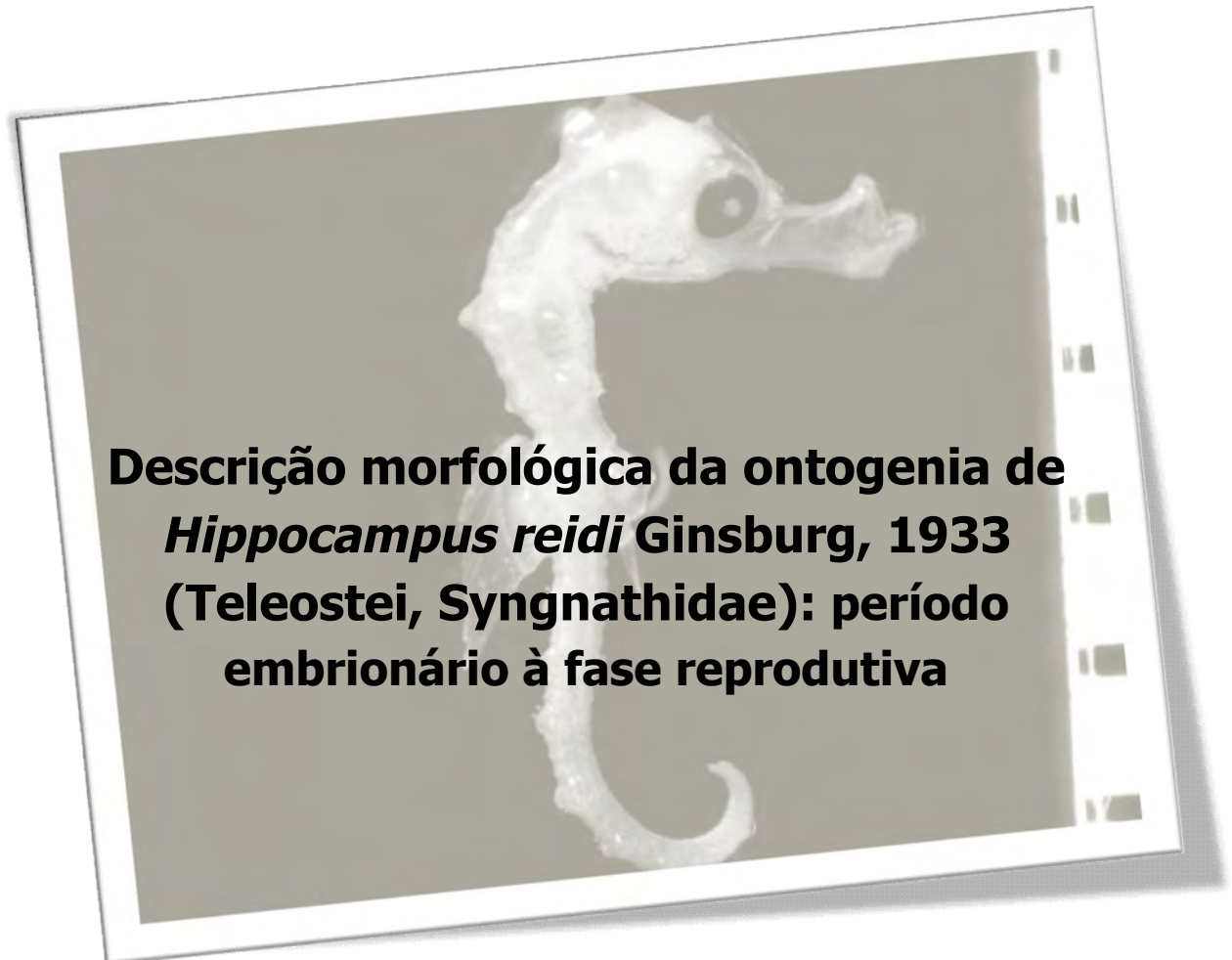


JÚLIA ROBERTA SÁ PONTES



**Descrição morfológica da ontogenia de
Hippocampus reidi Ginsburg, 1933
(Teleostei, Syngnathidae): período
embrionário à fase reprodutiva**

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza

JOÃO PESSOA
AGOSTO, 2010

JÚLIA ROBERTA SÁ PONTES

**Descrição morfológica da ontogenia de
Hippocampus reidi Ginsburg, 1933
(Teleostei, Syngnathidae): período
embrionário à fase reprodutiva**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Biológicas, área de
concentração Zoologia, da
Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa – PB, como parte dos
requisitos necessários para a
obtenção do grau de Mestre em
Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ierecê Maria de Lucena Rosa

JOÃO PESSOA

AGOSTO, 2010

JÚLIA ROBERTA SÁ PONTES

**Descrição morfológica da ontogenia de *Hippocampus reidi*
Ginsburg, 1933 (Teleostei, Syngnathidae): período
embrionário à fase reprodutiva**

Aprovada em: ____/____/2010

Banca examinadora:

Profa. Dra. Ierecê Maria de Lucena Rosa
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
(orientadora)

Prof. Dr. Robson Tamar da Costa Ramos
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
(examinador interno)

Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
(examinador externo)

Prof. Dr. Ricardo de Souza Rosa
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
(suplente interno)

Prof. Dr. Cláudio Luis Santos Sampaio
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
(suplente externo)

*“Triste não é mudar de idéia. Triste é
não ter idéias para mudar”*

Francis Bacon

*Dedico este trabalho aos
meus pais, Socorro Sá e
José Felipe.*

Agradecimentos

À minha família, em especial, aos meus pais por todo apoio, incentivo e amor dados. Muito do que realizei é justificado tão simplesmente pelo desejo de proporcionar-lhes orgulho e satisfação.

À minha orientadora, Dra. Ierêzê Maria de Lucena Rosa, por me aceitar no laboratório e por me confiar o desenvolvimento de tão relevante projeto. Agradeço as sugestões, críticas, correções e “idéias geniais” que me guiaram para a realização de um trabalho com sucesso. Sua inteligência e postura profissional são exemplos para mim.

Ao ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, através do SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade), pela concessão da licença para os trabalhos de campo, e pela permissão de uso do alojamento na APA da barra do rio Mamanguape.

Ao estudante de Estatística, Abner Gomes, meu noivo e “personal statistician”!!! Por tanta ajuda e trabalho nas análises, pelas sugestões, explicações e paciência. Sem você, metade dos “números” não teria saído... sem você, metade de mim não existiria.

Aos funcionários da APA Barra de Mamanguape, especialmente a D. Loura que, como uma segunda mãe, zelou por mim todas as vezes em que estive hospedada no alojamento. Ao canoeiro, Ronaldo, que nos conduziu aos pontos de amostragem e a “seu” Arlindo, pelas informações e ajuda no campo.

A todos os colegas integrantes da “Equipe LAPCC”: Aline Diniz, Aline Paiva, André Castro, Gabriela Defavari, Gabrielle Tenório, Izda Martins, José Araújo Neto, Josias Xavier, Luana Aires, Luisa Moreira, Patrícia Kelly, Paula Honório e Tacyana Oliveira, pelos valiosos estímulos e ajuda (inclusive braçal!) durante todo esse período. Tenho enorme orgulho de fazer parte deste competente grupo de pesquisas.

Mais uma vez agradeço a minha grande colega Aline Diniz, por estar presente em praticamente todas as minhas estadas em campo, me acompanhado, cuidando da alimentação de todos e se preocupando com minha saúde. Você é um ser humano incrível.

A minha parezira de mestrado “dupla”, Gabriela Defavari, que compartilhou dos mesmos momentos de alegrias, dúvidas e descobertas. Pela importante troca de informações e conhecimentos. Compartilharemos, agora, o sentimento de dever cumprido!

Destaco também a ajuda do colega Josias Xavier, pelos “ensinamentos morfológicos” no início dos trabalhos e por várias informações preciosas acerca de bibliografias e organização de dados. Da mesma forma, à Taeyana Oliveira, pelas dicas e ensinamentos nas primeiras idas a campo.

A todos os colegas, do laboratório e fora dele, que me cederam bibliografia e materiais de apoio.

Ao professor Dr. Cosme Martinez e ao biólogo Alan Albuquerque pela indicação do programa de análise de imagens Image-Pro Plus.

Ao motorista José Alves (seu Dedê), pela presteza e educação com as quais nos conduzia à área de estudos. Aos funcionários da Pós-Graduação em Ciências Biológicas (UFPB), Sr. Saulo e Sr. Oscar por terem nos transportado à APA no início das pesquisas e pelo apoio nas “questões secretarias”.

Aos colegas de mestrado: Danilo Rada, Emmanuela Ferreira, Gabriela Defavari, Guilherme Moro, Janaína Calado e Newton Filho, pelos importantes momentos divididos, informações compartilhadas e ajuda nas disciplinas.

Aos membros da banca, Dr. Robson Tamar da Costa Ramos (UFPB), Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias (UEPB), Dr. Ricardo de Souza Rosa (UFPB) e Dr. Cláudio Luis Santos Sampaio (UFAL), por terem aceitado avaliar este trabalho e pelas contribuições dispensadas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba (PPGCB/UFPB), pelo apoio acadêmico e financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	12
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1 - INTRODUÇÃO	16
2 - OBJETIVOS	22
2.1 Geral	22
2.2 Específicos	22
3 - MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Crescimento inicial dos jovens ("ex-situ")	22
3.2 Ontogenia	26
3.2.1 Ovócitos e período embrionário	26
3.2.2 Do nascimento à maturidade	26
3.3 Amostragem "in situ"	28
4 - RESULTADOS	31
4.1 Crescimento inicial	31
4.1.1 Amostras	31
4.1.2 Dados morfométricos	31
4.1.3 Dados merísticos	40
4.1.4 Padrões alométricos	43
4.1.5 Análise de correlação	46
4.1.6 Estimativa de crescimento	49
4.2 Ontogenia	51
4.2.1 Ovócitos e período embrionário	51
4.2.2 Da fase juvenil à reprodutiva	54
<i>Fase planctônica</i>	54
<i>Fase pós-planctônica</i>	58
5 - DISCUSSÃO	65
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fêmea de <i>Hippocampus reidi</i> encontrada no Estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.	21
Figura 2 -	Esquema mostrando o protocolo de medidas e contagens adotado no presente estudo. Modificado de LOURIE <i>et al.</i> , (1999).	24
Figura 3 -	Localização da área de estudo (APA Barra de Mamanguape, PB).	30
Figura 4 -	Proporções corporais de oito partes do corpo de <i>H. reidi</i> jovens, mostrando as porcentagens em relação ao comprimento total (SL). Procedência: Casal natural da Bahia	44
Figura 5 -	Proporções corporais de oito partes do corpo de <i>H. reidi</i> jovens, mostrando as porcentagens em relação ao comprimento total (SL). Procedência: Casal natural do Rio Grande do Norte.	45
Figura 6 -	Correlação entre as variáveis SL (comprimento padrão) e HT (altura) dos indivíduos jovens conservados em álcool. A – Prole BA ($\rho=0,982$); B – Prole RN ($\rho=972$).	46
Figura 7 -	Correlação entre as variáveis SL (comprimento padrão) e TrL (comprimento do tronco) dos indivíduos jovens conservados em álcool. A – Prole BA ($\rho=0,854$); B – Prole RN ($\rho=732$).	47
Figura 8 -	Correlação entre as variáveis SL (comprimento padrão) e TaL (comprimento da cauda) dos indivíduos jovens conservados em álcool. A – Prole BA ($\rho=0,909$); B – Prole RN ($\rho=890$)	47
Figura 9 -	Correlação entre as variáveis HT (altura) e TrL (comprimento do tronco) dos indivíduos jovens conservados em álcool. A – Prole BA ($\rho=0,858$); B – Prole RN ($\rho=716$).	47
Figura 10 -	Correlação entre as variáveis HT (altura) e TaL (comprimento da cauda) dos indivíduos jovens conservados em álcool. A – Prole BA ($\rho=0,936$); B – Prole RN ($\rho=911$).	48
Figura 11 -	Correlação entre as variáveis HL (comprimento da cabeça) e SnL (comprimento do focinho) dos indivíduos jovens conservados em álcool. A – Prole BA ($\rho=0,899$); B – Prole RN ($\rho=830$).	48
Figura 12 -	Correlação entre as variáveis TW (largura do tronco entre o 4º e o 5º anel) e SPW (Largura entre espinhos do 9º anel do tronco) dos indivíduos jovens conservados em álcool. A – Prole BA ($\rho=0,899$); B – Prole RN ($\rho=959$).	48
Figura 13 -	Estimativa de crescimento em altura (HL) de jovens de <i>H. reidi</i> descendentes de casal da BA, do nascimento ao 7º dia.	50
Figura 14 -	Estimativa de crescimento em altura (HL) de jovens de <i>H. reidi</i> descendentes de casal do RN, do nascimento ao 5º dia.	50
Figura 15 -	Etapas do desenvolvimento embrionário em <i>H. reidi</i> . A – Ovócito com 0,15 cm de comprimento; B – Embrião com 0,15 cm de comprimento; C – Vista ventral e dorsal de embrião com 0,17 cm de comprimento; D –	53

Embrião com 0,31 cm de altura; E – Embrião com 0,41 cm de altura; F - Embrião com 0,50 cm de altura.

- Figura 16 -** Ontogenia de *H. reidi*, do nascimento ao final da fase planctônica. A – Recém-nascido; B – 3 dias de vida (0,62 cm); C – 4 dias de vida (0,61 cm); D – 8 dias de vida (0,78 cm); E – 14 dias de vida (1,23 cm); F – 15 dias de vida (1,45 cm). **57**
- Figura 17 -** Jovens no início da fase pós-planctônica. A – Jovem com 1,64 cm e 24 dias de vida; B – Jovem com 2,00 cm e 37 dias de vida (com detalhe mostrando a coroa). **59**
- Figura 18 -** Jovens “ex situ” presos a substrato artificial. A – Filhote com 2,19 cm de altura e pigmentação escura do corpo; B - Filhote com 2,59 cm, apresentando cor de base amarela. Setas indicando os jovens. **60**
- Figura 19 -** Jovem pós-planctônico de *Hippocampus reidi* com 3,29 cm, em ambiente natural, apresentando coloração do corpo inteiramente laranja. Seta apontando para a alga utilizada como substrato de apoio. **61**
- Figura 20 -** Ontogenia de *H. reidi* a partir das primeiras evidências de diferenciação sexual. A – Jovem com 2,22 cm; B – Jovem com 3,94 cm; C – 4,24 cm; D – Jovem com 5,70 cm; E - Jovem com 6,70 cm; F – Fêmea com ovopositor em desenvolvimento; G – Macho com bolsa em desenvolvimento; H – Fêmea com ovopositor desenvolvido; I – Macho com bolsa incubadora desenvolvida. **63**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Variáveis morfométricas, merísticas e índices avaliados no presente estudo, obtidas de acordo com o protocolo do Project Seahorse (LOURIE et al., 1999).	25
Tabela 2 -	Dados de comprimento padrão (SL) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	32
Tabela 3 -	Dados de altura (HT) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	32
Tabela 4 -	Dados de comprimento do tronco (TrL) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	32
Tabela 5 -	Dados de comprimento da cauda (TaL) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	33
Tabela 6 -	Dados de altura da coroa (CH) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	33
Tabela 7 -	Dados de comprimento da cabeça (HL) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	33
Tabela 8 -	Dados de comprimento do focinho (SnL) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	34
Tabela 9 -	Dados de altura do focinho (SnD) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	34
Tabela 10 -	Dados de altura da cabeça (HD) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	34
Tabela 11 -	Dados de altura do tronco entre o 4º e o 5º anel (TD4) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	35
Tabela 12 -	Dados de altura do tronco entre o 9º e o 10º anel (TD9) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	35
Tabela 13 -	Dados de largura do tronco entre o 9º e o 10º anel (TW) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	35
Tabela 14 -	Dados de largura entre espinhos do 9º anel do tronco (SpW) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	36
Tabela 15 -	Dados de comprimento da base da nadadeira peitoral (PL) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	36
Tabela 16 -	Dados de comprimento da base da nadadeira dorsal (DL) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	36

Tabela 17 -	Dados do diâmetro orbital (DO) de jovens de <i>H. reidi</i> conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	37
Tabela 18 -	Representação mostrando as variáveis e os dias em que apresentaram crescimento significativo em relação ao nascimento (Prole BA). (—) – não significativo; (—) – significativo.	38
Tabela 19 -	Comparação entre as medidas dos jovens recém-nascidos e com 7 dias de vida (Procedência: casal da Bahia). IC - Intervalo de confiança; Dif. - diferença; Inf. - inferior; Sup. - superior; Nasc. - nascimento; W – Estatística do teste; Sig. - significância.	38
Tabela 20 -	Representação mostrando as variáveis e os dias em que apresentaram crescimento significativo em relação ao nascimento (Procedência: casal do Rio Grande do Norte). (—) – não significativo; (—) – significativo.	39
Tabela 21 -	Comparação entre as medidas dos jovens recém-nascidos e com 5 dias de vida (Procedência: casal do Rio Grande do Norte). IC - Intervalo de confiança; Dif. - diferença; Inf. - inferior; Sup. - superior; Nasc. - nascimento; W – Estatística do teste; Sig. - significância.	40
Tabela 22 -	Dados do número de anéis do tronco (TrR) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	41
Tabela 23 -	Dados do número de anéis da cauda (TaR) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	41
Tabela 24 -	Dados do número de raios da nadadeira peitoral (PF) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	41
Tabela 25 -	Dados do número de raios da nadadeira dorsal (DF) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.	42
Tabela 26 -	Resumo da ontogenia de <i>H. reidi</i> , do nascimento à idade reprodutiva, destacando os principais eventos ocorridos em durante o período planctônico e pós-planctônico. F - sexo feminino; M - sexo masculino.	64

RESUMO

Estudos acerca da ontogenia constituem uma etapa importante para ampliar o entendimento sobre mudanças na preferência alimentar e por micro-habitats, bem como para o aprimoramento da taxonomia, otimização da produção em aquicultura e para a gestão pesqueira; eles também podem propiciar uma maior compreensão acerca das implicações da extração de um alto volume de animais para o comércio. O presente trabalho buscou estimar o crescimento inicial da espécie de cavalo-marinho *Hippocampus reidi* e descrever morfologicamente sua ontogenia, do período embrionário à fase reprodutiva. Ambos aspectos são relevantes face às (1) singularidades morfológicas e biológicas do gênero, que incluem a capacidade de dobrar o corpo dorso-ventralmente e a presença de placas ósseas dispostas em forma de anel ao longo do corpo, a cauda preênsil e o desenvolvimento de uma bolsa incubadora nos machos e (2) à necessidade de ampliar o conhecimento acerca da biologia e ecologia dos cavalos-marinhos, um grupo globalmente ameaçado pela sobrepesca e pela perda de habitat. Para a análise de crescimento, foram obtidos dados "ex-situ" de duas diferentes proles de *H. reidi*. A descrição ontogenética foi realizada utilizando-se dados obtidos "in-situ" e "ex-situ". Foram consideradas duas fases distintas: planctônica e pós-planctônica (quando os jovens são capazes de se prender a estruturas de apoio). Principais resultados obtidos no estudo: *H. reidi* apresentou uma taxa de crescimento inicial de 0,017 cm ao dia; indivíduos jovens apresentaram decréscimo no percentual da cabeça, da altura do focinho e do tronco em relação ao comprimento padrão, com a idade. Durante a fase planctônica, os jovens exibiram cauda em processo de crescimento, pigmentação discreta e nadadeiras peitorais implantadas próximas à base da cabeça. Após este período, a estrutura corporal tornou-se mais sólida e cores de base variadas tornaram-se evidenciadas (aos 2,59 cm); o focinho tornou-se mais alongado e as nadadeiras peitorais passaram a se posicionar próximo à linha das órbitas.

Palavras-chave: cavalos-marinhos; ontogenia; crescimento; fase planctônica; morfologia.

ABSTRACT

Ontogenetic studies constitute an important step to increase the knowledge-base about shifts in food preference and micro-habitats, as well as for improving taxonomy, production for aquaculture, and fisheries management; they may also shed new light on the implications of the extraction of a high volume of animals for trade. This study aimed to estimate the initial growth of the seahorse *Hippocampus reidi*, and to morphologically describe its ontogeny, from the embryonic period to the reproductive phase. Both aspects are relevant in face of (1) the morphological and biological singularities of the genus, including the ability to bend the body and the body covering formed by bony rings, a prehensile tail and the development of a pouch in males and (2) the need to increase our understanding of the biology and ecology of seahorses, a group globally threatened by overfishing and habitat loss. Growth was estimated using *ex-situ* data obtained from two different broods of *H. reidi*, while description of the ontogeny was done using data collected both *in-situ* and *ex situ*. Data were grouped into two distinct phases: planktonic and post-planktonic (when juveniles are able to use holdfasts). The main results obtained in the study are: *H. reidi* exhibited an initial daily growth rate of 0.017 cm; juveniles showed a decrease in the percentage of the head, and in the depth of the snout and trunk in relation to standard length with age. During the planktonic phase, juveniles exhibited a positive growth in the tail region, weak pigmentation and had the pectoral fins positioned near the base of the head. After that period, the body acquired a more solid structure, and various base became evident (at 2.59 cm); the snout became more elongated, and the pectoral fins were positioned near the level of the orbits.

Key-words: seahorses; ontogeny; growth; planktonic phase; morphology

1 INTRODUÇÃO

Estudos ontogenéticos representam etapa primordial na geração de informação sobre a história de vida dos organismos; um bom ponto de partida para abordar a importância da ontogenia é considerá-la como fonte de informações acerca de homologias, leis biogenéticas, estágios de desenvolvimento, bem como para aplicações em sondagens filogenéticas (MOSEY *et al.*, 1984).

Mudanças ontogenéticas relacionadas à utilização de recursos têm sido descritas em muitos grupos de peixes, incluindo aqueles de água doce, bem como marinhos de regiões temperadas e espécies recifais (VAGELLI, 2004). Alterações ontogenéticas como, por exemplo, as que se referem ao uso do habitat, geralmente surgem de novas necessidades por recursos à medida que os organismos crescem (MORGAN & VINCENT, 2007).

A maioria dos peixes com mudanças ontogenéticas descritas mostra uma escolha definida por habitat para a reprodução, o qual geralmente é distinto dos habitats juvenis (VAGELLI, 2004). Além das mudanças relacionadas às estratégias reprodutivas, a maioria das alterações diz respeito à fuga contra predadores, mudança nos padrões tróficos ou uma combinação de ambos os fatores (FOSTER *et al.*, 1988; CHEN, 2002; VAGELLI, 2004). Considerando que, normalmente, os jovens estão sujeitos a uma forte seleção, muitas vezes os níveis de desempenho nas fases juvenis são próximos aos dos adultos ou mostram um aumento desproporcionalmente rápido com a idade (ROOS *et al.*, 2010).

Fazendo parte dos aspectos ontogenéticos, o tamanho é considerado como sendo uma variável biológica extremamente importante e, conseqüentemente, medidas de tamanho de organismos focais formam uma parte vital em estudos sobre crescimento, reprodução, ecologia, seleção de habitat, análise dos efeitos de marcação ou outras manipulações experimentais, bem como para sistemática, avaliações populacionais e construção de modelos pesqueiros (LOURIE, 2003).

O entendimento de parâmetros tais como taxa de crescimento e idade de maturação e reprodução constitui etapa importante no estabelecimento de padrões da história de vida dos peixes (MAZZONI & SILVA, 2006), os quais têm importantes implicações nas respostas destes organismos às pressões ambientais e antrópicas (KING & MCFARLANE 2003; FOSTER & VINCENT, 2004).

Com relação às fases iniciais de vida, informações sobre os padrões de crescimento e desenvolvimento morfológico dos peixes são cruciais para a otimização da produção em aquicultura e para gestão pesqueira (KOUMOUNDOUROS *et al.*, 1999); além disso, são fundamentais para o entendimento das alterações morfológicas ao longo da ontogenia e suas relações com fatores ecológicos, como uso do habitat.

Entre os peixes teleósteos, os cavalos-marinhos (gênero *Hippocampus*) formam um táxon bastante diferenciado morfolologicamente, sendo considerados como um dos grupos mais incomuns com relação à morfologia axial, à capacidade de dobrar o corpo dorso-ventralmente e ao corpo, constituído por uma série de placas ósseas (HALE, 1996).

De acordo com BRUNER & BARTOLINO (2008), a capacidade dos cavalos-marinhos de dobrar a cauda no sentido dorso-ventral é uma das mudanças mais impressionantes na história evolutiva dos peixes. Além disso, a natação nesse grupo é realizada através de rápidas oscilações da nadadeira dorsal, uma vez que seus representantes não possuem nadadeira caudal, tendo a região da cauda perdido todo o seu papel propulsor (ASHLEY-ROSS, 2002; BRUNER & BARTOLINO, 2008). Somando-se a essas características, os cavalos-marinhos distinguem-se por apresentarem uma bolsa incubadora nos machos e pela cabeça posicionada num ângulo de 90º graus em relação ao tronco, terminando em um focinho tubular (LOURIE *et al.*, 1999, 2004; MICHAEL, 2001).

Sob o ponto de vista da ecologia, os cavalos-marinhos mantêm associações de pequena escala com o ambiente, utilizando diferentes estruturas da matriz ambiental circundante (FOSTER & VINCENT, 2004), as quais propiciam a utilização da camuflagem como estratégia anti-predação (LOURIE *et al.*, 1999; MICHAEL, 2001; KUITER, 2001). Como parte dessa estratégia, são criptobentônicos, aspecto reforçado pela alta fidelidade de sítio, pequenas áreas de vida e limitada capacidade de deslocamento dos adultos, quando comparada à maioria dos teleósteos (PERANTE *et al.*, 1998; FOSTER & VINCENT, 2004).

Apesar da posição de destaque dos cavalos-marinhos no contexto da variabilidade entre os teleósteos (KUMARAVEL *et al.*, 2010), e da importância do gênero *Hippocampus* para o entendimento de questões importantes acerca da ecologia, dos padrões reprodutivos e do uso do habitat no grupo dos peixes, as populações desses animais estão globalmente ameaçadas por uma intensa

exploração comercial e pela destruição dos ambientes onde se encontram. Como resultado, a grande maioria das espécies de *Hippocampus* figura na Lista Vermelha da Word Conservation Union (IUCN, 2009) e o gênero como um todo se encontra listado no apêndice II da Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2010).

Estudos acerca da biologia dos cavalo-marinhos são considerados como de grande importância para auxiliar a sua conservação (FOSTER & VINCENT, 2004). Um dos aspectos pouco conhecidos acerca desses peixes é a história de vida inicial (FRITZSCHE, 1984), particularmente no que diz respeito às espécies de áreas tropicais, que constituem cerca de 70% das espécies do gênero. Os poucos trabalhos com referências acerca da fase juvenil de cavalos-marinhos se limitam a informações sobre a fase planctônica (e.g., KANOU & KOHNO, 2001; VANDENDRIESSCHE *et al.*, 2005) ou focalizam espécimes sub-adultos (JOB *et al.*, 2002, 2006; FOSTER & VINCENT, 2004; CHOO & LIEW, 2006; CURTIS & VINCENT, 2006; MORGAN & VINCENT, 2007; ROSA *et al.*, 2007; MAI, 2008).

Além de representar uma relevante contribuição para o entendimento acerca da biologia e ecologia do gênero *Hippocampus*, tais estudos são de fundamental importância para uma maior compreensão acerca das implicações da extração de um alto volume de animais para o comércio internacional, representando importante fonte de informação para as estratégias de conservação e manejo desses animais e dos ambientes onde são encontrados.

Nesse contexto, o presente trabalho analisou aspectos relacionados ao crescimento e morfologia de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933, das espécies mais procuradas de cavalos-marinhos pelo aquarismo internacional (ROSA *et al.*, 2007) e também uma das mais difíceis em termos de cultivo (BULL, 2002; GIWOJNA, 2002), principalmente em decorrência das implicações para a alimentação do seu longo período planctônico na fase inicial de desenvolvimento.

H. reidi Ginsburg, 1933 é uma espécie de médio porte (adultos podem atingir cerca de 20 cm de altura), conhecida vulgarmente como cavalo-marinho de focinho longo ou cavalo-marinho brasileiro (Fig. 1). Distribui-se desde a Nova Inglaterra, EUA até o sul do Brasil podendo ser encontrada desde águas rasas até profundidades de 55m, geralmente utilizando raízes ou organismos marinhos como substrato de apoio (CARVALHO-FILHO, 1999; ROSA *et al.*, 2002; ROSA *et al.*, 2007).

Apresenta, entre outras características, coloração bastante variada com diversas manchas e pontos escuros ao longo do corpo (LOURIE *et al.*, 1999; MICHAEL, 2001; ROSA *et al.*, 2002) e uma quilha proeminente e pigmentada é conspícua nos machos (OLIVEIRA, 2007). Os indivíduos desta espécie apresentam elaborados rituais de corte, onde o macho exibe-se para a fêmea inflando sua bolsa incubadora (ROSA *et al.*, 2007).

No Brasil, *H. reidi* consta no Apêndice II da Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexplotadas ou Ameaçadas de Sobreexploração (BRASIL, 2004), instrumento legal que prevê a elaboração de

um plano de recuperação para a espécie. Em nível mundial é categorizada como Deficiente de Dados pela IUCN (2009).



Figura 1 - Fêmea de *Hippocampus reidi* encontrada no Estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. Foto: Júlia Pontes.

O presente trabalho buscou estimar o crescimento inicial da espécie de cavalos-marinhos *Hippocampus reidi* e descrever morfologicamente sua ontogenia, do período embrionário à fase reprodutiva. As seguintes perguntas nortearam o estudo: a fase planctônica mais acentuada de *H. reidi* se refletiria em menores taxas de crescimento inicial que o das demais espécies estudadas de *Hippocampus*? O desenvolvimento da cauda preênsil segue o padrão das demais espécies? A partir de qual tamanho as diferenças entre macho e fêmea (bolsa incubadora, quilha, ovopositor) se tornam aparentes? Existem outras características morfológicas, além do desenvolvimento da bolsa incubadora, adquiridas ao longo de sua ontogenia que apontem para um estado de maturação sexual?

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Contribuir para uma maior compreensão acerca das alterações morfológicas ao longo da ontogenia da espécie *Hippocampus reidi*.

2.2 Específicos:

- Descrever morfolologicamente a espécie *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933, do período embrionário até a maturação sexual, com ênfase em sua fase inicial de desenvolvimento;
- Estimar o crescimento inicial da espécie, do nascimento ao 7º dia de vida, com base em material "ex-situ".

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Crescimento inicial dos jovens ("ex-situ")

Dados morfométricos e merísticos foram obtidos de amostras retiradas de duas proles de diferentes procedências de *H. reidi*, a primeira proveniente de casal coletado no estado da Bahia – Prole BA (N=96) e, a segunda, de casal natural do Rio Grande do Norte – Prole RN (N=72), totalizando 168 indivíduos analisados. As proles fazem parte do acervo composto do Laboratório de Peixes: Ecologia e Conservação (LAPEC), Universidade Federal da Paraíba, onde os indivíduos encontram-se conservados em álcool 70%.

Para cada dia de vida, foram obtidos dados de 12 indivíduos. Com relação à prole proveniente do casal da Bahia, foi possível se coletar dados do recém-nascido até o 7º dia de vida. Para a prole descendente do casal do Rio Grande do Norte, os dados foram coletados do nascimento ao 5º dia. As medidas e contagens foram realizadas de acordo com o Protocolo elaborado pelo Project Seahorse (LOURIE *et al.*, 1999) (Fig. 2, Tab. 1). Todos os exemplares (N=168) foram fotografados (em lupa), tendo sido suas medidas obtidas utilizando-se o software *Image-Pro Plus*.

Para a obtenção de dados acerca do padrão de crescimento alométrico nos primeiros dias de vida, medidas de oito partes do corpo (comprimento do tronco, cauda, cabeça, focinho e base da nadadeira dorsal; altura do focinho e da cabeça; e altura da coroa) foram expressas em porcentagem do comprimento padrão (SL).

O teste não-paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney (utilizando-se a ferramenta estatística Minitab 13), foi realizado para verificar se as amostras deveriam ser tratadas como dois diferentes conjuntos de dados. O mesmo teste foi aplicado para avaliar em qual intervalo de tempo (em dias, a partir do nascimento) as variáveis morfométricas analisadas apresentaram crescimento significativo (IC: 95,5%).

O Teste de Spearman foi aplicado para verificar a existência de correlação entre as variáveis mensuradas. A ferramenta estatística utilizada foi o SPSS Statistics 17.0.

A fim de se estimar o crescimento em função do tempo, para as duas proles de jovens, foi utilizado o Modelo Linear Generalizado (MLG), uma vez

que, ao criar um gráfico de altura versus tempo, foi razoável explicar o comportamento das variáveis através de uma reta. Para verificar a não validade do modelo, foram investigadas as seguintes premissas: a verificação da função de ligação e as devidas análises de resíduo (independência, homocedasticidade “variância constante” e normalidade (LIMA NETO & CORDEIRO, 2004).

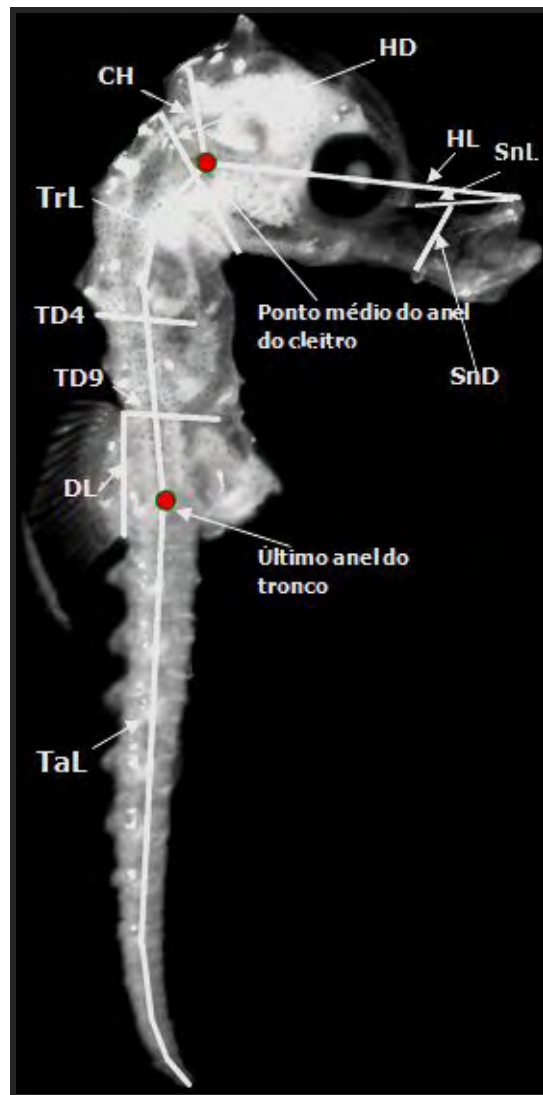


Figura 2 - Esquema mostrando o protocolo de medidas e contagens adotado no presente estudo. Modificado de LOURIE *et al.*, (1999).

Tabela 1 - Variáveis morfométricas, merísticas e índices avaliados no presente estudo, obtidos de acordo com o protocolo do Project Seahorse (LOURIE *et al.*, 1999).

Termos morfológicos	
Código	Variável
SL	Comprimento padrão
HT	Altura do corpo
TrL	Comprimento do tronco
TaL	Comprimento da cauda
CH	Altura da coroa
HL	Comprimento da cabeça
SnL	Comprimento do focinho
SnD	Altura do focinho
HD	Altura da cabeça
TD4	Altura do tronco entre o 4º e 5º anel
TD9	Altura do tronco entre o 9º e 10º anel
TW	Largura do tronco entre o 9º e 10º anel
SPW	Largura entre os espinhos do 9º anel do tronco
PL	Comprimento da base da nadadeira peitoral
DL	Comprimento da base da nadadeira dorsal
OD	Diâmetro orbital
TrR	Número de anéis do tronco
TaR	Número de anéis da cauda
PF	Número de raios da nadadeira peitoral
DF	Número de raios da nadadeira dorsal
KI	Índice de quilha
CI	Índice de altura da coroa
CSI	Índice de forma do queixo

3.2 Ontogenia

3.2.1 Ovócitos e período embrionário

Em laboratório, ovócitos liberados por fêmea de *H. reidi*, no momento da cópula, foram conservados em álcool para posterior análise morfológica. Um total de 12 ovócitos, selecionados aleatoriamente, foi fotografado e medido com o auxílio de lupa. As medidas obtidas referiram-se ao comprimento e a largura dos ovócitos, onde a primeira foi considerada como sendo a distância entre a extremidade mais afilada e a extremidade mais abaulada do ovócito e, a segunda, como a medida perpendicular ao comprimento, em seu ponto mais largo.

Para a descrição do desenvolvimento embrionário, foram coletados dados de indivíduos abortados espontaneamente, provenientes de macho cultivado “ex-situ” no LAPEC. Embriões em diferentes estágios de desenvolvimento foram fotografados, medidos e tiveram sua descrição morfológica realizada. Foi possível se obter dados de embriões abortados 6, 4, 3 e 1 dia antes da liberação da prole com desenvolvimento completo. Para os embriões que apresentaram cauda não enrolada ao tronco, medidas de altura foram realizadas seguindo a metodologia adotada por FOSTER & VINCENT (2004).

3.2.2 Do nascimento à maturidade

A análise da ontogenia após o nascimento foi realizada considerando-se duas fases limítrofes no ciclo de vida de *H. reidi*: a etapa planctônica e a fase de assentamento (pós-planctônica). O período do nascimento até os 15 dias de

vida foi considerado como a fase planctônica dos indivíduos, seguindo HORA & JOYEUX (2009). Nesta fase, os jovens flutuam na coluna d'água e não são capazes de prender-se a substratos de apoio presentes no meio (LOURIE *et al.*, 1999). Subsequentemente, os cavalos-marinhos tornam-se aptos a enrolarem sua cauda preênsil em estruturas do meio circundante, sendo considerados a partir daí como estando na fase bentônica (pós-planctônica).

Os dados referentes à fase planctônica foram obtidos exclusivamente "ex-situ", dada a dificuldade de avistagem de jovens planctônicos suspensos na coluna d'água em ambiente natural, uma vez que estes se dispersam facilmente (FOSTER & VINCENT, 2004). As informações sobre a fase bentônica foram obtidas "in-situ" e "ex-situ".

A descrição morfológica dos exemplares utilizados nas análises de crescimento foi realizada através de observações diretas e fotografias, sendo ambos os métodos realizados com o auxílio da lupa. Para complementar os dados, um total de 45 exemplares, em estágios posteriores de desenvolvimento e procedentes do cultivo, foram analisados e descritos morfológicamente. Além disso, a descrição de alguns aspectos do desenvolvimento inicial foi complementada com dados coletados em ambiente natural.

O desenvolvimento morfológico de *H. reidi*, dentro das duas fases consideradas (planctônica e pós-planctônica), foi subdividido em 4 estágios na primeira fase e em 5 estágios na segunda, com base nas idades e alturas encontradas e levando-se em consideração o desenvolvimento da cauda, coroa, anéis, espinhos, raios das nadadeiras, pigmentação e aparecimento das características sexuais.

Para os exemplares cultivados "ex-situ", foram levadas em consideração a idade e a altura no estabelecimento de estágios, em função das principais alterações morfológicas. No caso dos dados obtidos a partir de indivíduos em ambiente natural, apenas a altura foi considerada, uma vez que a idade dos peixes encontrados "in situ" não era conhecida.

3.3 Amostragem "in situ"

Os dados foram obtidos através de censos subaquáticos diurnos, por meio de mergulhos livres. Esta técnica foi escolhida por ter a vantagem de não ser destrutiva, ter um nível de interferência ambiental muito baixo e permitir a observação dos peixes no seu hábitat natural (SALE, 1991). A coleta foi conduzida entre maio de 2009 a maio de 2010 na Área de Proteção Ambiental (APA) Barra de Mamanguape (Fig. 3), que inclui o Estuário do Rio Mamanguape (6°46'20" S, 34°55'50" O), onde foram amostradas três áreas conhecidas como Camboa Tanques, Camboa Peixe-Boi e Camboa do Cação. Além destas áreas, um banco recifal, localizado na desembocadura do estuário, também foi amostrado.

Os mergulhos foram realizados em dupla, em marés de quadratura (luas crescente e minguante) no período da maré baixa. Todos os dados obtidos *in situ* foram anotados em prancha de PVC, tomando-se o cuidado de não retirar o indivíduo da água e de devolvê-lo ao mesmo local onde foi encontrado.

As procuras foram realizadas através de busca intensiva. Para cada indivíduo de *H. reidi*, foram coletados os seguintes dados biológicos: sexo (macho, fêmea, indeterminado), altura do corpo (cm), padrão de colorido, localização e estado reprodutivo (macho: imaturo [I], bolsa proeminente [BP],

bolsa não proeminente [BNP] e bolsa formada flácida [BF]; fêmea: imatura [I], com ovopositor proeminente [OP], com ovopositor não proeminente [ONP]).

Para evitar a recontagem dos cavalos-marinhos, foi realizado um procedimento de marcação (Sob autorização do SISBIO "Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade" - Nº 18815-1). Indivíduos com altura do corpo ≥ 5 cm foram marcados, consistindo a marca em combinação de cores variadas de elástico encapado (diâmetro de 0,2 mm) e miçangas, colocados na base da cauda dos indivíduos, seguindo TENÓRIO (2008).

Todos os indivíduos marcados foram fotografados para estimativas mais precisas da sua altura, uma vez que a medida "in situ" de cavalos-marinhos pode ser pouco precisa quando os indivíduos apresentam curvatura do seu tronco e cauda (CURTIS & VINCENT, 2006). A altura dos indivíduos foi mensurada como em FOSTER & VINCENT (2004), utilizando as fotografias e o software *Image-Pro Plus* for Windows v. 6.0, a fim de minimizar o erro. A maturação sexual foi medida pelo estado de desenvolvimento da bolsa incubadora dos machos. Esta foi classificada em quatro estádios: (1) bolsa ausente - indivíduos indiferenciados sexualmente, (2) bolsa formada não proeminente (BNP) - indivíduos sub-adultos, (3) bolsa proeminente (PB) e (4) bolsa flácida (BF). Os machos foram considerados maduros a partir da formação da bolsa incubadora (estados 2, 3 e 4) e, em atividade reprodutiva a partir do estágio 3.

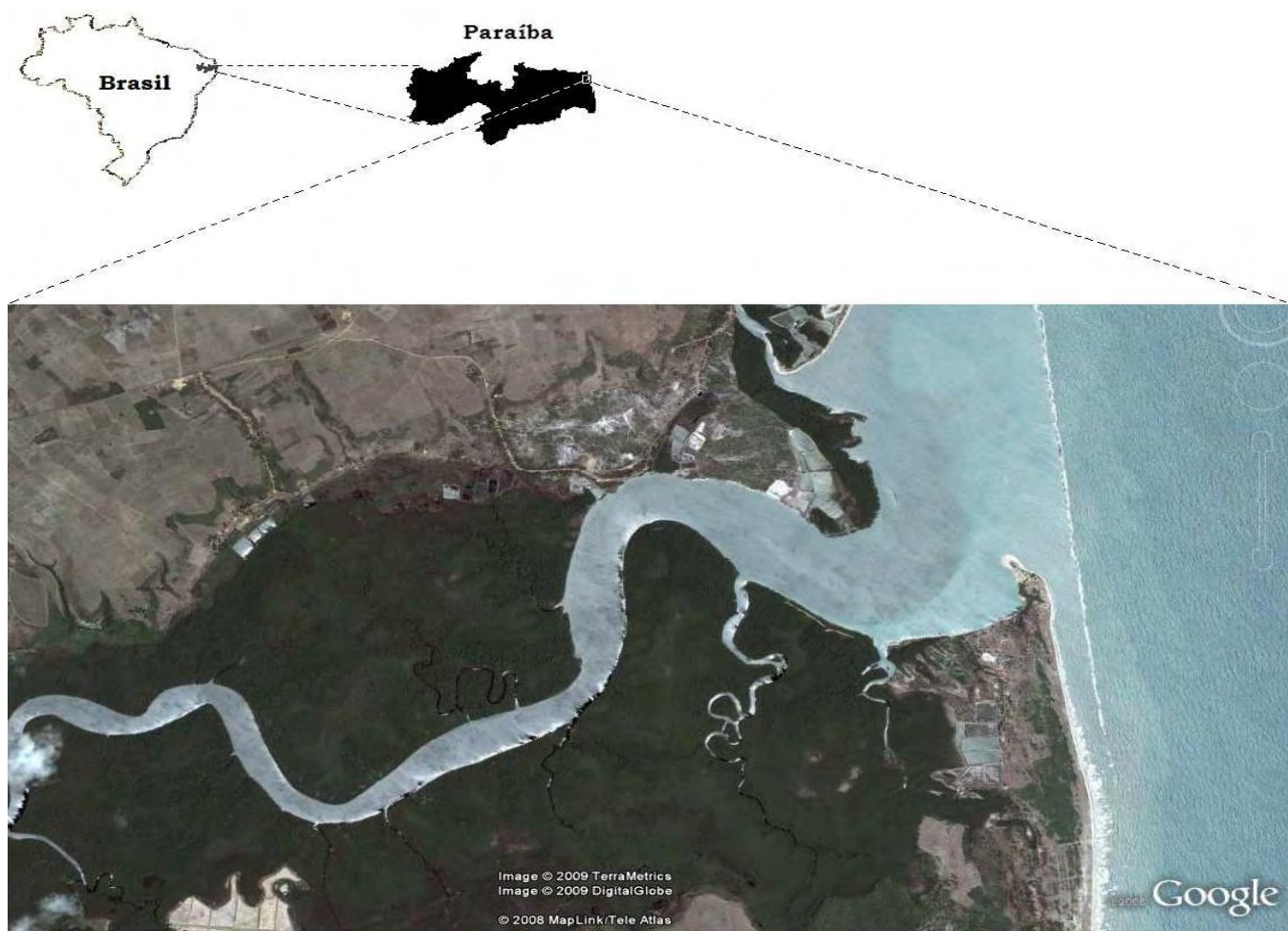


Figura 3 - Localização da área de estudo (APA Barra de Mamanguape, PB). Modificado de XAVIER (2009) – Fonte: Google Earth.

4 RESULTADOS

4.1 Crescimento inicial

4.1.1 Amostras

O teste de Wilcoxon-Mann-Whitney realizado com todas as variáveis morfométricas analisadas – obtidas a partir das proles analisadas - revelou se tratar de duas populações estatisticamente diferentes: 1) BA - Prole descendente de casal do Estado da Bahia; 2) RN – Prole descendente de casal do Estado do Rio Grande do Norte. Com exceção da variável “PL”, que não mostrou diferenças estatisticamente significativas entre as duas populações, todas as variáveis apresentaram maiores médias de comprimento em indivíduos provenientes do casal do Rio Grande do Norte.

4.1.2 Dados morfométricos

Os dados de medida de 16 variáveis morfométricas, obtidos das duas proles de jovens *H. reidi*, são mostrados nas Tabelas 2 a 17.

Tabela 2 – Dados de comprimento padrão (SL) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Comprimento padrão (SL)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,64	0,70	0,08	0,04	0,44	0,62	0,70	0,75
1	0,65	0,71	0,08	0,06	0,55	0,60	0,79	0,79
2	0,69	0,73	0,07	0,04	0,60	0,67	0,79	0,78
3	0,62	0,74	0,08	0,04	0,53	0,66	0,81	0,79
4	0,71	0,77	0,07	0,07	0,61	0,65	0,85	0,86
5	0,71	0,80	0,07	0,07	0,60	0,72	0,83	0,92
6	0,75	-	0,05	-	0,68	-	0,84	-
7	0,83	-	0,06	-	0,74	-	0,90	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 3 – Dados de altura (HT) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Altura (HT)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,57	0,60	0,07	0,04	0,41	0,54	0,63	0,67
1	0,56	0,60	0,07	0,05	0,46	0,51	0,69	0,68
2	0,60	0,62	0,07	0,04	0,52	0,57	0,70	0,69
3	0,53	0,62	0,07	0,03	0,44	0,55	0,69	0,67
4	0,61	0,66	0,07	0,06	0,52	0,54	0,72	0,74
5	0,61	0,69	0,05	0,06	0,53	0,63	0,70	0,79
6	0,64	-	0,04	-	0,56	-	0,71	-
7	0,70	-	0,05	-	0,65	-	0,76	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 4 - Dados de comprimento do tronco (TrL) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Comprimento do tronco (TrL)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,20	0,21	0,03	0,02	0,13	0,19	0,23	0,26
1	0,20	0,21	0,02	0,02	0,16	0,18	0,22	0,25
2	0,19	0,21	0,04	0,01	0,15	0,20	0,26	0,24
3	0,20	0,21	0,04	0,01	0,16	0,19	0,29	0,23
4	0,22	0,22	0,03	0,02	0,16	0,18	0,26	0,25
5	0,21	0,23	0,03	0,02	0,19	0,20	0,23	0,27
6	0,23	-	0,02	-	0,20	-	0,26	-
7	0,24	-	0,02	-	0,20	-	0,27	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 5 - Dados de comprimento da cauda (TaL) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Comprimento da cauda (TaL)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,32	0,31	0,04	0,02	0,23	0,25	0,35	0,33
1	0,31	0,31	0,05	0,04	0,24	0,24	0,42	0,38
2	0,33	0,33	0,04	0,03	0,28	0,29	0,39	0,36
3	0,25	0,33	0,04	0,03	0,21	0,28	0,34	0,37
4	0,32	0,36	0,04	0,04	0,26	0,29	0,38	0,42
5	0,32	0,38	0,03	0,05	0,29	0,32	0,36	0,45
6	0,34	-	0,02	-	0,30	-	0,38	-
7	0,38	-	0,03	-	0,32	-	0,42	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 6 - Dados de altura da coroa (CH) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Altura da coroa (CH)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,05	0,08	0,01	0,01	0,04	0,06	0,06	0,10
1	0,05	0,08	0,01	0,00	0,05	0,07	0,06	0,09
2	0,08	0,08	0,01	0,01	0,06	0,08	0,09	0,09
3	0,07	0,08	0,01	0,01	0,06	0,07	0,08	0,09
4	0,07	0,08	0,01	0,01	0,06	0,07	0,09	0,09
5	0,07	0,08	0,01	0,01	0,05	0,07	0,08	0,09
6	0,07	-	0,01	-	0,05	-	0,08	-
7	0,09	-	0,01	-	0,07	-	0,11	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 7 - Dados de comprimento da cabeça (HL) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Comprimento da cabeça (HL)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,12	0,17	0,02	0,02	0,08	0,14	0,14	0,20
1	0,14	0,18	0,01	0,01	0,12	0,17	0,16	0,21
2	0,17	0,19	0,01	0,01	0,15	0,17	0,19	0,21
3	0,16	0,19	0,01	0,01	0,14	0,17	0,18	0,22
4	0,18	0,19	0,02	0,01	0,15	0,17	0,21	0,21
5	0,17	0,19	0,02	0,01	0,12	0,17	0,20	0,21
6	0,19	-	0,02	-	0,16	-	0,21	-
7	0,21	-	0,02	-	0,18	-	0,24	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 8 - Dados de comprimento do focinho (SnL) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Comprimento do focinho (SnL)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,04	0,06	0,04	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07
1	0,05	0,07	0,00	0,01	0,04	0,06	0,05	0,07
2	0,07	0,07	0,01	0,00	0,06	0,07	0,08	0,08
3	0,06	0,08	0,01	0,01	0,05	0,06	0,08	0,09
4	0,07	0,07	0,01	0,01	0,05	0,05	0,08	0,08
5	0,06	0,07	0,01	0,01	0,04	0,06	0,08	0,08
6	0,07	-	0,01	-	0,06	-	0,08	-
7	0,09	-	0,01	-	0,07	-	0,10	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 9 - Dados de altura do focinho (SnD) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Altura do focinho (SnD)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,04	0,04	0,01	0,00	0,03	0,03	0,05	0,05
1	0,04	0,04	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,06
2	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07
3	0,04	0,05	0,01	0,00	0,03	0,04	0,05	0,05
4	0,05	0,04	0,01	0,00	0,04	0,04	0,06	0,05
5	0,05	0,05	0,01	0,01	0,04	0,04	0,05	0,06
6	0,05	-	0,01	-	0,04	-	0,06	-
7	0,05	-	0,00	-	0,04	-	0,06	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 10 - Dados de altura da cabeça (HD) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Altura da cabeça (HD)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,08	0,11	0,01	0,01	0,06	0,10	0,09	0,13
1	0,09	0,11	0,00	0,01	0,08	0,10	0,10	0,14
2	0,10	0,12	0,01	0,01	0,08	0,11	0,12	0,13
3	0,08	0,11	0,01	0,01	0,06	0,10	0,09	0,13
4	0,11	0,12	0,01	0,01	0,09	0,11	0,12	0,13
5	0,09	0,12	0,01	0,01	0,07	0,10	0,12	0,13
6	0,10	-	0,01	-	0,08	-	0,12	-
7	0,12	-	0,01	-	0,10	-	0,14	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 11 - Dados de altura do tronco entre o 4º e o 5º anel (TD4) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Altura do tronco entre o 4º e o 5º anel (TD4)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,06
1	0,05	0,06	0,00	0,01	0,04	0,04	0,05	0,07
2	0,04	0,07	0,01	0,01	0,02	0,06	0,06	0,08
3	0,04	0,06	0,01	0,01	0,02	0,05	0,05	0,07
4	0,05	0,06	0,01	0,01	0,03	0,04	0,07	0,07
5	0,05	0,06	0,01	0,01	0,04	0,05	0,07	0,07
6	0,06	-	0,01	-	0,05	-	0,07	-
7	0,07	-	0,01	-	0,05	-	0,08	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 12 - Dados de altura do tronco entre o 9º e o 10º anel (TD9) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Altura do tronco entre o 9º e o 10º anel (TD9)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,07
1	0,04	0,05	0,00	0,01	0,04	0,04	0,05	0,06
2	0,04	0,06	0,01	0,01	0,02	0,05	0,05	0,07
3	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,06
4	0,04	0,05	0,01	0,00	0,03	0,05	0,06	0,06
5	0,05	0,05	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,06
6	0,05	-	0,01	-	0,04	-	0,07	-
7	0,05	-	0,01	-	0,03	-	0,07	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 13 - Dados de largura do tronco entre o 9º e o 10º anel (TW) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Largura do tronco entre o 9º e o 10º anel (TW)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06
1	0,04	0,04	0,00	0,01	0,03	0,03	0,04	0,07
2	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06
3	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
4	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
5	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05
6	0,04	-	0,01	-	0,02	-	0,05	-
7	0,04	-	0,00	-	0,03	-	0,05	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 14 - Dados de largura entre espinhos do 9º anel do tronco (SpW) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Largura entre espinhos do 9º anel do tronco (SpW)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06
1	0,04	0,05	0,00	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07
2	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,06
3	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,06
4	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,06
5	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,06
6	0,04	-	0,01	-	0,03	-	0,05	-
7	0,04	-	0,00	-	0,04	-	0,05	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 15 - Dados de comprimento da base da nadadeira peitoral (PL) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Comprimento da base da nadadeira peitoral (PL)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04
1	0,03	0,04	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,05
2	0,04	0,04	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,05
3	0,03	0,04	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,05
4	0,04	0,04	0,01	0,00	0,03	0,03	0,05	0,04
5	0,04	0,04	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,04
6	0,04	-	0,01	-	0,03	-	0,05	-
7	0,04	-	0,01	-	0,03	-	0,05	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 16 - Dados de comprimento da base da nadadeira dorsal (DL) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Comprimento da base da nadadeira dorsal (DL)								
Dias de vida	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,06	0,07	0,01	0,00	0,04	0,06	0,07	0,08
1	0,06	0,08	0,01	0,01	0,05	0,07	0,07	0,09
2	0,07	0,08	0,01	0,01	0,05	0,07	0,07	0,09
3	0,06	0,07	0,01	0,00	0,04	0,06	0,07	0,08
4	0,07	0,08	0,01	0,01	0,06	0,06	0,08	0,09
5	0,07	0,08	0,01	0,01	0,05	0,07	0,08	0,09
6	0,07	-	0,01	-	0,06	-	0,09	-
7	0,08	-	0,01	-	0,07	-	0,10	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

Tabela 17 - Dados do diâmetro orbital (DO) de jovens de *H. reidi* conservados em álcool. (BA)
– Prole BA; (RN) – Prole RN.

Dias de vida	Diâmetro orbital (DO)							
	Média (cm)		Desvio padrão		Mín. (cm)		Máx. (cm)	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	0,04	0,05	0,00	0,00	0,03	0,04	0,05	0,05
1	0,04	0,05	0,00	0,00	0,04	0,04	0,05	0,05
2	0,05	0,04	0,00	0,00	0,04	0,04	0,05	0,05
3	0,05	0,05	0,00	0,01	0,04	0,03	0,05	0,05
4	0,04	0,04	0,01	0,00	0,04	0,04	0,06	0,05
5	0,04	0,05	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06
6	0,05	-	0,00	-	0,04	-	0,05	-
7	0,05	-	0,01	-	0,04	-	0,06	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72	96	72

O teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, realizado com o conjunto de dados extraído da prole BA, revelou que, no 1º dia de vida, apenas as variáveis HL, SnL, HD, TD4, TW e SPW apresentaram um crescimento estatisticamente significativo (IC=95,5%) (Tab. 18). Até o 3º dia, menos de 50% das variáveis cresceram significativamente, enquanto a partir do 4º dia, 69% das variáveis passaram a apresentar um aumento significativo em relação ao dia de nascimento (Tab. 18).

Tabela 18 - Representação mostrando as variáveis e os dias em que apresentaram crescimento significativo em relação ao nascimento (Prole BA). (■) – não significativo; (—) – significativo.

Significância no crescimento diário ($\alpha < 0,05$) – BA							
Variáveis	DIAS DE VIDA						
	1	2	3	4	5	6	7
SL	—	—	—	■	■	■	■
HT	—	—	—	—	—	■	■
TrL	—	—	—	—	—	■	■
TaL	—	—	—	—	—	—	■
CH	—	■	■	■	■	■	■
HL	■	■	■	■	■	■	■
SnL	■	■	■	■	■	■	■
SnD	—	—	—	■	■	■	■
HD	■	■	—	■	■	■	■
TD4	■	—	—	—	■	■	■
TD9	—	—	—	■	■	■	■
TW	■	■	■	■	■	■	■
SPW	■	■	—	■	■	■	■
PL	—	—	—	■	■	■	■
DL	—	—	—	—	—	■	■
OD	—	■	■	■	—	■	■

Ao atingir o 7º dia de vida, todas as variáveis morfométricas avaliadas apresentaram crescimento significativo. O teste mostrando a significância para cada variável, que comparou as medidas dos recém-nascidos com as do 7º dia, pode ser visualizado na tabela 19.

Tabela 19 - Comparação entre as medidas dos jovens recém-nascidos e com 7 dias de vida (Procedência: **casal da Bahia**). IC - Intervalo de confiança; Dif. - diferença; Inf. - inferior; Sup. - superior; Nasc. - nascimento; W – Estatística do teste; Sig. - significância.

	Mediana		Dif.	95,5% IC da Dif.		W	Sig.
	Nasc.	7º		Inf.	Sup.		
SL	0,6700	0,8146	-0,1836	-0,2244	-0,1205	120,0	0,0000
HT	0,5900	0,6944	-0,12415	-0,16661	-0,07222	120,0	0,0000
TrL	0,2100	0,2410	-0,03195	-0,04652	-0,01551	139,0	0,0003
TaL	0,3275	0,3791	-0,05565	-0,08249	-0,02571	140,0	0,0003
CH	0,0500	0,0863	-0,03620	-0,04250	-0,03030	120,0	0,0000
HL	0,1209	0,2185	-0,09560	-0,10610	-0,07690	120,0	0,0000
SnL	0,0400	0,0844	-0,04595	-0,05570	-0,04150	120,0	0,0000
SnD	0,0400	0,0541	-0,01450	-0,01710	-0,00950	123,0	0,0000
HD	0,0800	0,1184	-0,03750	-0,04700	-0,02770	120,0	0,0000

TD4	0,0400	0,0706	-0,02410	-0,03180	-0,01570	128,0	0,0000
TD9	0,0300	0,0533	-0,01990	-0,02580	-0,00950	131,0	0,0001
TW	0,0200	0,0369	-0,01640	-0,02490	-0,00730	131,0	0,0001
SpW	0,0327	0,0459	-0,01365	-0,02200	-0,00830	132,0	0,0001
PL	0,0300	0,0398	-0,00970	-0,01200	-0,00310	151,0	0,0022
DL	0,0641	0,0823	-0,01880	-0,02840	-0,01130	133,0	0,0001
DO	0,0400	0,0468	-0,00630	-0,00870	-0,00240	145,0	0,0008
Total (n)	15	12					

Para a prole RN, o teste mostrou que apenas as variáveis SnL, PL e DL tiveram crescimento significativo no 1º dia. Diferentemente da prole BA, menos de 50% das variáveis apresentaram crescimento significativo até o 2º dia. Do 3º ao 5º, 56% das variáveis morfométricas cresceram significativamente (Tab. 20).

Tabela 20 - Representação mostrando as variáveis e os dias em que apresentaram crescimento significativo em relação ao nascimento (Procedência: **casal do Rio Grande do Norte**). (—) – não significativo; (■) – significativo.

Significância no crescimento diário ($\alpha < 0,05$) – RN					
Variáveis	DIAS DE VIDA				
	1	2	3	4	5
SL	—	—	■	■	■
HT	—	—	■	■	■
TrL	—	—	—	—	—
TaL	—	—	■	■	■
CH	—	—	—	—	—
HL	—	■	■	■	■
SnL	■	■	■	■	■
SnD	—	■	■	■	■
HD	—	—	—	—	■
TD4	—	■	■	■	—
TD9	—	■	—	—	—
TW	—	—	—	—	—
SPW	—	—	—	—	—
PL	■	■	■	■	■
DL	■	■	■	■	■
OD	—	—	—	—	—

Como para a amostra RN não foi possível se coletar dados dos 6º e 7º dias de vida, comparações com os dias correspondentes da prole BA não pôde ser feita. O teste que comparou o crescimento do último dia analisado (5º dia) em relação às medidas dos recém-nascidos pode ser observado na tabela 21.

Tabela 21 - Comparação entre as medidas dos jovens recém-nascidos e com 5 dias de vida (Procedência: **casal do Rio Grande do Norte**). IC - Intervalo de confiança; Dif. - diferença; Inf. - inferior; Sup. - superior; Nasc. - nascimento; W – Estatística do teste; Sig. - significância.

	Mediana		Dif.	95,5% IC da Dif.		W	Sig.
	Nasc.	5º		Inf.	Sup.		
SL	0,70540	0,77545	-0,08130	-0,14443	0,03973	86,0	0,0001
HT	0,61005	0,66100	-0,06415	-0,12332	-0,02771	92,0	0,0005
TrI	0,21065	0,22015	-0,01060	-0,02880	0,00550	128,0	0,1072
TaL	0,31725	0,36025	-0,04985	-0,10049	-0,03009	86,0	0,0001
CH	0,07995	0,08530	-0,00340	-0,01250	0,00620	140,0	0,2917
HL	0,17230	0,19910	-0,02430	-0,03330	-0,00960	93,5	0,0006
SnL	0,06020	0,07455	-0,01450	-0,01970	-0,00930	83,5	0,0001
SnD	0,03875	0,04430	-0,00630	-0,01080	-0,00240	99,0	0,0018
HD	0,10925	0,11590	-0,00425	-0,01030	0,00400	128,5	0,1127
TD4	0,05485	0,05770	-0,00405	-0,01120	0,00320	125,0	0,0786
TD9	0,05180	0,05015	0,00225	-0,00230	0,00900	>150,0	-
TW	0,03890	0,04130	-0,00085	-0,00750	0,00590	145,0	0,3975
SpW	0,04590	0,04390	0,00200	-0,00470	0,00880	>150,0	-
PL	0,03080	0,03925	-0,00680	-0,01160	-0,00280	103,0	0,0036
DL	0,07045	0,07940	-0,00905	-0,01520	-0,00300	100,5	0,0023
DO	0,04910	0,04800	0,00150	-0,00230	0,00510	>150,0	-
Total (n)	12	12					

4.1.3 Dados merísticos

A moda e a variação dos dados merísticos, para as duas populações de jovens de *H. reidi*, podem ser observadas nas tabelas 22-25.

Tabela 22 - Dados do número de anéis do tronco (TrR) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Número de anéis do tronco (TrR)						
Dias de vida	Moda		Mín.		Máx.	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	11	11	10	10	15	11
1	11	11	10	10	11	11
2	11	11	11	9	15	11
3	13	11	11	10	14	11
4	13	11	11	10	13	11
5	11	11	10	11	12	11
6	11	-	10	-	12	-
7	11	-	11	-	13	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72

Tabela 23 - Dados do número de anéis da cauda (TaR) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Número de anéis da cauda (TaR)						
Dias de vida	Moda		Mín.		Máx.	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	33	29	30	28	35	34
1	34	29	30	22	38	35
2	33	32	25	27	43	35
3	34	34	29	29	35	34
4	35	33	30	31	37	35
5	30	33	29	30	36	35
6	34	-	31	-	38	-
7	36	-	33	-	37	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72

Tabela 24 - Dados do número de raios da nadadeira peitoral (PF) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Número de raios da nadadeira peitoral (PF)						
Dias de vida	Moda		Mín.		Máx.	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	15	14	14	14	16	15
1	15	15	13	14	15	15
2	14	15	14	14	15	15
3	15	15	14	14	16	16
4	15	14	14	13	16	15
5	13	15	12	14	15	15
6	15	-	12	-	16	-
7	15	-	14	-	16	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72

Tabela 25 - Dados do número de raios da nadadeira dorsal (DF) dos cavalos-marinhos conservados em álcool. (BA) – Prole BA; (RN) – Prole RN.

Dias de vida	Número de raios da nadadeira dorsal (DF)					
	Moda		Mín.		Máx.	
	BA	RN	BA	RN	BA	RN
0	17	15	16	15	17	17
1	16	16	16	16	17	17
2	16	16	14	15	17	17
3	17	16	16	15	17	17
4	16	16	16	15	17	17
5	16	16	15	16	17	17
6	16	-	15	-	17	-
7	17	-	15	-	17	-
(n) por dia	12	12	12	12	12	12
(n) total	96	72	96	72	96	72

Todos os indivíduos medidos apresentaram o mesmo índice de quilha (KI): (1) sem quilha; e da altura da coroa (CI): (1) coroa igual à linha do arco do pescoço. O índice de forma do queixo (CSI) não foi avaliado, uma vez que o arranjo não se encontrava definido nesta fase inicial do crescimento.

4.1.4 Padrões alométricos

Para os indivíduos da prole BA, as proporções de oito partes do corpo em relação ao comprimento padrão (SL) mostraram padrões alométricos difusos, (sem tendência ao aumento ou ao decréscimo nos valores), com exceção dos comprimentos do tronco (TrL) e da cauda (TaL), que se aproximaram de um padrão de crescimento alométrico positivo, ao longo dos sete dias. Nesta fase inicial, pôde-se observar que o tronco correspondeu entre 25 e 38% do SL, enquanto a cauda ocupou entre 33 e 54% do SL. Além destas variáveis, a altura da cabeça (HD) também se aproximou de uma alometria positiva, com proporções entre 10 e 18% do comprimento padrão (Fig. 4).

Para os jovens da prole RN, pôde-se constatar que o comprimento do tronco (TrL), o comprimento da cabeça (HL), a altura da coroa (CH), a altura da cabeça (HD), a altura do focinho (SnD) e o comprimento da base da nadadeira dorsal (DL) apresentaram crescimento alométrico negativo ao longo de cinco dias, em relação ao comprimento padrão. As taxas de crescimento relativo caíram, aproximadamente, de 34,5 para 26% em TrL, de 29,5 para 22% em HL, de 14 para 9% em CH, de 7,5 para 5% em SnD, de 19 para 13% em HD e de 12 para 10% em DL. Por outro lado, a cauda apresentou crescimento gradual com o passar dos dias, aumentando de 39 para 50% em relação ao SL (Fig. 5).

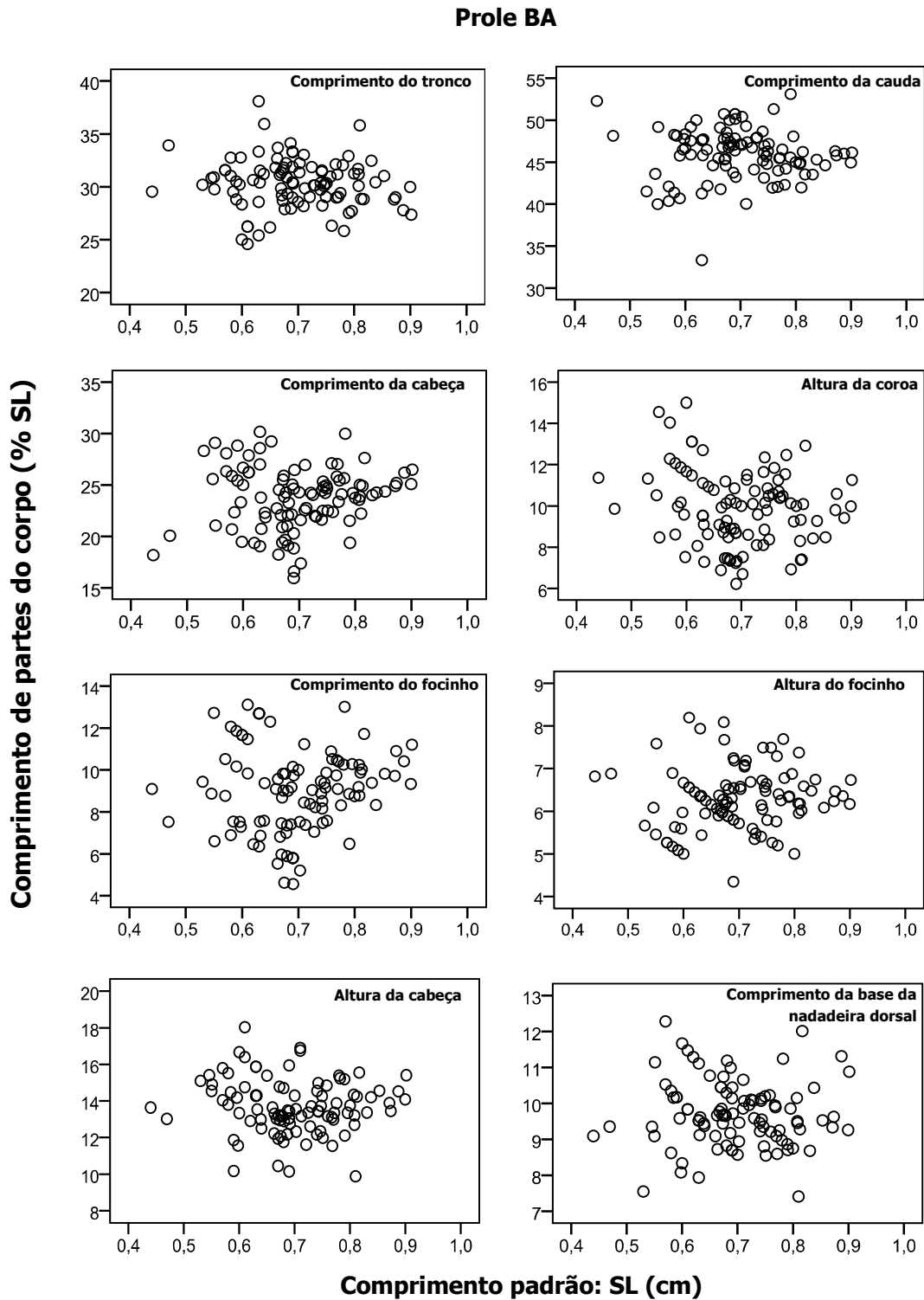


Figura 4 – Proporções corporais de oito partes do corpo de *H. reidi* jovens, mostrando as porcentagens em relação ao comprimento total (SL). **Procedência:** Casal natural da Bahia.

Prole RN

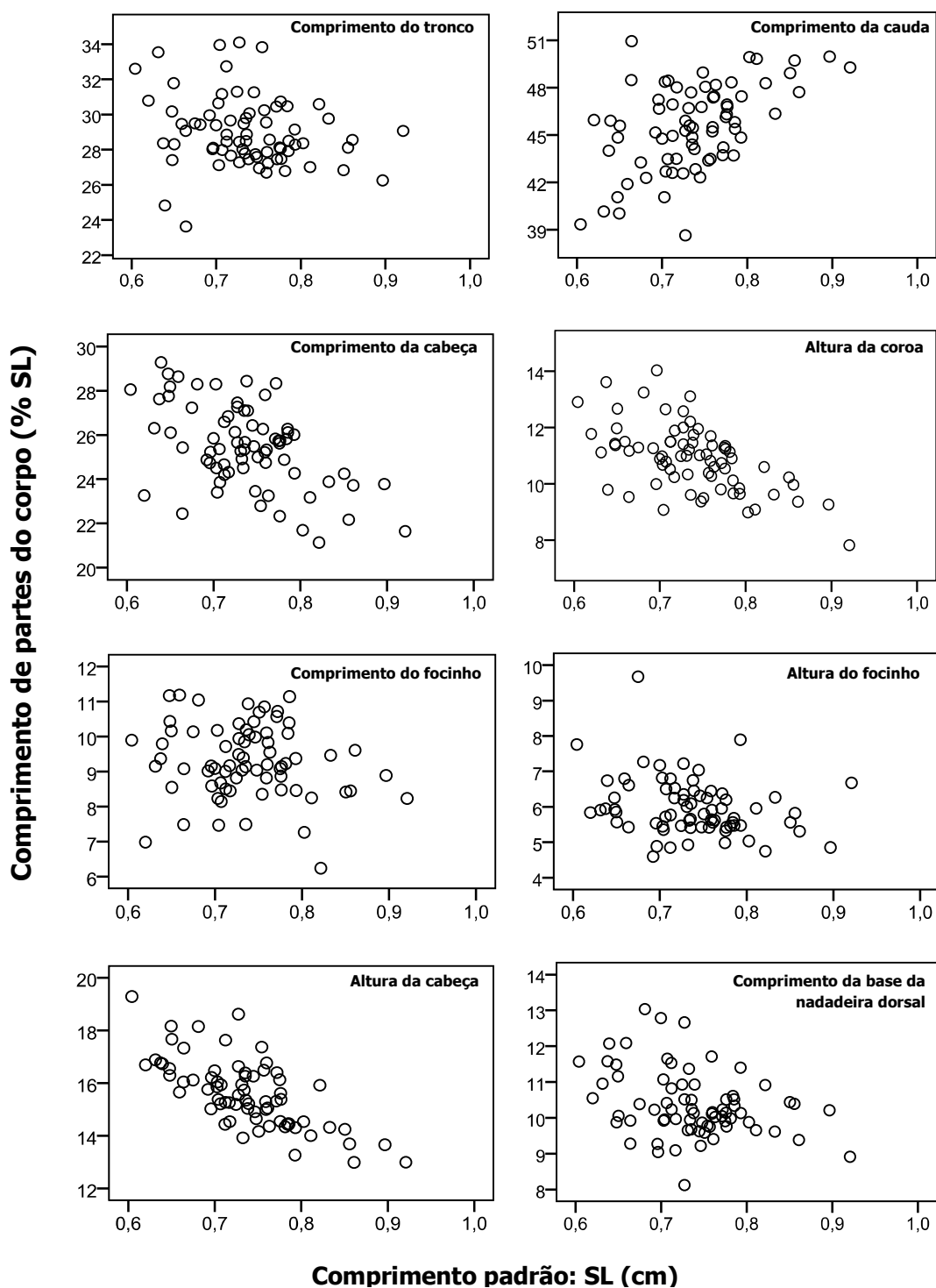


Figura 5 - Proporções corporais de oito partes do corpo de *H. reidi* jovens, mostrando as porcentagens em relação ao comprimento total (SL). **Procedência:** Casal natural do Rio Grande do Norte.

4.1.5 Análise de correlação

Os resultados da análise de correlação de Spearman (com tolerância de 5%), para a prole descendente do casal da Bahia, revelaram alta relação ($\rho > 0,70$) entre as seguintes variáveis: SL e HT, SL e TrL, SL e TaL, SL e HL, SL e SnD, SL e HD, SL e TD4, SL e DL, HT e TrL, HT e TaL, HT e SnD, HT e HD, HT e DL, TrL e TaL, TaL e DL, CH e HL, CH e SnL, CH e HD, HL e SnL, HL e SnD, HL e HD, SnL e HD, SnD e TD4, TD4 e TD9, TW e SpW.

Para a prole do casal do Rio Grande do Norte houve alta correlação entre SL e HT, SL e TrL, SL e TaL, HT e TrL, HT e TaL, HL e SnL, TW e SpW.

As variáveis que foram altamente correlacionadas em ambas as proles foram: SL e HT, SL e TrL, SL e TaL, HT e TrL, HT e TaL, HL e SnL, TW e SpW (Fig. 6-12).

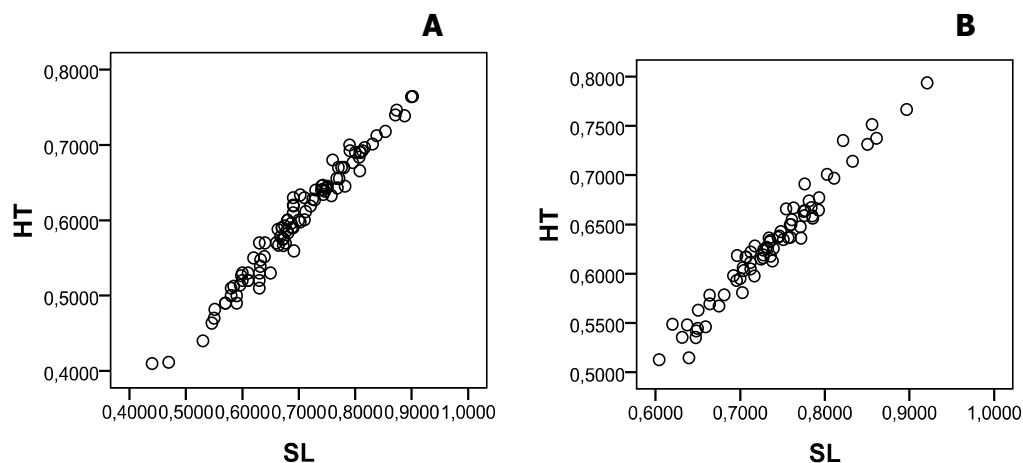


Figura 6 - Correlação entre as variáveis SL (comprimento padrão) e HT (altura) dos indivíduos jovens conservados em álcool. **A** – Prole BA ($\rho = 0,982$); **B** – Prole RN ($\rho = 0,972$).

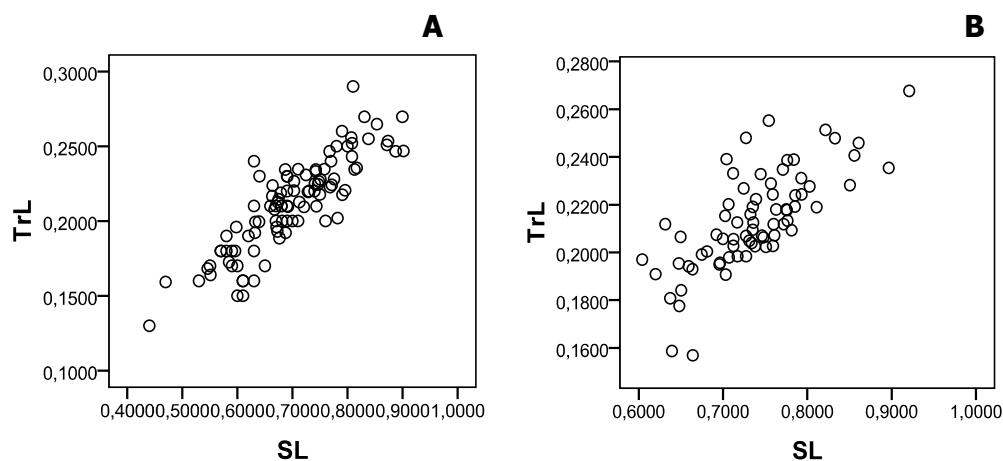


Figura 7 - Correlação entre as variáveis SL (comprimento padrão) e TrL (comprimento do tronco) dos indivíduos jovens conservados em álcool. **A** – Prole BA ($p=0,854$); **B** – Prole RN ($p=0,732$).

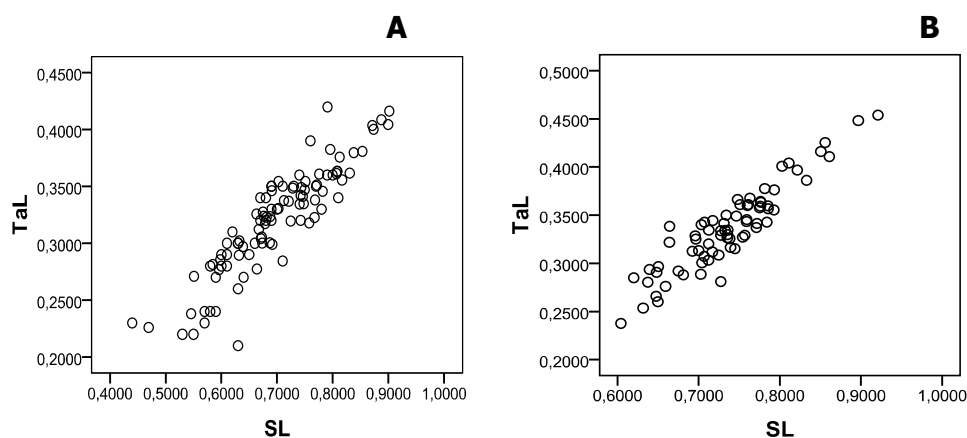


Figura 8 - Correlação entre as variáveis SL (comprimento padrão) e TaL (comprimento da cauda) dos indivíduos jovens conservados em álcool. **A** – Prole BA ($p=0,909$); **B** – Prole RN ($p=0,890$).

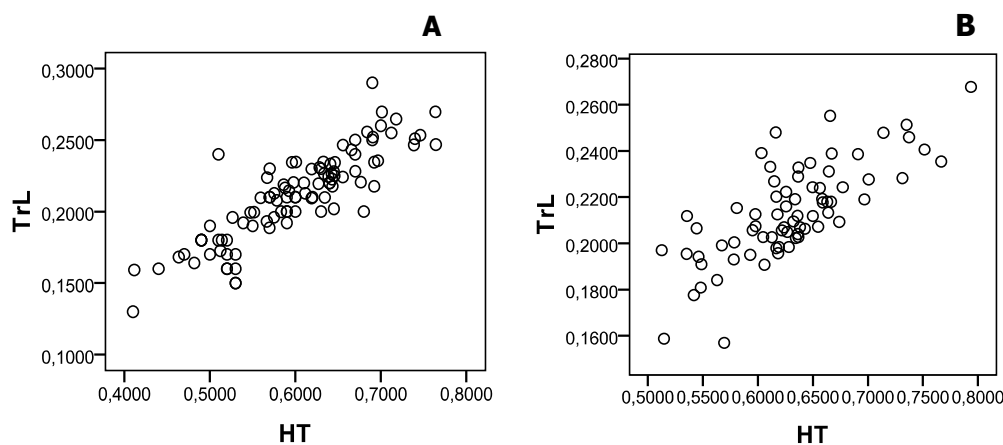


Figura 9 - Correlação entre as variáveis HT (altura) e TrL (comprimento do tronco) dos indivíduos jovens conservados em álcool. **A** – Prole BA ($p=0,858$); **B** – Prole RN ($p=0,716$).

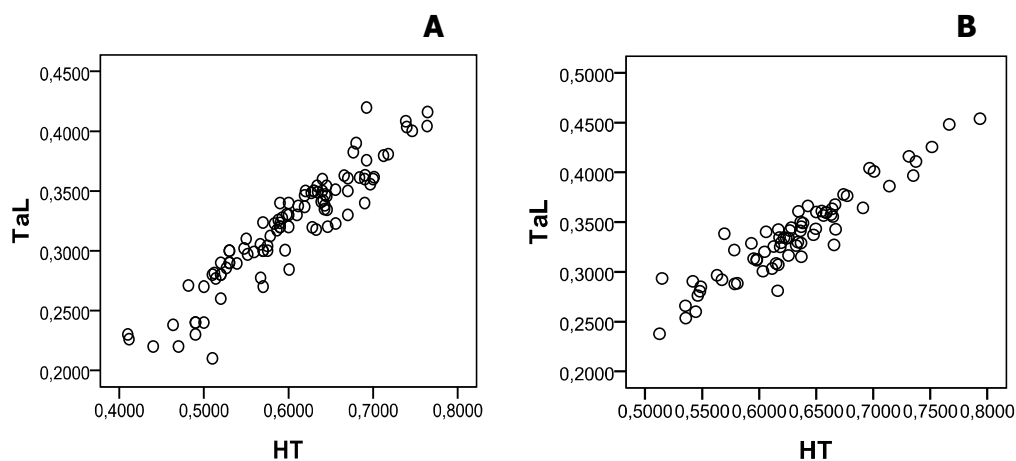


Figura 10 - Correlação entre as variáveis HT (altura) e TaL (comprimento da cauda) dos indivíduos jovens conservados em álcool. **A** – Prole BA ($p=0,936$); **B** – Prole RN ($p=0,911$).

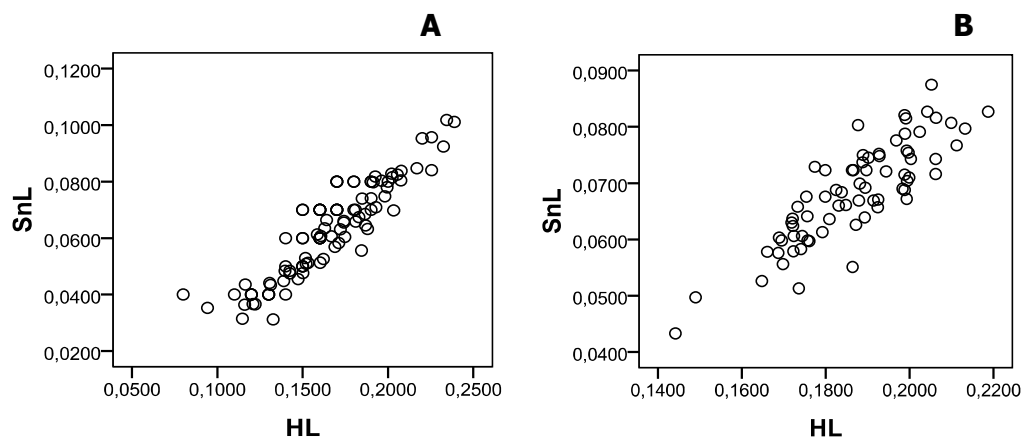


Figura 11 - Correlação entre as variáveis HL (comprimento da cabeça) e SnL (comprimento do focinho) dos indivíduos jovens conservados em álcool. **A** – Prole BA ($p=0,899$); **B** – Prole RN ($p=0,830$).

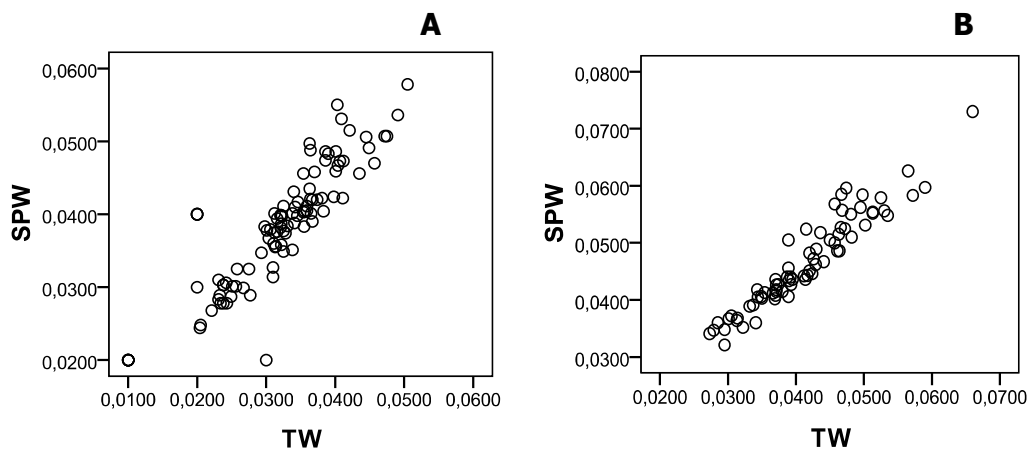


Figura 12 - Correlação entre as variáveis TW (largura do tronco entre o 4º e o 5º anel) e SPW (largura entre espinhos do 9º anel do tronco) dos indivíduos jovens conservados em álcool. **A** – Prole BA ($\rho=0,899$); **B** – Prole RN ($\rho=0,959$).

4.1.6 Estimativa de crescimento

Ao nascimento, a prole do casal da Bahia apresentou altura média ao nascer de 0,57 cm (Tab. 7; Fig. 13), enquanto a média de altura dos recém-nascidos do casal do Rio Grande do Norte foi de 0,60 cm (Tab. 7; Fig. 14). Ao 5º dia de vida, os jovens da primeira população (BA) atingiram média de 0,61 cm (Tab. 7; Fig. 13), enquanto os da segunda (RN) alcançaram altura média de 0,69 cm (Tab. 7; Fig. 14). A primeira população de jovens cresceu 0,016 cm ao dia, enquanto a segunda teve um crescimento de 0,017 cm.

O crescimento em altura dos indivíduos em função dos dias, para as duas populações, foi estimado através de uma regressão linear e pode ser observado nos gráficos a seguir (Fig. 13 e 14).

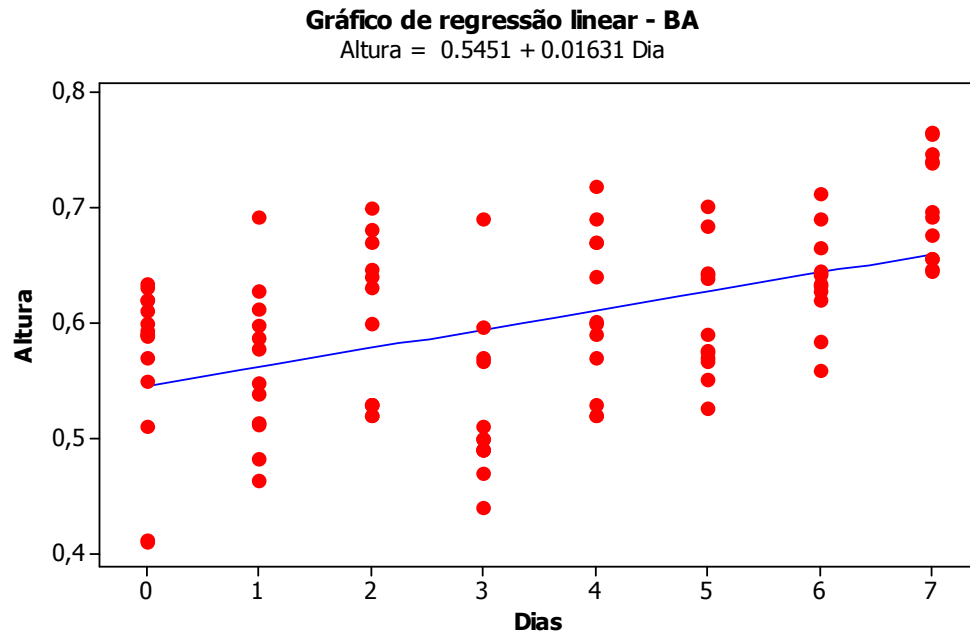


Figura 13 – Estimativa de crescimento em altura (HL) de jovens de *H. reidi* descendentes de casal da BA, do nascimento ao 7º dia.

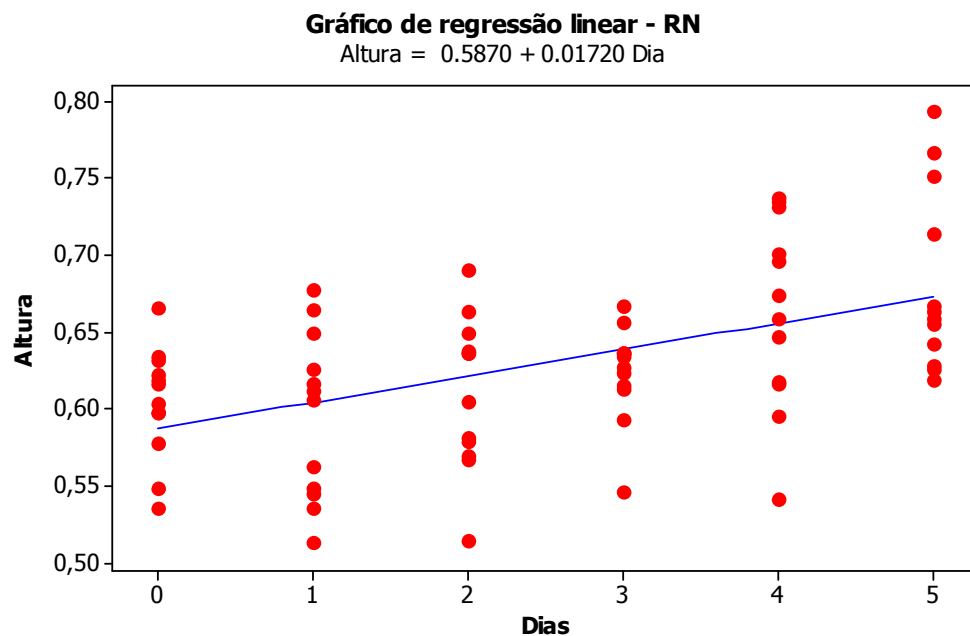


Figura 14 – Estimativa de crescimento em altura (HL) de jovens de *H. reidi* descendentes de casal do RN, do nascimento ao 5º dia.

4.2 Ontogenia

4.2.1 Ovócitos e período embrionário

Os ovócitos liberados pelas fêmeas apresentaram médias de 0,15 cm de comprimento e 0,07 cm de largura, coloração alaranjada e forma de pêra (Fig. 15-A). As extremidades mais afiladas dos ovócitos mostraram aparência hialina quando comparadas às partes mais abauladas.

O primeiro estágio embrionário observado possibilitou o registro de embriões com comprimento médio de 0,15 cm, forma arredondada e partes corporais não definidas, excetuando-se as órbitas, que apareceram destacadas nesta fase inicial (Fig. 15-B).

Embriões abortados 6 dias antes da liberação da prole apresentaram comprimento médio de 0,17 cm e exibiram estruturas corporais que se enrolavam sobre o saco vitelínico (Fig. 15-C). Foi possível visualizar o pequeno focinho entre as órbitas e a cauda, afilada, fazendo uma volta completa no corpo. Os embriões apresentaram pontos esparsos de pigmentação. As nadadeiras peitorais e dorsal não foram visualizadas.

Indivíduos liberados 4 dias antes do nascimento da prole apresentaram cauda parcialmente desenrolada, permitindo a medida da altura do embrião, que atingiu 0,31 cm, em média. Nesta fase, pôde-se observar a presença da nadadeira dorsal, evidências discretas das nadadeiras peitorais e o apontamento de pequenos espinhos ao longo do corpo. Foi possível a distinção da cabeça, terminando em focinho curto (Fig. 15-D).

Em estágio posterior, embriões abortados 3 dias antes da liberação do restante da prole já exibiam cauda completamente desenrolada e distinta, embora ainda não se posicionasse perpendicularmente à cabeça (Fig. 15-E). Espinhos e nadadeiras tornaram-se mais visíveis.

Um dia antes da completa liberação da prole, os embriões abortados, com altura média de 0,50 cm, mostraram corpo ereto, anéis do tronco e da cauda discretos e abdome exibindo notável quantidade de vitelo (Fig. 15-F). Alguns indivíduos apresentaram saco vitelínico ainda bastante proeminente.

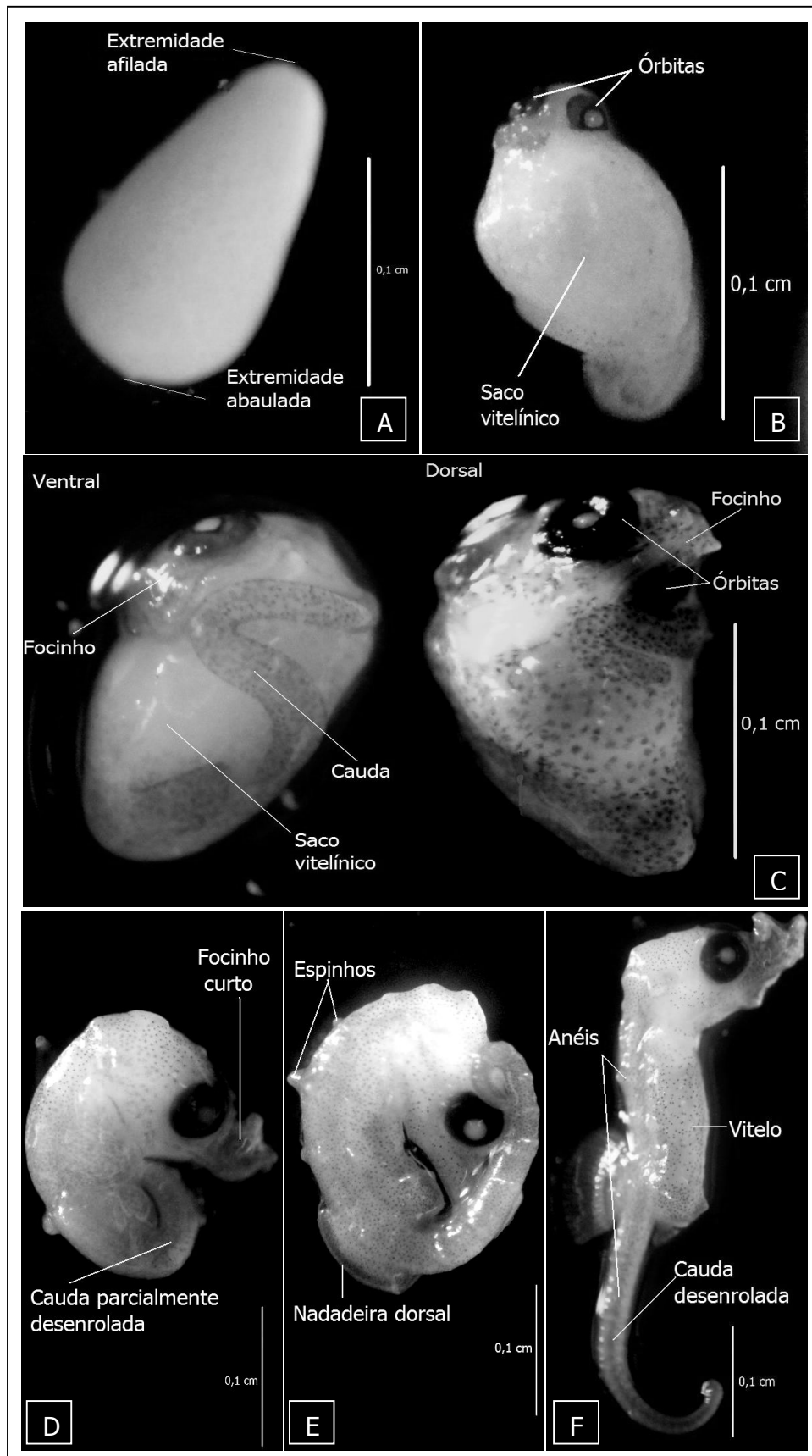


Figura 15 – Etapas do desenvolvimento embrionário em *H. reidi*. A – Ovócito com 0,15 cm de comprimento; B – Embrião com 0,15 cm de comprimento; C – Vistas ventral e dorsal de embrião com 0,17 cm de comprimento; D – Embrião com 0,31 cm de altura; E – Embrião com 0,41 cm de altura; F - Embrião com 0,50 cm de altura. Fotos e arte final: Júlia Pontes.

4.2.2 Da fase juvenil à reprodutiva

Fase planctônica (até 15 dias)

Estágio 1 (Classe de altura: entre 0,57 e 0,62 cm)

Os recém-nascidos, com médias de alturas entre 0,57 e 0,60 cm (Fig. 16-A) apresentam focinho pouco alongado (aproximadamente, 34% do comprimento da cabeça), nadadeiras peitoral, dorsal e anal formadas, no entanto mostrando raios da nadadeira peitoral ainda bastante unidos. Nesta fase, a implantação das nadadeiras peitorais é baixa em relação à crista occipital – espinho a partir do qual se desenvolverá a coroa. Em três exemplares foi possível a visualização de uma estrutura na ponta da cauda semelhante a um vestígio de nadadeira caudal. A característica, no entanto, não foi um padrão para os demais indivíduos. O corpo como um todo tem aparência frágil. As cristas laterais do tronco ainda são pouco proeminentes e a pigmentação do corpo em geral é discreta, consistindo de pontos esparsos de acúmulo de pigmentos. Estas características permanecem perceptíveis até o terceiro dia de vida (média de altura até 0,62 cm) (Fig. 16-B), quando já se observa um aumento em comprimento do focinho e maior distinção entre os raios das nadadeiras peitorais. As cristas laterais tornam-se mais definidas e o corpo mais pigmentado, excetuando-se a região do focinho. Ao terceiro dia, o

4º, 7º e 11º anéis encontram-se bem pronunciados. Em grande parte dos indivíduos (aproximadamente 90%), observou-se um proeminente espinho anterior à crista occipital.

Estágio 2 (Classe de altura: entre 0,61 e 0,70 cm)

Do quarto ao sétimo dia, os jovens apresentam médias de altura entre 0,61 e 0,70 cm. (Fig. 16-C) e neste estágio, o focinho sofre um rápido alongamento (crescimento alométrico positivo). As cristas e espinhos tornam-se mais proeminentes e a pigmentação continua a se acentuar em todo o corpo, porém, com menor intensidade no focinho. Na maioria dos indivíduos analisados (75% dos indivíduos), a partir do quarto dia pode-se observar uma modificação na crista occipital apontando para o início do desenvolvimento da coroa, que aparece como uma discreta protuberância. Ao final do sétimo dia, o ápice da coroa começa a se diferenciar em pequenos espinhos.

Estágio 3 (Classe de altura: entre 0,78 e 1,04 cm)

Ao 8º dia, com média de altura de 0,78 cm, os anéis do corpo estão bem definidos (Fig. 16-D). O tronco torna-se mais alongado e os espinhos do 1º, 4º e 7º anéis aparecem mais proeminentes que os demais. Os espinhos do 11º anel passam a apresentar um crescimento alométrico negativo. Os espinhos acima dos olhos tornam-se mais visíveis nesta fase, assim como os tubérculos imediatamente anteriores às órbitas. O espinho à frente da coroa, ainda bastante pronunciado, começa a se deslocar anteriormente, diminuindo sua distância em relação aos espinhos dos olhos. À medida que o focinho torna-se

mais alongado, o seu diâmetro parece diminuir, como confirmado pelo padrão de crescimento alométrico negativo de altura do focinho (SnD) apresentado por jovens descendentes de casal do Rio Grande do Norte.

Em 87% dos indivíduos, os espinhos da coroa já se encontram definidos, porém, são ainda discretos, não assumindo a forma enrugada característica dos indivíduos adultos. Ao final dos 10 dias, os indivíduos atingem altura média de 1,04 cm. A pigmentação, nesta fase, continua a acentuar-se, inclusive na região do focinho. Observações “ex-situ” realizadas no LAPEC mostraram que alguns indivíduos começaram a prender-se ao substrato artificial ao atingir o 10º dia de vida, e, portanto, com altura em torno de 1 cm.

Estágio 4 (Classe de altura: entre 1,23 e 1,45 cm)

Em jovens com altura média de 1,23 cm, os espinhos do 1º, 4º e 7º anéis mostram-se menos pronunciados em relação ao corpo como um todo. Os demais anéis do tronco, antes discretamente destacados, agora apresentam contornos bem definidos, assim como os anéis da cauda. Nesta fase, ao 14º dia, os indivíduos apresentam coroa mais desenvolvida, com a visualização completa de 6 espinhos. O 11º anel do tronco já não aparece destacado, não sendo mais possível a visualização de seus espinhos (Fig. 16-E).

Ao 15º dia, passa-se a observar uma mudança de posicionamento das nadadeiras peitorais que agora começam a se tornar verticalmente implantadas. Gradativamente, as peitorais passam a se aproximar da linha das órbitas. A pigmentação atinge alta intensidade e parece ser uniforme em todo o corpo do indivíduo. A estrutura corporal externa adquire aparência mais sólida

nesta fase. O espinho anterior à coroa torna-se cada vez menos proeminente (Fig. 16-F).

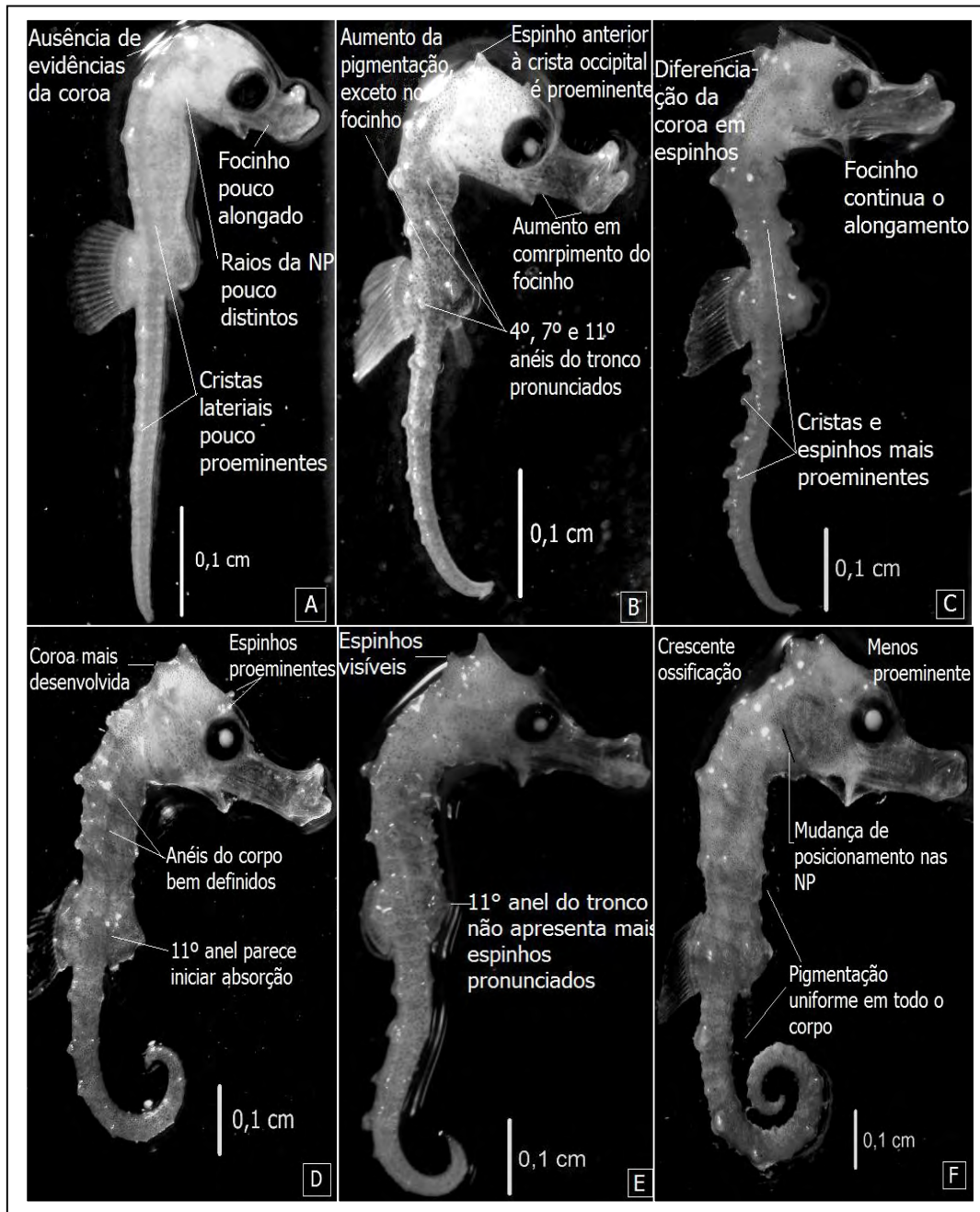


Figura 16 – Ontogenia de *H. reidi*, do nascimento ao final da fase planctônica. A – Recém-nascido; B – 3 dias de vida (0,62 cm); C – 4 dias de vida (0,61 cm); D – 8 dias de vida (0,78 cm); E – 14 dias de vida (1,23 cm); F – 15 dias de vida (1,45 cm). Fotos e arte final: Júlia Pontes.

Fase pós-planctônica

Estágio 1 (Classe de altura: entre 1,64 e 2,00 cm)

Ao atingir o 24º dia, os jovens com altura média de 1,64 cm apresentam uma estrutura corporal ainda mais rígida que a da fase anterior, sendo possível uma melhor visualização do opérculo e do anel do cleitro (Fig. 17-A). As peitorais, neste momento, estão praticamente em posição vertical. Os anéis do tronco e da cauda encontram-se definidos em número. A coroa ainda não atingiu o ápice da cabeça, no entanto, seus espinhos aparecem ainda mais distintos e crescidos, tornando-a com aparência enrugada. O triângulo formado pelo 1º anel do tronco encontra-se bem destacado em vista dorsal.

Com média de altura de 2,00 cm e 37 dias de vida, as nadadeiras peitorais atingem a linha das órbitas e passam a posicionar-se inteiramente de forma vertical (Fig. 17-B). A coroa continua seu desenvolvimento e fica ainda mais próxima do ápice da cabeça. Os anéis e as cristas do corpo, completamente definidos, podem ser visualizados macroscopicamente. Em grande parte dos indivíduos observados, a cor do corpo começa a se definir, variando entre o bege e o marrom, não sendo possível, no entanto, a visualização de manchas dorsais ou dorso-laterais. Observações em ambiente natural, mencionadas em acervo laboratorial (LAPEC), complementadas por observações "ex-situ", possibilitaram o registro de jovens, com alturas em torno de 2,00 cm, presos a substratos e apresentando coloração escura do corpo (Fig. 18-A).

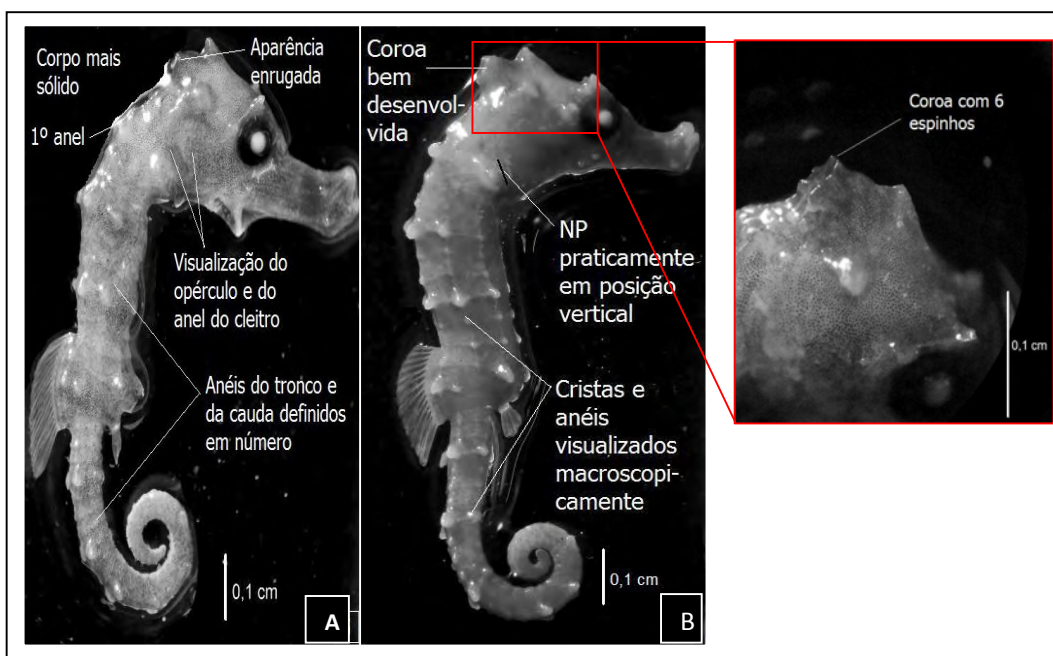


Figura 17 – Jovens no início da fase bentônica. A – Jovem com 1,64 cm e 24 dias de vida; B – Jovem com 2,00 cm e 37 dias de vida (com detalhe mostrando a coroa). Fotos e arte final: Júlia Pontes.

Estágio 2 (Classe de altura: entre 2,22 e 3,94 cm)

Com média de altura de 2,22 cm, o jovem de *H. reidi*, aos 40 dias, apresenta corpo robusto e espinhos laterais salientes. No ápice da coroa, é possível a visualização de 5 espinhos, dispostos em forma de estrela (Fig. 20-A). Nesta fase, foram realizadas as primeiras visualizações de indivíduos com manchas dorso-laterais. Observações em ambiente natural possibilitaram a detecção de manchas dorsais e dorso-laterais, filamentos dérmicos e presença de pontos brancos e pretos no corpo de indivíduos com 2,80 cm de altura, enquanto registros “ex-situ”, apontam para uma mudança completa na coloração do corpo em espécimes com 2,59 cm (Fig. 18-B).

Em cavalos-marinhos com 56 dias e 3,94 cm de altura, destaca-se a presença de pigmentação acentuada e descontínua na linha que contorna a

porção ventral do abdome (Fig. 20-B). Alguns indivíduos apresentam região abdominal relativamente mais abaulada. A coroa atinge o ápice da cabeça.

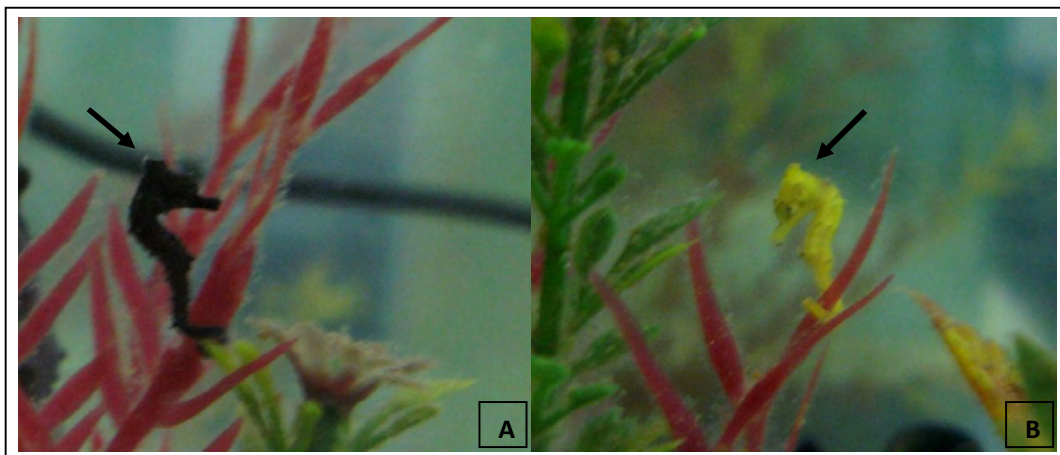


Figura 18 – Jovens “ex-situ” presos a substratos artificiais. A – Filhote de *Hippocampus reidi* com 2,19 cm de altura e pigmentação escura do corpo; B - Filhote de *H. reidi* com 2,59 cm, apresentando cor de base amarela. Setas indicando os jovens. Fotos: Tacyana Oliveira.

Estágio 3 (Classe de altura: entre 4,24 e 5,70 cm)

Aos 62 dias, os indivíduos atingem média de 4,24 cm de altura. Esta fase é marcada pelo início da diferenciação sexual, onde a presença da quilha, ainda bastante discreta, pode ser visualizada em alguns indivíduos (Fig. 20-C). Manchas dorsais e dorso-laterais encontram-se bem destacadas ao longo do tronco e da cauda.

Observações “in situ” revelaram o surgimento das primeiras máculas por volta dos 5,70 cm de altura (Fig. 20-D). Ao atingir esse tamanho, os cavalos-marinheiros exibem cores de base variadas (laranja, bege, marrom, amarela) e, alguns indivíduos, apresentaram pontos laranja ao longo do corpo, além dos pretos e brancos, já detectados aos 2,80 cm.

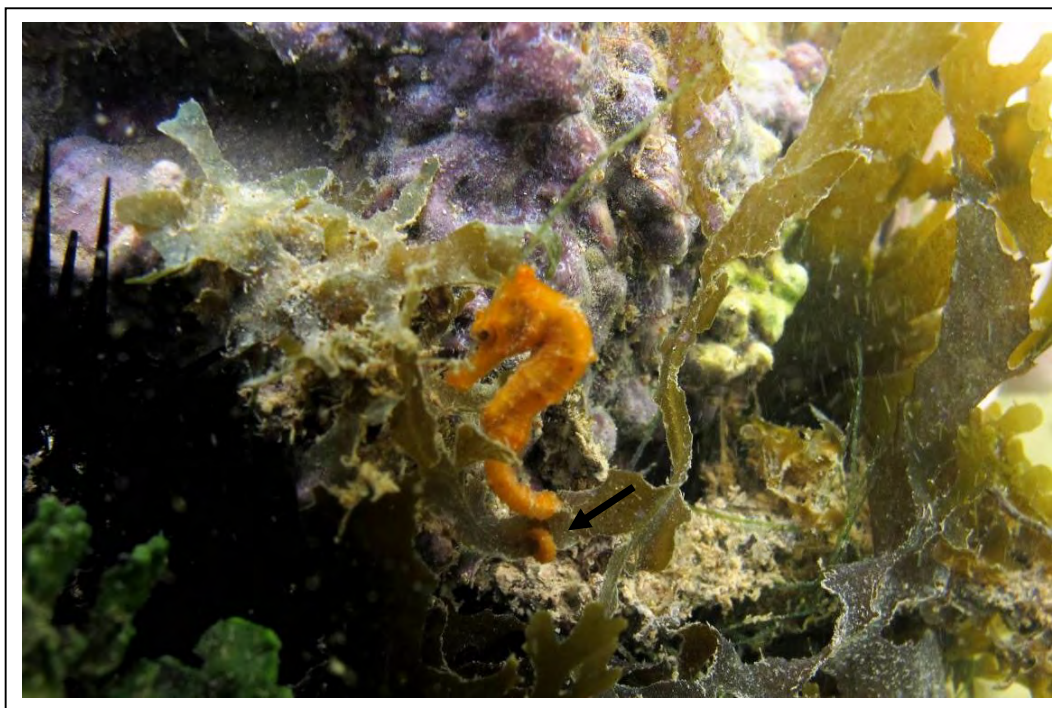


Figura 19 – Jovem pós-planctônico de *Hippocampus reidi* com 3,29 cm, em ambiente natural, apresentando coloração do corpo inteiramente laranja. Seta apontando para a alga utilizada como substrato de apoio. Foto: Tacyana Oliveira.

Estágio 4 (Classe de comprimento: entre 6,70 e 9,5 cm)

Entre os indivíduos encontrados em ambiente natural, dois deles, com alturas entre 6,60 e 6,70 cm, exibiram quilha discreta com pigmentação contínua (Fig. 20-E). Nestes indivíduos, não foi possível detectar indícios de formação da bolsa incubadora.

Aos 7,5 cm, a presença do ovopositor pôde ser detectada em alguns indivíduos do sexo feminino. No entanto, o órgão apresenta-se discreto, sem o aspecto proeminente dos indivíduos reprodutivos (Fig. 20-F). A partir de 9,5 cm de altura, puderam-se constatar evidências de formação da bolsa incubadora, que apareceu discreta na região ventral da base da cauda (Fig. 20-G) de alguns

espécimes do sexo masculino. Uma pequena fenda em sua metade superior pôde ser observada, mesmo nas menores bolsas.

Estágio 5 (Altura média: 13,00 cm – fêmeas; Altura média: 12,50 - machos)

Ao atingir 13,00 cm de altura, metade das fêmeas apresentou ovopositor proeminente (Fig. 20-H), indicando o início da fase reprodutiva. Para os machos, a altura onde 50% dos indivíduos exibiram bolsa proeminente (ou flácida) e, portanto apresentaram-se reprodutivos, foi de 12,50 cm (Fig. 20-I).

Um resumo da ontogenia de *H. reidi*, a partir da liberação da bolsa incubadora, evidenciando os principais eventos ocorridos durante as fases planctônica e pós-planctônica, é mostrado na tabela 26.

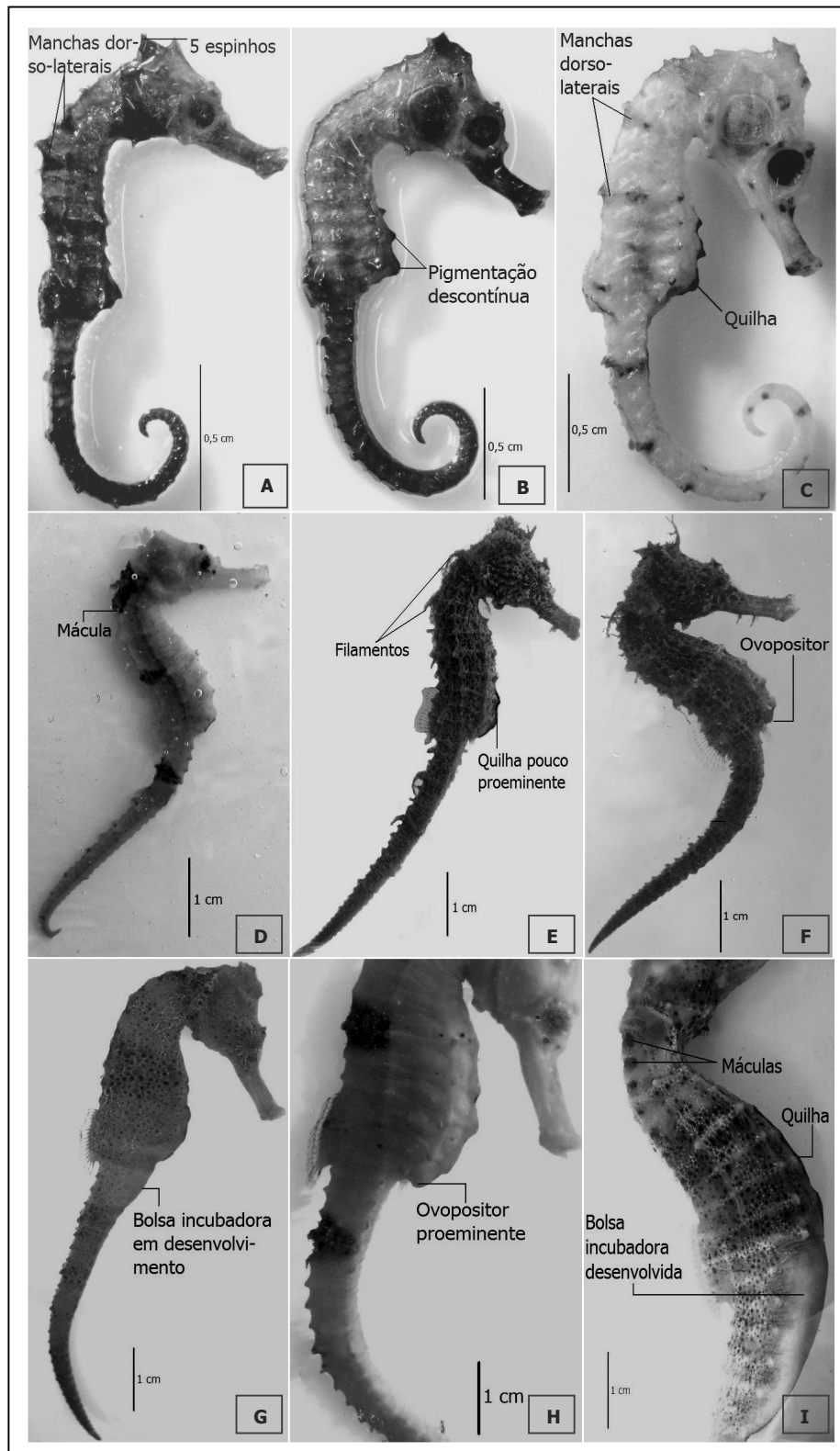


Figura 20 - Ontogenia de *Hippocampus reidi* a partir das primeiras evidências de diferenciação sexual. A – Jovem com 2,22 cm; B – Jovem com 3,94 cm; C – Jovem 4,24 cm; D – Jovem com 5,70 cm; E – Jovem com 6,70 cm; F – Fêmea com ovopositor em desenvolvimento; G – Macho com bolsa em desenvolvimento; H – Fêmea com ovopositor desenvolvido; I – Macho com bolsa incubadora desenvolvida. Fotos e arte final: Júlia Pontes.

Tabela 26 - Resumo da ontogenia de *Hippocampus reidi*, do nascimento à idade reprodutiva, destacando os principais eventos ocorridos durante o período planctônico e pós-planctônico. F - sexo feminino; M - sexo masculino.

Resumo da ontogenia de <i>Hippocampus reidi</i>	
Estágio/classe de altura	Principais alterações morfológicas
FASE PLANCTÔNICA (do nascimento ao 15º dia)	
1 (0,57 - 0,62 cm)	Corpo apresenta aparência frágil; Início do alongamento do focinho.
2 (0,61 - 0,70 cm)	Evidências de formação da coroa, ao 4º dia, e sua diferenciação em espinhos, a partir do 7º.
3 (0,78 e 1,04 cm)	Acentuação da pigmentação em todo o corpo; observações de indivíduos presos a substrato artificial, aos 10 dias de vida, em cativeiro.
4 (1,23 – 1,45 cm)	Visualização de 6 espinhos no ápice da coroa. Início de mudança no posicionamento das nadadeiras peitorais, que começam a se tornar verticalmente implantadas. Alta intensidade de pigmentação.
FASE PÓS-PLANCTÔNICA (a partir do 15º dia)	
1 (1,64 – 2,00 cm)	Visualização do opérculo e do anel do cleitro; triângulo formado pelo 1º anel do tronco destacado em vista dorsal. Mudança na coloração do corpo, de escura para clara. Observações “in situ” de jovens presos ao substrato.
2 (2,20 – 3,94 cm)	Primeiras evidências de manchas dorso-laterais; coroa exibindo 5 espinhos. Mudança completa na coloração do corpo em espécimes com 2,59 cm. Presença de pigmentação acentuada e descontínua na linha que contorna a porção ventral do abdome.
3 (4,24 – 5,70 cm)	Início da diferenciação sexual; manchas dorsais e dorso-laterais bem destacadas ao longo do tronco e cauda. Surgimento das primeiras máculas, aos 5,70 cm.
4 (6,70 – 9,50 cm)	Quilha discreta e com pigmentação contínua. Presença do ovopositor pode ser observada em alguns indivíduos do sexo feminino, aos 7,50 cm. Primeiras evidências de formação da bolsa incubadora, que aparece discreta na região ventral da base da cauda, aos 9,50 cm.
5 (F: 13,00; M: 12,50 cm)	Altura onde 50% das fêmeas e 50% dos machos encontram-se reprodutivos.

5 DISCUSSÃO

Crescimento inicial dos jovens ("ex-situ")

As médias de altura dos recém-nascidos das duas diferentes proles (0,57 e 0,60 cm), avaliadas "ex-situ", se mostraram menores que as encontradas por SILVEIRA (2000_a) e HORA & JOYEUX (2009), que registraram médias de 0,70 e 0,82 cm, respectivamente, para mesma espécie, em laboratório. Essas diferenças podem estar relacionadas aos parâmetros controlados experimentalmente (como alimento e temperatura da água) ou a fatores genéticos. Em estudo realizado no ambiente, MAI (2008) encontrou média de 0,54 cm de altura ao nascimento para *H. reidi*, aproximando-se das médias obtidas no presente trabalho. Considerando que os referidos estudos trataram de proles provenientes de Estados do Nordeste brasileiro, os resultados observados estão de acordo com o discutido por FOSTER & VINCENT (2004), que afirmaram existir diferenças intra-específicas de tamanho relacionadas à localização geográfica, estando os menores jovens correlacionados diretamente às baixas latitudes, isto influenciado por fatores ambientais como temperatura e duração do fotoperíodo.

A altura inicial de *H. reidi* também se revelou menor que as registradas para outras espécies do gênero: *H. erectus* – média de 1,3 cm (CORRÊA *et al.*, 1989), *H. abdominalis* – média de 1,3 cm (FILLEUL, 1996), *H. ingens* – média 0,69 cm (BUSTAMENTE & SALAS, 1999) e *H. kuda* – média de 0,9 cm (CHOO & LIEW, 2006). O menor tamanho de *H. reidi* ao nascer, quando comparado ao de outras espécies de *Hippocampus*, pode estar relacionado à formação de

prole mais numerosa nesta espécie (SILVEIRA, 2000_a) e ao período mais prolongado na fase plantônica (BULL, 2002; ROSA *et al.*, 2007).

Nessa mesma direção, as taxas de crescimento diário registradas para as duas populações de *H. reidi* foram menores que a verificada por HORA & JOYEUX (2009), que encontraram, em suas pesquisas, taxa média de 0,08 cm de crescimento diário para jovens de *H. reidi*. Outras espécies do gênero, que tiveram suas taxas de crescimento inicial registradas, apresentaram crescimento diário superior ao encontrado no presente estudo para *H. reidi*. *Hippocampus kuda* teve a taxa de crescimento diário calculada em 0,09 cm por JOB *et al.* (2002) e em 0,07 cm por CHOO & LIEW (2006). BUSTAMANTE & SALAS (1999) registraram que *H. ingens* cresce 0,11 cm ao dia em suas fases iniciais.

Semelhantemente a *H. kuda* (CHOO & LIEW, 2006) e *H. mohnikey* (KANOU & KOHNO, 2001), indivíduos jovens de *H. reidi* apresentaram decréscimo no percentual da cabeça, da altura do focinho e do tronco em relação ao comprimento padrão, com a idade. Também concordando com o registrado para as espécies citadas, o comprimento da cauda apresentou crescimento alométrico positivo na maioria dos jovens de *H. reidi*. Este aumento gradual no comprimento da cauda pode significar uma preparação para o abandono da fase planctônica. HORA (2007) relatou que os indivíduos que primeiro se fixaram e mudaram de coloração, em suas pesquisas, foram aqueles de maior comprimento. Já o tamanho relativamente grande da cabeça, em relação ao resto do corpo, durante os primeiros dias de vida, pode representar um reflexo da notável dependência da visão para a alimentação

neste período, sendo que após as duas primeiras semanas de vida, a proporção entre a cabeça e o corpo permanece praticamente constante, sugerindo que as mudanças morfométricas primárias associadas ao desenvolvimento devam ter sido praticamente concluídas naquele intervalo de tempo (JOB *et al.*, 2006).

Ontogenia

As análises com ovócitos de *H. reidi* confirmaram o padrão já registrado na literatura para cavalos-marinhos (ver LOURIE *et al.*, 1999; CARCUPINO *et al.*, 2002; POORTENAAR *et al.*, 2004). Os ovócitos, em forma de pêra, apresentaram coloração alaranjada, provavelmente devido à presença de carotenóides, que atuam no fornecimento de oxigênio intracelular (LOURIE *et al.*, 1999).

As estruturas corporais primeiramente definidas foram os olhos, seguidos do focinho e cauda, respectivamente. O precoce desenvolvimento das órbitas pode estar associado ao fato dos cavalos-marinhos serem predadores visuais (BULL, 2002), necessitando da visão para o sucesso alimentar após o nascimento. Da mesma forma, o desenvolvimento embrionário do focinho relaciona-se às atividades de alimentação fora da bolsa incubadora, uma vez que esses animais nascem como miniatura dos adultos (LOURIE *et al.*, 1999) e se alimentam de forma independente. Em *H. kuda*, a alimentação foi observada 2h horas após a liberação dos jovens, que não mais exibiam a bolsa de vitelo (CHOO & LIEW, 2006).

O período embrionário foi marcado pela presença de notável quantidade de vitelo na região ventral dos embriões. A presença do saco vitelínico normalmente restringe-se ao período decorrido no interior da bolsa incubadora (KORNIENKO, 2001). No entanto, ele pode persistir por até 1 dia depois do nascimento quando, a partir daí, os recém-nascidos passam a depender de uma fonte externa de nutrientes (VAN LOOK *et al.*, 2007). Após o nascimento, os filhotes de cavalos-marinhos passam por uma fase planctônica, onde derivam dependentes das correntes aquáticas (LOURIE *et al.*, 1999; WILSON & VINCENT, 1998; JOB *et al.*, 2006; ROSA *et al.*, 2007). Durante este período, os jovens provavelmente passam por mudanças morfológicas que os capacitam para o ingresso à fase pós-planctônica. Características como intensificação da pigmentação (HORA & JOYEUX, 2009), crescimento alométrico positivo da cauda (KANOU & KOHNO, 2001) e mudança no posicionamento das nadadeiras peitorais podem favorecer os indivíduos quando estes passam a se prender a estruturas de apoio.

Outras alterações morfológicas acontecem paralelamente a essas mudanças. Em estudo sobre desenvolvimento osteológico “ex-situ” de *H. reidi*, SILVEIRA (2000_b) relatou a presença de focinho já alongado no recém-nascido, nadadeiras peitoral, dorsal e anal formadas e aparentes, porém com alguns dos radiais proximais apresentando fusão. Diferentemente, no presente estudo registrou-se a ocorrência de recém-nascidos com focinho relativamente curto, alongando-se de forma mais perceptível somente a partir do 3º dia de vida.

Em cavalos-marinhos o focinho é formado por alongamento da região etmoidal, diferentemente de outros teleósteos com focinho alongado, nos quais

o alongamento é resultado da extensão das maxilas, iniciando-se em uma fase precoce do desenvolvimento (LEYSEN *et al.*, 2010). Mesmo encontrando-se desempenho eficaz na captura de presas por jovens - que exibem focinho pouco alongado - o aumento em comprimento com a idade deve sofrer uma pressão seletiva positiva, como forma de minimizar o tempo de alcance à presa (ROOS *et al.*, 2010).

As nadadeiras, apesar de completamente formadas nos recém-nascidos, mostraram as peitorais com raios ainda pouco distintos. CHOO & LIEW (2006) encontraram, para *H. kuda*, nadadeiras com o número completo de raios no primeiro dia de vida, destacando a nadadeira dorsal como seu principal órgão propulsor após o nascimento, semelhante ao observado em *H. reidi* no presente estudo.

As nadadeiras peitorais, com posicionamento próximo à base do incipiente anel do cleitro, passam gradualmente a se posicionar mais próximas à linha das órbitas a partir do 15º dia (1,45 cm), podendo significar uma mudança favorável à manutenção do equilíbrio do corpo em posição vertical. LOCKWOOD (1867) e KORNIENKO (2001) comentaram o posicionamento basal (em relação à cabeça) das nadadeiras peitorais em embriões de cavalos-marinhos, diferindo do observado nos indivíduos adultos.

A estrutura corporal frágil é resultado da discreta ossificação apresentada nos primeiros dias de vida (SILVEIRA, 2000b; CHOO & LIEW, 2006), aspecto este também observado no presente estudo. Em pesquisa acerca da força de sucção em indivíduos jovens de *H. reidi*, VAN WASSENBERGH *et al.* (2009) mostraram que o crânio de *H. reidi* com 1 dia de vida é predominantemente

cartilagenoso e que elementos ósseos estão presentes, mas são muito finos e flexíveis. Segundo os mesmos autores, o esqueleto cartilagenoso da cabeça pode ser um fator positivo no gerenciamento das tensões que ocorrem durante a poderosa sucção dos indivíduos jovens.

Observações “ex-situ” dos recém-nascidos de *H. reidi* não mostraram evidências de vestígios de nadadeira caudal para a maioria dos indivíduos analisados. No entanto, três jovens apresentaram estrutura semelhante a estes vestígios no 1º dia de vida. KANOU & KOHNO (2001), em estudos com *H. mohnikei*, relataram a presença de nadadeira caudal vestigial composta de dois raios em jovens (de 0,6 a 2,6 cm de comprimento total), que desapareceu em indivíduos maiores. De acordo com os autores, o desaparecimento da nadadeira caudal em *H. mohnikei* é semelhante ao apresentado em mudanças ontogenéticas de *Acentronula* (outro gênero da família Syngnathidae). Outra espécie com vestígios de raios caudais na ponta da cauda é *H. kuda*. Segundo CHOO & LIEW (2006) esses raios desaparecem após 3 ou 4 dias depois do nascimento. O desaparecimento dos raios caudais nestas espécies representa uma importante modificação ontogenética, o que pode fornecer informações significativas ao entendimento das relações evolutivas e filogenéticas dentro do gênero *Hippocampus* (CHOO & LIEW, 2006).

HORA & JOYEUX (2009) registram o fim da fase planctônica, em *H. reidi*, por volta do 15º dia de vida, em cativeiro, limite este adotado pelo presente trabalho. No entanto, observações “ex-situ” realizadas na presente pesquisa, mostraram que alguns indivíduos (N=3) começaram a se prender ao substrato mais cedo (aos 10 dias) do que o apontado por aquele autor, possivelmente

devido à exposição a diferentes condições laboratoriais. Por outro lado, registros em ambiente natural sugerem que a fase planctônica em *H. reidi* dure pouco mais de 1 mês (5 semanas), quando os indivíduos atingem 2,0 cm de altura (Tacyana P. Oliveira, com pessoal). Estes dados apóiam a hipótese de que *H. reidi* apresenta uma fase pelágica prolongada, quando comparada à de algumas espécies de *Hippocampus*. Para *H. kuda*, existem registros apontando o início da capacidade de se enrolar ao substrato entre o 14º e o 18º dia (CHOO & LIEW, 2006). BULL (2002) afirma que *H. subelongatus* não apresenta qualquer associação com o substrato até a 4ª semana de vida. Já *H. comes* parece permanecer em fase pelágica por 3 ou 4 semanas, após a liberação da bolsa incubadora (JOB *et al.*, 2006). Por outro lado, *H. guttulatus* parece apresentar uma fase planctônica de 6 a 8 semanas, quando, a partir daí, passa a procurar um substrato para fixação (BULL, 2002).

A intensificação da pigmentação a partir do 4º dia (alturas entre 0,61 e 0,70 cm) pode significar o desenvolvimento de mecanismos de estratégia anti-predação por camuflagem. Para CHOO & LIEW (2006), a coloração escura dos jovens provavelmente é um meio de evitar predadores. No presente estudo, apenas a partir do 37º dia (2,00 cm de altura), a coloração escura começou a ser substituída por uma pigmentação entre bege e marrom. HORA (2007) registrou a mudança de coloração (preto para alaranjado) em *H. reidi* aos 30 dias de vida. Por volta do 37º dia, os jovens já se fixam ao substrato, não estando mais em fase planctônica. Neste momento, a capacidade de camuflar-se às estruturas utilizadas como substrato de apoio, tais como algas, esponjas e raízes (ROSA *et al.*, 2007) pode conferir vantagens de sobrevivência em

ambiente natural (Fig. 19). OLIVEIRA (2007) registrou o encontro, em estuário, de jovem com 2,80 cm exibindo coloração laranja e capacidade de prender-se a estruturas de mesma cor, no ambiente.

SILVEIRA (2000_b) relatou em seu trabalho com *H. reidi* o desenvolvimento da coroa ("coronet") a partir do 7º dia de vida, como uma projeção do osso supra-occipital. No presente estudo, porém, evidências de formação da coroa surgiram a partir do 4º dia, sendo a diferenciação em espinhos observada apenas ao atingir sete dias de vida. Em *H. kuda*, a coroa aparece como uma pequena protuberância no 1º dia de vida, iniciando a diferenciação em espinhos apenas a partir do 3º dia (CHOO & LIEW, 2006).

Para *H. mohnikei*, a coroa aparece bem desenvolvida a partir dos 2,5 cm de comprimento total, sendo composta por dois elementos: um espinho já presente em indivíduos com 0,6 cm de SL e uma crista posterior, presente a partir dos 0,9 cm (KANOU & KOHNO, 2001). Em *H. reidi* o espinho anterior localizado no topo da cabeça não compõe a coroa, aparecendo pouco proeminente aos 16 dias de vida. A mudança de aspecto da coroa em *H. reidi*, que passa a tomar forma enrugada, inicia-se a partir do 24º dia, aproximando-se do registrado por CHOO & LIEW (2006) para *H. kuda*, que relataram a mudança na aparência da coroa a partir do 25º dia de vida.

Em laboratório, o início da diferenciação sexual (visualização da quilha) aconteceu por volta dos 62 dias, aproximando-se do encontrado por HORA & JOYEUX (2009), que observaram o aparecimento das primeiras diferenças sexuais entre 60 e 74 dias, o que os autores consideraram como sendo início da maturação sexual. No ambiente, tendo como base a menor fêmea identificada,

as diferenças morfológicas entre os sexos, como a presença do órgão ovopositor e total ausência da quilha em cavalos-marinhos do sexo feminino, começaram a ser percebidas a partir dos 7,5 cm de altura. Entre os machos, o menor indivíduo com bolsa incubadora mediu 9,5 cm de altura, ficando bem próximo do encontrado por MAI (2008), que registrou aquela altura em 9,0 cm.

Os tamanhos onde 50% dos indivíduos do sexo feminino e masculino estavam em idade reprodutiva (13,00 cm e 12,50 cm, respectivamente) foram semelhantes ao encontrado por MAI (2008) para indivíduos do sexo masculino, em estuário, no estado do Piauí. A autora calculou a idade de primeira reprodução em 12,40 cm. Em condições de cultivo, HORA (2007) encontrou machos com bolsa totalmente desenvolvida aos 71 dias de idade (aproximadamente 7,00 cm).

WILSON & VINCENT (1998) mencionaram que, embora as fêmeas amadureçam ao atingir determinado tamanho, a manifestação física é menos evidente quando comparada com os machos. A distinção precoce dos sexos pode ser uma ferramenta importante em trabalhos que avaliem a proporção sexual operacional de uma população. Estes estudos fornecem informações cruciais para o entendimento dos sistemas de acasalamento de um grupo biológico (NAUD *et al.*, 2009).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que as mudanças ontogenéticas relacionam-se às necessidades em cada fase da vida dos peixes (VAGELLI, 2004), o conhecimento dessas alterações pode fornecer informações sobre a preferência no uso de determinado habitat de acordo com o estágio de desenvolvimento. A identificação de habitats limitantes da fase inicial dos cavalos-marinhos poderia resultar na inclusão de tais ambientes em áreas protegidas (MORGAN & VINCENT, 2007). Esse tipo de medida asseguraria a conectividade ontogenética numa perspectiva conservacionista, já que possibilitaria a proteção de áreas importantes para o desenvolvimento juvenil.

Da mesma forma, comprovando-se haver uma limitação de habitats durante a fase adulta, a riqueza morfológica documentada poderia ser usada para a identificação de áreas de gestão voltadas aos reprodutores de grande porte que, teoricamente, geram jovens em melhores condições iniciais de sobrevivência (FROESE, 2004; MORGAN & VINCENT, 2007).

Uma grande diversidade de substratos de apoio é utilizada por cavalos-marinhos adultos, refletindo uma diminuição na seletividade por micro-habitat, com o tamanho (MORGAN & VINCENT, 2007). No entanto, a dependência destes peixes, com maior parte do ciclo de vida em fase bentônica, dos componentes da estrutura do habitat (como raízes, esponjas, algas) é bem relatada na literatura (ROSA *et al.*, 2002; DIAS & ROSA, 2003; ROSA *et al.*, 2007). Este fato ressalta a importância da complexidade estrutural para a

manutenção de populações saudáveis de *Hippocampus* (ROSA *et al.*, 2007; MAI & ROSA, 2009).

Outra iniciativa com potencial conservacionista diz respeito à utilização de dados da ontogenia em estudos voltados para o cultivo de cavalos-marinhos, uma vez que, como mostrado por WOOD (2001), a crescente demanda destes organismos para sustentar o comércio internacional voltado para aquariofilia tem causado a sobreexploração dos mesmos. Nessa mesma direção, a geração de dados acerca do desenvolvimento morfológico e, conseqüentemente, dos fatores limitantes para os jovens, que possibilitem o sucesso no fechamento do ciclo em cativeiro, poderá ajudar o desenvolvimento da aquicultura em pequena escala por pescadores de cavalos-marinhos, como uma alternativa viável à captura dos indivíduos selvagens (WILSON & VINCENT, 1998).

Desta forma, o conhecimento dos padrões de desenvolvimento ontogenético das espécies de cavalos-marinhos pode vir a auxiliar o entendimento das mudanças na preferência por habitats, substratos de apoio e alimentação ao longo das fases iniciais destes peixes, embasando, entre outros, estudos que envolvam técnicas de cultivo em laboratório.

Especificamente com base nos dados obtidos a partir de duas proles cultivadas “ex-situ” de *Hippocampus reidi* e de dados obtidos em ambiente natural, são destacados os seguintes aspectos:

- O tamanho médio ao nascimento de *H. reidi* foi menor que os já registrados na literatura para a espécie em laboratório, possivelmente devido a questões genéticas e à influência de fatores controlados experimentalmente. Por outro

lado, as médias de tamanho dos recém-nascidos do presente trabalho foram próximas a de estudo realizado “in situ” na mesma região geográfica, podendo representar um reflexo da influência da latitude sobre o tamanho dos jovens.

- A altura dos recém-nascidos também se revelou menor que as das demais espécies do gênero, aspecto este possivelmente relacionado ao maior número de filhotes produzidos por *H. reidi*.
- A taxa de crescimento inicial de *H. reidi* foi inferior à de várias espécies de *Hippocampus*, o que sugere um período planctônico mais acentuado para a espécie;
- Todas as variáveis morfométricas avaliadas em *H. reidi* no presente estudo apresentaram aumento significativo aos sete dias de vida;
- As primeiras estruturas visivelmente detectáveis no embrião de *H. reidi* são as órbitas, o curto focinho e a cauda enrolada ao corpo;
- Embora a cauda de *H. reidi* cresça de forma semelhante (em termos de proporção sobre o comprimento padrão) a de outras espécies do gênero, uma importante diferença ontogenética foi verificada: a ausência de vestígios de nadadeira caudal em praticamente todos os indivíduos;

- O período planctônico de *H. reidi* é marcado pelo início da intensificação na pigmentação do corpo, aumento alométrico positivo da cauda e mudança de posicionamento, em relação à linha das órbitas, das nadadeiras peitorais;
- O início do desenvolvimento da coroa ("coronet") foi observado aos quatro dias de vida (0,61 cm) e sua diferenciação em espinhos, aos sete (0,70 cm). Ao atingir 1,64 cm de altura, os jovens apresentavam coroa com aparência enrugada;
- A completa mudança de coloração, do preto para cores como o amarelo ou laranja, foi registrada aos 2,59 cm, em jovens com aproximadamente 40 dias de vida. Este fato deve estar relacionado à adoção de estratégias anti-predação pelos indivíduos pós-planctônicos;
- Em condições *ex-situ*, a primeira diferença sexual visivelmente verificada - presença de quilha - pôde ser evidenciada a partir do 62º dia, aos 4,24 cm de altura;
- As diferenças morfológicas entre machos e fêmeas, em ambiente natural, começaram a surgir a partir dos 7,5 cm de altura. Estas diferenças incluem principalmente a presença/ausência de ovopositor, bolsa incubadora e quilha;
- Os tamanhos onde 50% das fêmeas e dos machos apresentaram-se reprodutivos foram 13,00 e 12,50 cm, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente estudo ressaltam a importância do conhecimento ontogenético ao longo das fases iniciais da história de vida dos cavalos-marinhos e destacam a necessidade de geração de novos dados que complementem as informações obtidas. Estudos que acompanhem o desenvolvimento morfológico em condições naturais precisam ser desenvolvidos com urgência, uma vez que aspectos da ontogenia relacionados a fatores ambientais, para os jovens, são praticamente desconhecidos. Existe também a necessidade de monitoramento dos jovens por um período de tempo mais longo, além do acompanhamento de um maior número de proles, a fim de se detectar possíveis diferenças intra-específicas.

Tais informações têm aplicações diretas para a conservação, uma vez que fornecem dados imprescindíveis ao entendimento das relações entre a fase de vida e a utilização de estruturas componentes do habitat, possibilitando a detecção de habitats limitantes e sua inclusão em áreas prioritárias de conservação. Além dos aspectos ecológicos, os dados sobre ontogenia podem, ainda, ser utilizados por estudos que investiguem as relações evolutivas dentro do grupo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHLEY-ROSS, M. A. Mechanical properties of the dorsal fin muscle of seahorse (*Hippocampus*) and pipefish (*Syngnathus*). J. Exp. Zool., 293(6):561-77, 2002.
- BRUNER, E.; & BARTOLINO, V. 2008. Morphological Variation in the Seahorse Vertebral System. Int. J. Morphol., vol.26, no.2, p.247-262. ISSN 0717-9502.
- BULL, C. 2002. Seahorse Husbandry in Public Aquaria: 2002 Manual, with chapters contributed by members of the Syngnathid Discussion Group. Chicago, John G. Shedd Aquarium, 56p.
- BUSTAMANTE, H. R; SALAS, A. A. O. 1999. Cultivo del cabralito de mar, *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) em condiciones artificiales. Revista de Biología Tropical, 47(4): 1-7p.
- CARCUPINO, M.; BALDACCI, A.; MAZZINI, M.; FRANZOI, P. 2002. Functional significance of the male brood pouch in the reproductive strategies of pipefishes and seahorses: A morphological and ultrastructural comparative study on three anatomically different pouches, Journal of Fish Biology. 61;1465-1480.
- CARVALHO-FILHO, A. 1999. Peixes: Costa Brasileira. 3 ed. São Paulo: Editora Melro. 320p.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna). 2010. Apêndice I, II e III <www.cites.org> Acesso em 20 de julho de 2010.
- CHEN, L. 2002. Post settlement diet shift of *Clororus sordidus* and *Scarus schlegeli* (Pisces: Scaridae). Zool. Stud. 41:47-58.

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.

CORREA, M.; CHUNG, K. S.; & MANRIQUE, R. 1989. Cultivo experimental del caballito de mariculture, *Hippocampus erectus*. Boletim del Instituto Oceanografico, Venezuela Universidad Oriente 28:191–196.

CURTIS, J. M. R.; VINCENT, A. C. J. 2006. Life history of an unusual marine fish: survival, growth and movement patterns of *Hippocampus guttulatus* Curvier 1829. Journal of Fish Biology, 68: 707-733.

DIAS, T.L. & ROSA, I.L. 2003. Habitat preferences of a seahorse species, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. Aqua J. Ichthyol. Aquat. Biol. 6(4):165-176.

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.

FOSTER, S., V. GARCIA, AND M. TOWN. 1988. Cannibalism as the cause of an ontogenetic shift in habitat use by fry of the Threespine Stickleback. Oecologia, 74: 577–585.

FOSTER, S. J.; VINCENT, A. C. J. 2004. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. Journal of Fish Biology v.65, pl-61.

FRITZSCHE, R. A. 1984. Gasterosteiformes: Development and Relationships. p. 398-405. In: Ontogeny and systematics of fishes. H. G. MOSER; W. J.

RICHARDS; D. M. COHEN; M. P. FAHAY; A. W. KENDALL JR.; AND S. L. RICHARDSON (Eds.). 1984. Ontogeny and systematics of fishes. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. 1, 760p.

FROESE, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. Fish and Fisheries, 5: 86–91.

GIWOJNA, P. 2002. Ocean rider: a horse of a different color. Freshwat Mar Aquar, 3:122–150.

HALE, M.E. 1996. Functional morphology of ventral tail bending and prehensile abilities of the seahorse, *Hippocampus kuda*. Journal of Morphology, 227: (1) 51-65.

HORA, M. S. C. 2007. Cultivo de cavalo marinho, *Hippocampus reidi* (TELEOSTEI: SYNGNATHIDAE) até a maturidade sexual. Monografia de graduação. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 38p.

HORA, M. S. C.; JOYEUX, J. C. 2009. Closing the reproductive cycle: Growth of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions. Aquaculture: v. 292. p. 37-41.

IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em 01 de agosto de 2009.

JOB S. D.; DO H. H.; MEEUWIG J. J.; HALL H. J. 2002. Culturing the oceanic seahorse *Hippocampus kuda*. Aquaculture: 214: 333-341.

JOB, S. D.; BUU, D.; VINCENT, A. 2006. Growth and survival of the tiger seahorse, *H. comes*. J. World Aquacult. Soc. 37. pp. 322–327.

KANOU, K. & H. KOHNO. 2001. Early life history of a seahorse, *Hippocampus mohnikei*, in Tokyo Bay, Japan. Ichthyological Research, 48:361-368.

KING, J. R. & MCFARLANE, G. A. 2003. Marine fish life history strategies: applications to fishery management. Fisheries Management and Ecology, 10: 249-264.

KORNIENKO, E. S. 2001. Reproduction and Development in Some Genera of Pipefish and Seahorses of the Family Syngnathidae. Russian Journal of Marine Biology, 27(1): p. S15-S26.

KOUMOUNDOUROS, G., DIVANACH, P. & KENTOURI, M. (1999). Ontogeny and allometric plasticity of *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae) in rearing conditions. Marine Biology 135, 561–572.

KUITER, R. H. 2001. Revision of the Australian seahorses of the genus *Hippocampus* (Syngnathiformes: Syngnathidae) with descriptions of nine new species. Records of the Australian Museum v.53, n.3, p293-340.

KUMARAVEL, K; RETHINA PRIYA, E; RAVICHANDRAN, S; BALASUBRAMANIAN, T. 2010. Morphological Perspectives of the Seahorse *Hippocampus kuda* (Bleeler) Vertebral System. E-International Scientific Research Journal, ISSN: 2094-1749, v. 2, Issue: 1.

LEYSEN, H.; JOUK, P.; BRUNAIN, M.; CHRISTIAENS, J.; ADRIAENS, D. (2010). Cranial architecture of tube-snouted gasterosteiformes (*Syngnathus rostellatus* and *Hippocampus capensis*). J. Morphol. 271, 255-270.

LIMA NETO, E. A.; CORDEIRO, G. M. 2004. Modelos Paramétricos.16º SINAPE, 246p.

LOCKWOOD, S. 1867. The Seahorse and Its Young. Amer. Nat., vol. 1, no. 5, p 225–234.

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

LOURIE, S. A. 2003. Measuring seahorses. Project Seahorse Technical Report No.4, Version 1.0. Project Seahorse, Fisheries Centre, University of British Columbia. 15p.

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. 114p.

MAI, A. C. G. 2008. Estrutura populacional e história de vida de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Teleostei, Syngnathidae) no Litoral do Piauí, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 44 p.

MAI, A. C. G. & ROSA, I. M. L. 2009. Aspectos ecológicos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estuário Camurupim/Cardoso, Piauí, Brasil, fornecendo subsídios para a criação de uma Área de Proteção Integral. Biota Neotrop, vol.9, no.3, Campinas, p. 85-91.

MAZZONI, R.; SILVA, A. P. F. 2006. Aspectos da história de vida de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda Ribeiro) (Characiformes, Characidae) de um riacho costeiro de Mata Atlântica, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil – Revista Brasileira de Zoologia 23 (1): 228-233.

MICHAEL, S. W. 2001. Reef fishes: a guide to their identification, behavior, and captive care (Vol 1). 2 ed. Neptune City: T. F. H Publications. 624p.

MORGAN, S. K. & VINCENT, A. C. J. 2007. The ontogeny of habitat associations in the tropical tiger tail seahorse *Hippocampus comes* Cantor, 1850. Journal of Fish Biology. 71(3):701–724.

MOSER, H. G.; RICHARDS, W. J.; COHEN, D. M.; FAHAY, M. P.; KENDALL, A. W.; RICHARDSON, S. L., Editors. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. 1, 760p.

NAUD, M.J.; CURTIS, J.M.R.; WOODALL, L.C.; GASPAR, M.B. 2009. Mate choice, operational sex ratio, and social promiscuity in a wild population of the long-snouted seahorse *Hippocampus guttulatus*. Behavioral Ecology 20(1): 160-164.

OLIVEIRA, T. P. R. 2007. Ecologia populacional de *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) em dois estuários do estado de Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. 84 p.

PERANTE, N. C.; VINCENT, A. C. J.; PAJARO, M. G.. 1998. Demographics of the seahorse *Hippocampus comes* in the central Philippines. Pp: 439-448. In: Morton, B. (Ed). Proceedings of the 3rd International Conference on the Marine Biology of the South China Sea. Hong Kong, Hong Kong University Press, 578p.

POORTENAAR, C. W.; WOODS, C. M. C.; JAMES, P. J.; GIAMBARTOLOMEI, F. M.; LOKMAN, P. M. 2004. Reproductive biology of female big-bellied seahorses. J Fish Biol 64:717–725.

ROOS, G.; VAN WASSENBERGH, S.; HERREL, A.; ADRIAENS, D.; AERTS, P. 2010. Snout allometry in seahorses: insights on optimisation of pivot feeding performance during ontogeny. Journal of Experimental Biology, 213: 2184-2193.

ROSA, I. L.; DIAS, T. L. P.; BAUM, J. K. 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. Environmental Biology of Fishes. v. 64. p 378.

ROSA, I. L.; OLIVEIRA, T. P. R.; CASTRO, A. L. C.; MORAES, L. E. S.; XAVIER, J. H. A.; NOTTINGHAM, M. C.; DIAS, T. L. P.; BRUTO-COSTA, L. V.; ARAÚJO, 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*, v. 5, p. 405-414.

SALE, P. F. 1991. Introduction. In: P. F. Sale (Ed.). The ecology of fishes on coral reefs. New York: Academic Press Inc, p. 3-15.

SILVEIRA, R. B. 2000a. Comportamento reprodutivo e crescimento inicial de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 em laboratório. Biociências, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 115-122.

SILVEIRA, R. B. 2000b. Desenvolvimento osteológico de *Hippocampus reidi* Ginsburg (Pisces, Syngnathidae) em laboratório. II. Período Juvenil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 17, n. 2, p. 515-531.

TENÓRIO, G. D. 2008. Aspectos da biologia do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. Monografia de graduação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 48p.

VAGELLI, A. A. 2004. Ontogenetic Shift in Habitat Preference by *Pterapogon kauderni*, a Shallow Water Coral Reef Apogonid, with Direct Development. Copeia, 2: 364-369.

VAN LOOK, K. J. W.; DZYUBA, B.; CLIFFE, A.; KOLDEWEY, H. J.; HOLT, W. V. 2007. Dimorphic sperm and the unlikely route to fertilisation in the yellow seahorse. *Journal of Experimental Biology* 210, 432-437.

VAN WASSENBERGH, S.; ROOS, G.; GENBRUGGE, A.; LEYSEN, H.; AERTS, P.; ADRIAENS, D.; HERREL, A. (2009). Suction is kids play: extremely fast suction in newborn seahorses. *Biol. Lett.* 5, 200-203

VANDENDRIESSCHE, S.; MESSIAEN, M.; VINCX, M.; DEGRAER, S. 2005. Juvenile *Hippocampus guttulatus* from a neuston tow at the French-Belgian border. *Belg. J. Zool.* 135(1): 101-102.

WILSON, M. J.; VINCENT, A. C. J. 1998. Preliminary success in closing the life cycle of exploited seahorse species, *Hippocampus spp.*, in captivity. *Aquar. Sci. Conserv.* 2, 179–196.

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

XAVIER, J. H. A. 2009. Uso de micro-habitats pela ictiofauna da área estuarino-recifal da APA Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 89p.