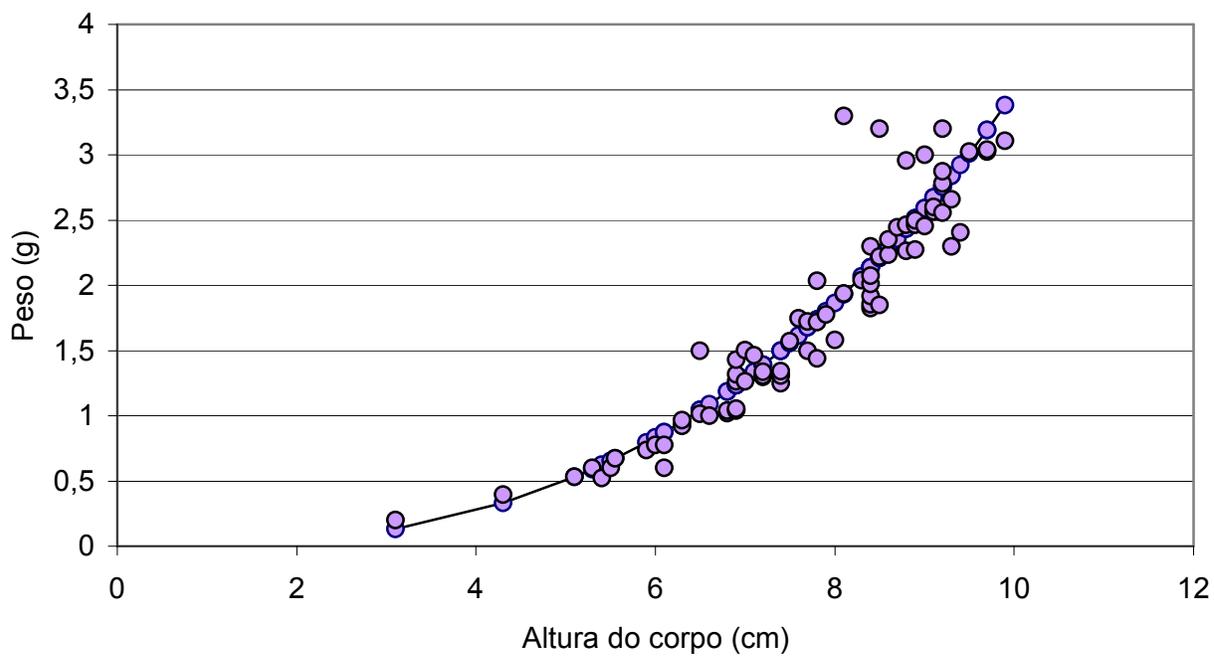


Figura 28. Ajuste da curva de crescimento Peso X Altura do juvenil de *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

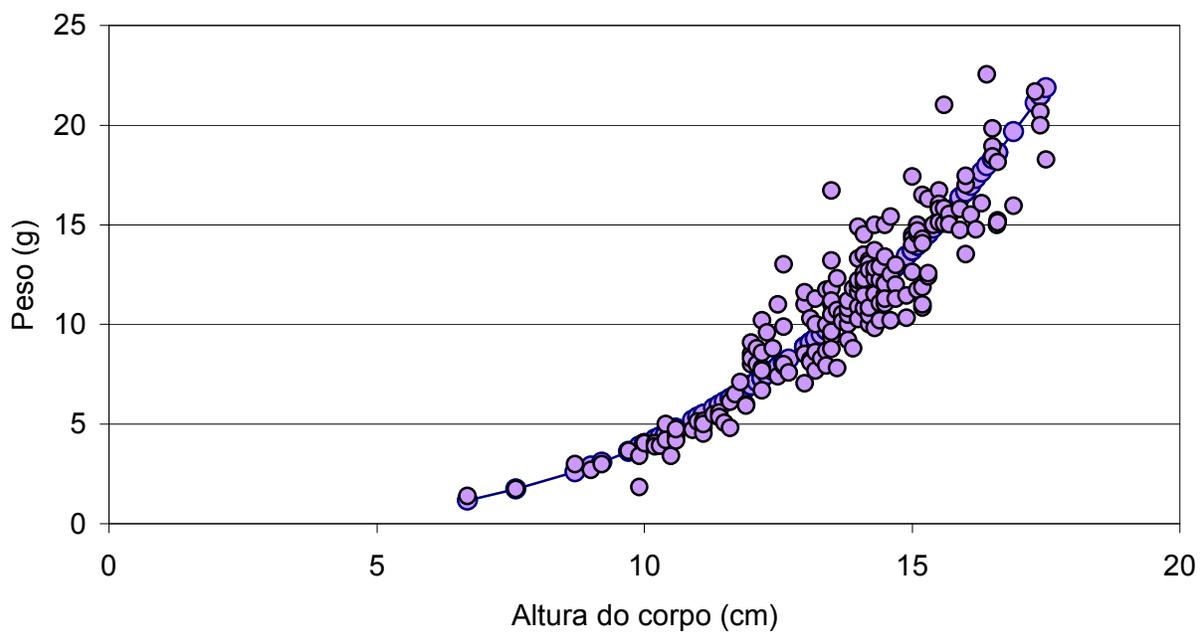


Figura 29. Ajuste da curva de crescimento Peso X Altura do macho de *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

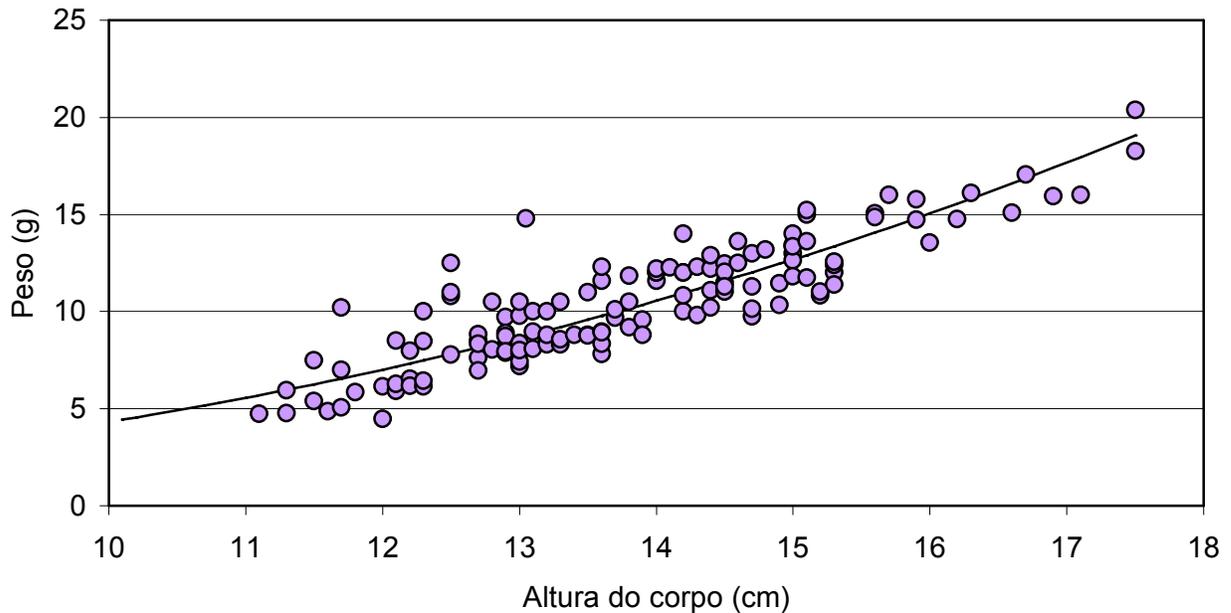


Figura 30. Ajuste da curva de crescimento Peso X Altura da fêmea de *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

Estrutura da População e Proporção Sexual

De junho de 2001 a julho de 2003, amostrou-se um total de 432 cavalos-marinhos no manguezal de Maracaípe (Figura 31). Embora, na maioria dos meses, tenham sido amostrados mais machos do que fêmeas, não houve diferença significativa na frequência relativa dos sexos durante os anos de 2002 e 2003 ($p = 0,1443$ e $0,7199$; Figuras 33 e 34), apresentando diferença em 2001 ($p=0,0015$; Figura 32). Os juvenis ocorreram em maior frequência relativa, nos meses de outubro e dezembro de 2001, dezembro de 2002 e, em janeiro e fevereiro de 2003. Para os adultos, segundo a análise dos sexos distribuídos por classes de altura (Figuras 36-38), houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os intervalos de altura entre 12,1 e 13,0 cm (2002/2003), com a TSO (Taxa Sexual Operacional) tendendo para fêmeas. Nos intervalos entre 14,1 e 15,0 mm (2002) e, 15,1 e 16,0 mm (2001/2002), a diferença ($p < 0,05$) foi em função do maior número de machos, com uma TSO desviada para este sexo. Nas classes de animais maiores (16,1 – 18,0 cm), houve maior

coleta de machos, porém o número amostral muito pequeno não permitiu a aplicação do teste. Para as demais classes de altura em seus respectivos anos (a partir de 10,1 cm) a proporção foi a esperada (estatisticamente) para peixes monogâmicos: 1:1.

Em relação à estrutura etária, os cavalos-marinhos foram considerados adultos a partir de 12,3 cm (L_{50}). Três faixas etárias e três categorias para cada ano de estudo puderam ser identificadas, baseadas nos dados da curva de crescimento em altura, oriundos da marcação e recaptura. Embora saibamos que indivíduos de mesma idade nem sempre crescem com a mesma velocidade, estando condicionados a disponibilidade de alimentos, temperatura, determinantes hereditários, entre outros, existe aqui uma tentativa de estimar faixas de idade em relação às classes de altura.

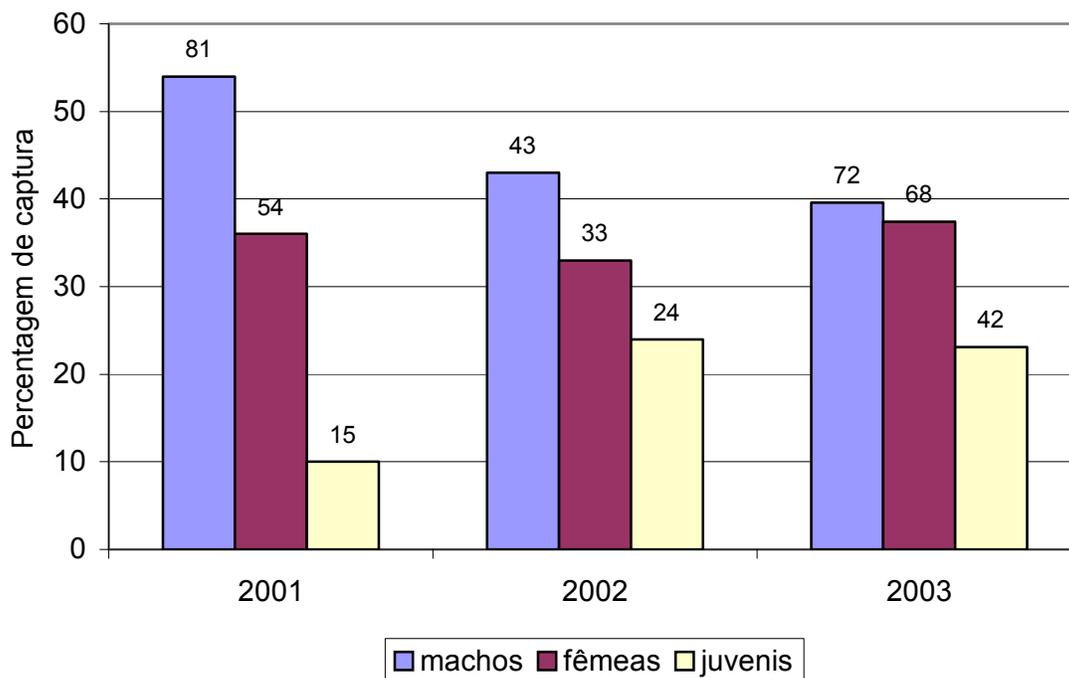


Figura 31. Estrutura da população e proporção sexual de *Hippocampus reidi*, em percentual e frequência absoluta por sexo, no estuário do rio Maracaípe de junho de 2001 a julho de 2003.

Ano de 2001 (Figuras 32 e 35)

1- Peixes até um ano de vida:

Foram amostrados 129 espécimes, sendo que 15 destes eram juvenis (11,6%, altura até 10 cm, sem definição dos caracteres sexuais secundários), 81 machos (54%) e 54 fêmeas (36%). Dos 114 machos e fêmeas, identificou-se duas categorias etárias: espécimes em idade pré-maturacional (n=15; 13,16%), compreendendo as classes de altura entre 10,1 e 12,0 e, espécimes em idade reprodutiva (n=97; 85,1%), compreendendo às classes de altura entre 12,1 e 15,0 cm. Os pares em idade reprodutiva foram limitados pelo número de fêmeas (n=42), enquanto que os machos somaram 55 indivíduos, porém a diferença não foi significativa ($p=0,2304$).

2- Peixes entre um e dois anos de vida:

Foram amostrados 20 espécimes, sendo 15 machos (75%) e cinco fêmeas (25%), compreendendo as classes de altura entre 15,1 e 17,0 cm. Todos em idade reprodutiva, porém os pares foram limitados pelo número de fêmeas (n=5), indicando uma TSO tendenciosa para machos ($p=0,0292$).

3- Peixes com mais de dois anos de vida:

Foi amostrado apenas um peixe, fêmea com mais de dois anos ($> 17,00$ cm).

Ano de 2002 (Figuras 33 e 36)

Este foi um ano atípico, as chuvas ocorreram intensamente de janeiro a julho (Anexo 6), as águas do manguezal tornaram-se turvas e extremamente doces, a correnteza formada na baixa-mar, no sentido rio-mar, dispersava os cavalos-marinhos, jogando-os ao mar e muitos, exaustos, eram encontrados mortos ou vivos sobre a areia da praia. Os animais que conseguiram permanecer no manguezal foram encontrados e coletados também em situação delicada, apresentavam-se muito ofegantes pela

diminuição da salinidade e permaneceram em laboratório até a normalização dos batimentos operculares e tomadas de alimento.

1- Peixes até um ano de vida:

Foram amostrados 80 espécimes, sendo que 24 destes eram juvenis (30%, altura até 10 cm, sem definição dos caracteres sexuais secundários), 29 machos (36,25%) e 27 fêmeas (33,75%). Dos 56 machos e fêmeas, identificou-se duas categorias etárias: espécimes em idade pré-maturacional (n=15; 26,8%), compreendendo as classes de altura entre 10,1 e 12,0 e espécimes em idade reprodutiva (n=39, 69,6%), compreendendo às classes de altura entre 12,1 e 15 cm. Os pares em idade reprodutiva foram limitados pelo número de fêmeas (n=17), enquanto que os machos somaram 22 indivíduos, porém a diferença não foi significativa ($p= 0,5291$).

2- Peixes entre um e dois anos de vida:

Foram amostrados 17 espécimes, sendo 12 machos (70%) e cinco fêmeas (30%), compreendendo às classes de altura entre 15,1 e 17,0 cm. Todos em idade reprodutiva, porém os pares foram limitados pelo número de fêmeas (n=5), não havendo diferença significativa entre os sexos nestas classes de alturas ($p= 0,0993$).

3- Peixes com mais de dois anos de vida:

Foram amostrados três espécimes ($> 17,00$), sendo dois machos e uma fêmea, compreendendo às alturas de 17,2, 17,3 e 17,5 cm, respectivamente. Todos em idade reprodutiva, estando os machos grávidos.

Ano de 2003 (Figuras 34 e 37)

1- Peixes até um ano de vida:

Foram amostrados 152 espécimes, sendo que 42 destes eram juvenis (27,6%; altura até 10 cm, sem definição dos caracteres sexuais secundários), 54 machos (35,5%) e 56 fêmeas (36,8%). Dos 110 machos e fêmeas, identificou-se duas categorias etárias: espécimes em idade pré-maturacional (n=31; 28,2%), compreendendo as classes de altura entre 10,1 e 12,0 e espécimes em idade reprodutiva (n=73; 66,4%), compreendendo às classes de altura entre 12,1 e 15,5 cm. Os pares em idade reprodutiva foram limitados pelo número de machos (n=33), enquanto que as fêmeas somaram 40 indivíduos, não havendo diferença significativa entre os sexos nestas classes de alturas (p=0,4898).

2- Peixes entre um e dois anos de vida:

Foram amostrados 26 espécimes, sendo 15 machos (60%) e 11 fêmeas (40%), compreendendo as classes de altura entre 15,1 e 17,0 cm. Todos em idade reprodutiva, porém os pares foram limitados pelo número de fêmeas (n=11), não havendo diferença significativa entre os sexos nestas classes de alturas (p=0,5635).

3- Peixes com mais de dois anos de vida:

Foram coletados quatro espécimes (>17,00 cm), sendo três machos e uma fêmea, com alturas de 17,4, 17,4, 17,7 e 17,5 cm, respectivamente. Todos em idade reprodutiva, estando os machos grávidos.

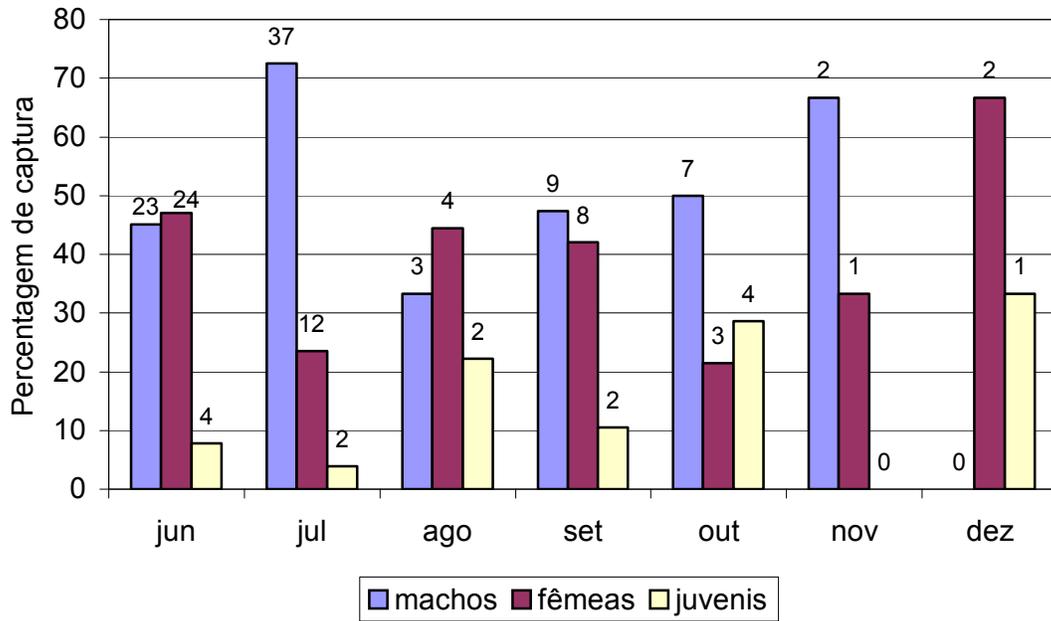


Figura 32. Estrutura da população e proporção sexual de *Hippocampus reidi* em percentual e freqüência absoluta por sexo e mês no estuário do rio Maracáipe, Ipojuca, PE em 2001.

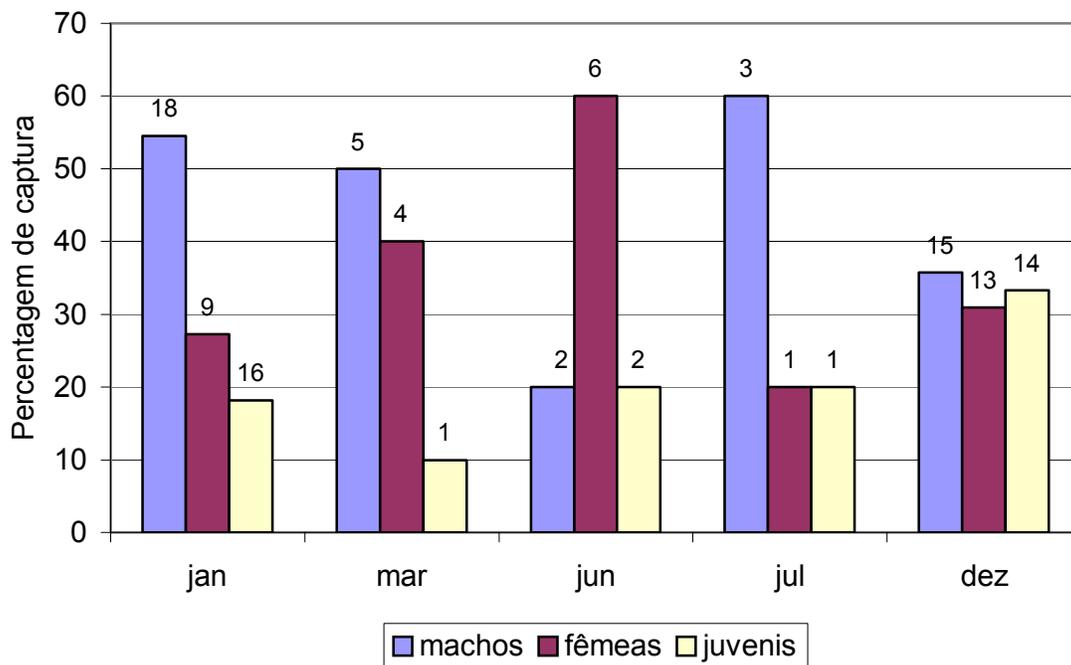


Figura 33. Estrutura da população e proporção sexual de *Hippocampus reidi* em percentual e freqüência absoluta por sexo e mês no estuário do rio Maracáipe, Ipojuca, PE em 2002.

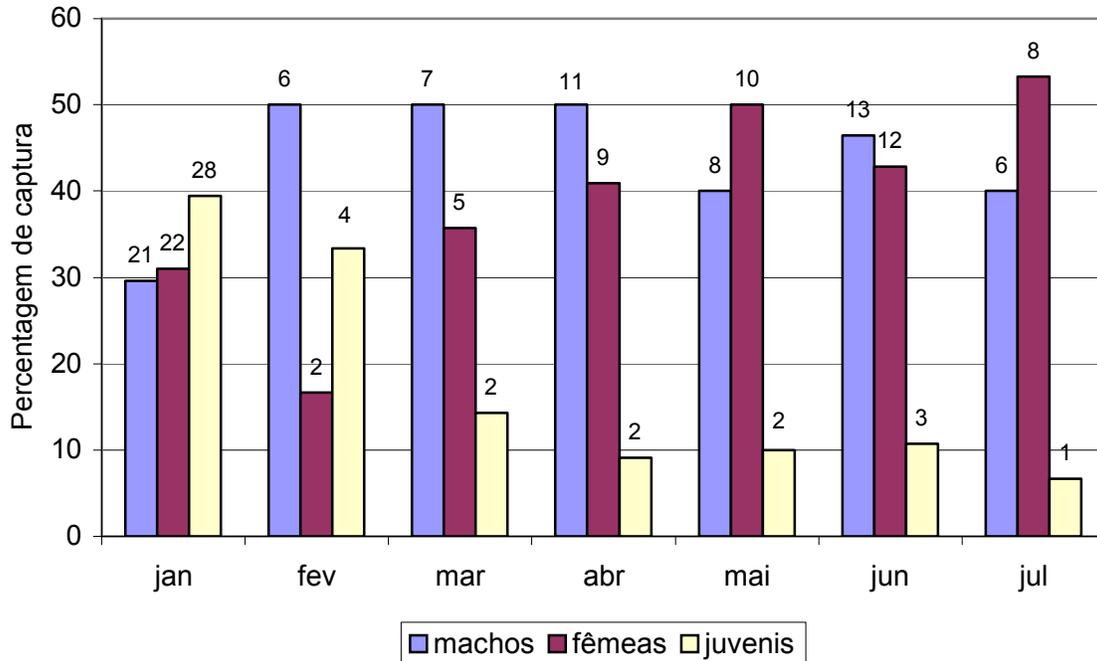


Figura 34. Estrutura da população e proporção sexual de *Hippocampus reidi* em percentual e frequência absoluta por sexo e mês no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE em 2003.

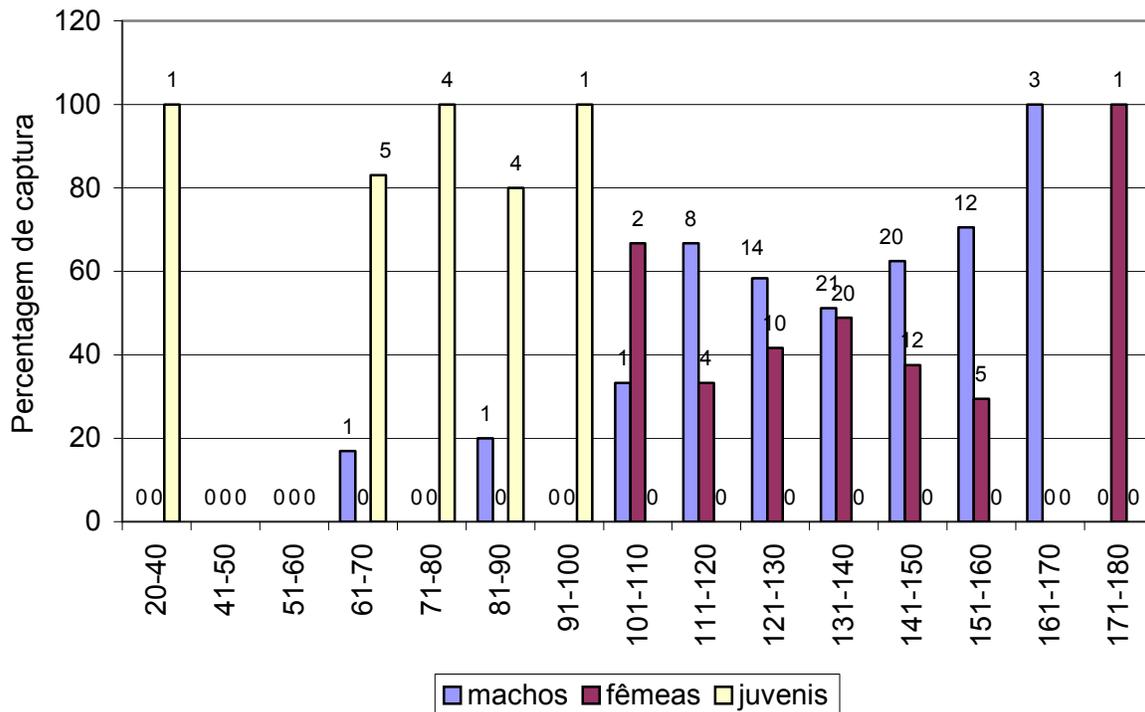


Figura 35. Estrutura da população e proporção sexual de *Hippocampus reidi* em percentual anual e frequência absoluta por sexo e intervalo de classes de altura (mm) no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE em 2001.

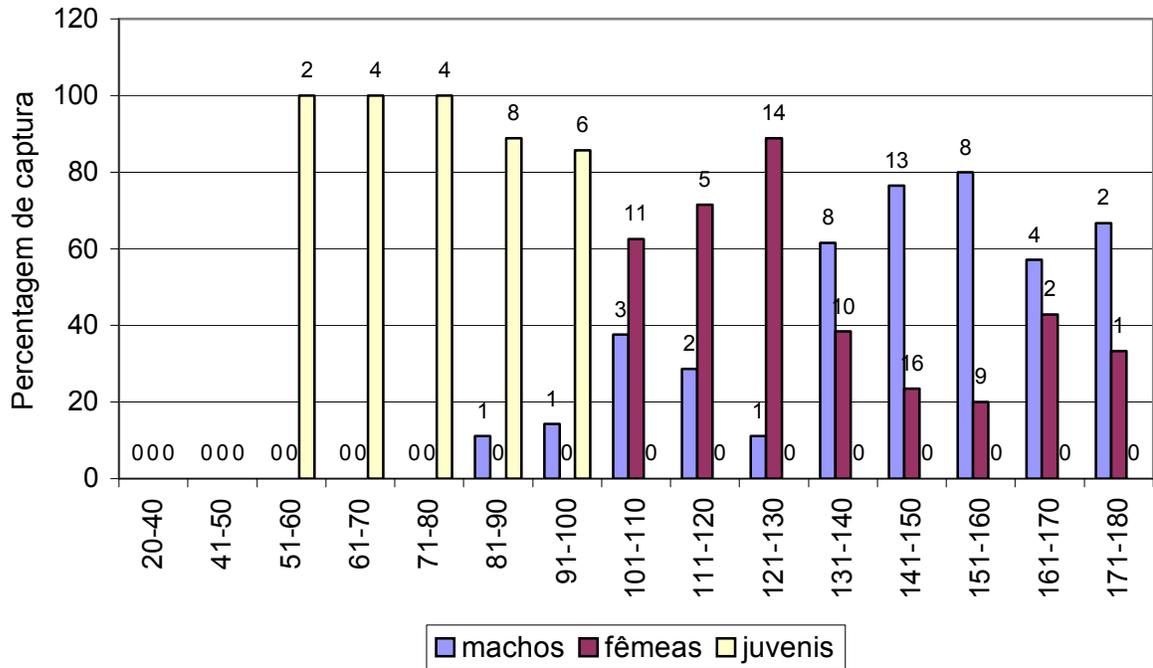


Figura 36. Estrutura da população e proporção sexual de *Hippocampus reidi* em percentual e frequência absoluta por sexo e por intervalo de classes de altura (mm) no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE em 2002.

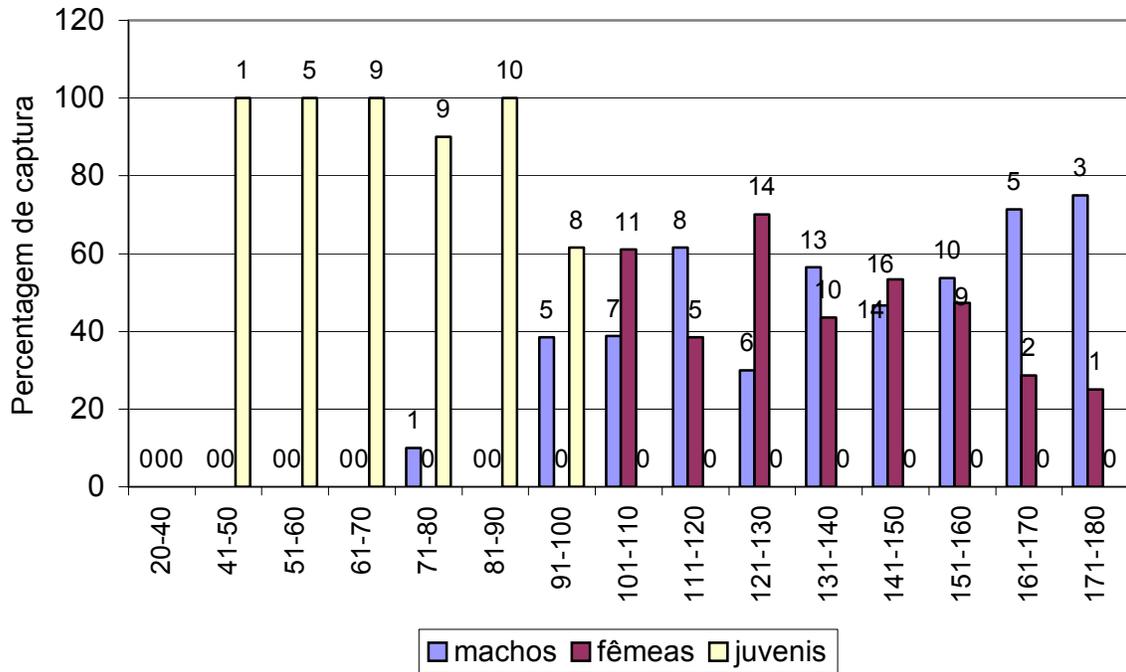


Figura 37. Estrutura da população e proporção sexual de *Hippocampus reidi* em percentual e frequência absoluta por sexo e intervalo de classes de altura (mm) no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE em 2003.

Longevidade (A_{95})

A longevidade de *H. reidi*, em ambiente natural, não pode ser observada, o maior intervalo de tempo entre uma captura e última recaptura registrada de um mesmo indivíduo foi de oito meses, um macho (M65) que apresentou altura de 16,5 cm, equivalendo a uma idade de aproximadamente 16,66 meses. O maior espécime capturado foi também um macho de 17,7 cm (M212) e este, marcado e devolvido ao manguezal, não foi recapturado. A maior fêmea capturada exibiu altura de 17,5 cm (F193) que marcada e liberada, não foi mais vista, estes dois últimos com idade estimada, superior a dois anos. Segundo o cálculo do A_{95} (Taylor, 1962), a longevidade estimada seria de 15,4 meses, resultado subestimado pela falta de captura e recaptura de espécimes de maior porte, situação muito comum em populações submetidas a alta mortalidade ou pesca sobre os maiores tamanhos. Porém, estes resultados, mesmo subestimados estão de acordo com nosso entendimento sobre a biologia de *H. reidi*, quando sugerem que a altura de 16,5 cm é alcançada após o primeiro ano de vida.

Espécimes coletados em 2001, permanecem em laboratório revelando um ciclo de vida próximo aos cinco anos. A fêmea mais velha completou quatro anos e oito meses em junho/2005 e o macho mais velho completou quatro anos e sete meses, na mesma data.

Deslocamento

Das 96 recapturas (Tabelas 6, 7), sobre 49 espécimes (29 machos, 20 fêmeas), 40,82% destes realizaram deslocamento entre os pontos amostrais, sendo 11 machos, 10 fêmeas, sugerindo não haver deslocamento diferencial em relação ao sexo no sentido de explorar ou não o ambiente (Tabela 6). Porém, as fêmeas realizaram os maiores percursos registrados com deslocamento médio de 273,7m, enquanto que os machos deslocaram-se em média 202,5m, sugerindo uma maior exploração do ambiente por parte das fêmeas, o que foi estatisticamente significativo ($p = 0,001$). Três juvenis (< 10 cm, sem a definição dos caracteres sexuais secundários) marcados foram recapturados já apresentando definição sexual. Vale salientar, que os três juvenis marcados (AM, 9, 2 cm; VD, 9,7 cm e A6, 7,8 cm, Tabela 4), num período de 24 dias, 28 dias e 21 dias,

respectivamente, definiram seu sexo, enquanto percorreram 8m, 180m e 304m, respectivamente, apresentando um deslocamento médio de 164 m. Dentre os machos que realizaram deslocamento, nenhum estava prenante, permanecendo os grávidos sempre no mesmo ponto (Tabela 7), com ocupação média de uma área de 1,2m². Os pontos mais envolvidos no deslocamento registrado foram o P8 para o P9, P8 para P6 e P9 para o P6 com distâncias percorridas de 20m, 160m e 180 m, respectivamente. A maior distância percorrida foi de 2.462m do P7 para fora do estuário, na direção norte, para a praia de Porto de Galinhas, porém esta distância não foi considerada no cálculo do deslocamento médio por se tratar de situação onde o animal foi retirado do estuário por força da correnteza do rio e jogado ao mar. O maior deslocamento dentro do estuário foi de 552m, realizado por uma fêmea, do P10 para o P24, sendo que o deslocamento médio para o espécime adulto foi de 228,8 m, num período médio de 50 dias.

Densidade Populacional e Sazonalidade

Os cavalos-marinhos do estuário do rio Maracaípe apresentaram-se em baixa densidade em todos os pontos amostrados, sendo que a menor densidade populacional geral foi registrada para os meses de verão (0,023 ind/m²) e a maior para os de inverno (0,137 ind/m²). Os pontos P1, P2, P3, e P5 apresentaram pequenas áreas e não foi freqüente a ocorrência de cavalos-marinhos nestes pontos. Entre os pontos P6 e P13, em todos as estações foram registrados espécimes de *H. reidi*; somente para o P9 (outono) e P13 (inverno), não foram observados cavalos-marinhos. Os pontos P6 e P7, abrigaram as maiores densidades deste peixe, durante as estações de inverno e primavera, verão e outono, respectivamente. A densidade média da população de machos foi sempre maior que a das fêmeas, exceção feita à estação do outono quando as fêmeas excederam os machos em dois espécimes. A Tabela 8 mostra que a densidade de machos e fêmeas aumenta gradativamente, e de forma semelhante, do verão para o outono, alcançando os maiores valores no inverno, tornando a diminuir na primavera. A densidade de juvenis, diminui do verão para o outono, alcançando os maiores valores no inverno, tornando a diminuir na primavera. Em freqüência absoluta, o maior número de juvenis, considerando os pontos de P1 a P13, ocorreu no verão, enquanto que as maiores freqüências absolutas de machos e fêmeas, tal como sua densidade média, ocorreram no

inverno. Segundo a análise do esforço de captura houve um aumento na captura de machos e fêmeas a partir da primavera (3,6 ind/dia), verão (4,58 ind/dia), outono (5,25 ind/dia) e inverno (5,5 ind/dia). Para o juvenil: primavera (1ind/dia), verão (2,4 ind/dia), outono (0,6 ind/dia) e inverno (0,6 ind/dia).

Distribuição de *H. reidi* em função dos parâmetros ambientais

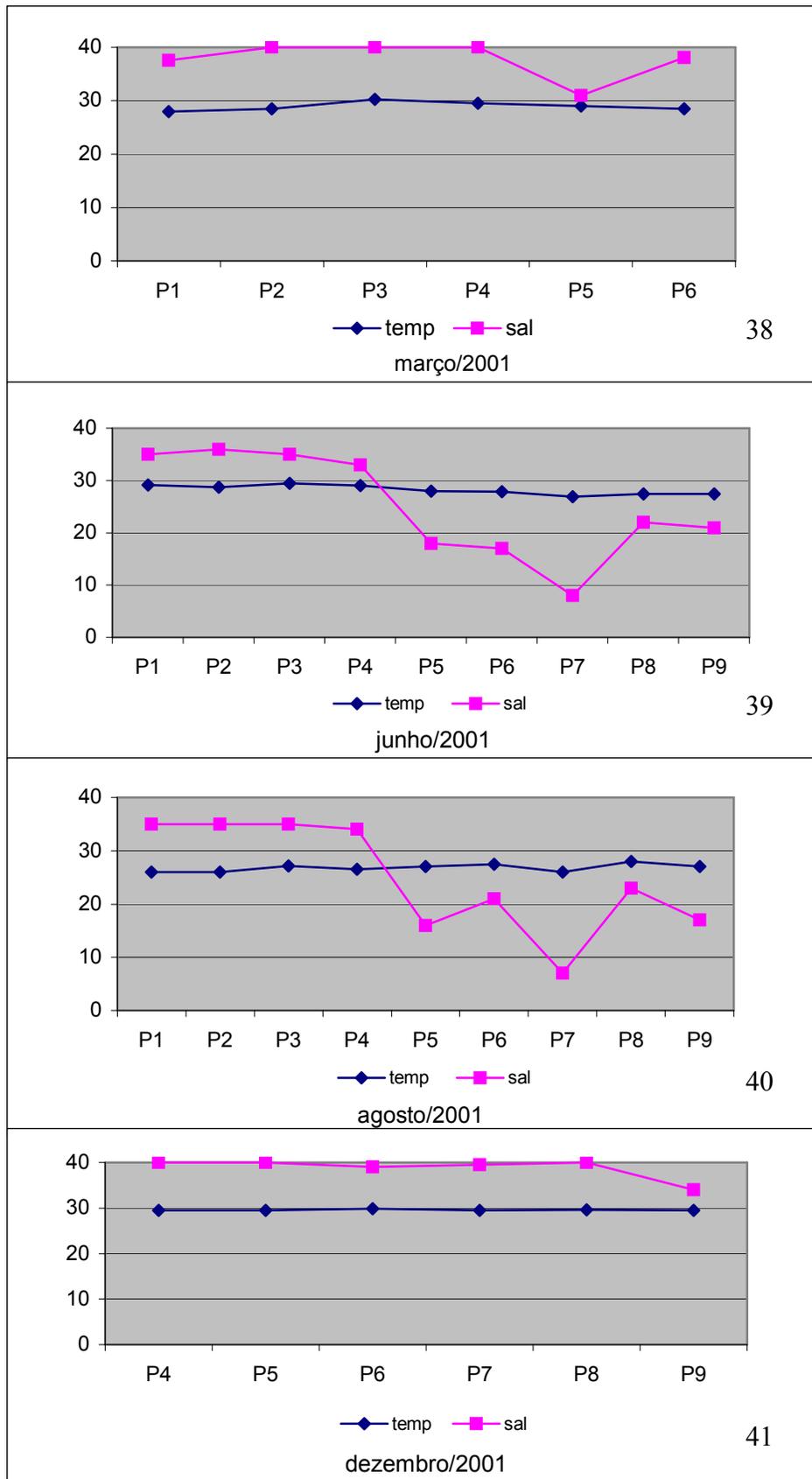
Durante os anos de estudo, a salinidade no estuário do rio Maracaípe variou de 5 ppm à 40 ppm, sendo os dados coletados sempre na baixa-mar. Exceção feita ao mês de junho/2002, quando os dados foram coletados também na maré alta e, em algumas situações, com a maré subindo (Figuras 38-51). De uma maneira geral, as menores salinidades foram registradas para os meses de inverno, em temperaturas oscilando entre 26 e 29,2° C, enquanto que as maiores salinidades ocorreram no verão, em temperaturas que variaram entre 27,9 e 32,2°C. Os pontos de maior ocorrência de cavalos-marinhos (P6 – P13) durante o período de estudo, tiveram sua salinidade mínima variando entre 5 e 18 ppm, sendo o P6 e P7 os mais freqüentados, com salinidade média de 27,5 e 23,5 ppm, respectivamente. Os juvenis (até 10,0 cm) ocorreram com maior freqüência no P7, com salinidade média de 23,5 ppm, enquanto que os raros e maiores de 16 cm, ocorreram nos pontos P6, P7 e P10 com salinidades médias entre 27,5; 23,5 e 27,6 ppm, respectivamente. Através da análise de regressão, verificou-se uma relação entre o número de animais capturados e a salinidade média ($r^2=0,635$; $p=0,0006$; Figura 52) e em menor grau, com a salinidade mínima ($r^2=0,4345$; $p=0,0103$) e velocidade da corrente ($r^2=0,4024$; $p=0,0148$; Figura 53). Através de uma análise de grupamento entre o número total de animais capturados por ponto e os parâmetros ambientais, verificou-se que os pontos P1, P2, P3 P4 e P5 formaram um cluster com as características em comum de baixa freqüência de captura de animais, altas salinidades e baixa velocidade de corrente. Os pontos P6 a P13 e CA apresentaram altos valores de capturas, salinidades menores e maior velocidade de corrente, onde destacou-se o P7 por apresentar os mais altos valores de captura (Figura 54).

A transparência da água, medida com o disco de Secchi, em todos os pontos foi igual à profundidade, por se tratar de coletas em maré baixa e estuário, visualmente, de boa conservação. A velocidade da corrente, tomada sempre na vazante, variou de 0,6m/s

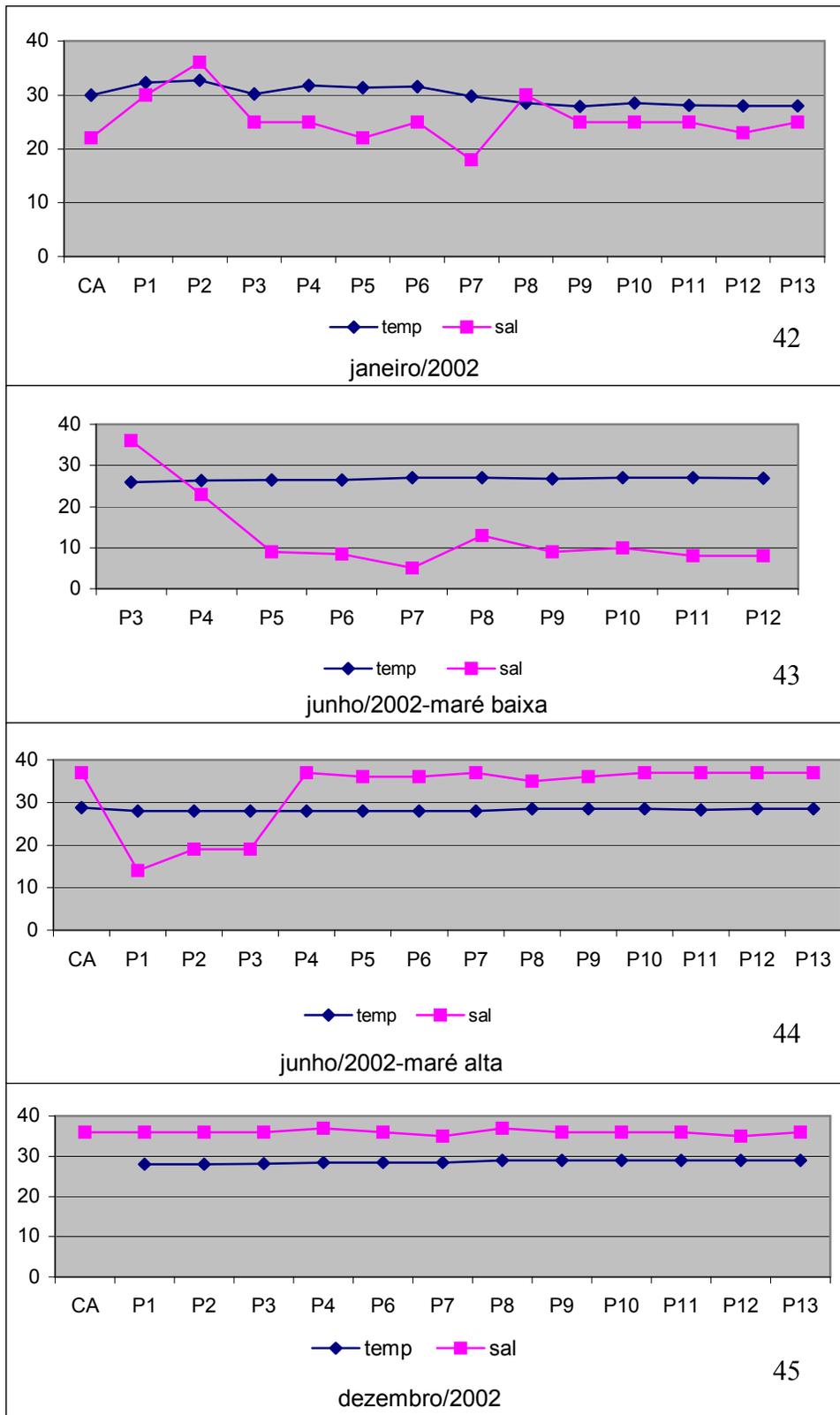
a 0,06m/s. Os pontos sob influência de maior correnteza foram os P7 (0,4m/s), P9 (0,6m/s), P13 (0,3m/s) e CA (0,3m/s).

O sedimento na maioria dos pontos foi representado por areia fina, alguns pontos apresentaram lodo e matéria orgânica em decomposição (P4 e eventualmente, P1, P2 e P3). O substrato dos cavalos-marinhos esteve representado por raízes, pedras, troncos e galhos, porém o substrato preferencial foi a raiz dos mangues.

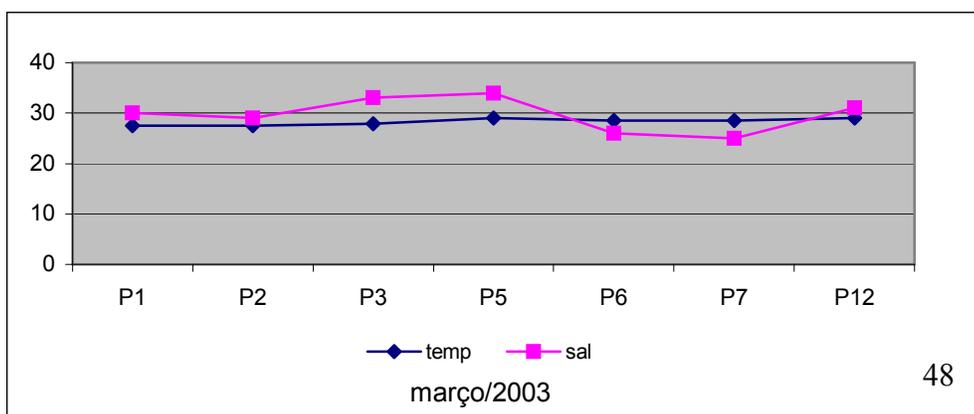
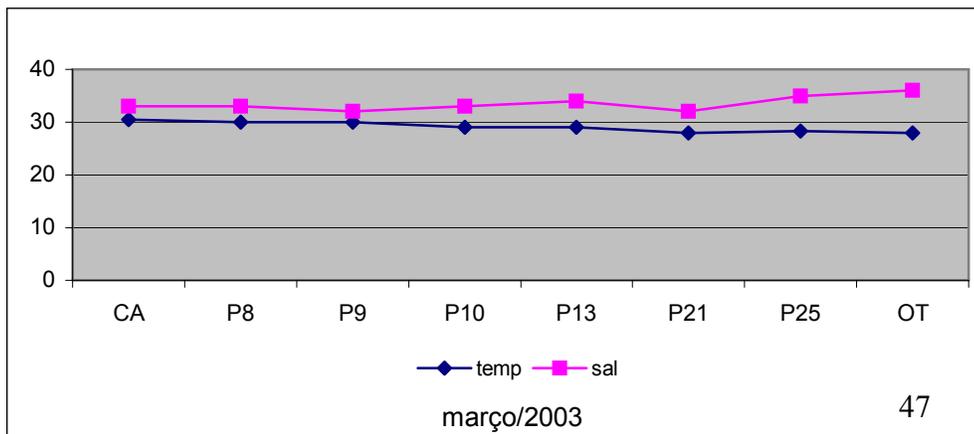
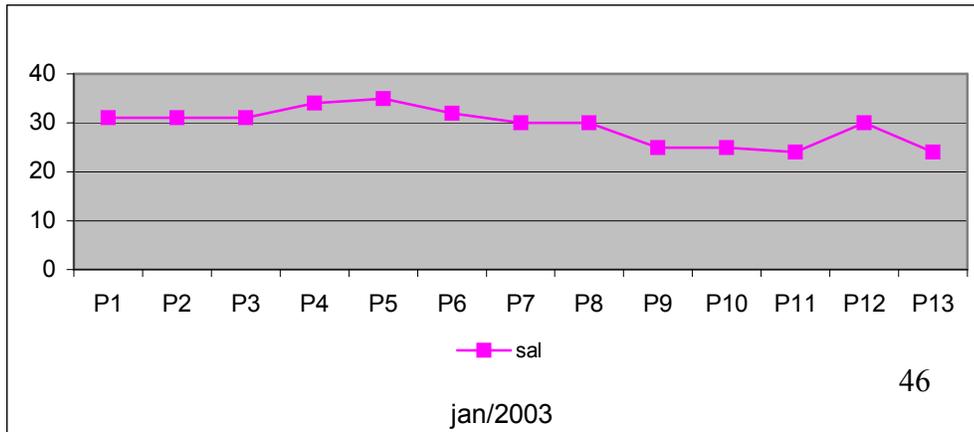
Nenhum dos pontos amostrais encontraram-se junto à moradias, contudo, a pesca do siri e de peixes, trouxe movimentação humana ao longo de todos os pontos. O turismo também trouxe movimentação aos pontos, com visitantes querendo ver os cavalos-marinhos em seu ambiente. Próximo ao P12, há um local para conserto e manutenção de barcos, que invariavelmente polui o Pontal de Maracaípe com óleo, ácidos e sólidos (como fibras) provenientes da raspagem dos cascos dos barcos. Subindo o rio Maracaípe, aproximadamente a partir de 2 km do Pontal, existem moradias de ribeirinhos, cujos lixos e dejetos são jogados diretamente dentro do corpo d'água, lá se encontra desde porta de automóvel até sacos plásticos com fezes humanas (é costume da população defecar dentro de sacolas plásticas e arremessar para dentro do manguezal, são as conhecidas "pombas").



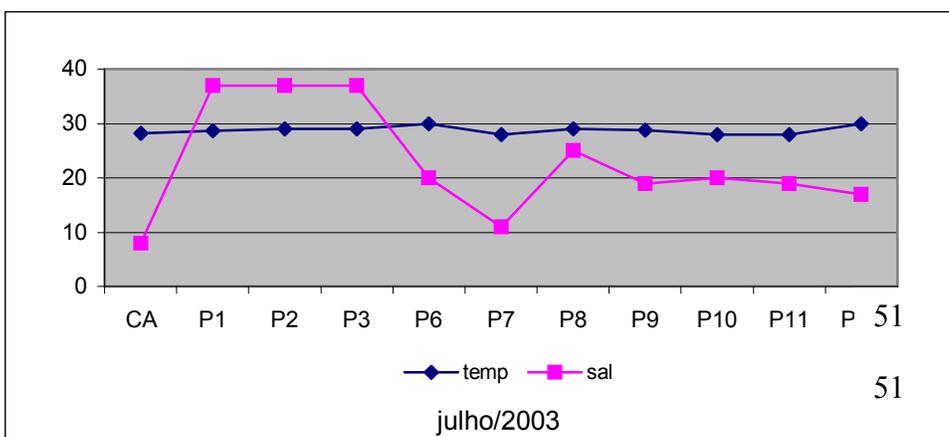
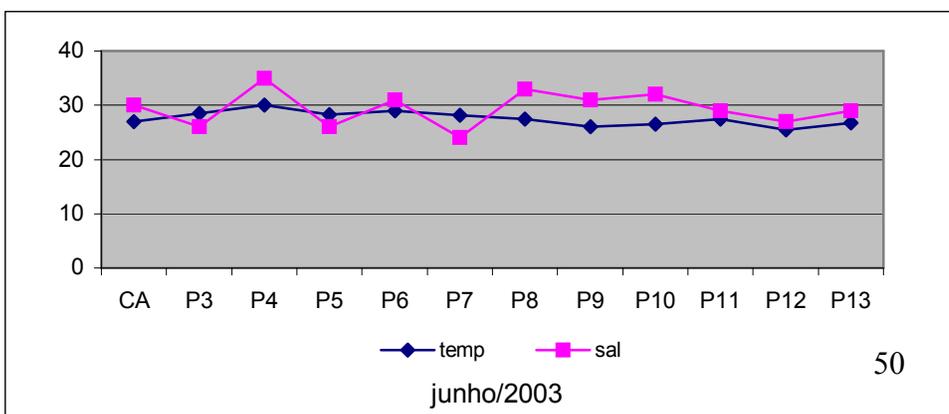
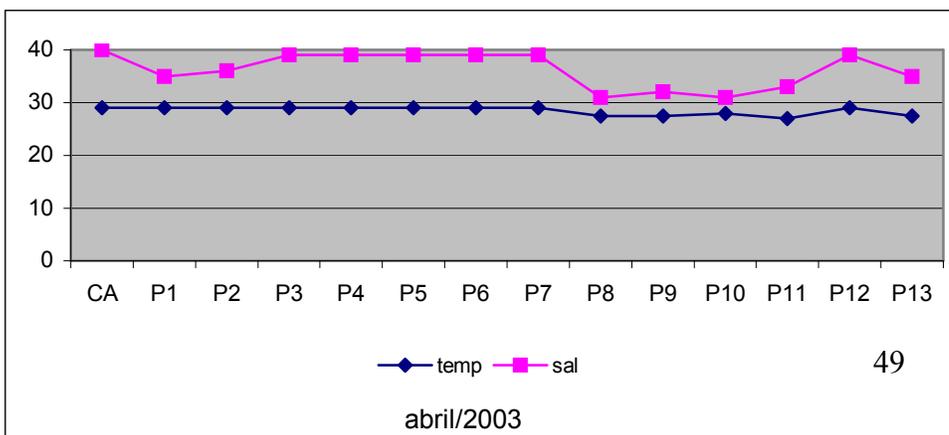
Figuras 38 - 41. Variação da salinidade (ppm) e temperatura (°C) no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE em 2001.



Figuras 42 - 45. Variação da salinidade (ppm) e temperatura (°C) no estuário do rio Maracáipe, Ipojuca, PE em 2002.



Figuras 46 - 48. Variação da salinidade (ppm) e temperatura (°C) no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE em 2003.



Figuras 49 - 51. Variação da salinidade (ppm) e temperatura (°C) no estuário do rio Maracáípe, Ipojuca, PE em 2003.

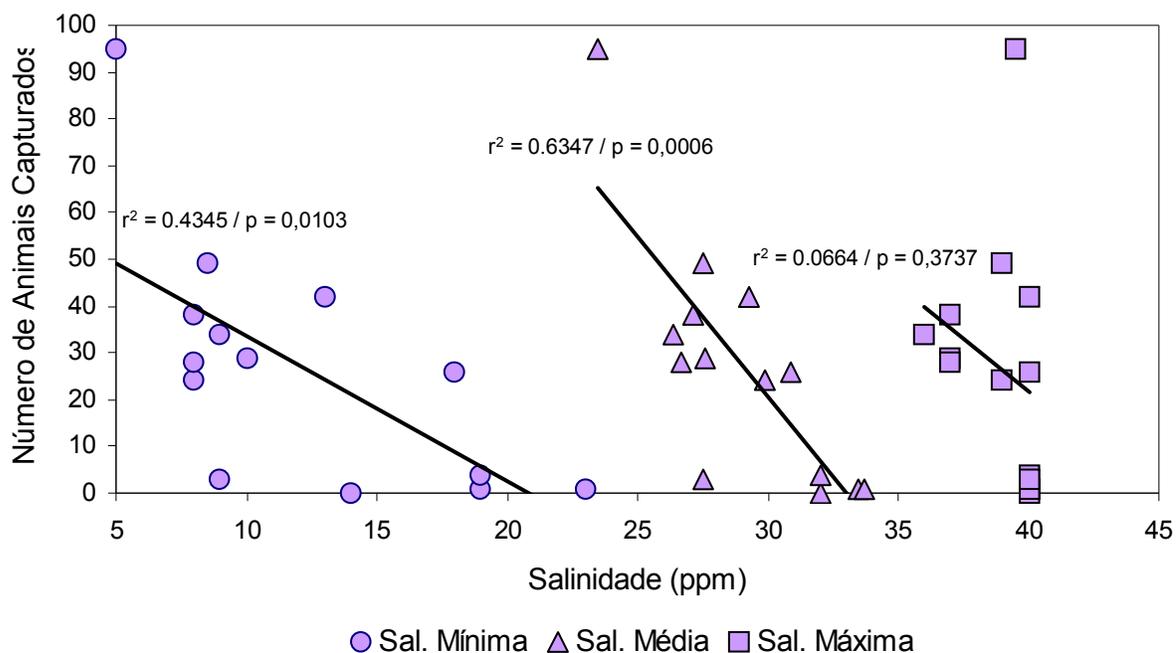


Figura 52. Análise de regressão em relação à salinidade e o número de animais capturados no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE, entre junho de 2001 e julho de 2003.

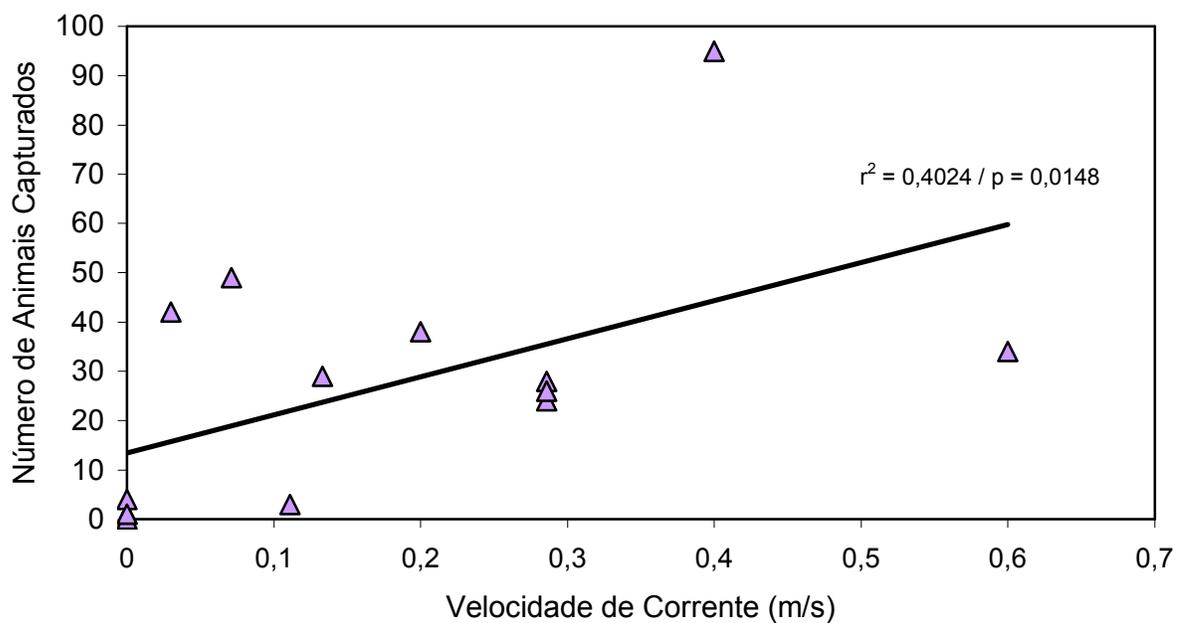


Figura 53. Análise de regressão em relação à velocidade de corrente e o número de animais capturados no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE, entre junho de 2001 e julho de 2003.

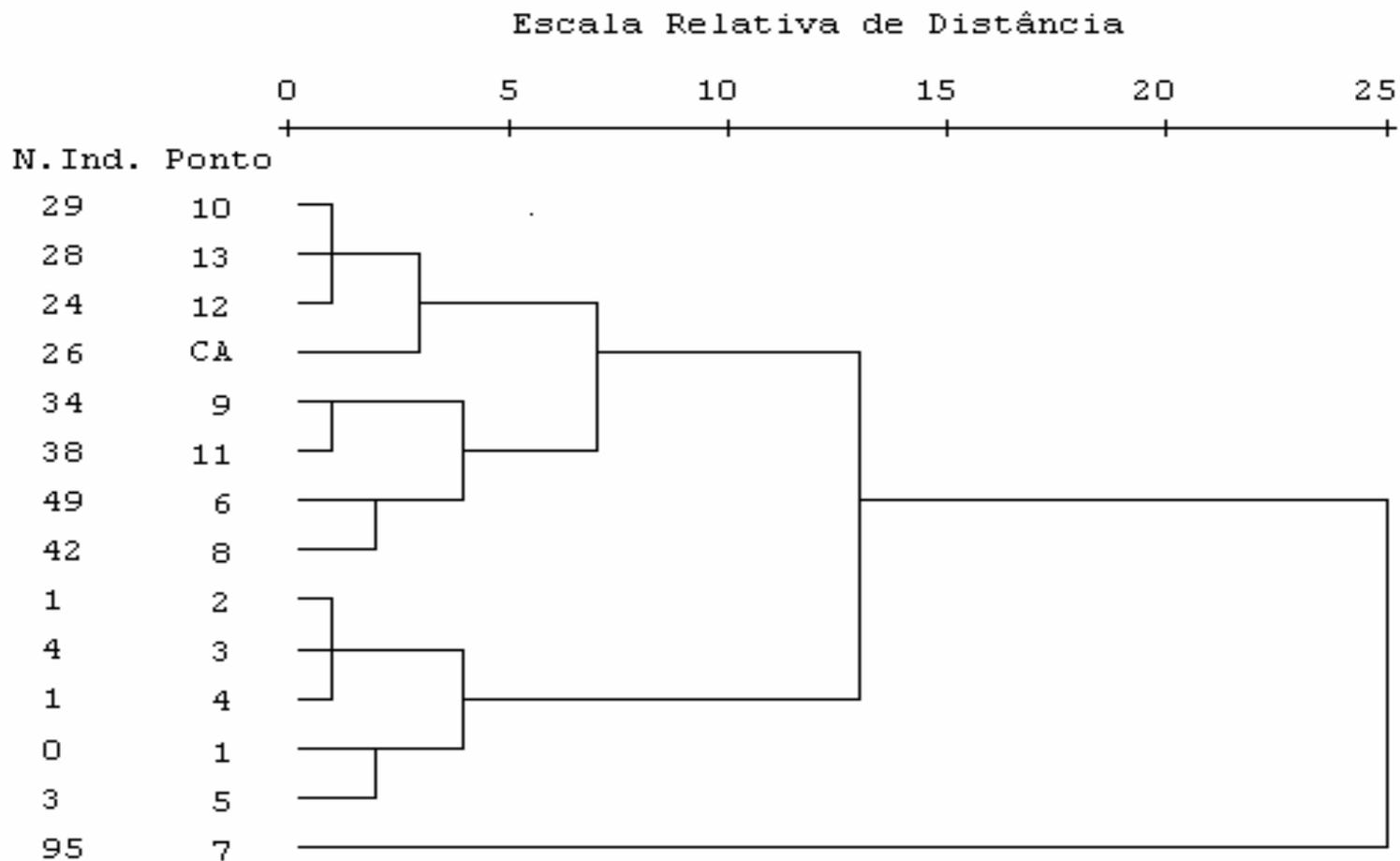


Figura 54. Dendrograma de similaridade entre pontos amostrais (Distância Euclidiana, agrupamento pelo vizinho mais distante) considerando dados de abundância de *H. reidi*, salinidade mínima, salinidade média e velocidade de corrente no estuário do rio Maracáipe, Ipojuca, PE, entre junho de 2001 e julho de 2003.

DISCUSSÃO

Período/Pico Reprodutivo e Fatores Proximais

Segundo Hatcher et al. (1989), a estação reprodutiva para peixes de regiões temperadas, é curta e determinada por fatores externos como a luz e temperatura. Para espécies tropicais, é usualmente mais extensa e freqüentemente governada por duas estações de monções, baseadas em regimes de chuvas e padrões de correntes. De acordo com Taylor (1990), espécies estuarinas desovam repetidamente durante longa estação reprodutiva, sendo que a duração desta estação varia com a espécie, havendo também uma variação intraespecífica em relação à latitude e, que a depleção das reservas energéticas, altas temperaturas e reduzida disponibilidade alimentar, podem interromper a desova durante o ciclo anual. Vincent (1990) observou que *H. reidi* em laboratório manteve-se reprodutiva por mais de oito meses e que o período reprodutivo, neste caso, não foi influenciado por monções ou temperatura. De acordo com Lourie et al. (1999), *Hippocampus* varia seu período reprodutivo de dois a nove meses, dependendo da espécie e distribuição geográfica. Embora, esta autora não apresente dados para *H. reidi*, afirma que *H. kuda*, que também habita estuários, na Indonésia, mantém seu período reprodutivo durante a estação chuvosa. Segundo Foster & Vincent (2004), *Hippocampus trimaculatus*, na China, apresenta um pico reprodutivo entre março e maio, porém mantém-se reprodutiva todo ano em temperaturas constantes. Para *H. comes*, nas Filipinas, existe um pico reprodutivo na estação chuvosa (julho a dezembro), com manutenção da atividade reprodutiva ao longo do ano (Perante et al., 2002). Neste trabalho, *H. reidi* sustenta a função reprodutiva durante todo ano, embora seu pico reprodutivo situe-se entre os meses de junho e outubro, abrangendo, para o nordeste brasileiro, o inverno (estação chuvosa) e parte da primavera. Esta intensidade reprodutiva relacionada ao período das chuvas pode estar associada a um maior aporte alimentar para os juvenis, com a intensificação da produção secundária (Day, Jr. et al., 1989), visto que muitas espécies de peixes estuarino-dependentes ou residentes, mantêm este padrão de reprodução afim de que sua prole, ao nascer, possua os recursos alimentares necessários às fases iniciais de vida, consideradas as mais críticas. Segundo Bye (1990), desovar durante o inverno e primavera, é uma estratégia muito comum em peixes tropicais e pode estar associado aos padrões de correntes, que nesta época são predominantemente costeiras promovendo as ressurgências.

O fotoperíodo e temperatura, fatores proximais que estabelecem e mantêm a atividade reprodutiva para a maioria das espécies, onde dias mais longos e temperaturas mais elevadas seriam o sinal para o estabelecimento do período reprodutivo em latitudes maiores, podem ocorrer de forma inversa em latitudes menores. Segundo Taylor (1990), dias curtos seriam mais efetivos que longos dias sobre a maturação de algumas espécies, ocorrendo ainda que Gobídeos, por exemplo, não respondem ao fotoperíodo. Um outro peixe estuarino, *Oryzias javanicus* desova todo o ano (1° acima da linha do equador), em curto ou longo fotoperíodo. *Fundulus confluentus* (28°N) desova de janeiro a outubro, mostrando maior dependência da temperatura que do fotoperíodo. Para *Gillicthys mirabilis* (estuarino), na costa de Califórnia (24° a 38°N), as populações do norte desovam entre dezembro e junho, enquanto que as do limite sul, desovam muitos meses antes, mostrando maior dependência da temperatura (22° C ou mais). Em relação ao fotoperíodo, houve um indicativo de que o dia mais curto foi mais efetivo na indução do desenvolvimento e maturação gonadal neste peixe. Ainda segundo o mesmo autor, em alguns casos, os picos de desova ocorrem na primavera e outono (*Blennius cristatus*), sugerindo intolerância às altas temperaturas do verão, ou que em altas temperaturas, a redução de itens alimentares pode interromper o ciclo reprodutivo anual de desova dos peixes estuarinos. *Fundulus confluentus* e *G. mirabilis* são espécies de baixa latitude que iniciam longa estação de desova no inverno, sugerindo maior dependências da temperatura que do fotoperíodo e que dias curtos são mais efetivos que longos na promoção do amadurecimento das espécies, bem como a inibição da desova por altas temperaturas pode ser fator comum aos ciprinodontídeos e gobídeos estuarinos.

A longa estação reprodutiva de *H. reidi* em baixas latitudes (8°32' a 14,9"S) concordam com os dados das espécies anteriores, ainda que sejam grupos taxonômicos distintos, pois neste caso, estamos comparando estratégias reprodutivas de peixes estuarinos e como *H. reidi* se assemelha a estes teleósteos. O pico reprodutivo de *H. reidi* entre junho e outubro, sugere um sinergismo entre salinidade, temperatura e fotoperíodo. Associado às menores salinidades do inverno, está um maior aporte alimentar, uma menor permanência no estuário de visitantes marinhos potenciais predadores e, dias mais curtos que possivelmente expõe em menor intensidade, os alevinos recém-nascidos. A diminuição das horas de luminosidade, diminuindo o tempo de exposição da prole ao predador, associada ao período chuvoso e subseqüente enriquecimento no aporte alimentar, uma menor temperatura que favorece o metabolismo reprodutivo e somático

da espécie, evitando depleção das reservas energéticas, levariam ao amadurecimento gonadal sincronizado das populações, estabelecendo o pico reprodutivo.

Tamanho e idade de formação da bolsa incubadora

A formação da bolsa incubadora do macho é uma fase de grande importância no desenvolvimento do cavalo-marinho, pois permite a diferenciação sexual secundária: somente machos apresentam esta estrutura. Esta é a característica morfológica que permite determinar a estrutura da população de maneira mais segura. Segundo Lovett (1969), *H. abdominalis* (adulto atinge mais de 30 cm) forma sua bolsa incubadora entre 8 cm e 14 cm, aproximadamente com um ano de vida. Já para Lourie et al. (1999), *H. abdominalis* torna-se dimórfico sexualmente aos 6 meses de vida. Para Woods (2000_a), *H. abdominalis* cultivado teve sua primeira indicação de bolsa incubadora aos quatro meses, atingindo 8 cm de altura. *Hippocampus erectus* desenvolve sua bolsa entre 5 e 6 meses (Scarratt, 1995) e, de acordo com Teixeira & Musick (2001), esta espécie apresenta bolsa aos 4,0 cm de altura, enquanto para Herald & Rakowicz (1951), os primeiros indícios de formação de bolsa incubadora foram aos 3,5 meses quando atingiu, em média, 6,5 cm, não especificando a idade/tamanho alcançado de quando a bolsa foi completamente formada. Através de experimentos de laboratório, Wilson & Vincent (1998) observaram para *H. barbouri* a formação completa da bolsa aos 3,6 meses (11,0 cm), para *H. fuscus* aos 3,4 meses (10,1 cm) e para *H. kuda* foi aos 4,3 meses (13,3 cm).

A formação da bolsa incubadora em *H. reidi* no manguezal de Maracaípe, compreendeu a uma faixa entre 2,4 meses (6,7 cm) e 5,25 meses (11,1 cm), com média aos 4,3 meses, correspondendo a uma altura de 10 cm. A determinação da altura média de formação da bolsa incubadora permite visualizar a estrutura da população de um modo mais próximo ao real: peixes sem a presença desta estrutura até os 10,0 cm de altura são considerados juvenis (visualmente imaturos), a partir de 10,1 cm de altura e sem a presença de bolsa incubadora são considerados fêmeas e, com bolsa incubadora são machos. Baum et al. (2003) reconhecem que a falta de determinação deste parâmetro compromete a análise da estrutura populacional, superestimando o número de fêmeas. Os autores consideraram o menor macho observado com bolsa para determinar o tamanho de formação desta estrutura, porém muitos machos que formam suas bolsas após este tamanho, são quantificados como fêmeas, desviando a taxa sexual da

população. Até o presente trabalho, não havia critérios para o estudo da estrutura populacional de cavalos-marinhos, a determinação de uma altura média de formação da bolsa incubadora faz-se necessária para ordenar os dados. Embora saibamos que mesmo após os 10,0 cm de altura, ainda pode ocorrer a formação de bolsas incubadoras em machos, o erro a que estamos expostos é bem menor. Em nossas observações (n=23) ocorreram duas situações de bolsa incubadora em formação após os 10,0 cm (10,3 e 11,1 cm), enquanto que se fossemos considerar a altura do menor macho observado com bolsa incubadora em formação como a altura média de formação desta estrutura, este valor seria de 6,7 cm e, completamente formada aos 8,7 cm de altura, fazendo com que todos os espécimes acima deste valor (alguns deles, futuros machos) fossem classificados como fêmeas, desviando a taxa sexual.

Experiência prévia em cultivo e manutenção de cavalos-marinhos em laboratório (Silveira, 2000_a, observação pessoal) mostrou que condições inadequadas, como de alimentação, conduzem a um lento crescimento, retardando o desenvolvimento de estruturas como a bolsa incubadora. As espécies de cavalos-marinhos citadas anteriormente, incluíram espécimes de cultivo (*ex situ*) e de ambiente natural (*in situ*), cuja formação da bolsa incubadora ocorreu entre 4,0 cm e 13,3 cm, compreendendo idades entre 4 meses e um ano. Esta é uma ampla variação que poderia ser explicada por além das características de cada espécie, a origem dos dados (*ex situ*, *in situ*), levando-se em conta ainda a distribuição geográfica e seu respectivo clima (tropical ou temperado), importante determinante na dinâmica de cada espécie.

Tamanho e idade de primeira maturação gonadal (L_{50})

Segundo Vazzoler (1996), com a proximidade da idade de primeira maturação gonadal, fatores ambientais atuam sobre os indivíduos, determinando onde e quando cada espécie se reproduzirá, de modo a maximizar a disponibilidade adequada do alimento e minimizar os riscos de predação sobre a prole. Nas fases iniciais de desenvolvimento dos juvenis, a energia alocada dos alimentos é utilizada quase que totalmente para o crescimento somático, até que se atinja o tamanho mínimo crítico, quando se iniciam os processos de desenvolvimento gonadal. A partir daí, parte da energia é alocada para o desenvolvimento gonadal e os eventos reprodutivos que se instauram com o L_{50} , aqui tratado por altura média de primeira maturação gonadal.

De acordo com Foster & Vincent (2004), o tamanho da primeira maturação gonadal em cavalos-marinhos é normalmente subestimado, pois é considerado como sendo o tamanho do macho ao apresentar bolsa incubadora completamente desenvolvida (Wilson & Vincent, 1998; Baun et al., 2003). Ainda de acordo com Foster & Vincent (2004), o desenvolvimento da bolsa incubadora pode não ser um indicativo de maturidade fisiológica, como constatado em *H. trimaculatus* que desenvolve bolsa entre 8,0 e 9,0 cm de altura e matura sexualmente somente aos 12,0 cm, comprovado pela análise histológica dos testículos. E que, embora métodos alternativos definam como idade de primeira maturação gonadal, o tamanho do menor macho observado prenhe, o adequado é considerar o tamanho de primeira maturação gonadal como sendo a altura em que 50% dos machos de uma população apresentam-se prenhes, estando de acordo com a metodologia empregada neste trabalho. Para Lovett (1969), *H. abdominalis* (altura máxima de 32,2 cm) foi considerado maduro, a partir de 14,0 cm e 10,0 g, alcançando nesta fase, 12 meses de vida, enquanto que para Forteath (1997), esta mesma espécie alcança maturidade sexual aos 8 meses. *Hippocampus trimaculatus* (15,0 cm de altura) atinge maturidade sexual entre 4-10 meses de vida, com altura de 12,0-14,0 cm; *Hippocampus japonicus* (8,0 cm de altura) matura entre 3-8 meses, com 4,5-5,5 cm de altura (FAO, 1990); *H. kuda* inicia sua vida reprodutiva entre 9-12 meses (FAO, 1990) e entre 7-8 meses, de acordo com Lourie et al. (1999). Ainda segundo estes autores, muitas espécies de *Hippocampus* maturam durante a primeira estação reprodutiva após o nascimento, com idade entre 6 e 20 meses. Apenas espécimes de pequeno porte como, *H. zosterae* (altura máxima de 3,8 cm) maturam aos 3 meses de vida (Strawn, 1953), mas o fato é que a grande maioria das espécies de cavalos-marinhos carecem de estudos sobre sua biologia.

Para *H. reidi*, determinou-se uma altura média de formação da bolsa incubadora aos 10,0 cm e altura média de primeira maturação de 12,3 cm, alcançada em torno dos 7,0 meses de vida, com um peso médio de 12,4 g. Os extremos de altura encontrados para machos receptivos e prenhes foram de 9,7 cm e 17,7 cm, respectivamente. Silveira & Fontoura (2004) determinaram para *H. reidi* uma altura média de primeira maturação gonadal de 13,5 cm com base no modelo padrão da curva logística segundo Vazzoler (1996). Porém, observaram que nem todos machos aptos para reprodução encontravam-se prenhes, de forma que uma curva logística com assíntota em 1 (padrão), superestimou o tamanho de primeira maturação e por este motivo, optaram pelo cálculo com uma assíntota variável no presente trabalho. Este cálculo revelou que os

machos permanecem grávidos a maior parte do tempo, em média, 74,1%, estando de acordo com o observado por Martin-Smith et al. (2004) que afirmaram ser um problema para o comércio, a proibição da pesca dos machos grávidos, por estarem neste estado a maior parte do tempo.

Segundo Wilson & Vincent (1998), *Hippocampus barbouri*, *Hippocampus hippocampus*, *H. fuscus* e *H. igens* alcançam maturidade entre 4 e 5 meses, porém, a idade não é considerado o melhor indicativo para maturidade. A altura do indivíduo é o melhor indicativo, pois foi observado que populações de *H. trimaculatus* do sul e norte da China, maturaram com o mesmo tamanho e uma diferença de dois meses entre as populações. Ao considerarmos a latitude, não foi observado *H. reidi* grávida em Maracáipe (clima tropical) antes dos 12,0 cm de altura, já esta mesma espécie foi encontrada procriando aos 8,0 cm de altura para a região sul do Brasil (clima temperado)(coleção LABAQUAC/PH 105).

Estrutura do ovário, tipo de ovo, fecundidade e tipo de desova

O ovário de *H. reidi* é, morfológicamente, semelhante ao de outros teleosteos, dois tubos cilíndricos, unidos em sua porção inferior, em forma de “Y”. O diferencial consiste no oviduto que se estende formando o ovopositor, estrutura retrátil que possibilita a transferência dos ovócitos para dentro da bolsa incubadora do macho, sem que haja contato destes com o meio externo (Selman et al., 1991; observação pessoal). Característica peculiar do ovário em *H. erectus* são as duas cristas germinais dorsais, de onde emanam folículos com o desenvolvimento de oôgonias, os ovócitos maduros encontram-se somente no lume do ovário; para *H. reidi*, encontramos a mesma disposição destas estruturas. Segundo Selman et al. (1991), o tamanho do ovócito maduro em *H. erectus* alcança de 2,4 a 2,6 mm de comprimento x 0,4 a 0,75 mm de largura. Para *H. fuscus*, o comprimento médio do ovócito foi de 2,27 mm (Vincent, 1990), enquanto que *H. reidi*, neste trabalho, apresentou tamanho do ovócito variando entre 1,5 e 2,0 mm x 1,0 mm, cujo espaço vitelínico ocupa em torno de 70% de seu volume, caracterizando um “ovo” telolécito, o que acorda com Azzarello (1991) e Silveira (2001_b). O tamanho do ovócito está relacionado ao comportamento reprodutivo, de modo que espécies com fecundação interna apresentam, em geral, maior volume de seus ovócitos do que as com fecundação externa e sem cuidado com a prole, (Vazzoler, 1996).

Segundo Vincent (1990), o tamanho do ovócito representa um compromisso entre as vantagens da alta fecundidade e o adequado suprimento para cada jovem, influenciando em 96,2% dos casos de variação no tamanho de jovens e que o tamanho do ovócito varia com a latitude: espécies de latitudes menores exibem menores ovócitos. Dentre os ovócitos das espécies de *Hippocampus* citadas anteriormente, os de *H. reidi*, neste trabalho, apresentaram o menor tamanho, estando de acordo com Vincent (1990) que observou para a espécie, pequenos ovócitos (1,2 mm) e maior número de desovas em relação às demais, sugerindo uma maior fecundidade.

A fecundidade depende do volume da cavidade celomática para abrigar o ovário maduro e do tamanho dos ovócitos, de forma a variar com o tamanho da fêmea, aumentando com seu crescimento e está mais relacionado ao comprimento do espécime do que à sua idade (Vazzoler, 1996). Embora o número amostral para desova em *H. reidi*, sem a presença do macho, tenha sido muito pequeno (n=3), os dados sugerem que a fecundidade aumenta com o tamanho da fêmea. Inclusive, estes dados foram obtidos nos meses de agosto e setembro, período determinado como pico reprodutivo (junho a outubro). Tanto o tamanho do ovo, quanto a fecundidade estão associados à latitude, podendo variar dentro da espécie (Vincent, 1990; Vazzoler, 1996).

O tipo de desova em peixes é caracterizada pela dinâmica do desenvolvimento ovocitário, pelas fases ovocitárias presentes, pela frequência de desova durante o período reprodutivo e o número desses períodos durante a vida (Vazzoler, 1996). Segundo Vincent (1990) os cavalos-marinhos realizam desova parcelada, maturando, ovulando e desovando parte de seus ovócitos pós-vitelogênicos a cada acasalamento. Entretanto, Teixeira & Musick (2001) observaram no ovário de *H. erectus*, o desenvolvimento de ovócitos de tamanhos similares, concluindo por desova do tipo total. Por definição, a desova total envolve a liberação de apenas um lote de ovócitos durante o período reprodutivo, não sendo o caso dos cavalos-marinhos, que desovam várias vezes durante o período reprodutivo (Vincent, 1990; Silveira, 2001_b, Silveira & Fontoura, 2004). Experimentos de laboratório (Pitanga & Silveira, 2005) comprovam a desova parcelada dos cavalos-marinhos, um casal formado mantém grande sincronia no amadurecimento final e desova de maneira a maximizar o potencial reprodutivo de ambos os sexos. Mesmo com uma rotina de reprodução em laboratório, não é confiável determinar, mediante exame visual, se uma fêmea está madura sexualmente. É necessário comprovar esta informação através da observação da cópula e futura prole, ou da resposta ao estímulo à desova. Em estudos de campo, torna-se ainda mais

desaconselhável, a classificação de fêmeas como espécimes maduros sexualmente, como ocorrido em Dias (2002) e Oliveira et al. (2005); segundo Baun et al. (2003), a coleta de dados desta forma não é confiável.

Tempo de Incubação, fertilidade, altura do recém-nascido e sucesso reprodutivo

A fertilidade em cavalos-marinhos varia entre as espécies e dentro delas e, em última instância, é limitada pela capacidade física da bolsa incubadora. Lourie et al. (1999), reuniram dados de biologia conhecidos para 32 espécies de cavalos-marinhos, dos quais, 14 delas possuíam registros relativos à formação de prole.

Como para qualquer espécie de vida aquática, o desenvolvimento embrionário que ocorre dentro da bolsa incubadora dos cavalos-marinhos varia com a temperatura da água e, naturalmente, com a espécie. Os cavalos-marinhos são espécies ovovivíparas, os ovos eclodem dentro da bolsa incubadora, sendo liberados indivíduos completamente formados (alevinos), capazes de natação e alimentação independentes, não recebendo qualquer cuidado parental (Boisseau, 1967; Azzarello, 1991; Mi et al., 1998; Silveira, 2001_a). *Hippocampus abdominalis*, a maior espécie conhecida (32,2 cm), possui um período de gestação de 28 dias com prole entre 300 e 700 juvenis de aproximadamente 13,0 mm de altura ao nascimento (Filleul, 1996). Para Woods (2000_a), esta mesma espécie exibiu ao nascer, 15,65 cm de altura, com fertilidade média de 269 alevinos por gestação (53-721). *Hippocampus zosterae*, cujo adulto atinge 3,8 cm, mantém gestação de 10 dias e o recém-nascido exibe altura média de 8,0 mm (Strawn, 1956), com prole entre 3 e 25 juvenis (Lourie et al., 1999). Espécies de porte intermediário, como *H. capensis* (11,2 cm) incubam seus embriões de 2-3 semanas, liberando juvenis entre 8,0-16,0 mm, em grupos de 7-95 indivíduos; *H. comes* (14,6 cm) incuba entre 2-3 semanas, liberando prole de 200-350 juvenis em torno de 10,0 mm. *Hippocampus fuscus* (12,0 cm) incuba por 14 dias e libera prole entre 20 e 110 juvenis com 10,0 mm; *H. hippocampus* (13,0 cm) incuba em torno de 400 juvenis com 10,0 mm de altura, por período de 14-15 dias; *H. whitei* (13,0 cm) incuba de 21-22 dias, entre 100-250 juvenis com aproximadamente 8,5 mm, enquanto que *H. trimaculatus* (15,0 cm) incuba entre 400-1000 juvenis (Lourie et al. 1999). Para *H. reidi*, segundo Vincent (1990), o adulto atinge 17,5 cm e sua bolsa incubadora comporta entre 200 e 1572 juvenis, tempo de incubação de 14 dias com altura média de 7,0 mm ao nascimento. Neste trabalho, durante as coletas

em Maracaípe, o maior espécime de *H. reidi* observado alcançou altura máxima de 17,7 cm (embora o maior espécime de *H. reidi* coletado no estado de Pernambuco tenha atingido 18,7 cm de altura), com um período de gestação de 12 dias, prole média de 691,4 (213- 1.355) juvenis com altura média de 6,0 mm ao nascimento.

Neste trabalho, os machos gestantes que tiveram seus pesos anotados antes e após a liberação dos juvenis da bolsa incubadora, sugerem uma diferença no peso que aumenta com o número de juvenis incubados. Houve correlação entre o número de embriões incubados e a variação no peso dos machos gestantes e pós gestação, bem como entre o peso e a altura dos mesmos, porém não houve correlação entre a altura do macho e número de embriões incubados, indicando que o tamanho da prole, além de ser condicionado pelo espaço físico da bolsa incubadora é dependente, naturalmente, da fecundidade da fêmea. Vincent (1990) encontrou correlação entre o peso total da prole e volume da bolsa incubadora. Segundo Vincent & Giles (2003), o tamanho da prole mostrou uma relação linear positiva com o peso e altura da fêmea, não mostrando correlação significativa com qualquer medida do macho, sendo um resultado da produção de mais ovócitos por fêmeas maiores.

De acordo com Tresher (1998), da mesma forma que o tamanho do ovócito, o tamanho do juvenil varia em função da latitude e não está relacionado ao tamanho do macho. Acredita-se que esta relação possa ser derivada de variáveis ambientais, como o fotoperíodo e temperatura, que em latitudes maiores resultariam num aumento do tamanho do ovo e do juvenil ao nascimento, sendo o contrário em latitudes menores.

Segundo Foster & Vincent (2004), o sucesso reprodutivo é estimado pelo número total da prole, número de acasalamentos por estação reprodutiva, número de estações reprodutivas no ano e a taxa de sobrevivência da prole. E que os indicadores do sucesso reprodutivo de maior facilidade de medição seriam o número e tamanho da prole. Segundo estes autores, os cavalos-marinhos ao nascimento, apresentam tamanho maior que outros teleósteos marinhos, pois já nascem alevinos, enquanto que os demais nascem sob forma larval. O aumento do tamanho corpóreo ao nascimento sugere um aumento na taxa de sobrevivência, porém a baixa fecundidade/fertilidade dos cavalos-marinhos (fecundidade máxima observada de 1600 ovócitos por lote) quando comparada a outros teleósteos marinhos, como *Sardinella brasiliensis* (fecundidade estimada de 38.000 ovócitos por lote; Vazzoler, 1996), não permite concluir por um aumento na taxa de sobrevivência baseado apenas no aumento do tamanho corpóreo. Observações *in situ*, neste trabalho, revelaram a imediata predação sobre os alevinos de *H. reidi* liberados no

manguezal de Maracaípe, após nascimento em laboratório. Pequenos peixes carnívoros prontamente devoraram a prole dos cavalos-marinhos, cujos indivíduos apresentavam altura entre 5,0 e 7,0 mm, mesmo possuindo estes, o esqueleto ósseo externo formado. Muitos alevinos eram levados pela correnteza para o mar ou para o interior do estuário, conforme a maré, talvez estes encontrassem chance de sobrevivência. Na verdade, os cavalos-marinhos nascidos no manguezal, possivelmente apresentem uma taxa de sobrevivência maior que a dos alevinos liberados por nós, já que o nascimento destes peixes ocorre normalmente à noite, diminuindo os riscos de predação imediata pela escuridão e talvez, o macho possua um sítio específico para liberação da prole.

Ainda não conhecemos uma metodologia que possa estimar a taxa de sobrevivência dos cavalos-marinhos, acompanhando a dispersão e crescimento do recém-nascido. Não entendemos ser possível medir o sucesso reprodutivo sem a estimativa da taxa de sobrevivência, embora sejam muito importantes as demais informações tomadas como indicadores do sucesso reprodutivo, expostas por Foster & Vincent (2004).

Comportamento de corte, acasalamento e demais interações

Segundo Foster & Vincent (2004), a maioria das espécies de cavalos-marinhos exibem comportamento monogâmico, existindo um aparente baixo nível de poligamia registrado para *H. abdominalis*, *H. subelongatus*, *H. fuscus* e *H. guttulatus*. De acordo com Vincent et al. (2004), a monogamia é mantida porque os benefícios da poligamia foram reduzidos: pequenas diferenças no potencial reprodutivo de machos e fêmeas e a manutenção do par aumenta o sucesso reprodutivo com sucessivos acasalamentos. A corte em *H. reidi* ocorreu de maneira semelhante às descritas para outras espécies de *Hippocampus* (Vincent, 1990; Masonjones & Lewis, 1996; Garrick-Maidment, 1997), confirmando o comportamento registrado para esta espécie em Silveira (2000_a). O comportamento monogâmico em *H. reidi*, neste trabalho, foi observado em 95,08% dos casos, sendo que a quebra na manutenção dos pares formados ocorreu sempre por iniciativa dos machos, quando um deles (M90) copulou com duas fêmeas no intervalo de 24 h (F59 e F32). Embora este fato nunca tenha sido relatado, acreditamos que houve fertilização dos ovos das duas fêmeas na bolsa incubadora do M90, em função dos movimentos que o macho apresentou na segunda cópula: o cuidado de não abrir o orifício

da bolsa durante os movimentos de corte, não sendo possível visualizar a abertura do orifício da bolsa, nem mesmo na cópula. Após, balançou-se lateralmente para acomodação dos ovos, como no primeiro acasalamento, tendo excedido a capacidade de sua bolsa em 86 ovócitos, que caíram no fundo do aquário. Poderia se pensar que os ovócitos excedentes ocorreram, justamente pelo fato da bolsa já estar cheia com os ovos da primeira fêmea, se assim fosse, o macho não solicitaria que uma segunda fêmea depositasse mais ovos em sua bolsa, despendendo para isso, maior energia em uma segunda cópula. Segundo Lourie et al. (1999) *H. fuscus* em laboratório, não demonstrou monogamia, da mesma forma *H. abdominalis* (Woods, 2000_b). Em ambiente natural, *H. subelongatus* do oeste Australiano, também não mostrou monogamia em seis de 14 casais estudados em pregnancies sucessivas durante a estação reprodutiva (Kvarnemo et al., 2000). O fato de dupla cópula em *H. reidi*, também explicaria, uma bolsa conter embriões em diferentes fases de desenvolvimento, como já foi observado em Silveira (2001_b).

Interações intra-sexuais ocorreram em laboratório, particularmente, em aquários onde foram isolados machos e fêmeas. Machos cortejaram machos e fêmeas cortejaram fêmeas com o desenvolvimento de coloração nupcial e movimentos característicos de corte. Vincent (1990) observou interações macho/macho em aquários onde não haviam mais fêmeas. As fêmeas do presente experimento que desenvolveram características de formação de bolsa incubadora foram capturadas com este sinal, mostrando que não é uma situação induzida pelo isolamento entre fêmeas em laboratório e, que talvez, inadequadas condições de laboratório em relação às características químicas da água ou de alimentação dos animais tenham interrompido a evolução do processo de formação da bolsa incubadora em fêmeas. O fato é, que durante os dois anos de recaptura, não foi possível comprovar esta situação. Vincent (1990) observou em espécimes de laboratório, a coloração diferenciada na face ventral dos primeiros anéis caudais de fêmeas, referindo-se a ela como uma pigmentação sem valor significativo. Vincent (1994) afirma que a taxa sexual operacional (TSO) é sempre tendenciosa para machos em cavalos-marinhos não pareados, explicando ser este o motivo pelo qual os machos competem pelo acasalamento (e não a fêmea como no peixe-cachimbo), mas não explica porque a TSO é tendenciosa para machos. Isto poderia ser explicado por uma maior mortalidade de fêmeas, já que apresentaram maior deslocamento com conseqüente maior exposição e vulnerabilidade a predadores, ou pela formação de machos secundários, admitindo-se o hermafroditismo protogínico em cavalos-marinhos, o que necessita de amplos estudos e

comprovação. Porém, as situações descritas neste trabalho, permitem inferir um passado de reversão sexual em cavalos-marinhos, com este sinal de formação de bolsa incubadora em fêmeas sendo resquício desta estratégia ou, evolução a partir de um ancestral hermafrodita, como já foi sugerido por Selman et al. (1991), ao propor que o ovário dos cavalos-marinhos (duas cristas germinais) evoluiu a partir do ovário do peixe-cachimbo (uma crista germinal), de comportamento poligâmico e hermafrodita, muito comum dentro da família Syngnathidae. Em termos de filogenia, Herald (1959) acreditava que a bolsa evertida do peixe-cachimbo (*Syngnathus*) tivesse dado origem à bolsa selada dos cavalos-marinhos (*Hippocampus*), porém Wilson et al. (2001, 2003), afirmam que ambos possuíram um ancestral comum, o qual diversificou nas formas de incubação caudal (Urophori, Synganthinae) e abdominal (Gastrophori, Hippocampinae). A suposição deste trabalho, de um passado de reversão sexual em cavalos-marinhos ou evolução a partir de um ancestral hermafrodita baseado em sinais morfológicos atuais é consistente com esta diversificação.

Estrutura da População e Proporção Sexual

Em 2001 e 2002, o número de machos de *H. reidi* em idade reprodutiva excedeu o de fêmeas, porém a diferença foi significativa somente no primeiro ano, enquanto que em 2003 a taxa sexual foi de 1:1. Vincent (1994), observou uma TSO tendenciosa para machos, enquanto que Teixeira & Musick (2001) encontraram uma TSO fortemente tendenciosa para fêmeas em *H. erectus* na baía de Chesapeake, Virginia, o que talvez reflita um problema no número amostral. Embora tenham coletado um número significativo de cavalos-marinhos (n=448), somente 136 tiveram suas gônadas analisadas, resultando numa razão sexual de 0,6:1. Dias (2002), encontrou para *H. reidi*, em um estuário no estado do Rio Grande do Norte, 39 machos, 46 fêmeas e sete juvenis (n=92), além do baixo número amostral, os critérios de classificação de jovem e adulto são muito subjetivos, não atribuído segurança à informação. Dias (*op. cit.*) descreve, por exemplo, fêmea com altura de 5 cm e espécime com sexo não identificado aos 10 cm de altura, apenas com base no exame visual. O juvenil (sem as características sexuais secundárias, abaixo de 10 cm de altura) possui o fenótipo de uma fêmea. Desde que não se tenha determinado o tamanho médio de formação da bolsa incubadora, não se pode distinguir a fêmea, do juvenil de um futuro macho, o que acarreta em diferenças na taxa sexual e,

conseqüente equívoco na determinação da estrutura de uma população de cavalos-marinhos, pois esta tenderá sempre a ter mais fêmeas. Outro exemplo desta situação, podemos citar Oliveira et al. (2005) que encontraram 53% de fêmeas, 43% de machos e 4% de juvenis (n=80) de *H. reidi* num estuário do estado de Pernambuco. Ao estimarmos a altura média de formação da bolsa incubadora, podemos avaliar a estrutura da população, de forma que esta se constituirá sempre de machos e fêmeas em idade reprodutiva, a partir da altura média de primeira maturação gonadal (12,3 cm); jovens em idade pré-maturacional (a partir da altura média de formação da bolsa incubadora até a altura média de primeira maturação gonadal) e os juvenis, sem as características sexuais secundárias, abaixo deste valor (valor médio de formação da bolsa incubadora). Baun et al. (2003) trabalhando com *H. erectus*, oriundos do descarte da pesca do camarão, distinguiram machos adultos de fêmeas e juvenis, pela presença de bolsa incubadora, usando o comprimento padrão do menor macho capturado com bolsa (10,53 cm) como divisão entre adultos e juvenis e, assumindo que fêmeas e machos maturam no mesmo tamanho. Porém, ao obterem uma taxa sexual de 0,42:1, concluíram que esta metodologia pode sobreestimar o número de fêmeas, porque machos que formam bolsa incubadora depois deste tamanho seriam incluídos como fêmeas e, que o estado reprodutivo de fêmeas não se pode estimar visualmente, pois não é um dado confiável. Os estudos de Baun et al. (2003) reconhecem a necessidade da determinação de uma idade média de formação da bolsa incubadora, como foi descrito neste trabalho, para um estudo mais próximo da realidade sobre a estrutura da população de cavalos-marinhos.

A população de cavalos-marinhos de Maracaípe amostrada apresentou-se jovem, apenas oito animais revelaram idade superior a dois anos (>17,0 cm), o que pode refletir a pesca seletiva sobre os maiores tamanhos para o comércio de ornamentais e simpatias, estando de acordo com Vincent & Giles (2003) que ressaltaram a pesca seletiva sobre os maiores espécimes de cavalos-marinhos.

Crescimento em Altura e Longevidade

Segundo Herald & Racowiks (1951), o crescimento em altura (médias) de *H. erectus* cultivado a partir de 1,59 cm ao nascimento, atingiu 3,81 cm ao final do primeiro mês, 5,02 cm para o segundo mês, 6,35 cm no terceiro mês, 7,62 no quarto mês e crescimento lento e gradual até o décimo mês, quando atingiu 13,97 cm. Os incrementos

mensais variaram de 2,22 cm a 1,06 cm até o décimo mês; comenta ainda que, dentro de uma mesma idade o tamanho variou muito, sendo que no grupo dos animais com seis meses, houve peixes com altura de quatro e de oito meses. Quando cultivado por Correa et al. (1989), *H. erectus* a partir do nascimento (1,30 cm), alcançou 3,34 cm de altura ao final de 35 dias, 10,0 cm aos três meses, quando começou a apresentar dimorfismo sexual pela formação da bolsa incubadora. Aos sete meses, atingiu 14,62 cm e peso de 6,64 g, a partir daí, apresentou muitos problemas referentes a saúde, com alta mortalidade. Bustamante & Salas (1999), estudando *H. igens* a partir do nascimento (0,7 cm), observaram aos sete dias uma altura de 1,4 cm, em um mês, 2,7 cm e, aos dois meses, 6,3 cm. Considerando as alturas ao nascimento das demais espécies, algumas como sendo o dobro ou mais da altura de *H. reidi*, vê-se um desenvolvimento inicial e final relativamente semelhante, estando as diferenças no desenvolvimento a cargo das taxas de crescimento específicas e as condições em que foram coletados os dados (*ex situ, in situ*).

Woods (2000_a) observou em *H. abdominalis*, a partir do nascimento (1,59 cm), determinado taxa de desenvolvimento que foi interrompida, quando a partir dos quatro meses (8,0 cm) o macho começou a desenvolver a bolsa incubadora e houve, em ambos os sexos, aprofundamento e espessamento do abdome. A partir dos cinco meses identificou o “ponto de inflexão”, se referindo ao período que compreende a preparação do jovem cavalo-marinho para a vida reprodutiva. De acordo com Vazzoler (1996), nas fases iniciais do desenvolvimento a energia alocada dos alimentos é direcionada para o desenvolvimento somático, proporcionando as diferentes taxas de crescimento das espécies, até que em determinado tamanho iniciam-se os processos de desenvolvimento gonadal, conhecido como tamanho mínimo crítico, equivalendo ao ponto de inflexão de Woods (2000_a). Para *H. reidi*, neste trabalho, o tamanho mínimo crítico foi estabelecido entre 10,1 cm e 12,0 cm, intervalo que precede L_{50} (12,3 cm), chamado aqui por idade pré-maturacional. Cabe lembrar que todos os eventos determinados neste trabalho foram baseados no desenvolvimento de machos, que apresentaram altura média excedendo as fêmeas em 0,4-0,6 cm. Para *H. kelloggi* (adulto 25 cm) apresentou-se um padrão semelhante de crescimento, atingindo L_{50} aos 17,0 cm para o macho e 16,5 cm para fêmea (Bala Subramanian Ramasamy, comunicação pessoal). Os parâmetros de von Bertalanffy obtidos para a curva de crescimento de *H. reidi* foram uma altura média máxima de 16,9 cm (L_{inf}) e uma taxa de crescimento (K) igual a 0,194, dados subestimados pela falta de captura sobre os maiores tamanhos. Isto ocorreria pela

pressão exercida sobre os maiores tamanhos (pesca seletiva), retirando do ambiente os peixes com maiores taxas de crescimento individual, ou seja, os espécimes que atingem com maior rapidez os maiores tamanhos, fazendo com que a população amostrada se restrinja aos peixes com as menores taxas de crescimento. Para *H. comes* (Perant et. al., 2002; Martin-Smith et al., 2004) foi calculado um L_{inf} de 26,0 cm, a partir do tamanho máximo observado de 20,5 cm e um K igual a 0,89, porém trabalharam com a medida de comprimento padrão. A taxa de crescimento, neste caso (0,89), maior que a obtida para *H. reidi* no presente trabalho (0,194), pode ser atribuída, além da variabilidade específica, ao fato do trabalho com *H. comes* ter sido desenvolvido dentro de uma área de preservação, sem a interferência da pesca. Assim, os resultados para *H. comes* poderiam representar a taxa média de crescimento da espécie, enquanto que os resultados obtidos para *H. reidi*, refletiriam, possivelmente, a parcela da população que cresce mais lentamente.

Segundo Lourie et al. (1999), *H. comes* (14,6 cm de altura) apresenta um período de desova superior a três anos e atinge maturidade sexual aos quatro meses de vida. Já para Martin-Smith et al. (2004), esta mesma espécie alcança comprimento padrão de 20,5 cm e longevidade estimada de 2,7 a 3,6 anos. *Hippocampus zosterae* tem sido observado por várias gerações, maturando aos três meses, com longevidade de dois anos, porém o adulto atinge altura máxima de 3,8 cm.

Para *H. reidi* com 17,7 cm de altura (tamanho máximo observado em Maracaípe), o tamanho do período de desova não é ainda conhecido, porém, neste trabalho estimou-se uma longevidade real próxima aos cinco anos (dados de laboratório), enquanto que os dados de captura, marcação e recaptura apontaram para uma longevidade subestimada de 15,4 meses, devido à falta de recapturas sobre os espécimes de maior porte, situação comum em estudos de peixes (Fenômeno de Rosa Lee) como observado em Lewis & Fontoura (2005). Tal fato, em cavalos-marinhos, é explicado pela pesca seletiva sobre os grandes espécimes para o comércio de ornamentais e de remédios caseiros, corroborado pelo fato de adquirirmos neste comércio, vários indivíduos de maior porte, um deles atingido 18,7 cm de altura, o maior tamanho registrado por nós no estado de Pernambuco. Já, para o estado de Alagoas, possuímos em nossa coleção (LABAQUAC/PH nº 3), macho de *H. reidi* com 20,7 cm de altura. Segundo Foster & Vincent (2004), a altura máxima de uma espécie não parece variar com a latitude, embora *H. abdominalis* tenha exibido maior altura em latitudes maiores, podendo ser uma resposta, principalmente à temperatura. Por serem estados vizinhos (Pernambuco e

Alagoas), estando dentro de uma mesma região e clima, esperava-se não encontrar diferenças na altura máxima entre populações naturais de *H. reidi*. Assim, somos levados a pensar que mais uma vez a pesca sobre os maiores tamanhos vem agindo com grande pressão sobre as populações de cavalos-marinhos, mascarando a altura máxima da espécie e levando a estimativas que não correspondem à realidade.

Relação Peso/Altura

Para os espécimes juvenis, até 10,0 cm (altura média de formação da bolsa incubadora) foi observada uma variação de peso a partir do menor espécime capturado (3,1 cm), de 0,200 g ao maior (10,0 cm) de 3,475 g. Não encontramos diferença entre o peso dos juvenis registrado na alta e na baixa estação reprodutiva.

Em relação ao sexo, o crescimento em peso revelou que os machos adquirem maior peso que fêmeas de mesma idade, fato que tem sido registrado por vários autores (Lovett, 1969; Vincent, 1990; Filleul, 1996). Além de o macho ser maior que a fêmea em média 0,5 cm, a estrutura física da bolsa incubadora impõe maior peso aos machos, como pode ser observado em *H. reidi*, neste trabalho, através da relação peso x altura que revelou um crescimento isométrico para machos e alométrico negativo para fêmeas. Não encontramos dados de crescimento em peso na literatura, o que dificulta comparações, somente Woods (2000_b) disponibiliza dados, porém são em peso seco, impossibilitando a comparação.

Deslocamento

O pontos amostrais no manguezal do rio Maracaípe, interiorizam o estuário a partir da boca da barra, somando aproximadamente dois quilômetros. Os maiores deslocamentos ocorridos entre os pontos foram realizados por fêmeas, em média de 273,7 m (8 m – 552 m) (n=9), embora o número amostral seja muito pequeno, há uma sugestão de maior exploração do ambiente por este sexo. Os machos deslocaram-se, em média 202,5 m (20 m – 458 m) (n=8), nenhum macho prenhe foi visto mudando de ponto durante o período de estudo, inclusive ocupavam diariamente o mesmo local,

estando de acordo com Vincent (1990), que relata um maior cuidado de machos grávidos em relação à exposição a predadores, ocupando uma área média de 1m². Vincent et al., (2005) afirma que pequenas áreas de ocupação são justificadas porque o custo do movimento é maior que os benefícios, em termos de sobrevivência, crescimento e reprodução e que é freqüente, entre peixes monógamos, a exibição de pequenas áreas de ocupação em relação aos polígamos. Segundo Dias (2002), *H. reidi* grávido foi observado em área de ocupação de 8m² e realizando deslocamento de 42 m, enquanto que outro macho grávido deslocou-se 145 m. Consideramos este padrão de deslocamento incomum para machos grávidos, porém a subjetividade dos critérios adotados para classificá-los como grávidos, possa ter interferido na coleta e interpretação dos dados. O macho receptivo (bolsa incubadora avolumada muito semelhante à bolsa grávida) descreveria melhor este comportamento, justificando o deslocamento pela procura de uma fêmea para acasalar. Inclusive, Dias (2002), relata deslocamento médio de 27 m/dia ($\pm 19,4$ m/dia) para o macho de *H. reidi* não grávido, enquanto que a fêmea apresentou deslocamento máximo de 40m/dia, deslocamentos menores que o relatado para os machos grávidos, pela mesma autora. Dias & Rosa (2001), relatam deslocamento de 143 m para *H. reidi*, enquanto que para *H. erectus*, apenas 8 m, porém não comentam o local, tamanho da área, nem número amostral. *Hippocampus comes*, nas Filipinas central, apresentou uma área de ocupação menor que um metro de diâmetro e a distância entre os pares foi menor que 50 cm, animais não pareados exibiram distâncias de 9 m, numa área de 1.650 m² (Perante et al., 2002). De acordo com Dias (2002), *H. reidi* apresenta área de ocupação de 4m² para machos e 3m² para fêmeas, curiosamente menores que o descrito no mesmo trabalho para machos grávidos. Foster & Vincent (2004) observaram uma diferença sexual em relação à área de ocupação, sempre com fêmeas exibindo maior área; para *H. whitei* (14,4 m² e 9 m²), *H. breviceps* (8,1 m² e 4,4 m²) e para *H. reidi*, 13,3 m² e 3,5 m², fêmeas e machos, respectivamente. Os machos das espécies citadas acima, ocuparam entre 26% e 62% do valor da área de suas fêmeas. Foster & Vincent (2004) não observaram diferença sexual na ocupação da área em *H. guttulatus* (12,2 m²) e *H. hippocampus* (7,8 m²). No presente trabalho, não foi possível observar a formação, manutenção e deslocamento entre os pares no ambiente, para o comportamento reprodutivo e demais interações sociais, foram utilizadas as observações de laboratório.

Densidade Populacional e Sazonalidade

Considerando os principais pontos de frequência de ocorrência (P6 ao P13), a densidade média anual de cavalos-marinhos no estuário do rio Maracaípe apresentou-se baixa ($0,006$ a $0,059/m^2$), seguindo a tendência observada em Foster & Vincent (2004) e Moreau & Vincent (2004), onde a densidade das espécies, em diversos ambientes, variou de $0,007$ a $0,51/m^2$. Considerando as estações do ano, neste trabalho, nota-se um aumento do verão ($0,023/m^2$) para o outono ($0,046/m^2$), alcançando os maiores valores no inverno ($0,137/m^2$) e voltando a diminuir na primavera ($0,035/m^2$). A densidade em relação à estrutura da comunidade, assim como a frequência absoluta, revelou em todas as estações, maiores valores para os machos, exceto no outono, quando as fêmeas os ultrapassaram em dois espécimes, porém as diferenças não foram significativas ($p > 0,05$) confirmando-se a proporção sexual 1:1, esperada para peixes monogâmicos. Ao contrário da crescente densidade da população de adultos, do verão para o inverno, com decréscimo na primavera, a população de juvenis apresentou-se oscilante, diminuindo do verão ($0,008/m^2$) para o outono ($0,005/m^2$), aumentando do outono para o inverno ($0,013/m^2$) e tornando a diminuir na primavera ($0,007/m^2$). Tal oscilação é vista em função de variáveis ambientais, como os grandes períodos de chuva que ocorreram de março a agosto, acentuando a força da correnteza do rio que, normalmente já exerce grande pressão sobre os juvenis na baixa-mar, acarretando a retirada de espécimes do estuário para o mar e aumentando a taxa de mortalidade. Principalmente no ano de 2002, as chuvas foram intensas de janeiro a agosto. O inverno (maior densidade de juvenis e de adultos observada), com suas chuvas que lavam as margens do rio tornando a água barrenta e, imprimindo maior velocidade à correnteza deste, quebrando a serenidade do espelho d'água, os dias nublados que limitam a penetração da luz no corpo d'água, tudo isso dificulta o acesso e a visualização dos cavalos-marinhos por pescadores e predadores, inclusive pela pesquisa de campo. Desta forma, o inverno contribui para a manutenção da população sem maiores pressões. Em ocasiões de tormentas, os cavalos-marinhos provavelmente migrem verticalmente, "ancorando-se" nos emaranhados das raízes dos mangues, pois em nenhum dia de chuva foram vistos por nós. Os adultos se mantêm no estuário com maior facilidade que os juvenis pela proporcional maior força e tamanho da cauda na utilização de substratos que os livrem da correnteza do rio. A padronização do esforço de captura em ind/dia mostrou que a estação de maior ocorrência de juvenis foi o verão ($2,4$ ind/dia) seguida da primavera (1 ind/dia), outono e

inverno com 0,6 ind/dia. Esta observação encontra respaldo nos dados de biologia determinados neste trabalho: uma maior frequência de juvenis aumentando da primavera para o verão, mostra serem oriundos do pico reprodutivo (junho-outubro), já que o juvenil (até 10 cm de altura), permanece neste estágio por aproximadamente quatro meses, a partir do nascimento. As menores frequências no outono/inverno (março a agosto) são oriundas dos eventos reprodutivos a partir de janeiro; os juvenis da primavera/verão (setembro a fevereiro) acima citados alcançarão o recrutamento no primeiro pico reprodutivo após seu nascimento. Animais nascidos até o princípio de março terão condições de iniciar vida reprodutiva dentro do primeiro pico de reprodução após seu nascimento, para os nascidos depois de março, a iniciação do ciclo reprodutivo ocorrerá na baixa estação. Para os adultos, tanto a densidade ($0,123/m^2$), frequência absoluta (110 ind) e esforço de captura (5,5 ind/dia) revelou ser o inverno, a estação com maior número de indivíduos convergindo para o pico reprodutivo.

Perante et al., (2002), estudaram *H. comes*, dentro de uma área de preservação ambiental nas Filipinas central, onde outrora teria havido intensa pesca de cavalos-marinhos, encontrando densidades diferenciais de acordo com o nível de exploração. Foi estimada a densidade dentro desta área ($0,02/m^2$) e fora dela ($0,004/m^2$), sendo levantado ainda, através de conversas com pescadores, dados de densidade anteriores a exploração. Em 1969, período considerado pré-exploração, haviam 20 e 10 cavalos-marinhos/ m^2 sobre corais e sargassum, respectivamente. Em 1985, considerado um período de baixa exploração, a condição anterior baixou para 5-10/ m^2 , já em 1995, a alta exploração reduziu as populações a densidades menores que $1/m^2$.

A densidade média anual de cavalos-marinhos no estuário do rio Maracaípe, durante o período de estudo foi de $0,06/m^2$, semelhante, porém superior à encontrada dentro da área de proteção estudada por Perante et al., (2002), após a fase de intensa exploração. Os pescadores e jangadeiros da região de Maracaípe foram unânimes em afirmar que há aproximadamente oito anos atrás, não era preciso nenhum esforço para encontrar cavalos-marinhos no manguezal de Maracaípe: “num mesmo gaitero (raiz de mangue) se via uns 10 ou mais”. Havia tantos, que eram dados de “lembança” aos turistas que visitavam o Pontal, dentro de copos descartáveis e com a orientação de colocar para secar, servindo de amuleto de sorte ou simpatia. A atual densidade estimada para o manguezal de Maracaípe, permite afirmar que a população encontra-se em declínio, possivelmente por dois fatores: alta contaminação ambiental que foi detectada através de análises de coliformes totais e fecais pela CPRH (Agência Estadual de Meio

Ambiente e Recursos Hídricos) e pesca. Inclusive, existe um indicativo biológico neste sentido, que está sendo monitorado por nós, através da observação de alta incidência de nematóides parasitas sobre os órgãos dos cavalos-marinhos de Maracaípe, especialmente o hepatopâncreas (Silveira, Alves & Faustino, em preparação). Há de se considerar outros possíveis contaminantes, já que esta é uma região de canaviais e, porque este estuário nunca havia sido monitorado antes da intervenção do Projeto Hippocampus.

Distribuição de *H. reidi* em função dos parâmetros ambientais

Durante os anos amostrais, a salinidade dentro do estuário, nos pontos de coleta, variou de 5 a 40 ppm, variação intensificada pela estação chuvosa (junho-agosto).

Os cavalos-marinhos são eurialinos, neste trabalho foram encontrados de 5 a 40 ppm, com preferência por salinidades em torno de 23-28 ppm. A análise de regressão mostrou que o número de indivíduos é mais significativo em salinidades médias ($p = 0,0006$, $r^2 = 0,6347$), do que em mínimas ($p = 0,00103$, $r^2 = 0,4345$), com as salinidades máximas ($p = 0,3737$, $r^2 = 0,0664$) sem interferência sobre a distribuição. Torna-se curioso, o fato de uma maior ocorrência dos animais em salinidades médias e mínimas, já que estes peixes possuem rins aglomerulares, cuja fisiologia é típica de peixes marinhos. Talvez este fato possa ser explicado pela fidelidade local, comportamento muito comum em cavalos-marinhos, que mantêm pequena área de ocupação, sem defesa de território (Foster & Vincent, 2004). Desta forma, permaneceriam no mesmo local, mesmo com salinidades diferentes das desejadas (eurialino), porém com o comportamento/conhecimento intrínseco de que em algumas horas, o fluxo da maré mudará esta situação. Não detectamos diferença nas salinidades utilizadas por juvenis após altura de 3,1 cm (menor tamanho capturado) ou adultos. Segundo a FAO (1980), são encontrados em salinidades variando entre 9 e 37 ppm e que a adaptação a salinidade está intimamente relacionada ao estágio de maturidade. Juvenis podem sobreviver em 15 ppm, enquanto que adultos podem tolerar salinidades de 6 ppm ou menos. Porém, em 2002, quando houve extenso período chuvoso em Maracaípe, chegando às menores salinidades registradas (5 ppm), os cavalos-marinhos coletados foram encontrados extremamente ofegantes e estressados, sendo mantidos em laboratório (salinidade entre 30-33 ppm), até sua recuperação. A maneira como este peixe

invadiu ambientes de salinidades menores que a do mar merece atenção dos fisiologistas, em função de seus rins aglomerulares. Possivelmente o custo/benefício desta invasão, suportando as variações de salinidade características dos estuários, tenha sido positivo para permanência neste *habitat*, onde a concentração de alimentos é grande, as águas são calmas e, a exposição a predadores é menor pelo abrigo nas raízes dos mangues que, em determinadas situações, formam verdadeiros túneis e labirintos, dificultando o acesso de predadores maiores.

A temperatura dentro do estuário não sofreu grandes variações, para o inverno ficou entre 26 e 29°C e durante o verão, entre 27,9 e 32°C. De acordo com a FAO (1980), os cavalos-marinhos distribuem-se em faixas limites de 5-36°C, conforme a espécie e região, porém a temperatura ótima está em torno de 28°C.

O estuário do rio Maracaípe é um corpo d'água visivelmente bem conservado, as águas são claras e transparentes durante o verão, a profundidade em que foram encontrados os cavalos-marinhos foram visíveis ao disco de Secchi. Apenas durante o inverno, quando choveu muito, as margens foram lavadas e a chuva carregou todo material particulado disponível; nestas ocasiões era impossível de ver os cavalos-marinhos.

A velocidade da correnteza apresentou-se numa faixa entre 0,6m/s - 0,06m/s; este parâmetro representa um importante fator na dispersão tanto do juvenil quanto do adulto. Houve uma correlação direta entre o número de indivíduos capturados e uma maior velocidade de correnteza ($p = 0,0148$, $r^2 = 0,4024$). Este fator pode estar ligado às médias salinidades, que acontecem sob influência da “descida” do rio na baixa-mar, remetendo à tese de fidelidade local novamente. Embora tenham sido mais abundantes até o valor de correnteza de 0,4 m/s, ao atingir valores de 0,6 m/s, a abundância decaiu, sugerindo que a partir daí, seja difícil a manutenção local dos indivíduos, ou sua visibilidade. Os cavalos-marinhos apresentam baixa mobilidade e preferência por águas calmas (Lourie, 1999), e são hábeis caçadores nesta situação, podemos observar diversas vezes a predação feita sobre os “pititingas” (pequenos camarões do mangue) que são extremamente abundantes e distribuídos através dos pontos amostrais, aparentemente de forma homogênea, em situações de baixa correnteza (0,1-0,2 m/s) ou sem correnteza. Velocidades maiores impedem a livre movimentação destes peixes, que optam por “ancorar” sua cauda em um substrato e esperar a força da correnteza diminuir, enquanto que a salinidade local baixa e torna a subir, de acordo com o ciclo de marés. Ainda assim, nos períodos mais críticos, como na estação das chuvas, é comum os cavalos-marinhos serem arrancados de dentro do manguezal para o mar, indo parar nas piscinas naturais de Porto de Galinhas, ou

mesmo na areia da praia, durante o trajeto, onde acabam morrendo quando não são resgatados em tempo. Jamais visualizou-se um recém-nascido (0,6 cm), o menor juvenil capturado foi de 3,1 cm e estava mantendo-se preso com a cauda nas raízes, um outro juvenil (3,5 cm) foi capturado em movimento involuntário, sendo levado ao interior do estuário pela força da corrente, enquanto a maré enchia. Assim como a força da corrente, sob influência da maré, é um importante veículo de dispersão, retirando e trazendo espécimes para dentro do estuário, em determinadas circunstâncias, ela impede o estabelecimento ou a manutenção de populações. Whitfield (1989), estudando o ictioplâncton de um estuário na África, encontrou *Syngnathus acus* e *H. capensis* deixando o estuário no mês de outubro, na baixa-mar durante a noite, em correnteza com velocidade de 0,90 m/seg (6.376 e 4.091 indivíduos, respectivamente). Da mesma forma, em novembro, registrou a entrada de 205 juvenis de *H. capensis*, enquanto que *S. acus* foi visto apenas saindo do estuário. Dias & Rosa (2003) observaram *H. reidi* durante a mudança de maré, sem realizar atividade aparente, apenas se deixando levar pela correnteza.

O sedimento foi representado em sua maioria por areia fina, em alguns pontos foi constituído de matéria orgânica em decomposição, produzindo cheiro característico de enxofre, isto freqüentemente nos pontos com depósito de material orgânico proveniente da maré e com pobre circulação de água (P1-P4, eventualmente e em alguns locais do P8, P10 e P11). Os substratos de *H. reidi* foram representados por pedras, troncos, galhos e raízes de *A. schaueriana* e *R. mangle*, sendo este último o preferido por estes peixes. Para Dias & Rosa (2003), as algas do gênero *Caulerpa* constituíram o mais importante substrato de *H. reidi* num estuário do Rio Grande do Norte. Em Maracáipe, ocorreu *Caulerpa taxifolia*, porém não se observou a utilização desta pelos cavalos-marinhos, possivelmente por se tratar de uma alga de porte pequeno e delicado, em Maracáipe não formou “bancos” ou grandes extensões que pudessem servir de abrigo. Os cavalos-marinhos mostraram preferência por substratos mais firmes como as raízes do mangues, troncos ou pedras, onde provavelmente, sentem maior segurança ao enrolar a cauda, buscando sua permanência no estuário.

A preferência por determinados pontos em relação às características físico-químicas ambientais citadas anteriormente (principalmente a salinidade média), revelados pela análise de cluster, mostrou que o P7 foi o ponto mais povoado por estes peixes durante o período de estudos. Sozinho, este ponto abrigou 97 indivíduos, enquanto o P6 e P8, em segundo lugar, somaram 91 cavalos-marinhos. O P9 e o P11 somaram 72

espécimes, e os demais (P10, P12, P13 e CA) abrigaram 107 indivíduos, sendo que os pontos de menor frequência de ocorrência (P1, P2, P3, P4 e P5) somaram apenas nove espécimes.

CONSERVAÇÃO

Comércio

A pesca abusiva tem diminuído os estoques naturais de cavalos-marinhos em todo o mundo. O comércio global mobiliza mais de 20 milhões de cavalos-marinhos por ano, com as mais variadas finalidades (Vincent, 1996, Figura 55). Por ser espécie de interesse econômico para lojas de aquários e para indústria farmacêutica oriental, os cavalos-marinhos tornaram-se espécies vulneráveis, entrando para a *IUNC Red List* (União Internacional para Conservação da Natureza) em 1996. O Brasil figura entre os exportadores de cavalos-marinhos (Vincent, 1994_a, 1995_{a,b}). Dados brasileiros sobre pesca destes peixes não são conhecidos. Não há nenhum tipo de controle ou registro sobre a pesca para o comércio interior, os dados de exportação disponíveis são insuficientes para estimativas do real consumo deste peixe e, não existe lei de proteção específica (Silveira, 2001_c). A ignorância sobre a biologia destes animais tem acelerado o processo de extinção das espécies, que no Brasil, são apenas duas: *H. reidi* e *H. erectus*. A sobre-pesca do cavalo-marinho no Brasil infelizmente já é realidade em muitos estados, principalmente no nordeste brasileiro. Somente para o estado de Pernambuco, entre 1999 e julho/2000, foram exportados 4.114 cavalos-marinhos, através de quatro empresas (IBAMA/PE, ofício 1016/2001). O comércio destes peixes movimenta grandes quantias para atravessadores, que pagam muito pouco aos humildes pescadores que sobrevivem ou suplementam sua renda familiar com esta pesca. Um cavalo-marinho vivo é vendido em lojas de peixes ornamentais, em média de R\$20,00, enquanto que para o pescador é pago R\$1,00 no “mais escuro” e R\$4,00 no “colorido” (preferencialmente vermelho). A pesca se faz sobre qualquer idade ou tamanho, não sendo poupados nem os machos grávidos (Silveira, 2001_c). Nos mercados públicos, como exemplo, o de Recife, PE e o da Baía de Paranaguá, PR, encontramos o livre comércio de espécimes de *H. reidi* (Figuras 56, 57A) e *H. erectus* (Figura 57B), vendidos como peças desidratadas para uso na “medicina caseira”, simpatias, amuletos, etc, com preço variando entre R\$4,00 e R\$10,00 a unidade, dependendo do tamanho e estado de conservação do esqueleto. Até no interior do Estado de PE (Caruaru) já se noticiou este tipo de comércio (cavalo-marinho seco). No Brasil, o cavalo-marinho desidratado é usado como remédio caseiro (chá) contra cansaço, asma e câncer, sendo consumido desta forma pela população nativa que acredita em suas propriedades curativas. Fora de nosso País, ele é industrializado

(Figuras 58A, B) para estas, entre outras moléstias, embora sem comprovação científica (Vincent, 1996). Graças à “Tradicional Medicina Chinesa” o uso de cavalos-marinhos secos como remédio foi propagado pelo mundo inteiro. De acordo com McPherson & Vincent (2004), a Tanzânia que domina o comércio no leste da África, utiliza esta prática desde 1975, sendo que a maioria dos cavalos-marinhos no seu comércio, é oriundo do descarte da pesca de arrasto e a desidratação se faz ao sol. Até chegar a exportação, os animais passam pelo pescador, um agente local e o distribuidor que repassa ao exportador. Em 2000, aproximadamente 600 kg (254.000 cavalos-marinhos) foram comercializados, incluindo a pesca profissional e artesanal. Até 1998, o Kenia importou da Tanzânia de 1 a 2,3 ton de cavalos-marinhos secos para re-exportar para a Ásia, sendo que o comércio de vivos, como peixes ornamentais foi insignificante no Kenia e inexistente na Tanzânia, em 2000. Esta é uma fatia do comércio de cavalos-marinhos que nos traz uma idéia da vultuosidade e das proporções alcançadas pelo comércio de secos.

Através de comunicações informais com moradores e pescadores da região de Tamandaré, PE, especificamente dentro da Área de Proteção Ambiental - APA de Guadalupe, fomos informados ocorrer intensa pesca de cavalos-marinhos para exportação. Outros grandes centros de pesca para exportação e comércio interno, no estado de Pernambuco, são Itamaracá e Itapissuma; os dados foram coletados através de pesquisas a campo de nosso Programa em Educação Ambiental. Inclusive, para a região de Tamandaré, fomos convidados a manter um posto do Projeto Hippocampus dentro da sede da APA de Guadalupe, com a finalidade de trabalharmos em parceria pela preservação dos cavalos-marinhos daquela APA.

Mantemos também uma parceria com o Ministério Público Federal/PRPE, desde 2002, sob forma de “Protocolo de Entendimentos de Cooperação Interinstitucional”, firmado entre o LABAQUAC e o MPF/PRPE em relação as iniciativas de cada instituição voltadas a preservação de cavalos-marinhos no litoral de PE, instruindo o MPF sobre as medidas que estão sendo adotadas para a proteção das espécies de cavalos-marinhos brasileiras, no âmbito do governo federal, estadual e municipal.

Degradação Ambiental

Não fosse a pesca, pressão suficiente, as populações de cavalos-marinhos ainda sofrem com a degradação de seu ambiente. Em viagem investigatória, o Projeto Hippocampus visitou 11 corpos d'água, entre o estado de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, no período de 26/2/2001 à 8/3/2001, onde podemos verificar a extrema pressão antrópica sofrida pelas barras de rios e manguezais do litoral destes Estados. Infelizmente grande parte de nossas regiões estuarinas foram transformadas em corpos receptores de efluentes, tanto da população ribeirinha quanto do comércio e indústria locais. Além disso, as barras dos rios são dragadas e os manguezais e canais são aterrados (Barra do rio Itapema-SC; Canal Linguado, São Francisco do Sul-SC; Barra do rio Saí-divisa SC/PR; Canal da Praia da Enseada-PR; Canal de Parati-RJ), até pedreiras são instaladas nestes locais, como na Barra do Rio Preto, em Mangaguá-SP. Este fato naturalmente concorre para o desaparecimento dos cavalos-marinhos, que vivem nestes ambientes. Todos estes locais foram visitados e entrevistas feitas com pescadores e nativos em geral, repetiram a informação: “A gente via muito cavalo-marinho aqui, mas já tem uns três anos que não aparecem mais” (Silveira, 2001_c).

O Projeto Hippocampus tem estudado no município de Ipojuca, PE, desde 2001, a população de cavalos-marinhos do manguezal do rio Maracaípe, em estuário visivelmente bem conservado e com pequena pressão de pescadores de peixes ornamentais (Silveira, 2002), porém descobrimos recentemente, que este corpo d'água sofre com altas concentrações de coliformes, recebendo efluentes domésticos não só de sua população marginal, mas também, criminosa liberação do conteúdo dos caminhões limpa fossa, provenientes de Porto de Galinhas.

LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL

Levando em conta a situação internacional dos cavalos-marinhos, desde 1996, quase todas as espécies de cavalos-marinhos (atualmente 33 spp. validadas, gênero *Hippocampus*) foram incluídas na *Red List* da *IUCN* (União Internacional para Conservação da Natureza) como “espécies vulneráveis”.

Em maio de 2004, como resultado da 12ª Conferência das Partes ocorrida em novembro de 2002, a *CITES* (Convenção Internacional Sobre o Comércio das Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Silvestre) considerou que todas as espécies de cavalos-marinhos passaram a integrar o Apêndice II da referida Convenção. Os critérios deste Apêndice (II), não são tão restritivos quanto do Apêndice I, que proíbe a pesca, porém permite o uso sustentável dos recursos e, vem de encontro à nossa proposta de trabalho. Esta decisão colocou os cavalos-marinhos entre os teleósteos marinhos comerciais mais importantes da *CITES* (Mcpherson & Vincent, 2004). O objetivo da *CITES* é garantir que o comércio internacional não exerça pressão insustentável sobre as populações naturais. O Brasil é um dos 160 países signatários desta Convenção.

LEGISLAÇÃO NACIONAL E CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES

Na ausência de uma legislação específica, o IBAMA tem trabalhado através de documentos, como portarias ou instruções normativas. De acordo com nossa parceria com o MPF, nos foi encaminhado por este Órgão, em 2003, uma minuta de portaria intitulada: “MINUTA DE PORTARIA PARA PEIXES ORNAMENTAIS NAS REGIÕES SUDESTE E SUL DO BRASIL”. Neste documento, *H. reidi* e *H. erectus* figuram com uma cota de captura de 500 espécimes/espécie/ano/empresa, como segue:

“**Art. 3º** - Para o comércio interno e exportação, fica estabelecida a cota máxima de 1.000 (mil) exemplares por espécie/ano/empresa, da lista supra-citada, salvo para as seguintes espécies cujas cotas individuais estão assinaladas entre parêntesis:

- *Hippocampus erectus*, *Hippocampus reidi*, *Narcine brasiliensis*, *Rhinobatos percellens* (500)
- *Elacatinus figaro*, *Holacanthus tricolor*, *Pomacanthus arcuatus* (1500)
- *Pomacanthus paru* (2.000)
- *Holacanthus ciliaris* (2.500)

Parágrafo Único. Para fins de controle do limite de cotas estabelecido no “*caput*” deste artigo, fica obrigatória a apresentação ao IBAMA da Guia de Trânsito de Organismos Ornamentais Marinhos (GTOM), de acordo com o modelo especificado pelo Anexo1”.

Como não existem ainda estudos suficientes para estabelecer esta cota, o Projeto Hippocampus sugeriu que este item fosse revisado, pois muitas vezes uma população inteira (como em Maracaípe) constitui-se deste valor ou menos. Em 2004, o IBAMA publicou a “INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 14, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2004”, onde é permitida a captura de 250 espécimes/espécie/ano/empresa de cavalos-marinhos para exportação internacional e comércio interestadual. Para o controle deste comércio, deve-se apresentar o registro de exportação e a Guia de Trânsito de Peixes Ornamentais Marinhos, respectivamente. Porém, a pesca e o comércio local (dentro de cada estado da União) permanece sem cota ou controle, segundo o Art. 1°: desta Instrução: *Permitir, nas águas jurisdicionais brasileiras, exceto nos bancos e ilhas oceânicas, a captura, o transporte e a comercialização de exemplares vivos de peixes marinhos nativos do Brasil para uso ornamental, somente das espécies relacionadas no Anexo 01 desta Instrução Normativa e com os petrechos abaixo especificados: I-Tarrafas (especifica tamanhos); II-Puçás e jererês.*

A lista de peixes e invertebrados aquáticos ameaçados de extinção que deveria ter sido publicada em maio de 2003, juntamente com a de fauna terrestre, mas não foi, teve por justificativa do IBAMA e Ministério do Meio Ambiente (MMA), uma avaliação do documento sob a luz da legislação que rege os recursos pesqueiros no Brasil para assegurar a proteção das espécies indicadas. Esta lista foi trabalhada por vários pesquisadores em seus grupos de atuações, sob coordenação da BIODIVERSITAS e, o Projeto Hippocampus participou como consultor em cavalos-marinhos. Neste documento, os cavalos-marinhos foram classificados como espécies ameaçadas de extinção, na categoria “vulnerável”, como na *IUCN*. Segundo a BIODIVERSITAS, por decisão interna, o MMA/IBAMA reclassificou estes peixes e obteve concordância do coordenador temático da área, o Dr. Ricardo Rosa-UFPB. Desta forma foi homologada, sob forma de “INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 5, DE 21 DE MAIO DE 2004”, duas listas denominadas:

“LISTA NACIONAL DAS ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E PEIXES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO COM CATEGORIAS DA IUCN” e,

“LISTA NACIONAL DE ESPÉCIES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS E PEIXES SOBREEXPLORADAS OU AMEAÇADAS DE SOBREEXPLORAÇÃO”.

Os critérios para inclusão dos animais em uma lista ou outra são, segundo o Art. 2º desta instrução normativa:

I - *espécie ameaçada de extinção, aquela com alto risco de desaparecimento na natureza em futuro próximo, assim reconhecidas pelo Ministério do Meio Ambiente.*

II - *espécie sobreexplorada, aquela cuja condição de captura de uma ou todas as classes de idade em uma população são tão elevadas que reduz a biomassa, o potencial de desova e as capturas no futuro, a níveis inferiores aos de segurança.* Nesta categoria foram listadas as duas espécies de cavalos-marinhos existentes no Brasil.

III - *espécie ameaçada de sobreexploração é aquela, segundo esta instrução, cujo nível de exploração encontra-se próximo ao de sobreexploração.*

Existe proibição da pesca apenas para a categoria I – ameaçadas de extinção, exceto para fins científicos e com autorização do IBAMA. Para estas espécies deverão ser desenvolvidos planos de recuperação, elaborados e implementados pelo IBAMA, com participação dos órgãos estaduais, comunidade científica e da sociedade civil organizada, em prazo máximo de cinco anos, a partir da publicação desta instrução normativa.

Para as espécies sobreexploradas e ameaçadas de sobreexploração, deverão ser desenvolvidos planos de gestão (recuperação de estoques e da sustentabilidade da pesca, sem prejuízo do aprimoramento das medidas de ordenamento existentes), sob coordenação do IBAMA, com participação dos órgãos estaduais, comunidade científica e da sociedade civil organizada, em prazo máximo de cinco anos, a partir da publicação desta instrução normativa.

Esta instrução normativa foi publicada no DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO em 28 de maio de 2004.

Nosso parecer sobre estas categorias é que seus critérios são confusos, desde que os critérios usados para definir espécie sobreexplorada, seriam situações que levariam a espécie ao risco de extinção. A criação desta nova categoria (sobreexplorada) deveria prever ações efetivas imediatas para assegurar a sustentabilidade da vida e da pesca do cavalo-marinho, já que nesta categoria é permitido a pesca com fins comerciais.

Segundo Foster & Vincent (2004), as principais características que tornam as espécies de cavalos-marinhos mais vulneráveis à sobreexploração seriam a baixa taxa de aumento natural, pequenas áreas de ocupação, comportamento social complexo,

distribuição em *habitats* vulneráveis, distribuição esparsa, baixa mobilidade, baixa fecundidade, prolongado cuidado parental e monogamia. Toda esta dinâmica foi confirmada para *H. reidi*, neste trabalho. Desta forma, urgem medidas de proteção, visando a manutenção das populações naturais para obtenção dos dados biológicos e confecção de planos de manejo. De acordo com Vincent et al. (2005), pequenas áreas seriam suficientes para a manutenção de populações viáveis de cavalos-marinhos, ainda que a perda de movimentos entre estas áreas implicaria em uma baixa taxa de recolonização, aumentando a vulnerabilidade da espécie. Observaram ainda, que a falta de territorialidade entre estes peixes sugere que possam ser cultivados em cativeiro.

A análise de estratégias de conservação de cavalos-marinhos no ambiente, incluem o fechamento temporal de áreas, o fechamento permanente, pesca seletiva sobre um dos sexos, tamanho mínimo para pesca comercial, diminuição do número de pescadores e o uso de gaiolas subaquáticas para machos grávidos, como práticas de manejo com moderado e alto resultado.

Segundo Martim-Smith et al. (2004), o fechamento temporário de áreas como medida de preservação, requer um alto grau de conhecimento da biologia da espécie e tem sido insuficiente para prevenir o colapso dos estoques de peixes: longos fechamentos produzem recuperação, porém após a abertura, há rápida depleção. O fechamento permanente ou áreas de preservação permanente, como em determinadas unidades de conservação, juntamente com a determinação de um tamanho mínimo para pesca comercial, foram considerados segundo estes autores, como as melhores estratégias de conservação para *H. comes*. A exemplo de outras tantas, esta espécie sofre sobrepesca nas Filipinas central, onde se instalou o primeiro projeto de manejo e conservação de cavalos-marinhos do mundo.

A proibição sobre a pesca de machos grávidos constitui-se em um problema, pois estão grávidos a maior parte do tempo e, se somente as fêmeas forem pescadas, a baixa densidade deste sexo dificultará o acasalamento. O uso de gaiolas subaquáticas para machos grávidos é visto com certa restrição, pois além do custo de confecção, necessita de cuidados intensivos em relação ao bem estar dos peixes enclausurados (mortalidade, perda de peso com diminuição do valor de venda, poucos animais de cada vez). Martim-Smith et al. (2004), afirmam que esta seria uma situação menos adequada que a proibição da pesca de machos grávidos.

De acordo com Foster & Vincent (2004), mais de 95% dos cavalos-marinhos no comércio internacional são obtidos como descarte da pesca de arrasto do camarão. “É

necessário identificar o passado, baseando-se no presente, para construir o futuro”, “o *status* de conservação é deduzido comparando a abundância passada com a população atual e sua estrutura”. Os autores afirmam a necessidade de estratégias de manejo em relação às populações alvos de captura, populações descartes de outras pesca e populações que sofrem com a degradação ambiental. E que todo tipo de informação biológica, bem como de taxonomia e ocorrência e, de como estes parâmetros respondem à exploração e mudanças de *habitats* podem contribuir a confecção de planos de manejo.

Ainda, segundo os mesmos autores, a implementação do Apêndice II da *CITES* requer imediata aplicação para os dados biológicos já conhecidos, chamando atenção para itens como, tamanho de primeira maturação gonadal e tamanho máximo do adulto. A *CITES* (2003) em sua decisão de nº 12.54 sobre o tamanho mínimo universal limitando a pesca de cavalos-marinhos, acata como 10 cm a altura mínima para pesca comercial destes peixes, assumindo este tamanho como o de primeira maturação gonadal. Esta decisão afirma ser este um tamanho suficiente para permitir que 27 de 32 espécies de cavalos-marinhos, incluindo as seis espécies listadas no Artigo II do Apêndice II da Convenção (parágrafo 2(a)), possam se reproduzir antes de serem pescadas, dando continuidade ao comércio sem prejuízo às espécies. *Hippocampus reidi* encontra-se entre estas seis espécies citadas no Apêndice II, Artigo II, parágrafo 2 (a) e, de acordo com nossos resultados não se enquadra nesta decisão, pois seu tamanho de primeira maturação gonadal é de 12,3 cm de altura. Inclusive, sua altura máxima considerada nesta decisão de nº 12.54 está, provavelmente, subestimada, o que redundou numa menor altura de primeira maturação gonadal. Nossos cálculos de primeira maturação gonadal, bem como de idade média de formação da bolsa incubadora, independem do tamanho médio máximo, pois a metodologia descrita para a obtenção de tais dados (ver Material e Métodos) não necessita conhecer o tamanho máximo. De acordo com a revisão bibliográfica, nenhum trabalho até hoje foi feito com *H. reidi* de forma tão abrangente e longa como esta tese, de modo que apresentamos nossas sugestões para o manejo desta espécie em ambientes tropicais, que serão encaminhadas ao IBAMA e a *CITES*:

- 1- medidas urgentes de proteção, inclusive para que os dados de dinâmica populacional, tão importantes para o manejo da espécie, possam ser buscados. Para isto, seriam eleitos alguns locais de proteção ou o trabalho se desenvolveria dentro de Ucs, em diferentes regiões do País (tropicais e temperadas), onde a pesca seria proibida e, onde

se realizariam os estudos de biologia, permanecendo a pesca controlada para exportação (250 espécies/espécie/ano/empresa) nos demais locais.

2- instituição de um período de defeso - proibição da pesca durante o pico do período reprodutivo (cinco meses) que, para a região tropical se dá no inverno e parte da primavera (junho a outubro), esta ação, certamente proporcionaria o repovoamento, agindo na reposição natural dos estoques em locais onde a pesca é permitida.

3- tamanho mínimo para pesca de 13, 0 cm ($L_{50} = 12,3$ cm) em regiões tropicais, juntamente com a ação anterior, acrescentaria na manutenção dos estoques, permitindo que o peixe acasale pelo menos no início de seu ciclo reprodutivo, antes de ser pescado.

4- fazer constar como um dado prioritário a ser determinado nos estudos de biologia, o tamanho médio de formação da bolsa incubadora (pela primeira vez determinado em ambientes naturais, neste trabalho), para que seja possível representar a estrutura da população de forma mais próxima a realidade. Determinação do tamanho máximo da espécie para que dados dependentes, como a longevidade, não sejam subestimados.

5- incentivo a programas de cultivo de cavalos-marinhos e peixes ornamentais marinhos em geral para comercialização.

6- esclarecimento e conscientização para colaboração dos lojistas, no sentido de declararem a quantidade de cavalos-marinhos comercializada, bem como, o respeito às proposições de manejo e conservação, a fim de que se possa dimensionar o comércio destes animais e a real necessidade dos cultivos para comercialização. Atualmente este assunto é tratado com muita dificuldade, pois os comerciantes agem como se estivessem fazendo algo ilícito, o que não é verdade, pois é permitido capturar e comercializar as espécies sobreexploradas. E se este comércio excede a cota permitida para exportação, deve ser informado para que se possam adotar medidas alternativas, como os projetos de cultivo. É necessário também, estabelecer uma forma de controle para o comércio interno em relação à quantidade e tamanho mínimo de pesca. Um trabalho do IBAMA, neste sentido, junto aos lojistas, poderia trazer bons resultados em relação ao ordenamento e dimensionamento da pesca em nosso País.

7- esclarecimento e conscientização para colaboração dos pescadores, no sentido de acatarem as proposições de manejo e conservação em relação à pesca, respeitando o período de defeso, áreas de pesca proibida e tamanho mínimo para pesca comercial. Que fique claro em suas mentes a necessidade do manejo e conservação para garantir a manutenção da espécie e de sua pesca.

Os dados referentes aos itens 2, 3 e 4 são oriundos desta tese de doutorado e referem-se à espécie *H. reidi* do estado de Pernambuco. Porém, já trabalhamos em laboratório, com *H. reidi* do estado de Alagoas e Bahia e, dados de fertilidade, fecundidade, tempo de gestação, intervalo entre proles, comportamento reprodutivo apresentaram-se muito semelhantes. Os dados de dinâmica populacional desta tese, podem tranquilamente serem tomados para regiões tropicais, enquanto que os demais estudos em curso, tragam sua contribuição que os corroborem, ou não. Devem-se procurar parceiros para os estudos em regiões temperadas, onde, certamente, a dinâmica populacional se reflete diferentemente. Mas, não existem motivos para a inércia nas atitudes de preservação, pois o prazo máximo de cinco anos para elaboração de planos de gestão (conforme instrução normativa supra), mediante dados que já estão à disposição, pode representar uma diminuição ainda mais drástica dos estoques naturais.



Figura 55. Comércio de cavalos-marinhos desidratados em Hong Kong, 1 kg chega a custar US\$ 400. Foto Project Seahorse.



Figura 56. Comércio de espécimes de *Hippocampus reidi* secos no mercado público de São José, Recife, PE; um espécime desidratado custa R\$10,00.



Figura 57. Comércio de cavalos-marinhos: A, *Hippocampus erectus*; B, *Hippocampus reidi*, na baía de Paranaguá, PR. Um espécime seco varia entre R\$ 4,00 e R\$ 8,00.



Figura 58 A-B. Comércio de fármacos a base de cavalos-marinhos. Fotos Project Seahorse.

Tabela 1. Resultados do ajuste da curva de primeira maturação gonadal em *H. reidi*, no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE. $R^2 = 0,83621$

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Limites de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
A	0.7410	0.08450	0.5330	0.9490
r	1.412	0.8253	-0.6073	3.431
Lm	12.30	0.4828	11.12	13.48

Tabela 2. Peso médio de machos não grávidos de *H. reidi*, no estuário do rio Maracaípe, Ipojuca, PE

Classe de altura	Peso médio pico	n	Peso médio baixa	n	p-valor
6,1 - 7,0	1.400	1			
8,1 - 9,0	3.000	1			
9,1 -10,0	3.425	1			
10,1 - 11,0	5.000	1	4.270 (3.768 - 4.772)	10	3,719x10-14
11,1 - 12,0	7.389 (5.987 - 8.791)	8	5.357 (4.599 - 6.115)	12	<2,2x10-16
12,1 - 13,0	8.483 (7.736 - 9.180)	8	7.463 (6.750 - 8.176)	5	6,474x10-16
13,1 - 14,0	10.260 (9.838 - 10.682)	4	9.167 (7.929 - 10.405)	13	4,282x10-15
14,1 - 15,0	12.217 (11.326 - 13.108)	8	11.975 (11.681 - 12.269)	11	0,1213
15,1 - 16,0		0	15.218 (13.512 - 16.924)	7	0,0913
16,1 - 17,0	15.515 (14.515 - 16.515)	6	17.821 (17.344 - 18.298)	3	<2,2x10-16
17,1 - 18,0		0		0	
Total ind		38		61	0,01008

Tabela 3. Peso médio dos machos grávidos de *H. reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

Classe de altura	Peso médio pico (g)	n	Peso médio baixa (g)	n	p - valor
Pregnantes					
10,1 - 11,0					
11,1 - 12,0					
12,1 - 13,0	11.020 (9.811 - 12.229)	5		0	
13,1 - 14,0	12.438 (11.54 - 13.822)	17		0	
14,1 - 15,0	13.901 (12.458 - 15.344)	20	13.657(11.993 - 15.321)	8	
15,1 - 16,0	16.536 (14.812 - 18.260)	13	16.681 (15.620 - 17.742)	4	
16,1 - 17,0	19.293 (18.319 - 20.267)	4	18.936	1	
17,1 - 18,0		0	20.922 (20.361 - 21.483)	4	
Total		59		17	3,626x10 ⁻⁰⁶

Tabela 4. Peso médio dos machos receptivos de *H. reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

Classe de altura	Peso médio pico (g)		Peso médio baixa (g)	n	p - valor
Receptivos					
9,7		0	3.665	1	
11,1 - 12,0	5.000	1		0	
12,1 - 13,0	8.400 (7.834 - 8.966)	2	7.956 (7.909 - 8.003)	2	
13,1 - 14,0	10.540 (10.090 - 10.900)	5	9.600	1	
14,1 - 15,0		0	11.313 (11.105 - 11.521)	3	
15,1 - 16,0	14.300	1	14.608 (14.508 - 14.708)	3	
16,1 - 17,0	15.500	1		0	
17,1 - 18,0		0	20.006	1	
Total		10		11	1

Tabela 5. Recapturas de *H. reidi* com dados de peso (g) e altura (cm), no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE (f, fêmea, m, macho, j, juvenil, (g), grávida).

Marca/sexo	Data	Peso	Altura	Ponto	Data	Peso	Altura	Ponto	Data	Peso	Altura	Ponto
AMj	18/06/2001	3.20	9.20	5(6)	12/07/2001	4.40	10.60	6f	27/07/2001	6.00	12.00	5(6)*
Azj	19/06/2001	3.2	8.50	8	12/07/2001	4.50	10.50	8m	27/07/2001	6.30	11.50	8
VMj	19/06/2001	3.30	8.10	8	12/07/2001	4.00	9.80	8f	27/07/2001	5.00	10.70	8
VDj	20/06/2001	5.00	9.70	3(6)*	18/07/2001	7.70	12.30	3m	19/08/2001	8.50	13.20	3
28f	19/06/2001	10.50	12.80	8	22/12/2001	12.09	13.70	9				
65m	17/07/2001	16.30	15.30	9	08/12/2001	16.43	15.50	9	12/03/2002	18.79	16.50	9
68m	18/07/2001	12.00	14.50	9	08/12/2001	12.65	15.10	9(g)				
71m	18/07/2001	10.30	13.10	12	10/01/2002	15.12	15.50	12				
133f	14/12/2001	11.84	13.80	9	12/03/2002	12.94	14.30	9				
191f	19/12/2002	5.08	11.20	10	07/02/2003	4.28	11.34	24				
216f	06/01/2003	15.06	15.60	13	07/02/2003	14.81	15.70	10				
A6j	16/01/2003	1.72	7.80	13	07/02/2003	1.79	8.20	24m				
243m	07/02/2003	4.06	10.80	11	25/04/2003	8.64	12.40	8				
244f	07/02/2003	4.61	10.80	11	19/03/2003	6.83	11.50	13	13/06/2003	10.73	13.90	9
A0f	20/01/2003	3.54	10.20	22	19/03/2003	5.75	12.00	8				
253f	21/03/2003	11.74	15.10	7	08/05/2003	10.82	15.10	15				
B1m	20/01/2003	4.20	10.40	22	29/05/2003	10.49	13.40	11				
314f	13/06/2003	11.83	15.00	CA	18/07/2003	11.15	15.80	7				

* Novo ponto de soltura após marcação, ponto original com trânsito de pedestres.

Tabela 6. Recapturas de *H. reidi* com realização de deslocamento (m) no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE, entre junho de 2001 junho de 2003 (m, macho; f, fêmea; j, juvenil).

Marca/sexo	Data	Ponto	Deslocamento								
12m	18/06/2001	7	09/07/2001	PG							2.462
30f	19/06/2001	8	22/06/2001	8	09/07/2001	8	31/07/2001	9			20
45f	21/06/2001	8	09/07/2001	8	19/07/2001	6	27/07/2001	8	31/07/2001	8	320
51m	09/07/2001	8	01/08/2001	8	14/09/2001	6	17/09/2001	6			160
58m	17/07/2001	9	17/08/2001	6							180
61m	17/07/2001	9	27/07/2001	10	01/08/2001	9					140
63m	17/07/2001	9	31/07/2001	8							20
96m	31/07/2001	9	18/08/2001	6	15/09/2001	6					180
119m	15/09/2001	13	14/12/2001	6							458
AMj	18/06/2001	5(6)*	12/07/2001	6f	27/07/2001	5(6)*					8
VDj	20/06/2001	3(6)*	18/07/2001	3m	19/08/2001	3					180
28f	19/06/2001	8	22/12/2001	9							20
191f	19/12/2002	10	07/02/2003	24							552
216f	06/01/2003	13	07/02/2003	10							268
A6j	16/01/2003	13	07/02/2003	24m							304
243m	07/02/2003	11	25/04/2003	8							224
244f	07/02/2003	11	19/03/2003	13	13/06/2003	9					384
A0f	20/01/2003	22	19/03/2003	8							392
253f	21/03/2003	7	08/05/2003	15							236
B1m	20/01/2003	22	29/05/2003	11							258
314f	13/06/2003	CA	18/07/2003	7							272

* Novo ponto de soltura após marcação, ponto original com trânsito de pedestres.

Tabela 7. Recapturas de *H. reidi* sem a realização de deslocamento no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE. (m, macho; f, fêmea; j, juvenil; (g), prenante).

Marca/sexo	Data	Ponto										
2f	09/06/2001	6	18/06/2001	6	13/07/2001	6	17/07/2001	6	19/07/2001	6	27/07/2001	6
8f	18/06/2001	6	21/06/2001	6								
15m	16/06/2001	6	22/06/2001	6								
24f	19/06/2001	6	21/06/2001	6	09/07/2001	6	13/07/2001	6	19/07/2001	6	17/08/2001	6
29m	19/06/2001	8	09/07/2001	8	27/07/2001	8	31/07/2001	8	lab			
31m	19/06/2001	8	21/06/2001	8	22/06/2001	8	27/07/2001	8	31/07/2001	8(g)	01/ago	8(g)
32f	19/06/2001	8	27/07/2001	8	31/701	8						
35f	19/06/2001	8	09/07/2001	8								
AZj	19/06/2001	8	12/07/2001	8m	27/07/2001	8						
VMj	19/06/2001	8	12/07/2001	8f	27/07/2001	8						
42m	21/06/2001	6	19/07/2001	6								
43f	21/06/2001	8	09/07/2001	8	27/07/2001	8	17/08/2001	8				
49f	09/07/2001	8	27/07/2001	8	31/07/2001	8	01/08/2001	8	06/08/2001	8		
54f	09/07/2001	6	31/07/2001	6	01/08/2001	6	06/08/2001	6	17/08/2001	6	14/09/2001	6
55m	17/07/2001	6	14/09/2001	6								
65m	17/07/2001	9	08/12/2001	9	12/03/2002	9						
68m	18/07/2001	9	31/07/2001	9(g)	01/08/2001	9(g)	08/12/2001	9(g)				
59f	17/07/2001	9	31/07/2001	7								
62m	17/07/2001	9	01/08/2001	9	17/08/2001	9						
64m	17/07/2001	9	17/08/2001	9								
71m	18/07/2001	12	10/01/2002	12								
74m	18/07/2001	10	01/08/2001	10								
81m	18/07/2001	10	01/08/2001	10(g)								
83m	18/07/2001	10	01/08/2001	10								
94m	27/07/2001	8	01/08/2001	8	06/08/2001	8	17/08/2001	8(g)	14/09/2001	8		
133f	14/12/2001	9	12/03/2002	9								
137m	06/01/2002	12	30/01/2002	12								
143m	09/01/2002	9	22/01/2002	9	30/01/2001	9(g)						
145m	09/01/2002	CA	01/05/2002	CA								

Tabela 8. Densidade populacional de *H. reidi* em função das estações do ano no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE. (dens, densidade; DmA, densidade média anual)

Ponto	área (m ²)	primavera			dens	verão			dens	outono			dens	inverno			dens	DmA		
		set	out	nov		dez	jan	fev		mar	abr	mai		jun	jul	ago				
1	21	1J			0,048				0				0			0	0,048			
2	16	1M/1J	1J		0,190				0				0			0	0,190			
3	12	1F			0,080				0			0	2F/1 1M		1J	0,420	0,250			
4	90				0				0			0	1M			0,010	0,010			
5	2				0			1F	0			0,500	1J		1M	1,000	0,750			
6	192	4M/1F/1J	1J		0,036	1M/2F	4M/5F/2J	2M	0,083		1F	0,005	8M/5F/1J	4M/1F	1M/1F	0,113	0,059			
7	408	2M/3F			0,012	2M/3F/5J	6M/3F/16J	2M/2J	0,095	5M/7F/1J	8M/2F/1J	1M	0,059	11M/7F		0,044	0,052			
8	336		1J		0,003		1M/4F/1J		0,018	2M/1J			0,009	4M/9F/3J	6M/3F/2J	0,080	0,030			
9	342	1M/2F	1M/1F	2M/1F	0,023	1F/1J	2M/1F		0,015				0	1F/1J	12M/4F	2F	0,058	0,032		
10	420	2M/3F/1J			0,014	3M/2F	4M	1F	0,024		1M/2F		0,007	9M/6F	1M/1F/1J		0,043	0,027		
11	468	3M/2F	1F/1J		0,015	1F/3J	3M/5J	1M/1F	0,030	2M		5F/1J	0,017		2M	2M/3F/1J	0,017	0,020		
12	756	1M			0,001	1M	4M/3F/2J	1M	0,014	1M		1M/1F/1J	0,005		2M		0,003	0,006		
13	1288	1M/1J			0,001	4F	4M/6F/3J	1J	0,014		2F	1F	0,002				0	0,006		
dens.média					0,035						0,023						0,046		0,137	0,060
dens. macho					0,015						0,008						0,019		0,073	0,029
dens. fêmea					0,012						0,007						0,022		0,050	0,023
dens. juvenil					0,007						0,008						0,005		0,013	0,0082
Frequência absoluta																total	total	total	total	TOTAL
macho		15	1	2	18	7	28	6	41	10	10	1	20	24	37	4	65	144		
fêmea		12	2	1	15	13	22	2	37	8	8	6	22	24	14	7	45	119		
juvenil		5	4	0	9	9	29	13	41	2	2	1	5	7	2	3	12	67		
Total		32	7	3	42	29	79	11	119	20	20	8	50	55	53	14	122	333		

Referências Bibliográficas

- AZZARELO, M. Y. 1990. Some questions concerning the Syngnathidae brood pouch. *Bulletin of Marine Science* 49 (3): 741-747.
- BAUM, J. K., MEEUWIG, J. J. & VINCENT, A. C. J. 2003. Bycatch of lined seahorse (*Hippocampus erectus*) in a Gulf of Mexico shrimp trawl fishery. *Fish. Bull.* 101: 721-731.
- BEGOVAR, P. C. & WALLACE, R. A. 1988. Stages of oocyte development in pipefish, *Syngnathus scovelli*. *Journal of Morphology* 197: 353 – 369.
- BELL, E. M., LOCKYEAR, J. F. & McPHERSON, J. M. 2003. First field studies of an Endangered South African seahorse, *Hippocampus capensis*. *Environmental Biology of Fishes* 67: 35-46.
- BERGERT, B. A.; WAINWRIGHT, P. C. 1997. Morphology and kinematics of prey capture in the syngnathid fishes *Hippocampus erectus* and *Syngnathus floridae*. *Marine Biology* 127 (4): 563-570.
- BEREITER-HAHN, J.; RICHARDS, K. S.; ELSNER, L. & VOTH, M. 1980. Composition and formation of flame cell caps: a substratum for the attachment of micro-organisms to sea horse epidermis. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 79b: 105-111.
- BERTALANFFY, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws). *Human Biology* 10(2): 79-102.
- BYE, V. J., 1990. Temperate marine teleosts. In: *Reproductive Seasonality in teleosts: Environmental Influences*. MUNRO, A. D.; SCOTT, A. P. & LAM, T. J. (Eds). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 143 p.
- BOISSEAU, J. 1967. Recherche sur le controle hormonal de l'incubation chez l'hippocampe. *Rev. Eur. Endocrinol.* 4(3): 197-234.
- CITES (2003). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Nineteenth meeting of the Animals Committee, Geneva, 18-21 August 2003. Decision 12.54: Seahorses and other members of the family Syngnathidae. Universal Minimum Size Limit for Seahorses.
- COLSON, D. J.; PATEK, S. N.; BRAINERD, E. L. & LEWIS, S. M. 1998. Sound production during feeding in *Hippocampus* seahorses (Syngnathidae). *Environmental Biology of Fishes* 51: 221-229.
- CORREA, M.; CHING, K. S.; MANRIQUE, R. 1989. Cultivo experimental del cabalito de mar *Hippocampus erectus*. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente.* 28 (1-2): 191 - 196.
- DAY JR, J. W.; HALL, C. S. KEMP, W. M. & YÁNEZ-ARANCIBIA, A. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 557 p.
- DIAS, T. 2002. Ecologia populacional de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae) no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Dissertação de Mestrado em Zoologia, UFPB, João Pessoa, PB. 78 p.

- DIAS, T. & ROSA, I. 2001_a. Área vital, deslocamento e utilização de habitat por *Hippocampus erectus* e *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). Resumo. V Congresso de Ecologia do Brasil. 4-9 de novembro de 2001, Porto Alegre-RS.
- _____. 2001_b. Estrutura populacional de *Hippocampus erectus* e *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) no nordeste do Brasil. Resumo. V Congresso de Ecologia do Brasil. 4-9 de novembro de 2001, Porto Alegre-RS.
- _____. 2003. Habitat preferences of a seahorse species, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. Journal of ichthyology and Aquatic Biology 6 (4): 165-176.
- DIAS, T. ; ROSA, I. & BAUM, J. 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus erectus* Perry, 1810 (Syngnathidae). Environmental Biology of Fishes 65: 326.
- FAO, 1980. Brief introduction to mariculture of five selected species in China. UNDP/FAO Regional Seafarming Development and Demonstration Project. National Inland Fisheries Institute Kasetsart University Campus, Bangkok, Thailand, p 1-6.
- FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N. A., 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2), Museu de Zoologia da Universidade São Paulo, São Paulo. 90p.
- FILLEUL, M. A. 1996. Optimizing growth of juvenile big bellied seahorse *Hippocampus abdominalis* Lesson. Thesis submitted for requirements for the Degree of Bachelor of Science Applied. University of Tasmania, Launceston. 97 p.
- FLYNN, A. J. & RITZ, D. A. 1999. Effect of habitat complexity and predatory style on the capture success of fish feeding on aggregated prey. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 79: 487 – 494.
- FOSTER, S. J. & VINCENT, A. C. J. 2004. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. Journal of Fish Biology 65: 1-61.
- FRITZSCHE, R. A. 1980. Revision of the eastern Pacific Syngnathidae (Pisces: Syngnathiformes), including both recent and fossil forms. Proceedings of the California Academy of Sciences 42 (6):181-227.
- GARRICK-MAIDMENT, N. 1997. Seahorses: conservation and care. T.F.H. Kingdom. 48 p.
- GILL, T. 1905. The life history of the sea-horses (Hippocampids). Proceedings U. S. National Museum XXVIII (1408): 805-814.
- GRANGE, N. & CRETCHLEY, R. 1995. A preliminary investigation of the reproductive behaviour of the knysna seahorse *Hippocampus capensis* Boulenger, 1900. Sth. Afr. J. aquat. Sci 21 (1/2): 103-104.
- GROSS, M. R. & SARGENT, R. C. 1985. The evolution of male and female parental care in fishes. Amer. Zool. 25: 807-822.
- GUIMARÃES, R. Z. P. 1999. Chromatic and morphologic variation in *Halicampus crinitus* (Jenyns) (Teleostei: Syngnathidae) from sotheastern Brazil, with comments on its synonymy. Revue fr. Aquariol. 26 (1-2): 7-10.

- HATCHER, B. G.; JOHANNES, R. E. & ROBERTSON, A. I. 1989. Conservation of shallow tropical marine ecosystems. *Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev.* 27: 337-414.
- HERALD, E.; RAKOWICZ, M. 1951. Stable requirements for raising sea horses. *Aquarium Journal*, December: 234-242.
- HORNE, M. L. 2001. A new seahorse species (Syngnathidae: *Hippocampus*) from the Great Barrier Reef. *Records of the Australian Museum* 53 (2): 243-246.
- HUXLEY, J. S. 1924. Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature* 14: 896 - 897.
- JAMES, P. L. & HECK, K. L. JR. 1994. The effects of habitat complexity and light intensity on ambush predation within a simulate seagrass bed. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 176: 187 – 200.
- KVARNEMO, C.; MOORE, G. I.; JONES, A. G.; NELSON, W. S. & AVISE J. C. 2000. Monogamous pair bonds and mate switching in the western Australian seahorse *Hippocampus subelongatus*. *J. Evol. Biol.* 13 (2000): 882-888.
- KUITER, R. H. 2001. Revision of the Australian seahorses of the genus *Hippocampus* (Syngnathiformes: Syngnathidae) with a description of nine new species. *Rec. Austr. Mus.* 53:293 – 340.
- LEWIS, D. S. & FONTOURA, N. S. 2004. Maturity and growth of *Paralichthys brasiliensis* females in southern Brazil (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). *J. Appl. Ichthyol.* 21: 1-7.
- LINTON, J. R. & SOLOFF, B. L. 1964. The physiology of the brood pouch of the male sea horse *Hippocampus erectus*. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 14 (1): 45-61.
- LOURIE, S. A. & RANDAL, J. E. 2003. A new pygmy seahorse, *Hippocampus denise* (Teleostei: Syngnathidae), from the Indo-Pacific. *Zoological Studies* 42 (2): 284 – 291.
- LORIE, S. A.; VINCENT, A. C. J. & HALL, H. J. 1999. *Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation*. Project Seahorse, London, UK. 224 p.
- LOVETT, J. M. 1969. An introduction to the biology of the seahorse *H. abdominalis*. Thesis submitted as partial requirement for the degree of Bachelor of Science. University of Tasmania. 102 p.
- McPHERSON, J. M. & VINCENT, A. C. J. 2004. Assessing East African trade in seahorses species as a basis for conservation under international controls. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 521-538.
- MARTIN-SMITH, K. M.; SAMOILYS, M. A., MEEUWIG, J. J. & VINCENT, A. C. J. 2004. Collaborative development of management options for an artisanal fishery for seahorses in the central Philippines. *Ocean & Coastal Management* 47: 165-193.
- MASONJONES, H. D. & LEWIS, S. M. 1996. Courtship behavior in the dwarf seahorse, *Hippocampus zosterae*. *Copeia* 3: 634- 640.

- MI, P. T. 1992. Breeding of the seahorses *Hippocampus kuda*. *Biologiya moray*, Vladivostok (5-6): 93-96.
- MOREAU, M. A. & VINCENT, A. C. J. 2004. Social structure and space in a wild population of the Australian short-headed seahorse *Hippocampus breviceps* Peters, 1869. *Marine and Freshwater Research* 55: 231-239.
- NELSON, J. S. 1984. *Fishes of the world*. John Wiley and Sons, New York.
- ONOFRE, A. V. C.; CARVALHO, R. C.; SILVEIRA, R. B. 2005. Influência do contexto social sobre o metabolismo respiratório de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 em condições de laboratório. Resumo, XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Janeiro/2005/Paraíba.
- OLIVEIRA, T. P. R., COSTA, L. V. B., ARAÚJO, M. E. & ROSA, I. L. 2005. Caracterização populacional e habitats preferenciais de cavalos-marinhos (Syngnathidae: *Hippocampus*) em diferentes substratos no estuário de Itapessoca, PE. Resumo, XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Janeiro/2005/Paraíba.
- PERANTE, N. C.; PAJARO, M. G.; MEEUWIG, J. J. & VINCENT, A. C. J. 2002. Biology of a seahorse, *Hippocampus comes* in the central Philippines. *Journal of Fish Biology* 60: 821 – 837.
- PITANGA, M. E. M. & SILVEIRA, R. B. 2005. Dieta aplicada a rotina de laboratório de Projeto Hippocampus e conseqüente formação de prole em *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae). Resumo, XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Janeiro/2005/Paraíba.
- BUSTAMANTE, H. R. & SALAS, A. O. 1999. Cultivo del caballito de mar, *Hippocampus igens* Girard, 1959 en condiciones artificiales. *Rev. Biol. Trop., Univ. Costa Rica* 47 (4): 1 – 11.
- ROSA, I; DIAS, T. & BAUM, J. 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). *Environmental Biology of Fishes* 64: 378.
- SCARRATT, A. M. 1995. Techniques for raising lined seahorse (*Hippocampus erectus*). *Aqur. Front.* 3: 24-29.
- SELMAN, K.; WALLACE, R. A. & PLAYER, D. 1991. Ovary of the seahorse, *Hippocampus erectus*. *Journal of Morphology* 209: 285-304.
- SILVEIRA, R. B. 1997. Desenvolvimento ontogenético de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Pisces, Syngnathiformes, Syngnathidae) em laboratório. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 85 p.
- _____.2000_a. Comportamento reprodutivo e desenvolvimento inicial de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 em laboratório. *Biociências* 8 (1): 115-122.
- _____.2000_b. Desenvolvimento osteológico de *Hippocampus reidi* Ginsburg (Pisces, Syngnathiformes, Syngnathidae), em laboratório. I. Período embrionário. *Revta. bras. Zool.* 17(2): 507-513.
- _____.2000_c. Desenvolvimento osteológico de *Hippocampus reidi* Ginsburg (Pisces, Syngnathiformes, Syngnathidae), em laboratório. II. Período juvenil. *Revta. bras.*

- Zool. 17(2): 515-531.
- _____.2001_a. Influência dos óleos e graxas sobre o comportamento e desenvolvimento inicial em *Hippocampus reidi* (Pisces, Syngnathiformes, Syngnathidae) em laboratório. Atlântica 22: 141-149.
- _____.2001_b. Alguns aspectos da reprodução e desenvolvimento de cavalos marinhos. Em: Embriologia. Garcia & Garcia. P.212-222. Artmed Editora Ltda. 416p.
- _____.2001_c. Cavalos-marinhos e os fatores que afetam seu atual estado de conservação. Aquarium, n 31: 15-17.
- _____. 2002. A paz volta ao manguezal. National Geographic Brasil, junho, p 18.
- SILVEIRA, R. B. & FONTOURA, N. F. 2004. Reproductive period and size of the first gonad maturation in the seahorse *Hippocampus reidi* in brazilian northeast region. Symposium Proceedings in: Fish Communities and Fisheries, p.29-31. American Fisheries Society-VI Congress International on the biology of fishes-october/2004, Manaus, Brazil.
- _____. 2005_a. Estrutura do ovário, tipo de ovo, fecundidade e tipo de desova no cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) no nordeste brasileiro. Resumo, XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Janeiro/2005/Paraíba.
- _____. 2005_b. Período de gravidez e fertilidade no cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) no nordeste brasileiro. Resumo, XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Janeiro/2005/Paraíba.
- SILVEIRA, R. B. & SAMIRE, K. B. 2005. Levantamento preliminar sobre a ocorrência de cavalos-marinhos (Teleostei: Syngnathidae, *Hippocampus*) no litoral brasileiro. Resumo, XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Janeiro/2005/Paraíba.
- SORBINI, L. 1988. Biogeography and climatology of Pliocene and Messinian fossil fish of eastern central Italy. Boll. Mus. Civ. Storia Nat. Verona 14: 1-85.
- STRAWN, K. 1958. Life history of the pigmy *Hippocampus zosterae* Jordan and Gilbert, at Cedar Key, Florida. Copeia, feb.: 16-22.
- TAYLOR, C. C. 1962. Growth equations with metabolic parameters. Journal du Conseil Permanent International pour L'Exploration de la Mer 27(3): 270-286.
- TAYLOR, M. H. 1990. Estuarine and intertidal teleosts. In:Reproductive Seasonality in teleosts: Environmental Influences. MUNRO, A. D.; SCOTT, A. P. & LAM, T. J. (Eds).CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.143 p.
- TEIXEIRA, R. L.; MUSICK, J. A. 2001. Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. Rev. Brasil. Biol. 61 (1): 79-90.
- VAZZOLER, A. E. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 169 p.
- VIANNA, M. & BOCKMANN, F. A. 1995. Nota sobre *Cosmocampus albirostris* (Kaup,

- 1856) (Gasterosteiformes, Syngnathidae) in the Brazilian southeast coast. Arq. Biol. Tecnol. 38 (3): 893 – 898.
- VINCENT, A. C. J. 1990. Reproductive ecology of seahorses. Dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy. University of Cambridge, Cambridge, 1990.101 p.
- VINCENT, A. C. J. 1994. Operational sex ratio in seahorses. Behavior 128 (1-2): 153-167.
- _____. 1994_b. Seahorse exhibit conventional sex roles in mating competition, despite male pregnancy. Behaviour 128: 135-151.
- _____. 1995_a. Exploitation of Seahorses and Pipefishes. Naga, The Iclarm Quarterly, January: 18 - 19.
- _____. 1995_b. Trade in Seahorses for Traditional Chinese Medicines, Aquarium Fishes and Curios. Traffic Bulletin 15 (3): 125 - 128.
- _____. 1996. The International Trade in Seahorse. Traffic International, June, 8 p.
- VINCENT, A. C. J., EVANS, K. L. & MARSDEN, A. D. 2005. Home range behavior on the monogamous Australian seahorse, *Hippocampus whitei*. Environmental Biology of Fishes 72: 1-12.
- VINCENT, A. C. J., MARSDEN, A. D., EVANS, K. L. & SADLER, L. M. 2004. Temporal and special opportunities for polygamy in a monogonous seahorse, *Hippocampus whitei*. Behavior 141: 141-156.
- VINCENT, A. C. J. & GILES, B. G. 2003. Correlates of reproductive success in a wild population of *Hippocampus whitei*. Journal of Fish Biology 63: 344-355.
- VINCENT, A. C. J. & PAJARO, M. G. 1997. Community-based Management for a Sustainable Seahorse Fishery: 761 - 765. In: Developing and Sustainable World Fisheries Resources - The State of Science and Management. 2° World Fisheries Congress. D. A. Hancock, D. C. Smith, A. Grant, J. P. Beumer (Eds).
- WHITFIELD, A. K. 1989. Ichthyoplankton interchange in the mouth region of a southern African estuary. Marine Ecology Progress Series 54: 25-33.
- WILSON, M. J. & VINCENT, A. C. J. 1998. Preliminary success in closing the life cycle of exploited seahorses species, *Hippocampus* spp., in captivity. Aquarium Science and Conservation 2: 179 – 196.
- WILSON, A. B., VINCENT, A., AHNESJÖ, I. & MEYER, A. 2001. Male pregnancy in Seahorses and Pipefishes (Family Syngnathidae): Rapid Diversification of Paternal Brood Pouch Morphology Inferred From a Molecular Phylogeny. The American Genetic Association 92: 159-166.
- WILSON, A. B., AHNESJÖ, I., VINCENT, A. & MEYER, A. 2003. The dynamics of male brooding, mating patterns, and sex roles in pipefishes and seahorses (Family Syngnathidae). Evolution 57(6): 1374-1386.
- WOODS, C. M. C. 2000_a. Preliminary observations on breeding and rearing the seahorse *Hippocampus abdominalis* (Teleostei: Syngnathidae) in captivity. New

Zeland Journal of Marine and Freshwater Research 34: 475-485.

.2000_b. Improving initial survival in cultured seahorses, *Hippocampus abdominalis* Lesson, 1827 (Teleostei: Syngnathidae). Aquaculture 190 (2000): 377-388.

Anexo 1. Descrição dos pontos regularmente estudados no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE em relação à captura de cavalos-marinhos.

Ponto	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Comprimento (m)	7	8	4	30	2	58	136	56	114	140	156	126	184
Largura (m)	3	2	3	3	1	2	3	6	3	3	3	6	7
Profundidade (m)	0,3	0,35	0,3	0,3	0,35	0,85	1	0,7	0,35	0,35	1,2	1,1	0,7
Substrato	<i>R. mangle</i>	<i>A. schaueriana</i>	<i>R. mangle</i>										
Outros substrato	não	não	não	tronco	não	tronco	tronco	não	tronco	tronco	tronco	pedras	tronco
Sedimento	areia/lodo	areia/lodo	areia/lodo	areia/lodo	areia	areia	areia	areia/lodo	areia	areia/lodo	areia/lodo	areia	areia
Pressão antrópica	sim*	sim*	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim#	sim	sim

* turistas; defecação humana, pesca de caranguejo e siri

pescadores de caranguejo, siris e peixes, pesca com bomba

demais pontos - pesca de caranguejo, siris e peixes

Anexo 2. *Hippocampus reidi* prenante/receptivo no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE. Datas das coletas por ponto amostral, marca individual do cavalo-marinho, peso (g), altura (cm) (n = 97).

Data	ponto	marca	peso	altura	condição
9/1/2002	9	142	3.665	9,7	prenante/receptivo
18/7/2001	10	82	5.000	11,3	prenante/receptivo
9/5/2001	7	5	8.000	12	prenante/receptivo
14/9/2001	6	111	8.000	12,1	prenante/receptivo
9/6/2001	7	4	10.200	12,2	prenante/receptivo
18/7/2001	11	69	8.800	12,4	prenante/receptivo
18/6/2001	6	7	11.000	12,5	prenante/receptivo
18/6/2001	6	9	9.900	12,6	prenante/receptivo
6/1/2003	7	214	7.922	12,6	prenante/receptivo
8/5/2003	15	283	7.989	12,6	prenante/receptivo
18/7/2001	12	71	10.300	13,1	prenante/receptivo
17/7/2001	6	55	10.500	13,3	prenante/receptivo
14/9/2001	10	116	10.000	13,4	prenante/receptivo
8/5/2003	19	288	9.600	13,5	prenante/receptivo
14/9/2001	7	115	10.700	13,6	prenante/receptivo
19/6/2001	7	27	11.800	13,5	prenante/receptivo
19/6/2001	8	29	13.200	13,5	prenante/receptivo
17/7/2001	9	64	11.000	13,5	prenante/receptivo
18/7/2001	10	80	11.200	13,5	prenante/receptivo
9/7/2001	8	52	12.500	13,6	prenante/receptivo
9/7/2001	8	51	12.200	13,8	prenante/receptivo
13/6/2003	11	321	11.200	13,8	prenante/receptivo
9/7/2001	8	50	11.600	13,9	prenante/receptivo
13/6/2003	7	311	11.800	13,9	prenante/receptivo
18/6/2001	7	17	14.900	14	prenante/receptivo
18/7/2001	10	81	12.000	14	prenante/receptivo
4/10/2001	canal	126	13.200	14	prenante/receptivo
18/6/2001	6	6	12.500	14,1	prenante/receptivo
27/7/2001	9	90	12.100	14,1	prenante/receptivo
27/7/2001	8	94	12.600	14,1	prenante/receptivo
4/10/2001	canal	128	14.500	14,1	prenante/receptivo
29/1/2003	6	238	10.460	14,2	prenante/receptivo
10/1/2002	12	155	12.100	14,2	prenante/receptivo
12/3/2002	7	162	13.040	14,2	prenante/receptivo
9/6/2001	6	1	12.700	14,3	prenante/receptivo
8/5/2003	16	285	12.820	14,3	prenante/receptivo
18/6/2001	7	13	15.700	14,5	prenante/receptivo
18/6/2001	7	19	15.000	14,5	prenante/receptivo
18/7/2001	9	68	12.000	14,5	prenante/receptivo
14/9/2001	6	109	13.500	15	prenante/receptivo
9/1/2002	canal	145	14.470	15	prenante/receptivo

18/6/2001	7	15	15.400	15,1	prenante/receptivo
1/8/2001	10	100	15.000	15,1	prenante/receptivo
6/1/2002	canal	139	14.608	15,1	prenante/receptivo
9/1/2002	canal	144	14.507	15,1	prenante/receptivo
4/10/2001	canal	125	14.300	15,2	prenante/receptivo
17/7/2001	9	65	16.300	15,3	prenante/receptivo
21/3/2003	7	252	16.050	15,5	prenante/receptivo
9/1/2002	9	143	15.804	15,6	prenante/receptivo
13/6/2003	7	306	17.440	16	prenante/receptivo
Total de espécimes					50
19/6/2001	6	23	13.000	12,6	pregnante
9/7/2001	8	53	11.000	13	pregnante
21/6/2001	6	41	13.500	13,2	pregnante
17/7/2001	6	66	11.300	13,2	pregnante
13/6/2003	canal	313	11.720	13,4	pregnante
13/6/2003	7	307	10.507	13,5	pregnante
18/7/2001	10	75	15.700	14	pregnante
22/7/2002	8	180	13.311	14	pregnante
17/7/2001	12	57	13.500	14,1	pregnante
4/10/2001	canal	127	13.500	14,1	pregnante
8/5/2003	17	294	11.440	14,1	pregnante
18/7/2001	10	72	13.500	14,2	pregnante
18/7/2001	10	74	13.200	14,2	pregnante
19/12/2002	13	192	12.731	14,2	pregnante
13/6/2003	7	308	13.018	14,2	pregnante
18/7/2001	11	70	14.300	14,3	pregnante
19/8/2001	6 A	104	15.000	14,3	pregnante
29/12/2002	7	198	17.053	14,5	pregnante
29/12/2002	10	203	13.386	14,5	pregnante
3/1/2003	10	205	12.038	14,5	pregnante
13/6/2003	6	323	14.501	14,5	pregnante
17/7/2001	6	56	18.000	14,6	pregnante
18/7/2001	10	84	15.400	14,6	pregnante
4/10/2001	canal	123	13.500	14,6	pregnante
31/7/2001	9	96	15.100	15,2	pregnante
14/9/2001	11	108	16.500	15,2	pregnante
19/6/2001	8	31	18.000	15,3	pregnante
6/1/2003	8	219	14.708	15,4	pregnante
18/7/2003	8	330	15.001	15,4	pregnante
10/1/2002	canal	157	16.703	15,5	pregnante
18/7/2003	12	334	15.123	15,5	pregnante
15/9/2001	11	117	21.000	15,6	pregnante
17/7/2001	9	62	17.500	15,7	pregnante
15/9/2001	13	119	15.400	15,7	pregnante
10/1/2002	11	152	18.168	15,9	pregnante
17/7/2001	9	63	17.200	16	pregnante
18/7/2001	10	83	18.500	16,1	pregnante

14/9/2001	7	113	15.500	16,1	pregnante
18/7/2003	6	338	20.381	16,2	pregnante
3/1/2003	7	211	18.936	16,5	pregnante
13/6/2003	7	304	19.849	16,5	pregnante
13/6/2003	7	302	18.440	16,5	pregnante
19/12/2002	10	190	20.968	17,2	pregnante
19/12/2002	7	189	21.680	17,3	pregnante
16/1/2003	7	224	20.670	17,4	pregnante
14/2/2003	6	246	20.006	17,4	pregnante
3/1/2003	13	212	20.369	17,7	pregnante
Total de espécimes					47

- macho receptivo identificado após cálculo do intervalo de confiança do peso
- macho prenante identificado após cálculo do intervalo de confiança do peso
- condição do macho identificada no momento da captura

Anexo 3. Altura de formação da bolsa Incubadora em *H. reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE.

Data	altura (cm)	estágio
27/07/2001	6,7	formando
14/02/2003	7,6	formando
27/07/2001	8,7	formada
10/01/2002	9,0	formando
19/03/2003	9,2	formada
09/01/2002	9,7	formada
20/01/2003	9,9	formada
18/07/2003	9,9	formada
16/01/2003	10,0	formada
20/01/2003	10,0	formada
07/02/2003	10,2	formada
19/03/2003	10,2	formada
19/12/2002	10,3	formando
20/01/2003	10,4	formada
14/02/2003	10,5	formada
06/01/2002	10,6	formada
21/03/2003	10,6	formada
30/04/2003	10,6	formada
30/04/2003	10,9	formada
04/12/2002	11,0	formada
16/01/2003	11,1	formada
20/01/2003	11,1	formada
08/05/2003	11,1	formando
Média	10,0	

Anexo 4. Fertilidade e fecundidade média de *H. reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE

Altura (cm)	n°prole	Peso macho (g)	altura (cm)	n° ovócitos	Peso fêmea (g)
13,20	709	11,30	12,30	725	10,00
13,60	667	12,50	14,20	914	12,00
14,00	774	13,31	14,30	880	12,30
14,20	559	13,20	média/ov	839,66	
14,50	939	15,00			
14,60	300	13,50			
14,90	213	12,42			
15,00	601	14,30			
15,00	1355	17,42			
15,20	1183	16,5			
15,30	395	11,00			
16,30	238	14,86			
16,40	1055	22,53			
média/pr	691,40				

Anexo 5. Variação no peso de machos *H. reidi*, grnantes e pós-grnância em relação ao número de prole formada, no estuário do rio Maracáipe, Ipojuca, PE. $r = 0,9557$

Marca	Peso grnante (g)	Peso pós-grnância(g)	n° prole	variação peso (g)
74	14,8	14	559	0,8
123	13,5	12,6	300	0,9
66	11,5	10	709	1,5
19	18,4	16,5	939	1,9
108	16,5	13,5	1183	3

Anexo 6. Precipitação pluviométrica mensal e média anual no estuário do rio Maracaípe, entre janeiro de 2001 e dezembro de 2003.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
2001	58,7	56,5	133,7	327,7	59,5	432,4	355,5	210,8	106,3	103,6	32,1	108,3	165,4
2002	231,6	200,5	409,8	140,2	304,2	583,5	281,6	121,0	42,5	49,0	87,7	33,1	207,1
2003	53,3	149,2	397,9	116,1	225,9	474,0	282,2	194,8	135,8	52,2	26,8	51,5	180,0

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET/3º Distrito, Recife, PE.

