

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA
LABORATÓRIO DE ICTIOLOGIA

Maik dos Santos Cividanes da Hora

**CULTIVO DE CAVALO MARINHO,
Hippocampus reidi (TELEOSTEI:
SYNGNATHIDAE) ATÉ A MATURIDADE
SEXUAL**

VITÓRIA
2007

Maik dos Santos Cividanes da Hora

**CULTIVO DE CAVALO-MARINHO,
Hippocampus reidi (TELEOSTEI:
SYNGNATHIDAE) ATÉ A MATURIDADE
SEXUAL**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito para obtenção do grau de bacharel em oceanografia.

Orientador: Prof Dr. Jean Christophe Joyeux.

**VITÓRIA
2007**

**CULTIVO DE CAVALO MARINHO, *HIPPOCAMPUS REIDI* (TELEOSTEI:
SYNGNATHIDAE) ATÉ A MATURIDADE SEXUAL**

por

MAIK DOS SANTOS CIVIDANES DA HORA

Submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de

Oceanógrafo

na

Universidade Federal do Espírito Santo

Dezembro de 2007

© Maik dos Santos Cividanes da Hora

Por meio deste, o autor confere ao Colegiado do Curso de Oceanografia e ao Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da UFES permissão para reproduzir e distribuir cópias parciais ou totais deste documento de monografia para fins não comerciais.

Assinatura do autor

.....

Curso de graduação em Oceanografia
Universidade Federal do Espírito Santo
03 de dezembro de 2007

Certificado por

.....

Dr. Jean-Christophe Joyeux
Orientador – DERN/CCHN/UFES

Certificado por

.....

Dr. Levy de Carvalho Gomes
Examinador Externo - UVV

Certificado por

.....

Dr. Manuel Vazquez Vidal Junior
Examinador Externo - UENF

Aceito por

.....

Alex Cardoso Bastos
Prof. Adjunto / Coordenador do Curso de Oceanografia
DERN/CCHN/UFES

MAIK DOS SANTOS CIVIDANES DA HORA

**CULTIVO DE CAVALO MARINHO, *Hippocampus reidi* (TELEOSTEI:
SYNGNATHIDAE) ATÉ A MATURIDADE SEXUAL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do grau de bacharel em Oceanografia.

Aprovada em 04 de Dezembro de 2007.

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Jean-Christophe Joyeux
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Dr. Levy de Carvalho Gomes
Centro Universitário de Vila Velha

Dr. Manuel Vazquez Vidal Júnior
Universidade Estadual Norte Fluminense

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a minha linda e maravilhosa mãe Yolanda (vulgo Panda) pelos eternos ensinamentos, com certeza não estaria onde estou se não fosse por ela;

A todos os meus amigos e familiares que me apoiaram, em especial a minha Tia Penha por ter me deixado almoçar em sua casa muitos dias ao longo do curso;

A Jean Christophe-Joyeux, meu orientador, pelos ensinamentos, paciência, amizade e por proporcionar o privilégio de estagiar em seu laboratório;

A todos da empresa Juan Pablo de Marco e Irmão Ltda, Alejandro, Pablo, Rossi, Roberto (vulgo Tetê) e Rudinei, por proporcionar o desenvolvimento do estudo em seu estabelecimento;

A banca examinadora, Levy de Carvalho Gomes e Manuel Vazquez Vidal Júnior, este último por ter vindo de Campos (RJ) para participar da minha banca.

A todos os amigos do laboratório de ictiologia, Camilato (vulgo carequinha), Paulo, Pedro e Caio;

A Raphael Macieira que me deu várias idéias para o trabalho e ao Thiony que me ajudou com as análises estatísticas, ambos também do laboratório.

A minha namorada Marianna pela grande amizade, por me ajudar imensamente a preparar as fotos no Photoshop e por entender que muitas vezes tive que trocá-la pelos cavalos marinhos (vulgo cavalinhos);

A todos os meus amigos de graduação pelo aprendizado e divertimento proporcionado durante esses anos;

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) pelo financiamento da bolsa de iniciação científica;

RESUMO

Os cavalos marinhos são peixes de grande interesse para a medicina tradicional chinesa e para a aquariorfilia. Por esse motivo e pela destruição de seus habitats naturais, grande parte de sua população está em declínio. A piscicultura com cavalos marinhos e outras espécies ornamentais têm recebido uma especial atenção por unir conservação e desenvolvimento sustentável. Este estudo apresenta dados do cultivo de *Hippocampus reidi* do nascimento a maturação sexual. Os resultados obtidos mostram que *H. reidi* apresenta um bom crescimento ($0,8 \text{ mm.dia}^{-1}$) e baixa mortalidade (11,7%). No 15º dia grande parte dos indivíduos saíram da fase pelágica e já mostravam um comportamento bentônico. *H. reidi* iniciou a maturação sexual com 60 dias de idade, a partir deste dia a taxa de crescimento dos indivíduos diminuiu consideravelmente. Aos 95 dias 50% dos animais amostrados estavam maduros sexualmente e aos 109 dias 100%. A primeira prole livre nos aquários foi observada aos 81 dias com 204 filhotes. Não foi observada diferença significativa entre a altura e peso de machos e fêmeas após o início da maturação sexual. O bom crescimento e a baixa mortalidade de *H. reidi* indicam que esta espécie é uma grande candidata a ser cultivada em escala comercial, principalmente para suprir a demanda do mercado de aquariorfilia e possivelmente da medicina tradicional chinesa.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Esquema representativo do sistema onde foram cultivados cavalos marinhos *H. reidi*.....13
- Figura 2** - Medida da altura de cavalo marinho (somatório da altura da coroa, do comprimento do tronco e do comprimento da cauda). Modificado de Lourie *et al.*, (1999).....16
- Figura 3** - Estágios de desenvolvimento da bolsa incubadora de machos de *H. reidi*. **A** – bolsa em início de desenvolvimento (ID); **B** – Estado intermediário de desenvolvimento. **C** – Bolsa desenvolvida. As setas indicam o local da bolsa incubadora.....19
- Figura 4** - Relação entre o peso (mg) e a altura (mm) de *H. reidi*.....21
- Figura 5** - Mortalidade diária acumulada. Os círculos acima do gráfico indicam o dia da oferta de uma nova alimentação (3^o, 13^o e 22^o) para os juvenis de *H. reidi*..... 22
- Figura 6** - Crescimento em altura dos juvenis de *H. reidi* antes da maturação sexual (do nascimento aos 53 dias de idade) e após a maturação sexual (dos 60 dias de idade até os 109 dias). Os pontos representam a altura média (\pm o desvio padrão, em mm) para cada idade amostrada (em dias). A equação de crescimento está plotada para os dois períodos.....23

Figura 7 - Porcentagem de fêmeas por idade de acordo com o estágio de maturação das gônadas, onde: (IM) – gônadas imaturas; (EM) – gônadas em maturação (M) – gônadas maduras.....24

Figura 8 - Porcentagem de machos de acordo com o estágio de desenvolvimento da bolsa incubadora, onde: (ID) – bolsa em início de desenvolvimento; (EID) – bolsa em estado intermediário de desenvolvimento e (D) – bolsa desenvolvida.....24

Figura 9 - Ovócitos de fêmea madura de *H. reidi*.....25

Figura 10 - Razão gonadossomática (RGS; média e desvio padrão) para as fêmeas de *H. reidi* de 60 a 109 dias de idade.....26

Figura 11 - Diagrama esquemático da ontogenia de *H. reidi* no cultivo.....27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Equipamentos e suas respectivas funções para a manutenção da qualidade da água do sistema.....12
- Tabela 2** - Estágio de desenvolvimento gonadal das fêmeas de *H. reidi*.....18
- Tabela 3** - Relações entre os estágios de desenvolvimento das gônadas, o comprimento dos ovócitos, a largura, a quantidade e a razão gonadossomática (RGS) (média \pm desvio padrão).....25
- Tabela 4** - Comparação entre as taxas de crescimento, o tamanho de nascimento, a mortalidade e o tamanho máximo e a distribuição em relação à latitude de algumas espécies do gênero *Hippocampus* em determinados períodos de cultivo.....29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. METODOLOGIA	12
2.1 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA	12
2.2 ALIMENTAÇÃO	14
2.3 MATRIZES REPRODUTORAS	14
2.4 CULTIVO DOS JUVENIS	14
2.5 COMPORTAMENTO	15
2.6 ANÁLISE DA MORTALIDADE	15
2.7 BIOMETRIA	16
2.8 MATURAÇÃO SEXUAL	17
2.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	20
3. RESULTADOS	20
3.1 COMPORTAMENTO	20
3.2 CRESCIMENTO	20
3.3 MORTALIDADE	21
3.4 MATURAÇÃO SEXUAL	22
3.4.1 <i>Observações dos animais no aquário</i>	22
3.4.2 <i>Análise dos animais recolhidos</i>	22
3.5 RAZÃO SEXUAL	26
4. DISCUSSÃO	28
4.1 COMPORTAMENTO	28
4.2 CRESCIMENTO	28
4.3 MORTALIDADE	30
4.4 MATURAÇÃO SEXUAL	31
4.5 RAZÃO SEXUAL	32
4.6 CONSERVAÇÃO	33
4.7. PERSPECTIVAS FUTURAS	33
5. CONCLUSÃO	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

Os cavalos-marinhos (gênero *Hippocampus* Rafinesque, 1810) são peixes ósseos pertencentes à família Syngnathidae. No litoral brasileiro ocorrem duas espécies: *Hippocampus erectus* Perry, 1810 e *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. A segunda apresenta maior abundância (FIGUEIREDO & MENEZES, 1980; LOURIE *et al.*, 1999; ROSA, 2002) e distribui-se das Bahamas e dos Estados Unidos até o Rio de Janeiro (LOURIE *et al.*, 1999; ROSA, 2002). São animais comuns em águas costeiras do litoral Sudeste do Brasil (FIGUEIREDO & MENEZES, 1980), incluindo o Espírito Santo.

A intensa coleta de mais de 25 milhões de cavalos marinhos por ano, principalmente para a medicina tradicional chinesa, têm contribuído para o declínio de suas populações em várias partes do mundo (VINCENT, 1996b; Project Seahorse, 2006) inclusive no Brasil (ROSA *et al.*, 2007). Além disso, existe uma grande procura e exploração desses peixes para a aquariorfilia e o artesanato. Esses animais também são vulneráveis a degradação de seus habitats naturais, através do desmatamento de manguezais, poluição e destruição de estuários e ambientes recifais (LOURIE *et al.*, 1999).

O comércio de cavalos marinhos envolve pelo menos 77 países (Project Seahorse, 2006). No Brasil, segundo Monteiro-Neto *et al.* (2003), *Hippocampus* é um dos gêneros de peixes ornamentais marinhos mais comercializados. Dentre eles, *H. reidi* é uma das mais procuradas para o mercado de aquariorfilia mundial, destacando-se entre as espécies de *Hippocampus sp.* em aquários públicos em todo mundo (BULL & SHEDD, 2002).

No ano de 2000, o Brasil esteve entre os 10 maiores fornecedores de peixes ornamentais do mundo (MONTEIRO-NETO *et al.*, 2003), a maior parte representada por peixes de águas continentais, e um dos 4 maiores exportadores de cavalos marinhos entre os anos de 1998 a 2002 (WABNITZ *et al.*, 2003). De acordo com Lourie *et al.* (1999), poucos são os pescadores que coletam esses animais para fins de aquariorfilia em cada região, porém, somando todos eles, esta captura é muito grande, o que diminui potencialmente as suas populações selvagens.

Todas as espécies de cavalos marinhos constam no Apêndice II da CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) (CITES, 2006). *H. reidi* também está presente na lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA) de espécies de invertebrados e peixes ameaçados de extinção, sobreexploração ou sobreexploradas (MMA, 2004) e está como vulnerável na lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (World Conservation Union) (IUCN, 2006). Para atender as necessidades geradas pela inclusão deste animal nas listas do CITES, da IUCN e do MMA, é urgente a geração de dados que possam dar suporte a medidas de conservação e manejo para esta espécie.

O cultivo de organismos ornamentais é visto como uma possível alternativa à captura de espécimes selvagens, o que minimizaria os impactos sobre suas populações naturais. Além disso, ajudaria a sustentar a indústria de peixes ornamentais, já que alguns países, a exemplo das Bahamas, do próprio Brasil e de alguns estados dos EUA, estabeleceram cotas de importação para estes organismos coletados na natureza (TLUSTY, 2002).

Na Reunião Técnica sobre o Estado da Arte da Pesquisa e do Ordenamento da Pesca de Peixes Ornamentais Marinhos no Brasil, realizada no ano de 2000 em Tamandaré-PB, pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis), uma das recomendações para linhas de pesquisas foram os estudos voltados ao desenvolvimento de tecnologia voltada à aquicultura (NOTTINGHAM *et al.*, 2005). Devido o gênero *Hippocampus* sofrer com uma crescente demanda para a medicina tradicional e para o aquarofilismo, o que ocasiona um decréscimo nas populações selvagens (VINCENT 1996a), esses animais são indicados para serem cultivados.

Há pouca experiência na criação de cavalos-marinhos em cativeiro no Brasil, não existindo um protocolo de cultivo (ROSA *et al.*, 2005), de forma que a maior parte dos espécimes comercializados são retirados do ambiente natural. O cultivo deste animal viria a suprir as necessidades do comércio ornamental e possivelmente da medicina tradicional chinesa, bem como o aumento de sua população selvagem com a diminuição da captura.

Neste estudo foram cultivados em ambiente fechado cavalos marinhos da espécie *H. reidi* do nascimento a maturação sexual, com o objetivo de avaliar o seu crescimento e mortalidade, verificando também a sua relação com a maturação sexual, e seu potencial para a piscicultura.

2. METODOLOGIA

2.1 Funcionamento do sistema

O sistema de cultivo de *H. reidi* está instalado no município de Serra-ES, na empresa exportadora de peixes ornamentais, Juan Pablo de Marco e Irmão Ltda. Esse sistema, com cerca de 10 mil litros possui os equipamentos necessários à manutenção da qualidade da água (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1 – Equipamentos e suas respectivas funções para a manutenção da qualidade da água do sistema.

Equipamentos	Função
Filtro biológico	Composto por algas calcáreas mortas, que proporciona substrato a bactérias anaeróbias desnitrificantes, responsáveis por transformar nitrato em nitrogênio gasoso e manter o pH constante.
<i>Skimmer</i>	Retirar o material particulado e as proteínas da água.
Ultravioleta (UV)	Eliminar os microorganismos patogênicos e microalgas.
Resfriador	Impedir que a temperatura do sistema se elevasse acima dos 28°C.
Bomba	Recircular cerca de 14 mil litros de água por hora no sistema.
Aquários (50, 120 e 200L)	Cultivar os juvenis e criar as matrizes reprodutoras.
Plantas artificiais	Proporcionar substrato para fixação dos cavalos marinhos

Os parâmetros físico-químicos da água do sistema foram aferidos de duas a três vezes por semana. A temperatura foi medida com auxílio de um termômetro digital instalado no sistema, o pH com um pHmetro elétrico de precisão 0,1 e a salinidade com um densímetro de precisão 0,1. A temperatura variou entre 22,0 e 26,6°C, o pH de 8,2 e 8,4 e a salinidade entre 26,5 e 29,0. O foto-período durante todo o cultivo foi controlado por um *time* digital e tanto para os juvenis quanto para as matrizes o período diário de luz foi de 12 horas e 12 horas sem luz. Os aquários foram sifonados freqüentemente para a retirada da sujeira do fundo, mantendo-os o mais limpo possível.

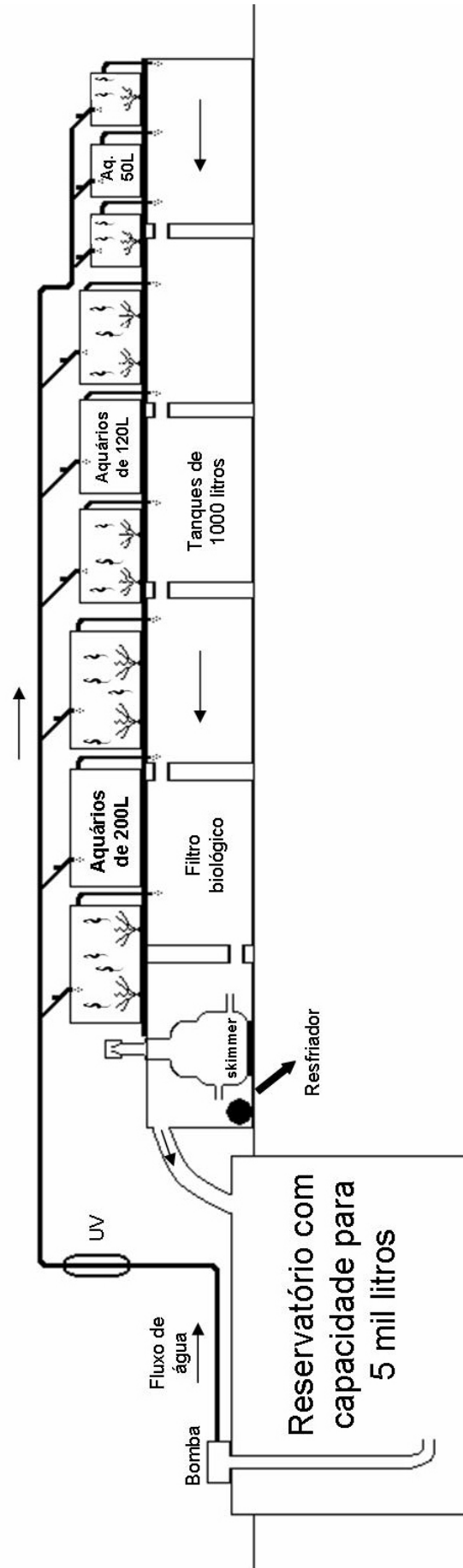


Figura 1 - Esquema representativo do sistema onde foram cultivados cavalos marinhos *H. reidi*.

2.2 Alimentação

Como não existe no mercado ração própria para cavalos marinhos, para a alimentação dos animais foram adotados os seguintes procedimentos:

- Foi coletado zooplâncton vivo, em sua maioria copépodes e copepoditos, no estuário do Canal da Passagem (Vitória-ES) com uma rede de plâncton cônica de malha 100µm.
- Paralelamente ao cultivo de *H. reidi*, também foi realizada uma criação de *Artemia salina* (Linnaeus, 1758). Essas foram descapsuladas em dois períodos, com diferença de 3 dias entre eles, e postas para eclodirem em dois tanques de 500L. Nestes, foram cultivadas e alimentadas com levedo de cerveja até aproximadamente os 15 dias de vida. Nas últimas 24 horas antes de servirem como alimento para os juvenis de *H. reidi*, as *A. salinas* foram alimentadas com enriquecedor à base de óleo de peixe (Super Selco®).
- Foram capturados manualmente *Mysidium gracile* Dana, 1852 (CRUSTACEA: MYSIDACEA) no ambiente natural com auxílio de um pequeno puçá de mão de malha 500µm.

2.3 Matrizes reprodutoras

As matrizes foram capturadas na Baía do Espírito Santo (Vitória-ES) em 2005. Essas, antes de iniciar o experimento, já se encontravam aclimatadas em um aquário de 200L e em constante reprodução. As matrizes eram alimentadas 5 vezes ao dia com *M. gracile* vivo ou congelado.

2.4 Cultivo dos juvenis

O experimento foi realizado de abril a julho de 2007. Foram utilizados para o experimento de cultivo, 615 juvenis de *H. reidi* provenientes de uma prole liberada de um dos machos das matrizes. Os filhotes foram distribuídos igualmente em três aquários de 50 litros. No 14^o dia de idade os juvenis foram contados e transferidos para outros três aquários de 120 litros, onde permaneceram até os 45^o dia de idade,

nesta idade eles foram contados novamente e transferidos para três aquários de 200 litros onde ficaram até o fim do experimento.

A alimentação foi ofertada cinco vezes ao dia até a saciedade dos animais. Do nascimento (dia zero) ao 6^o dia de idade os juvenis foram alimentados com zooplâncton vivo. Do 3^o ao 25^o dia foi ofertada *A. salina* viva de 1 a 14 dias de idade. A partir do 22^o dia de idade até o fim do experimento, a alimentação foi modificada para *M. gracile* viva ou congelada. A troca de alimentação ocorreu de maneira gradual. Sempre 3 dias antes do término de uma etapa de alimentação, iniciava a oferta da alimentação da etapa seguinte.

2.5 Comportamento

O comportamento dos animais foi observado de maneira rotineira. Foram observados dois momentos: o período em que os indivíduos deixam de ser pelágicos e adequariam um comportamento bentônico e a fase em que mudam a coloração.

2.6 Análise da mortalidade

Os mortos de cada aquário foram enumerados e recolhidos a cada dia. Para efeito de verificação, os sobreviventes de cada um deles foram contados aos 14^o, 45^o e 109^o dias de idade. Não houve discrepância entre as duas estimativas.

Expressa em porcentagem, a mortalidade diária foi calculada a partir da fórmula:

$\frac{Md}{Nt} \times 100$, onde Nt é o número total de indivíduos no início do período (615) e Md é o

número de mortes no determinado dia.

2.7 Biometria

A altura total (A_t), definida como a soma da altura da coroa, do comprimento do tronco e do comprimento da cauda (Figura 2) (LOURIE *et al.*, 1999), foi determinada com o auxílio de um micrômetro ocular instalado em um microscópio binocular. O peso úmido (em mg) foi averiguado através de uma balança analítica de precisão 0,1 mg.

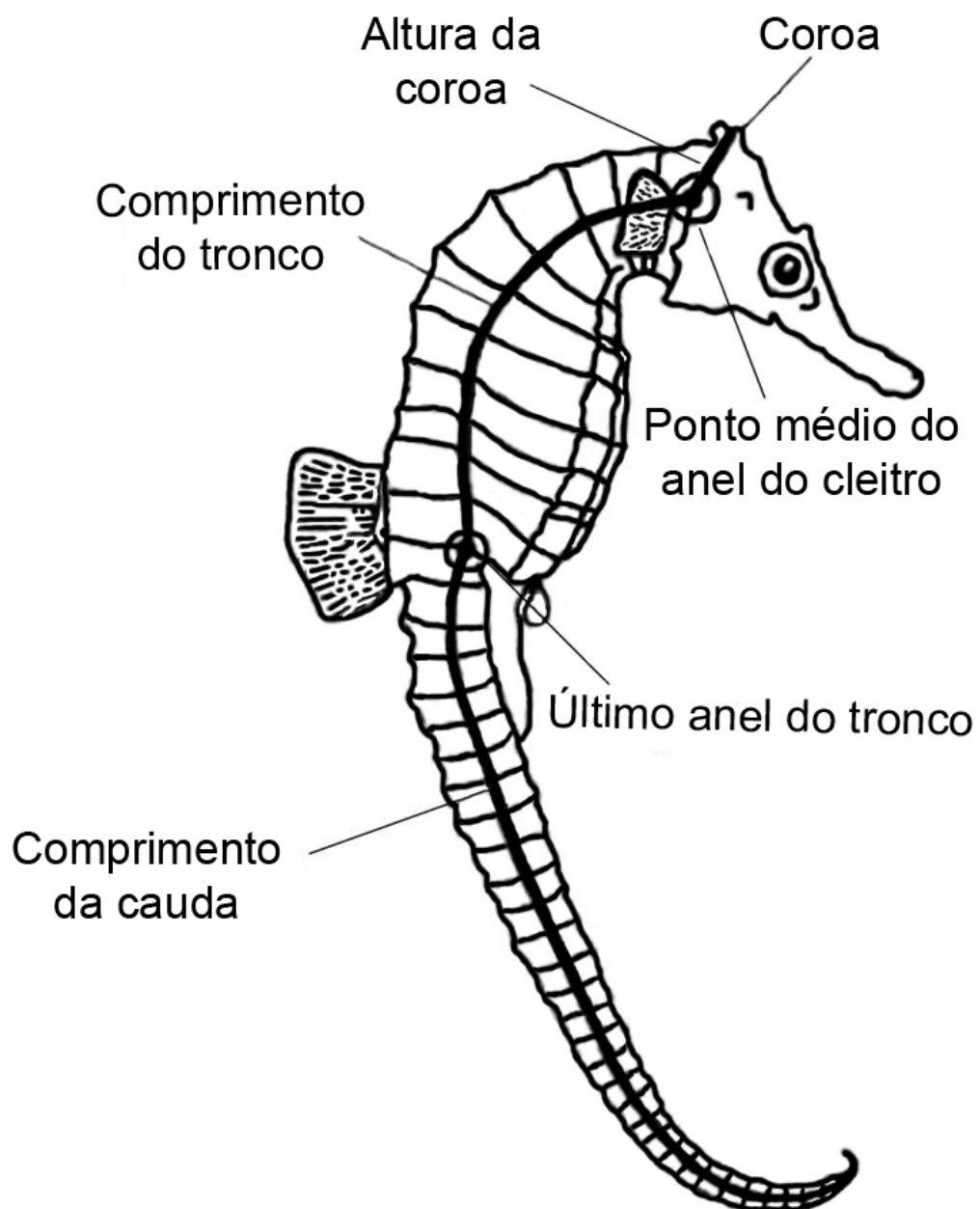


Figura 2 – Medida da altura de cavalo marinho (somatório da altura da coroa, do comprimento do tronco e do comprimento da cauda). Modificado de Lourie *et al.*, (1999).

O crescimento, tanto em altura quanto em peso, foi estimado a partir de seis indivíduos (dois de cada aquário) coletados aleatoriamente e conservados em álcool 70%. A amostragem dos indivíduos não foi maior devido à precaução com a mortalidade, pois se um grande número de juvenis de *H. reidi* morresse, impossibilitaria a coleta dos animais. A amostragem foi realizada em intervalos regulares de 2 dias nos primeiros 16 dias de idade, a cada 4 dias do 17^o ao 32^o dia de idade e a cada semana a partir do 33^o dia até o fim do experimento, aos 109 dias de idade ($n = 132$), em que 100% dos animais recolhidos estavam maduros sexualmente. A maturação sexual foi utilizada como parâmetro para o término de experimento, visto que neste estágio os indivíduos tornam-se adultos, ficam menos vulneráveis a doenças e estão prontos para serem vendidos com maior qualidade para o mercado de aquarofilia ou tornarem matrizes. No primeiro dia de vida a biometria foi realizada com 6 indivíduos dos 574 sacrificados ($n_{total}=132+6$).

2.8 Maturação sexual

Do 60^o dia de vida em diante, o desenvolvimento reprodutivo dos juvenis foi estudado de maneira sistemática. O reconhecimento externo do sexo dos indivíduos foi possível após o início da maturação sexual. Os machos foram identificados com o desenvolvimento da bolsa incubadora e as fêmeas com a presença do poro genital proeminente, segundo Rosa *et. al* (2005). O início da maturação sexual foi considerado como o dia em que foi verificado, nos indivíduos recolhidos, a presença de fêmeas com gônadas em maturação ou machos com bolsa em início de desenvolvimento.

As fêmeas foram classificadas em 3 estágios de acordo o desenvolvimento gonadal. Para isso, foram dissecadas e suas gônadas examinadas macroscopicamente de acordo com o tamanho, coloração, volume ocupado na cavidade abdominal e presença de ovócitos (Tabela 2).

As gônadas foram abertas, os ovócitos foram enumerados e os 10 dos maiores mensurados com auxílio de um micrômetro ocular, tanto em comprimento quanto em largura. A razão gonadossomática (RGS) foi calculada para cada fêmea a partir da

expressão $RGS = \left(\frac{Pg}{Pt}\right) \times 100$, onde Pt é o peso total e Pg o peso da gônada. As gônadas que apresentaram peso não registrado pela balança foram consideradas como tendo o peso limite de detecção da balança (0,1mg).

Tabela 2 – Estágio de desenvolvimento gonadal das fêmeas de *H. reidi*.

Estágio de maturação	Características macroscópicas das gônadas
Imatura (IM)	<ul style="list-style-type: none"> • difícil visualização; • translúcidas; • ocupam menos que 5% da cavidade abdominal; • não são observados ovócitos.
Em maturação (EM)	<ul style="list-style-type: none"> • laranja pálido; • ocupam de 10 a 30% da cavidade abdominal; • ovócitos pequenos e médios.
Madura (M)	<ul style="list-style-type: none"> • laranja; • ocupam de 40 a 80% da cavidade abdominal; • grandes ovócitos.

Os machos foram classificados de acordo com o desenvolvimento da bolsa incubadora em 3 estágios: bolsa em início de desenvolvimento (ID – Uma pequena fenda na região abdominal abaixo na nadadeira anal), estado intermediário de desenvolvimento (EID – uma pequena bolsa em formação já é observada) e desenvolvida (D – bolsa incubadora totalmente formada) (Figura 3). A bolsa desenvolvida indica que o animal está maduro sexualmente. Os testículos não foram extraídos.

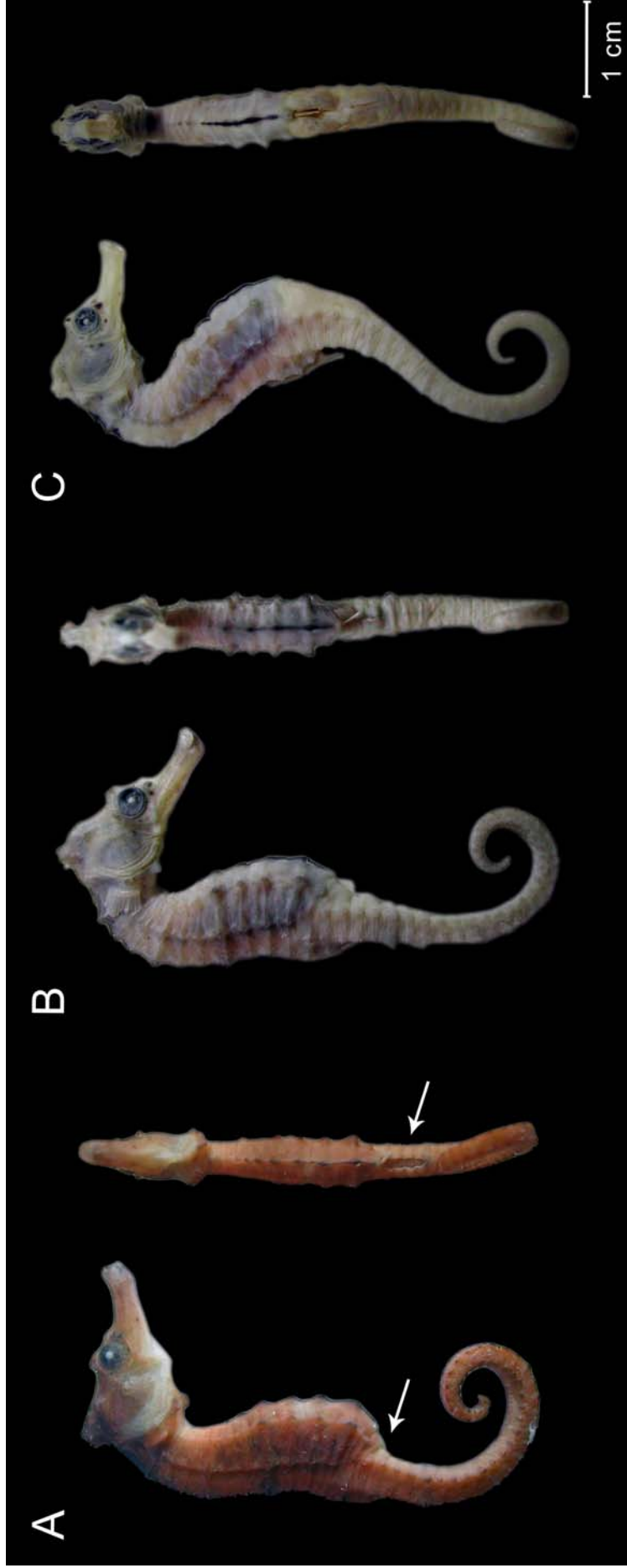


Figura 3 – Estágios de desenvolvimento da bolsa incubadora de machos de *H. reidi*. **A** – bolsa em início de desenvolvimento (ID); **B** – Estado intermediário de desenvolvimento. **C** – Bolsa desenvolvida. As setas indicam o local da bolsa incubadora.

2.9 Análises estatísticas

A relação linear entre a altura e a idade foi verificada através da correlação linear de Pearson, onde $At = a + b \cdot Idade$, em que a é a intercessão e b é o coeficiente de crescimento (declividade).

A relação peso e altura foi obtida através da equação $Pt = a \cdot At^b$, em que a transformação para log neperiano (ln), resultou em uma regressão linear: $\ln Pt = \ln a + b \cdot \ln At$. O teste t de Student foi aplicado para determinar se o valor de b , obtido da regressão linear, difere significativamente do valor isométrico (3).

A diferença do comprimento, da largura e do número de ovócitos entre as fêmeas maduras e em maturação foi testada através do teste t . Já a diferença na razão gonadossomática entre os diferentes estágios de maturação das fêmeas foi testada através de ANOVA tipo III com o teste post hoc de Tamhane.

3. RESULTADOS

3.1 Comportamento

Durante as duas primeiras semanas, os juvenis de *H. reidi* mostraram comportamento pelágico. Este cessou aos 15 dias de idade, quando muitos cavalos marinhos já se fixavam nas plantas artificiais e mostravam um comportamento bentônico. Aos 30 dias, praticamente todos os animais já se prendiam as estruturas e começaram a mudar a sua coloração de preto para alaranjado. Os indivíduos que primeiramente se fixaram e ganharam coloração, eram sempre os maiores.

3.2 Crescimento

Ao nascer, os juvenis de *H. reidi* apresentaram altura média (\pm desvio padrão) de $8,2 \pm 0,5$ mm e peso médio de $1,9 \pm 0,5$ mg. A taxa média de crescimento em altura do nascimento aos 109 dias foi de $0,80 \pm 0,01$ mm.dia⁻¹.

A relação entre altura e peso é mostrada na Figura 4. O coeficiente de crescimento ou declividade $b \pm \text{s.e.}$ foi $2,94 \pm 0,04$. Este valor está de acordo com o valor isométrico ($b = 3$), isso significa que *H. reidi* cresce de maneira isométrica. Do nascimento até os 109 dias de idade *H. reidi* apresentou um incremento médio de massa de $17,03 \pm 0,01 \text{mg.dia}^{-1}$.

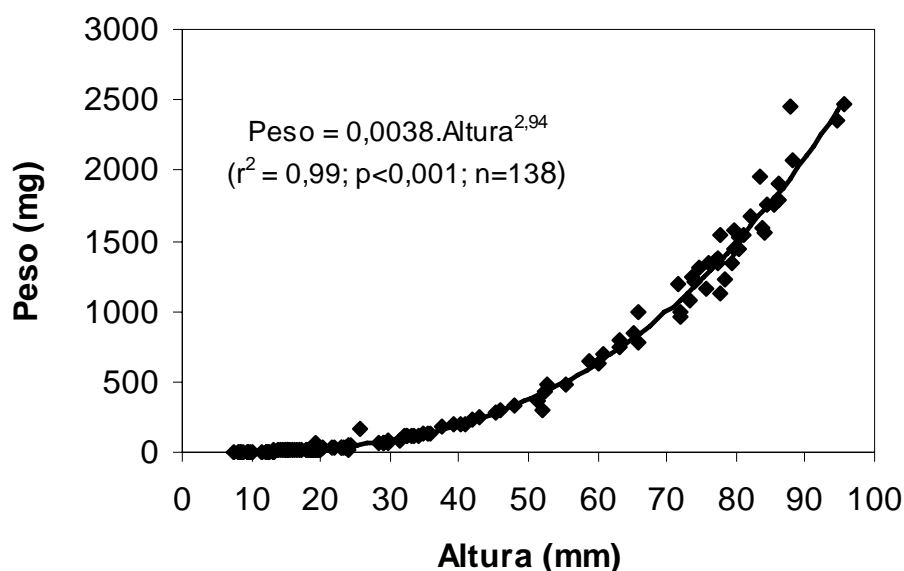


Figura 4 - Relação entre o peso (mg) e a altura (mm) de *H. reidi*.

3.3 Mortalidade

A mortalidade diária variou de 0 (zero) a 1,95%. Este maior percentual foi observado no 5^o dia de idade dos animais. Não foi observada a causa certa desta mortalidade, porém picos de mortalidade foram observados após a troca de alimentação dos juvenis no 3^o, 13^o e 22^o dias de idade (Figura 5). Após os 42 dias de idade não houve mais mortes. A mortalidade total no experimento foi de 11,7% (72 indivíduos).

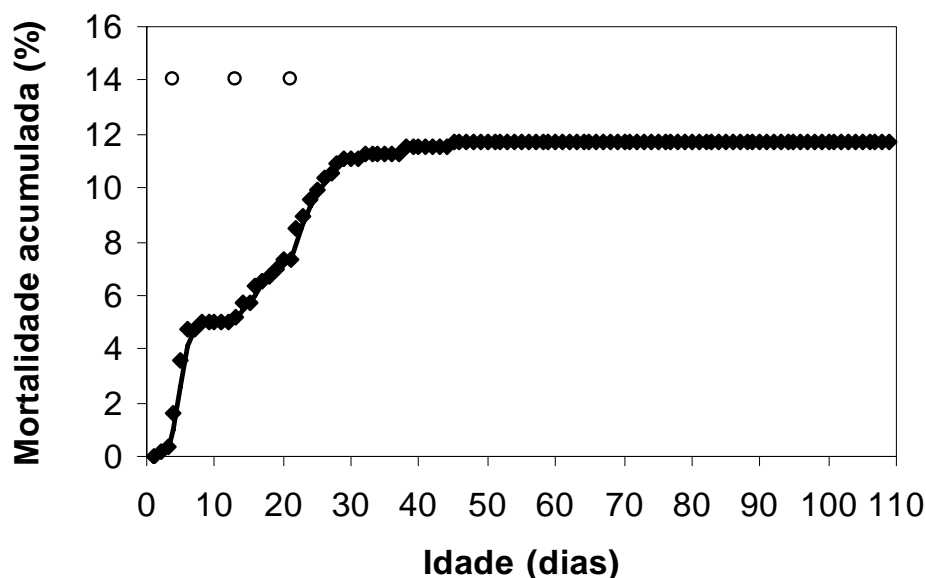


Figura 5 - Mortalidade diária acumulada. Os círculos acima do gráfico indicam o dia da oferta de uma nova alimentação (3^o, 13^o e 22^o) para os juvenis de *H. reidi*.

3.4 Maturação sexual

3.4.1 Observações dos animais no aquário

Entre 60 e 74 dias de idade os primeiros machos e fêmeas maduros sexualmente foram observados no aquário. A primeira prole nasceu aos 81 dias de idade dos pais com 204 filhotes, dois dias depois foi observada a segunda. A partir deste dia, o número total de proles produzidas pelos adultos aumentou a cada semana. Não foi possível contabilizar as proles produzidas por aquário e nem a quantidade de juvenis, visto que constantemente havia filhotes livres.

3.4.2 Análise dos animais recolhidos

O tamanho médio dos primeiros indivíduos maduros sexualmente (ver Tabela 2 para fêmeas e Figura 3 para machos) ficou entre $60,2 \pm 5,2\text{mm}$ (60 dias) e $74,0 \pm 7,6\text{mm}$ (74 dias).

Aos 60 dias de idade foi identificado o primeiro cavalo marinho em início de maturação sexual (Figura 7). Do nascimento aos 53 dias de idade, os animais apresentaram um crescimento médio em altura de $0,74 \pm 0,02\text{mm.dia}^{-1}$ ($n = 96$), já a partir dos 60 dias até o fim do experimento, o crescimento foi de $0,46 \pm 0,06\text{mm.dia}^{-1}$

(n = 42) (Figura 6). Não houve diferença significativa de altura e peso entre machos (n=18) e fêmeas (n=23) a partir dos 60 dias de idade (ANOVA: $p < 0,05$), os machos cresceram a uma taxa de $0,31 \pm 0,1 \text{ mm.dia}^{-1}$ em altura e $19,06 \pm 5,0 \text{ mg.dia}^{-1}$ em peso, já as fêmeas a $0,53 \pm 0,08 \text{ mm.dia}^{-1}$ e $26,60 \pm 4,3 \text{ mg.dia}^{-1}$, porém essa diferença também não é significativa. Dos machos recolhidos, 8 estavam com a bolsa incubadora em início de desenvolvimento, 4 em estado intermediário de desenvolvimento e 6 com a bolsa já desenvolvida. Nenhum desses últimos estavam com filhotes na bolsa incubadora. O primeiro macho maduro sexualmente (com bolsa totalmente desenvolvida) foi encontrado aos 71 dias de idade, já a primeira fêmea madura foi recolhida aos 95 dias (Figura 7 e 8). Não foi observada nenhuma diferença significativa entre a altura dos indivíduos e o estágio de maturação sexual, tanto para as fêmeas quanto para os machos (ANOVA: $p < 0,05$).

A maturação sexual de 50% dos indivíduos recolhidos foi alcançada aos 95 dias de idade com altura média de $77,4 \pm 6,2 \text{ mm}$, já a maturação de 100% dos animais recolhidos ocorreu aos 109 dias de idade.

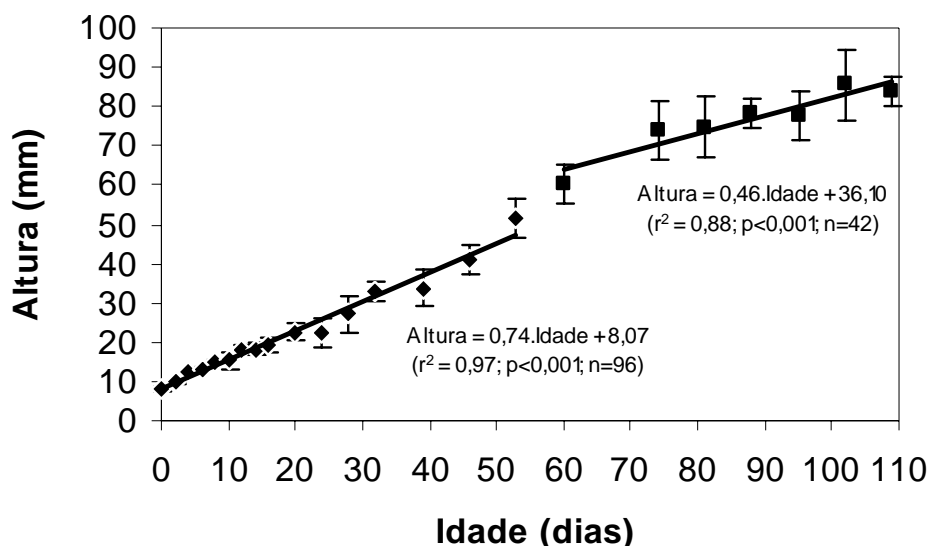


Figura 6 - Crescimento em altura dos juvenis de *H. reidi* antes da maturação sexual (do nascimento aos 53 dias de idade) e após a maturação sexual (dos 60 dias de idade até os 109 dias). Os pontos representam a altura média (\pm o desvio padrão, em mm) para cada idade amostrada (em dias). A equação de crescimento está plotada para os dois períodos.

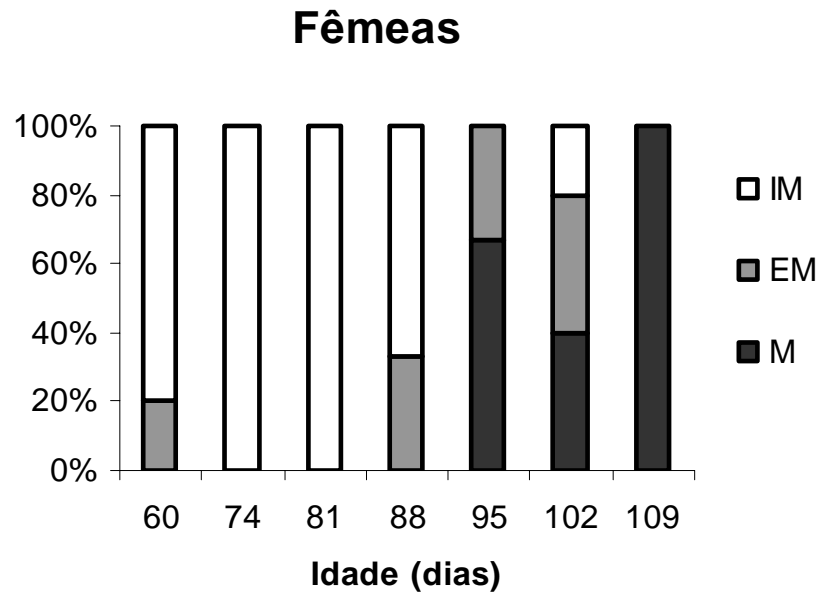


Figura 7 – Porcentagem de fêmeas por idade de acordo com o estágio de maturação das gônadas, onde: (IM) – gônadas imaturas; (EM) – gônadas em maturação (M) – gônadas maduras.

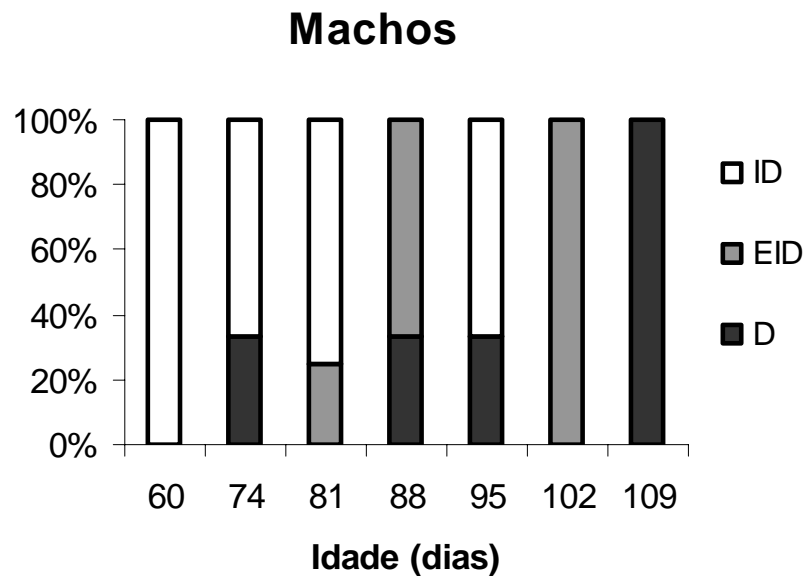


Figura 8 – Porcentagem de machos de acordo com o estágio de desenvolvimento da bolsa incubadora, onde: (ID) – bolsa em início de desenvolvimento; (EID) – bolsa em estado intermediário de desenvolvimento e (D) – bolsa desenvolvida.

Os ovócitos maduros de *H. reidi* apresentaram formato de bastão e uma cor alaranjada (Figura 9). Como se pode observar na Tabela 3, a largura média dos ovócitos maduros foi em média 55% do seu comprimento. O menor e o maior comprimento de ovócito para gônadas maduras foi 1,0 e 1,9mm, já a maior largura foi 0,88mm e a menor 0,57mm. Foi observado que as fêmeas maduras apresentavam uma maior largura e comprimento do tronco, isso ocorre visto que às gônadas maduras estão cheias de ovócitos, assim, elas ocupam uma maior parte da cavidade abdominal. Foi observada uma diferença significativa para o comprimento dos ovócitos (Teste t; $p=0,018$; $t=3,863$) e o número de ovócitos (Teste t; $p=0,0001$; $t=9,82$) entre as fêmeas em maturação e maduras. Porém, não foi observada diferença entre a largura dos ovócitos. A razão gonadossomática entre as fêmeas também foi diferente para todos os estágios de maturação (ANOVA; $F=79,8$; $P<0,0001$) (Tabela 3). A partir dos 88 dias de idade houve um aumento significativo da massa das gônadas femininas (Figura 10).

Tabela 3 – Relações entre os estágios de desenvolvimento das gônadas, o comprimento dos ovócitos, a largura, a quantidade e a razão gonadossomática (RGS) (média \pm desvio padrão).

Estágio de desenvolvimento gonadal	n	Comprimento dos ovócitos (mm)	Largura dos ovócitos (mm)	Quantidade de ovócitos	RGS (%)
IM	12	-	-	-	0,07 ($\pm 0,02$)
EM	5	1,20 ($\pm 0,1$)	0,72 ($\pm 0,1$)	79 (± 38)	1,22 ($\pm 0,83$)
M	7	1,41 ($\pm 0,2$)	0,75 ($\pm 0,1$)	178 (± 49)	4,82 ($\pm 1,04$)

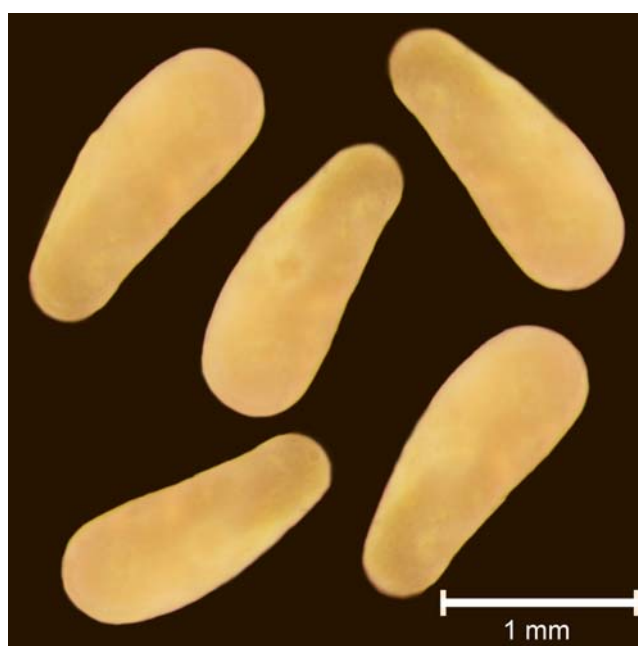


Figura 9 – Ovócitos de fêmea madura de *H. reidi*.

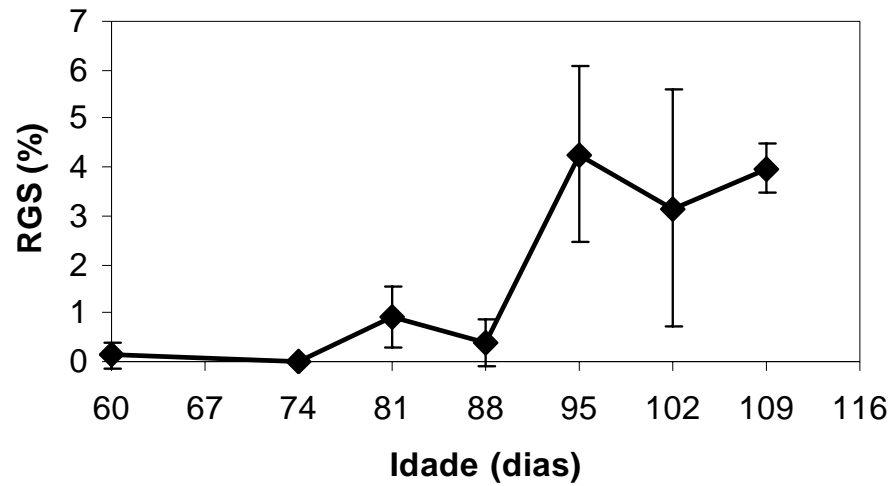
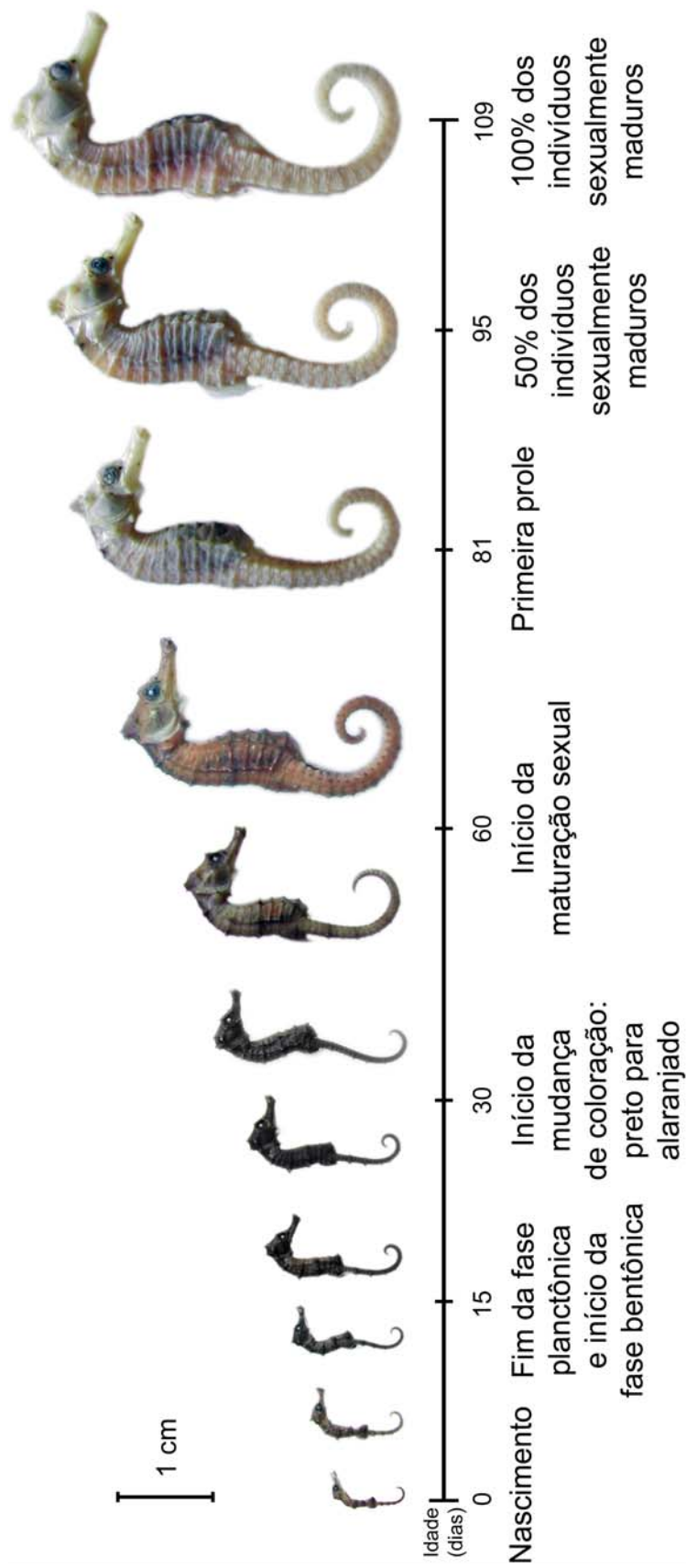


Figura 10 – Razão gonadossomática (RGS; média e desvio padrão) para as fêmeas de *H. reidi* de 60 a 109 dias de idade.

A Figura 11 descreve a ontogenia do cultivo de cavalo marinho *H. reidi*, destacando os principais acontecimentos ao longo do seu desenvolvimento em cativeiro.

3.5 Razão sexual

A relação numérica entre machos e fêmeas (taxa operacional do sexo) dos indivíduos recolhidos após os 60 dias de idade ($n = 42$) foi de 1:1,2. Nos sobreviventes após 109 dias ($n = 411$) a relação foi 1:1,3.



Ontogenia de *Hippocampus reidi* no cultivo

Figura 11 - Diagrama esquemático da ontogenia de *H. reidi* no cultivo.

4. DISCUSSÃO

4.1 Comportamento

O comportamento pelágico até os 15 dias de idade mostra o período em que *H. reidi* sai da fase pelágica e passa a desenvolver um comportamento bentônico. O motivo para a mudança da coloração nesta fase, provavelmente, ocorre devido a necessidade de usar a camuflagem para capturar alimento e não ser vistos por predadores no ambiente natural. *H. reidi* selvagem é encontrado em substratos com diferentes colorações, destacando-se as algas verdes, *Ascidia sp.* e raízes de manguezal (DIAS & ROSA, 2003).

4.2 Crescimento

Ao nascer, *H. reidi* apresentou altura média um pouco maior do que os 7 mm descritos por Lourie *et al.* (2004), porém dentro do intervalo de 6 à 12 mm informado por Rosa *et al.* (2005) para esta mesma espécie. Outras espécies de cavalos marinhos cultivadas apresentaram tamanhos consideravelmente diferentes ao nascer em comparação ao *H. reidi* (Tabela 4). Essa diferença tem uma significativa relação com a distribuição de cada espécie. Foster e Vincent (2004), ao analisar dados de 12 espécies de cavalos marinhos, encontraram uma proporcional correlação entre a latitude e o tamanho do animal ao nascer.

O crescimento em altura neste experimento parece estar comparável com a maior parte de outras espécies de cavalos marinhos cultivadas (Tabela 4). As diferenças de crescimento observadas entre algumas espécies de *Hippocampus* em cultivo, podem ser devido a uma combinação de fatores, como: o tamanho máximo do indivíduo adulto entre as várias espécies (JOB *et al.* 2006), diferenças de temperatura em que foram cultivados e são encontradas no ambiente natural (JOB *et al.* 2002, WONG & BENZIE, 2003; LIN *et al.*, 2006), diferença nas condições alimentares (CHANG & SOUTHGATE, 2001; JOB *et al.* 2002; WONG & BENZIE, 2003; WOODS, 2003 & 2005; CHOO & LIEW, 2006; LIN *et al.*, 2007), e o possível estresse sofrido durante o cultivo.

Tabela 4 – Comparação entre as taxas de crescimento, o tamanho de nascimento, o tamanho de nascimento, a mortalidade e o tamanho máximo e a distribuição em relação à latitude de algumas espécies do gênero *Hippocampus* em determinados períodos de cultivo.

Espécie	Período de cultivo	Tamanho ao nascer	Taxa de crescimento	Mortalidade Total	Tamanho máximo do adulto**	Distribuição (Latitude)**	Referência
<i>H. reidi</i>	109 dias	8,1 mm	0,46 a 0,80 mm.dia ⁻¹	11,7%	17,5 cm	10°S a 20°S	Presente estudo
<i>H. ingens</i>	63 dias	6,9 mm	0,78mm.dia ⁻¹	16%	31,0 cm	30°N a 15°S	Bustamante & Salas (1999)
<i>H. abdominalis*</i>	364 dias	15,65 mm	1,08mm.dia ⁻¹	18 a 32%	35,0 cm	15°S a 50°S	Woods (2000a)
<i>H. kuda</i>	42 dias	-	0,9 a 1,53 mm.dia ⁻¹	3%	17,0 cm	50°N a 40°S	Job <i>et al.</i> (2002)
<i>H. kuda*</i>	76 dias	9,33 mm	0,68 a 1,16 mm.dia ⁻¹	-	17,0 cm	50°N a 40°S	Choo & Liew (2006)
<i>H. comes</i>	63 dias	-	0,55 mm.dia ⁻¹	10%	18,7 cm	10°N a 10°S	Job <i>et al.</i> (2006)

* Tamanho em comprimento padrão (Somatório do comprimento da cabeça, comprimento do tronco e comprimento da cauda).

** Lourie *et al.* (2004)

A maior taxa de crescimento observada do nascimento aos 53 dias de idade em comparação com os animais de 60 a 109 dias de idade, esta relacionada com o desenvolvimento do aparelho reprodutivo. Isso ocorre devido os juvenis investirem a sua energia quase que exclusivamente no crescimento, enquanto que no período de maturação, grande parte desta energia é investida no desenvolvimento do aparelho reprodutor e dos embriões, o que diminui a sua taxa de crescimento, como observado na Figura 6 após os 60 dias.

4.3 Mortalidade

A mortalidade total para o cultivo *H. reidi* foi baixa em comparação a outros estudos, como pode ser observado na Tabela 4, porém um pouco maior em relação à encontrada por Job *et al.* (2002) e por Woods (2005) para *H. abdominalis* cultivado durante 21 dias (0%). Não foi observada a causa da mortalidade de *H. reidi* no presente experimento, porém, como observado neste estudo, a mortalidade em cultivos de *Hippocampus sp.* e de outros peixes marinhos, como por exemplo o bijupirá, *Rachycentron canadum* (FAULK *et al.*, 2007) e o estuarino Robalo-peva, *Centropomus parallelus* (CERQUEIRA, 2005), é maior principalmente nas primeiras semanas. Neste período os indivíduos passam por uma fase pelágica e os mais frágeis, principalmente, ficam vulneráveis a doenças e infecções (MARK & VINCENT, 1998; CERQUEIRA, 2005). Outros fatores observados por Lin *et al.* (2006 & 2007) também podem afetar a mortalidade, como os parâmetros da qualidade da água, dieta e condições de cultivo.

Em um estudo piloto que realizamos com *H. reidi*, 77,6% dos juvenis morreram aos 53 dias de idade após serem infectados por possíveis bactérias patogênicas e os sobreviventes tiveram um decréscimo na sua taxa de crescimento. A proliferação desses organismos nos aquários ocorreu devido a uma elevação de temperatura da água no verão. Uma outra causa da morte de cavalos marinhos que também pode ser observada em cultivos, é à ingestão de ar pelos juvenis, quando esses se deslocam para a superfície da água em busca de alimento, quando manipulados fora da água ou até mesmo ao ingerirem ar para inflar suas bexigas natatórias, como relatado por Woods (2000a & 2000b). Isso resulta em uma flutuação do indivíduo e pode ocasionar a morte do animal (MARTIN-ROBICHAUD & PETERSON, 1998).

Os picos de mortalidade observados após a troca de alimentação dos juvenis, possivelmente ocorreram devido a não adaptação de alguns indivíduos ao novo alimento, o que possivelmente pode ter ocasionado na morte desses animais, como observado também em cultivos de *C. parallelus* (CERQUEIRA, 2005).

4.4 Maturação sexual

A altura média no dia ao qual 50% dos indivíduos amostrados estavam sexualmente maduros ($77,4 \pm 6,2\text{mm}$) esta de acordo com os 80mm mencionado por Lourie *et al.* (2004) para *H. reidi* selvagem quando alcança a primeira maturação sexual. Esperava-se encontrar um tamanho maior, visto que a criação em cativeiro com condições favoráveis de alimentação e um mínimo de estresse, teoricamente, proporcionaria um rápido desenvolvimento dos animais que alcançariam uma maturação sexual com um maior tamanho. Segundo Foster & Vincent (2004), como em outros teleósteos, os cavalos marinhos mostram uma correlação proporcional entre o tamanho da primeira maturidade sexual e o tamanho máximo do indivíduo adulto de cada espécie.

Apesar da primeira prole liberada no cultivo possuir somente 204 filhotes, *H. reidi* adulto pode produzir mais de mil filhotes por ninhada. Esta primeira prole, observada aos 81 dias indica que os primeiros cavalos marinhos tornaram-se maduros por volta dos 67 dias de idade, visto que o tempo médio de gestação para esta espécie é de 2 semanas (ROSA *et al.* 2002). A primeira maturação sexual difere entre as espécies de cavalos marinhos. Enquanto *H. reidi* alcançou a maturidade sexual da maior parte dos indivíduos em um pouco mais de 3 meses, muitas outras espécies a alcança somente após 5 a 12 meses em cultivo (*Hippocampus trimaculatus*, *H. kuda* e *Hippocampus japonicus*, JIAXIN, 1990; *Hippocampus fuscus*, WILSON & VINCENT, 1998; *H. abdominalis*, WOODS, 2000a). O tamanho da espécie adulta, a alimentação, a resistência a doenças e as condições ambientais, podem afetar até certo ponto o desenvolvimento gonadal e conseqüentemente a maturação sexual (LIN *et al.* 2006 & 2007). Essa mesma explicação também pode ser dada em relação à primeira prole, que nesse estudo foi precoce em relação a outras espécies de *Hippocampus spp.* cultivadas. Wilson e Vincent (1998) relataram que para *Hippocampus fuscus* a primeira prole foi produzida aos 116 dias, 26 dias antes do

que o *Hippocampus barbouri*, já o *H. kuda* até os 161 dias ainda não havia reproduzido.

O tamanho médio dos ovócitos das fêmeas maduras encontrados neste estudo ($1,38 \pm 0,2\text{mm}$) foi um pouco maior que o $1,2\text{mm}$ mencionado por Lourie (2004) para *H. reidi* selvagens. Woods (2001a), ao cultivar *H. abdominalis*, encontrou ovócitos com $3,35\text{mm}$, quase o dobro do tamanho médio descrito por Foster e Vincent (2004) para esta mesma espécie. Condições favoráveis, como a de cultivo, podem afetar o desenvolvimento gonadal, a RGS e conseqüentemente o tamanho dos ovócitos. Por exemplo, Lin *et al.* (2006) ao cultivar *H. kuda*, encontrou diferentes valores de RGS e variação significativa no desenvolvimento gonadal para animais mantidos sob diferentes temperaturas de água. Isso também foi constatado por esse mesmo autor em trabalho de 2007 para esta espécie cultivada em condições alimentares distintas. As diferenças de tamanho entre os ovócitos de várias espécies de *Hippocampus sp.*, tem a mesma explicação para o tamanho do indivíduo ao nascer. Em cavalos marinhos, como em muitas outras espécies, diferenças interespecíficas entre o tamanho do ovócito, é mais dependente da latitude que do tamanho máximo do indivíduo adulto (FOSTER & VINCENT, 2004).

4.5 Razão sexual

Assumindo uma expectativa entre a proporção sexual de 1:1, este estudo obteve 1macho:1,2 fêmea e 1:1,3. Rosa *et al.* (2005), ao analisar *H. reidi* capturados em alguns estados do Nordeste do Brasil, encontrou uma relação de 1:1 entre fêmeas e machos. Alguns estudos obtiveram relações maiores para diferentes espécies de cavalos marinhos. Woods (2000a) encontrou 1 macho: 1,8 fêmeas e Teixeira & Musick (2000), para *Hippocampus erectus* selvagens, achou uma proporção de 0,6 machos:1 fêmea. A razão para esta diferença entre a proporção de machos e fêmeas ainda não é compreendida, além disso, não se pode ter uma afirmativa concreta sobre esta relação apenas com poucas proles de algumas espécies de cavalos marinhos estudadas.

4.6 Conservação

A crescente demanda de organismos recifais para sustentar a indústria de aquários marinhos tem causado uma sobreexploração dessas espécies recifais (WOOD, 2001a), haja visto que no mercado de peixes ornamentais marinhos, cerca de 90% das espécies são capturadas em ambiente natural. Ao ano são coletados entre 25 e 40 milhões de peixes recifais para este fim, ocasionando uma degradação dos recifes de corais, principalmente em áreas tropicais e subtropicais (WOOD, 2001b; MONTEIRO-NETO *et al.*, 2003). O desenvolvimento da aqüicultura comercial para esses animais diminuirá a pressão de sobreexploração e ajudará a sustentar e desenvolver a indústria de peixes ornamentais marinhos. Isso promoveria a geração de novas divisas socioeconômicas para os países ao mesmo tempo em que atenderia medidas de conservação, que é o objetivo do desenvolvimento sustentável.

4.7. Perspectivas futuras

As diversas espécies de cavalos marinhos apresentam uma vantagem para a piscicultura em relação a outras espécies de peixes ornamentais marinhos. Além de estarem ameaçados e com grande parte de suas populações em declínio, possuem características biológicas que os proporcionam a isso. Como o grande tamanho ao nascer; não possuem fase larval, já nascendo como uma miniatura do adulto, e apresentarem cuidado parental.

Entre as espécies de cavalos marinhos, *H. reidi* é uma grande candidata a ser cultivada em escala comercial, principalmente para suprir a demanda do mercado ornamental. Como mostrado, *H. reidi* apresentou uma ótima sobrevivência, um bom crescimento, uma maturação sexual relativamente rápida em cativeiro e um período de gestação curto. Além disso, essa espécie possui uma grande popularidade entre os aquarofilistas. A medicina tradicional chinesa exige cavalos marinhos grandes (VINCENT, 1996a). *H. reidi* até os 109 dias de idade não apresentou um tamanho aceitável para isso. Mais estudos devem ser realizados após a maturação de *H. reidi* para verificar o potencial de cultivo para a medicina tradicional. Estudos em diferentes condições alimentares e diferentes parâmetros físico-químicos da água de

cultivo também devem ser realizados a fim de aperfeiçoar e otimizar o cultivo de *H. reidi*.

Esse estudo pode servir como base para formulação de um protocolo de cultivo de cavalos marinhos no Brasil para fins de aquariofilia.

5. CONCLUSÃO

A mortalidade total no cultivo foi de 11,7% e a taxa de crescimento do nascimento aos 109 dias foi de 0,80 mm.dia⁻¹. O início da maturação sexual foi observado aos 60 dias. Antes de início na maturação (do nascimento aos 53 dias de idade) *H. reidi* apresentou uma taxa de crescimento de 0,74 mm.dia⁻¹, já após o início da maturação sexual até o fim do experimento esta taxa caiu para 0,46 mm.dia⁻¹. Aos 95 dias 50% dos animais recolhidos estavam maduros sexualmente e aos 109 dias de idade 100% dos indivíduos estavam maduros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BULL, C.; SHEDD, J. G. 2002. **Seahorse husbandry in public aquaria**. Discussion Group - Project Seahorse. Chicago. 56p.

BUSTAMANTE H. R; SALAS A. A. O. 1999. Cultivo del cabralito de mar, *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) em condiciones artificiales. **Revista de Biologia Tropical**, 47(4): 1-7p.

CERQUEIRA, V. R. 2005. Cultivo de Robalo Peva, *Centropomus parallelus* In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, C.G. **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM. Cap. 18, 403-428 p.

CITES – **Convention on international trade in endangered species of wild flora and fauna**. Disponível em: www.cites.org. Acesso em: 07 de Abr de 2006.

CHANG, M.; SOUTHGA, P. C. 2001. Effects of varying dietary fatty acid composition on growth and survival of seahorse, *Hippocampus* sp., juveniles. **Aquarium Sciences and Conservation**, 3: 205–214p.

CHOO, C. K. LIEW, H. C. 2006. Morphological development and allometric growth patterns in the juvenile seahorse *Hippocampus kuda* Bleeker. **Journal of fish biology**. 69: 426-445p.

DIAS, T. L. P.; ROSA, I. L. 2003. Habitat preferences of a seahorse species *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. **Aquatic Journal of Ichthyology and Aquatic Biology**, 6(4): 165-176p.

FAULK, C. K.; KAISER, J. B.; HOLT, G. J. 2007. Growth and survival of larval and juvenile cobia *Rachycentron canadum* in a recirculating raceway system. **Aquaculture**. 270: 149–157p.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. III. Teleostei (2) Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 90p.

FOSTER, S. J.; VINCENT, A. C. J. 2004. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. **Journal of Fish Biology** 65: 1–61p.

IUCN 2006. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: www.redlist.org. Acesso em 15 Abr de 2006.

JIAXIN, C. (1990). Brief introduction to mariculture of five selected species in China (Section 1: Sea-horse culture). Working paper. **FAO/UNDP Regional Seafarming Development and Demonstration Project**: Bangkok, Thailand.

JOB, S. D., DO, H. H., MEEUWIGC, J. J., HALL, H. J. 2002. Culturing the oceanic seahorse, *Hippocampus kuda*. **Aquaculture**. 214: 333–341p.

JOB, S.; BUU, D.; VINCENT, A. 2006. Growth and survival of the tiger tail seahorse, *Hippocampus comes*. **Journal of the World Aquaculture Society**. 37(6): 322-327p.

LIN, Q.; LU, J.; GAO, Y., SHEN, L.; CAI, J.; LUO, J. 2006. The effect of temperature on gonad, embryonic development and survival rate of juvenile seahorses, *Hippocampus kuda* Bleeker. **Aquaculture**, 254: 701–713p.

LIN, Q.; GAO, Y., SHENG, J.; CHEN, Q.; ZHANG, B.; LU, J. 2007. The effects of food and the sum of effective temperature on the embryonic development of the seahorse, *Hippocampus kuda* Bleeker. **Aquaculture**, 262: 481–492

LOURIE, S. A.; VINCENT, A. C. J. & HALL, H. J. 1999. **Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation**. Project Seahorse, Londres, Inglaterra, 214 p.

LOURIE, S. A.; FOSTER, S. J. COOPER, E. W. T.; VINCENT, A. C. J. 2004. **A Guide to the Identification of Seahorses**. Project Seahorse and TRAFFIC North America. Washington D.C.: University of British Columbia and World Wildlife Fund.

MARTIN-ROBICHAUD, D. J.; PETERSON, R. H. 1998. Effects of light intensity, tank colour and photoperiod on swimbladder inflation success in larval striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). **Aquaculture Research** 29: 539-547p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2004. **Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexploradas ou Ameaçadas de Sobreexploração**. Instrução Normativa nº 05, de 21 de Maio de 2004. Diário Oficial da União. n. 102, 136 – 142p.

MONTEIRO-NETO C., CUNHA F. E. A., NOTTINGHAM M. C., ARAÚJO M. E., ROSA I. L. AND BARROS G. M. L. 2003. Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceara´ State, northeast Brazil. **Biodiv. Conserv.** 12: 1287–1295p.

NOTTINGHAM C. M.; BARROS G. M. L.; ARAÚJO M. E.; ROSA I. M. L.; FERREIRA B. P. & MELLO T. R. R. 2005. O Ordenamento da Exploração de Peixes Ornamentais Marinhos no Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**. 13 (1): 39-51p.

PROJECT SEAHORSE. 2004. **The seahorse trade**. Disponível em: <<http://www.projectseahorse.org>>, Acesso em 07 de Abr. de 2006.

ROSA, I. L.; DIASA, T. L. & BAUMB, J. K. 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae) **Environmental Biology of Fishes**. 64: 378, 2002p.

ROSA, I. L.; BARROS A. T.; XAVIER J. H. A.; CORTEZ C. S. 2005. Dados populacionais de cavalos-marinhos *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae) capturados para fins de aquarismo no Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**. 13(1): 25-38p.

ROSA, I. L.; OLIVEIRA, T. P. R.; CASTRO A. L. C.; MORAES, L. E. S.; XAVIER, J. H. A.; NOTTINGHAM, M. C.; DIAS, BRUTO-COSTA, T. L. P.; ARAÚJO, L. V. M. E.; BIROLO, A. B.; MAI A. C. G.; MONTEIRO-NETO, C. 2007. Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). **Neotropical Ichthyology**, 5(3):405-414p.

TEIXEIRA, R. L.; MUSICK, J. 2001. Reproduction and food habits of the lined *Hippocampus erectus* (TELEOSTEI: SYNGNATHIDAE) of Chesapeake Bay. **Revista Brasileira Biologia** 61(1): 79-90p.

TLUSTY, M. 2002. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. **Aquaculture**, 205: 203-219p.

VINCENT, A. C. J. 1996a. **The International Trade in Seahorses**. TRAFFIC International, Cambridge, 163p.

VINCENT, A. C. J. 1996b. **An uncertain future for seahorses**. Marine Conservation. 3(9): 8-9p.

WABNITZ, C.; TAYLOR, M.; GREEN, E.; RAZAK, T. 2003. **From Ocean to Aquarium**. UNEP-WCMC, 431 Cambridge, UK, 65p.

WILSON M, J.; VINCENT, A. C. J. 1998. Preliminary success in closing the life cycle of exploited seahorse species, *Hippocampus spp.*, in captivity. **Aquarium Sciences and Conservation**, 2: 179–196p.

WONG J. M.; BENZIE J. A. H. 2003. The effects of temperature, Artemia enrichment, stocking density and light on the growth of juvenile seahorses, *Hippocampus whitei* (Bleeker, 1855), from Australia, **Aquaculture**. 228: 107–120p.

WOOD, E. M. 2001a. Collection of Coral Reef Fish for Aquaria: Global Trade, Conservation Issues and Management Strategies. **Marine Conservation Society**, Ross-on-Wye, UK, 80 p.

WOOD, E. M. 2001b. Global Advances in Conservation and Management of Marine Ornamental Resources. **Aquatic Science and Conservation**. 3: 65–77p.

WOODS, C. M. C., 2000a. Preliminary observations on breeding and rearing the seahorse, *Hippocampus abdominalis* (Teleostei: Syngnathidae) in captivity. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**. 34: 475– 485p.

WOODS, C. M. C., 2000b. Improving initial survival in culture seahorse, *Hippocampus abdominalis* Leeson, 1827 (Teleostei: Syngnathidae). **Aquaculture**, 190: 377-388p.

WOODS C. M. C. 2003. Use of live, frozen, and inert foods to rear captive *Hippocampus abdominalis*. **Aquaculture**. 220: 287-298p.

WOODS, C. M. C., 2005. Growth of cultured seahorses (*Hippocampus abdominalis*) in relation to feed ration. **Aquaculture International**. 13: 305–314.