

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**PADRÕES ALIMENTARES DURANTE UM PERÍODO DE SECA
E INVESTIGAÇÃO DE ENDOZOOCORIA POR
Podocnemis expansa (TESTUDINES: PODOCNEMIDIDAE)
NA RESERVA BIOLÓGICA DO RIO TROMBETAS, PA, BRASIL**

GUILHERME MALVAR DA COSTA

Manaus, Amazonas

2012

GUILHERME MALVAR DA COSTA

**PADRÕES ALIMENTARES DURANTE UM PERÍODO DE SECA
E INVESTIGAÇÃO DE ENDOZOOCORIA POR
Podocnemis expansa (TESTUDINES: PODOCNEMIDIDAE)
NA RESERVA BIOLÓGICA DO RIO TROMBETAS, PA, BRASIL**

ORIENTADOR: DR. RICHARD CARL VOGT

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Biologia (Ecologia) do
Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia – INPA como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Biologia (Ecologia)**

Manaus, Amazonas

Abril de 2012

C792 Costa, Guilherme Malvar da
Padrões alimentares durante um período de seca e investigação de endozoocoria por *Podocnemis expansa* na Reserva Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil / Guilherme Malvar da Costa. - Manaus: [s.n.], 2012. xi, 70 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) - INPA, Manaus, 2012
Orientador : Vogt, Richard Carl
Área de concentração : Biologia (Ecologia)

1. Dieta. 2. Dispersão de sementes. 3. *Podocnemis expansa*.
4. Reserva Biológica do Rio Trombetas. 5. Amazônia brasileira. I. Título.

CDD 19. ed. 845.37

Sinopse:

Foram analisados padrões na alimentação de *Podocnemis expansa* durante estação seca. Foi investigada a ocorrência de variações na dieta em função do sexo e do tamanho dos animais. Ainda, foi investigada a possibilidade de atuação de *Podocnemis expansa* na dispersão endozoocórica de sementes.

Palavras-chave: tartaruga-da-amazônia, ontogenia, diferenças sexuais na alimentação, dispersão de sementes

Key-words: giant Amazonian turtle, ontogeny, sexual differences in feeding, seed dispersal

AGRADECIMENTOS

A Renato, Gloria e Clarisse, meus pais e irmã, por seu amor incondicional, encurtador de distâncias e mantenedor da minha vontade de seguir adiante. Também a meu avô Arides, a meus tios e primos queridos, cuja saudade enobrece minhas lembranças.

A Isaura Bredariol, companheira amada, que em sua luta tenaz por um planeta mais justo frequentemente realinha meu juízo de valores sobre pessoas e fatos. Também a Celso, Maria Inês, Tomás, Márcio e Tereza, seus pais e irmãos, pelo carinho e acolhimento sempre tão acalentadores.

Ao Dr. Richard Carl Vogt, meu orientador, que depositou em mim a confiança e a ajuda fundamentais à realização deste trabalho.

À Petrobrás Ambiental, que, por meio do Projeto Tartarugas da Amazônia, patrocinou e tornou possível este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento concedido. Também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

A todos os analistas ambientais e funcionários da Reserva Biológica do Rio Trombetas, em especial aos senhores José Risonei Assis da Silva, Gilmar Nicolau Klein, André Luis Macedo Vieira e Andréa de Oliveira, por todo o suporte, dedicação e empenho essenciais em todas as etapas da construção deste projeto.

Aos companheiros de jornada Camila Ferrara, Michele de Souza, Elis Perrone, Fernanda Rodrigues, Virgínia Bernardes, Camila Fagundes, Rosana Thiel, Adriana Terra, Marcela Magalhães, Mariel Acácio, Rafael Bernhard, Fabiano Waldez, Joycekleyde Batista, Márcia Queiroz, Lana Alrismar, Romildo Augusto e Altamir Andrade, cujos comentários, sugestões e apoio diários atenuaram o desafio e tornaram mais claros os caminhos acadêmicos.

A todos os agentes ambientais da Reserva Biológica do Rio Trombetas. Não consigo medir em palavras o aprendizado proporcionado por cada um. Valor humano, sensibilidade, perspicácia e grandeza de espírito são apenas alguns dos aspectos de minha admiração por essas pessoas. Lembranças especiais a meus ajudantes, Maneco, Joselino, Gigante e Deco.

Ao senhor José Lima dos Santos, pela mais que valiosa identificação das sementes e pela leveza de suas conversas.

Ao Dr. Mike Hopkins e às senhoras Fátima Melo (Carpoteca-INPA), Rose e Ana (Herbário-INPA), pelo tempo a mim dedicado e pela prontidão em me ajudar.

Ao geógrafo Gustavo Ramos, amigo precioso, pelo auxílio com a confecção dos mapas e pelas conversas sobre os pormenores da vida.

Aos queridos amigos Etelvino Araújo, Mariana Cassino, João Marcos Capurucho e Ana Luiza Soares. Mais que amigos, verdadeiros irmãos, preciosa família em terras manauaras. Tantas alegrias no convívio, no cuidado recíproco, no aprendizado em comunhão...

Aos amigos que fiz em Manaus. Tantos seriam os nomes que não me arriscaria a citá-los. Se é que se faz possível, tento, em pequenos gestos, fazê-los compreender meu apreço e agradecimento por seu amparo e companheirismo.

Aos essenciais amigos Renan Soares, Carlos Eduardo Tavares, Felipe Soares, Rafael Lima, Tiago Souto, Marcelo Neder e Roberto Albarus, alicerce forte da eterna reconstrução de mim.

À música, grande comparte, por me nutrir com seus mistérios e me fazer são.

Vazante (breve retomada)

Falasse que corria
e era então lembrança.
Ah, pertinaz mudança,
sinuosa à revelia...
Rumo, espontâneo traço indo
além,
embarço do entendimento,
percorrendo,
arrastando-se
em seu trôpego tempo.
A tempo nada,
e o vento seca e a boca sopra.
Sopra o vento a seca boca.
O soalho raso,
há pouco escondido,
de salto se desacanha,
o ventre exibido.
Carreira de vazante
vaza e só, corrente.
Adiante ao passo, à frente,
 ligeiro descompasso.
Meia volta e m d e s v a r i o:
retomar o ofício.
Reinício.

RESUMO

Compreender o modo como os organismos obtêm energia do ambiente representa importante ferramenta para o manejo e a conservação das espécies em uma comunidade biológica. Quelônios constituem um dos principais componentes da biodiversidade dos ecossistemas que habitam, assumindo diferentes estratégias alimentares entre espécies. Representantes de *Podocnemis expansa*, uma espécie de quelônio aquático de ampla distribuição nos grandes rios e lagos associados na Amazônia, habitam uma vasta diversidade de habitats, sendo sua dieta apontada como herbívora em muitos trabalhos. Porque ingerem um grande volume de sementes oriundas das árvores de várzeas e igapós, os quelônios aquáticos *Podocnemis expansa* assumem grande potencial para agirem como dispersores de sementes na natureza. Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar padrões na alimentação de uma população de *P. expansa* na Reserva Biológica do Rio Trombetas num período de seca, analisando se o tamanho e o sexo dos indivíduos promovem variações na dieta. Ainda, o trabalho objetivou investigar a possibilidade de atuação de indivíduos de *P. expansa* como agentes de dispersão endozoocórica durante a estação chuvosa. Foram realizadas regressões lineares simples para testar se o tamanho dos indivíduos define os volumes de material animal e vegetal consumidos. Diferenças sexuais na alimentação foram investigadas por MANOVA, em que foram utilizados como variáveis dependentes os dois primeiros eixos de ordenação de uma análise de NMDS sobre o volume de cada categoria alimentar ingerida. Ainda, foram calculados os índices simplificados de Morisita para atribuir similaridades entre as dietas de machos, fêmeas e juvenis, e os índices de importância relativa de cada categoria alimentar. Foram analisados os conteúdos estomacais de 48 indivíduos de *P. expansa*, sendo seis machos, 25 fêmeas e 17 juvenis. Não foram encontradas relações entre o tamanho dos animais e o volume de material animal ingerido ($R^2 = 0.008928$; $p = 0.239$), nem entre o tamanho dos animais e o volume de material vegetal ingerido ($R^2 = 0.01451$; $p = 0.5698$). Folhas representaram a categoria alimentar mais importante para machos, fêmeas e juvenis. Para o período analisado, a alimentação de *P. expansa* não variou em função do sexo ($F_{1,46} = 1.0033$; $p = 0.4101$). No entanto, machos ingeriram significativamente mais sedimentos que fêmeas e juvenis. Ainda que a estação seca assuma notada importância para a reprodução, os resultados indicam que a alimentação durante a estação seca pouco contribui para o crescimento dos indivíduos de *P. expansa*. Durante a estação chuvosa, foram realizados testes de germinação

de sementes recuperadas do trato digestório de 18 indivíduos de *P. expansa*. Dos 18 animais capturados, sete excretaram sementes morfologicamente intactas, que foram conduzidas a um experimento de germinação sob vermiculita hidratada. As sementes, num total de 14, foram identificadas como pertencentes aos táxons *Pouteria elegans* (Sapotaceae), *Psidium sp.* (Myrtaceae), *Oryza sp.* (Poaceae), *Duroia sp.* (Rubiaceae) e a outros quatro morfotipos não identificados. Nenhuma das sementes submetidas ao teste de germinação apresentou evidências de germinação, posto o que não é possível afirmar que *P. expansa* atue como espécie dispersora de sementes. O baixo número de sementes recuperadas, no entanto, não é estatisticamente conclusivo para descartar a atuação das tartarugas-da-amazônia na dispersão de sementes. Assim, os dados apresentados servem de importante subsídio para futuros experimentos de investigação de endozoocoria por indivíduos de *P. expansa*, principalmente por apontarem espécies vegetais – com destaque para *Duroia sp.*– que mantêm sua integridade morfológica após passarem pelo trato digestório desses animais.

Palavras-chave: tartaruga-da-amazônia; ontogenia; diferenças sexuais na alimentação

ABSTRACT

Feeding patterns during a dry season and investigation on endozoochory by *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) in Rio Trombetas Biological Reserve, PA, Brazil

Understanding how organisms get their energy from the environment represents an important tool for management and conservation of species in a biological community. Turtles are a major biodiversity component in the ecosystems they inhabit, assuming different feeding strategies among species. *Podocnemis expansa* is a widely distributed aquatic chelonian species throughout large rivers and associated lakes in the Amazon. These animals inhabit an extensive diversity of habitats, and they are considered to assume an herbivorous diet by known literature. Because they ingest a large volume of fruits and seeds from trees in várzea and igapó wetlands, *Podocnemis expansa* take great potential to act as seed dispersers in nature. Thus, this work aimed to investigate feeding patterns in a *P. expansa* population in the Rio Trombetas Biological Reserve during a dry period, by analyzing size and sex effects on diet. Furthermore, this work aimed to investigate the possibility of *P. expansa* as endozoochorous agents during the rainy season. Linear regressions were performed in order to examine whether individuals sizes define the volume of animal and plant material consumed. Sexual differences in feeding were investigated by MANOVA, in which the two former ordination axes generated from a NMDS analysis on the volume of each food category ingested were used as dependent variables. Besides, we calculated simplified Morisita indexes to assign similarities among males, females and juveniles diets, as well as the indexes of relative importance for each food category. We analyzed the stomach contents of 48 *P. expansa* individuals, six of which were males, 25 were females and 17 were juveniles. We found no relationship between animals sizes and the volume of animal material ingested ($R^2 = 0.008928$; $p = 0.239$), neither between animals sizes and the volume of plant material ingested ($R^2 = 0.01451$; $p = 0.5698$). Leaves were the most important food category for males, females and juveniles. For the period, *P. expansa* supply did not vary by gender ($F_{1,46} = 1.0033$; $p = 0.4101$). However, males ingested significantly more sediment than females and juveniles. Although the dry season features as an essential period for reproduction, the results indicate that feeding during the dry season makes wispy contributions to *P. expansa* growth. During the rainy season, we performed germination tests on the seeds extracted from the feces of 18

P. expansa. Seven of the 18 animals captured defecated morphological intact seeds, which were taken to a germination experiment under wet vermiculite. In number of 14, the seeds belonged to the taxa *Pouteria elegans* (Sapotaceae), *Psidium sp.* (Myrtaceae), *Oryza sp.* (Poaceae), *Duroia sp.* (Rubiaceae) and to other four non-identified morphotypes. None of the seeds showed signs of germination, therefore it's not possible to assert that *P. expansa* act as seed dispersers. The low number of extracted seeds, however, is not statistically conclusive to put away the role of these turtles in seeds dispersal. Thus, the presented data serve as an important tool for future experiments on the investigation of endozoochory by *P. expansa*, mainly by indicating plant species – highlighting *Duroia sp.* – that keep morphological integrity after passing through the digestive tracts of these animals.

Key-words: giant Amazonian turtle; ontogeny; sexual differences in feeding

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS.....	xiv
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	3
CAPÍTULO 1. Padrões alimentares de <i>Podocnemis expansa</i> (Testudines: Podocnemididae) durante estação seca na Reserva Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUÇÃO.....	7
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
II. 1. rea de estudo.....	9
II. 2. Obtenção de dados.....	10
II. 3. Triagem e categorização do conteúdo estomacal.....	13
II. 4. Análises estatísticas.....	13
III. RESULTADOS.....	14
IV. DISCUSSÃO.....	18
V. CONCLUSOES.....	20
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO 2. Investigando endozoocria por <i>Podocnemis expansa</i> (Testudines: Podocnemididae) a partir de testes de germinação de sementes recuperadas do trato digestório na Reserva Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil.....	27
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	29
I. INTRODUÇÃO.....	30
II. MATERIAL E MÉTODOS.....	32

II. 1. Área de estudo.....	32
II. 2. Obtenção de dados.....	33
II. 3. Germinação e identificação de sementes.....	35
III. RESULTADOS.....	36
IV. DISCUSSÃO.....	37
V. CONCLUSÕES.....	39
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
SÍNTESE.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Mapa de localização da Reserva Biológica do Rio Trombetas.....	10
Figura 2. Mapa dos pontos amostrais.....	11
Figura 3. Esquema ilustrativo do método de marcação de escudos.....	12
Figura 4. Gráfico resultante da regressão linear entre o comprimento dos animais e o volume de material animal ingerido.....	16
Figura 5. Gráfico resultante da regressão linear entre o comprimento dos animais e o volume de material vegetal ingerido.....	16

CAPÍTULO 2

Figura 1. Mapa de localização da Reserva Biológica do Rio Trombetas.....	33
Figura 2. Mapa dos pontos amostrais.....	34
Figura 3. Esquema ilustrativo do método de marcação de escudos.....	35

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

REBIO-Rio Trombetas – Reserva Biológica do Rio Trombetas

CR – comprimento reto de carapaça, valor utilizado como tamanho de indivíduo

MANOVA – análise de variância multivariada (*multivariate analysis of variance*)

NMDS – escalonamento multidimensional não-mtrico (*nonmetric multidimensional scalling*)

IM – ndice simplificado de Morisita

IRI – ndice de importância relativa

1 INTRODUÇÃO

2
3 A caracterização da alimentação e do comportamento alimentar de animais em
4 ambiente natural elucida importante aspecto da biologia desses organismos, servindo como
5 ferramenta capaz de apresentar indícios dos papéis tróficos desempenhados no ecossistema
6 (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Essencialmente, compreender o modo de obtenção de energia
7 do ambiente representa instrumento basilar para o manejo e a conservação das espécies em
8 uma comunidade biológica (Primack e Rodrigues 2001).

9 Os répteis representantes da ordem Testudines são comumente conhecidos como
10 quelônios ou testudíneos, possuindo uma estrutura morfológica bastante singular, em que o
11 corpo é protegido por uma armadura óssea formada por uma carapaça dorsal e um plastrão
12 ventral. Quelônios constituem um dos principais componentes da biodiversidade dos
13 ecossistemas que habitam, geralmente servindo como espécies-chave das quais outros animais
14 e plantas se beneficiam (Rodin *et al.* 2011). Os testudíneos assumem diferentes estratégias
15 alimentares, variando de acordo com os grupamentos taxonômicos a que pertencem (Pritchard
16 e Trebbau 1984). Alguns fatores são frequentemente relacionados às mudanças nos padrões
17 alimentares em quelônios, tais quais sexo, idade (muitas vezes indissociável ao tamanho,
18 especialmente antes da maturidade sexual) e disponibilidade de alimentos em razão do habitat
19 (Mahmoud e Klicka 1979).

20 Diferenças na alimentação em função do sexo podem estar associadas ao dimorfismo
21 sexual presente em muitas espécies, gerando variações nas exigências fisiológicas entre
22 machos e fêmeas (Balensiefer 2003). Variações ontogenéticas na dieta – mudanças na
23 alimentação relacionadas ao crescimento – poderiam ser explicadas pelo alto custo metabólico
24 do crescimento em neonatos quando comparado ao de adultos (Nagy 2000). Ainda, é possível
25 que diferentes populações de uma mesma espécie apresentem hábitos alimentares distintos,
26 em razão da qualidade do habitat ou do deslocamento de seu nicho alimentar pela competição
27 com outras espécies (Vogt e Guzman 1988). No Capítulo 1, “Padrões alimentares de
28 *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) durante um período de seca na Reserva
29 Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil”, são avaliadas as variações sexuais e ontogenéticas
30 na alimentação de *P. expansa*.

31 Mecanismos diretamente relacionados às estratégias alimentares de herbívoros, as
32 interações animal-plantas são críticas para a manutenção da integridade das comunidades onde

1 ocorrem. A dispersão de sementes é um processo-chave dentro do ciclo de vida da maioria
2 das plantas, especialmente em ambientes tropicais. Do ponto de vista demográfico, a
3 dispersão de sementes representa a ponte que une a polinização com o recrutamento que
4 levará ao estabelecimento de novas plantas adultas (Harper 1977). Em conjunto com a
5 polinização, a dispersão das sementes é uma fase crucial para o movimento dos genes de
6 plantas. Novas sementes recrutadas em uma população representam não apenas novos
7 indivíduos, mas também genótipos distintos. Portanto, a dispersão das sementes tem grande
8 potencial para influenciar os padrões de fluxo gênico e a estrutura genética de populações
9 vegetais (Jordano *et al.* 2007).

10 Em florestas tropicais, pelo menos metade das espécies arbóreas produzem frutos
11 carnosos adaptados ao consumo por aves e mamíferos, e em florestas fluviais uma alta
12 proporção dos frutos é dispersa por peixes (Howe e Smallwood 2005). Muitas espécies
13 vegetais produzem sementes que sobrevivem à passagem pelo trato digestório de mamíferos
14 (Pakeman 2001), e, portanto, uma ampla variedade de sementes pode ser dispersa por
15 endozoocoria (via trato digestório de animais). A ingestão de sementes por vertebrados pode,
16 inclusive, afetar a viabilidade e/ou a taxa de germinação de sementes (Traveset 1998,
17 Figuerola *et al.* 2005). Frugívoros agem diferentemente sobre as sementes de várias maneiras
18 durante a digestão, o processamento alimentar e a defecação. Plantas, por sua vez, podem ter
19 desenvolvido adaptações físicas e químicas em frutos e sementes, de forma a direcionar a
20 dispersão e a maximizar a proporção de sementes dispersadas e estabelecidas com sucesso
21 (Traveset *et al.* 2007).

22 O papel desempenhado por répteis na dispersão de sementes tem sido há muito
23 discutido e reconhecido, remontando a trabalhos como os de Beccari (1890) e Borzi (1911).
24 Em especial, é creditado a Ridley (1930) o primeiro trabalho de reconhecimento de quelônios
25 enquanto agentes dispersores de sementes. Desde então muitos trabalhos têm documentado a
26 realização de endozoocoria por diversas espécies de quelônios ao redor do mundo (Moll e
27 Jansen 1995, Liu *et al.* 2004, Burgin e Renshaw 2007). O Capítulo 2, “Investigando
28 endozoocoria por *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) a partir de testes de
29 germinação de sementes recuperadas do trato digestório na Reserva Biológica do Rio
30 Trombetas, PA, Brasil”, aborda o papel de *P. expansa* como dispersor de sementes na
31 Amazônia.

1 Em síntese, a investigação dos recursos alimentares utilizados por quelônios assume
2 grande importância para o estudo da conservação e manejo desses animais (Portal *et al.*
3 2002). Ademais, o estudo da germinação e dispersão de espécies vegetais típicas de florestas
4 de várzea se reveste de particular significância para melhorar o entendimento acerca dos
5 processos de dinâmica de populações, do manejo sustentável e da recuperação das áreas
6 alagáveis degradadas da Amazônia (Maia *et al.* 2007).

7
8
9 **OBJETIVOS**

10
11 O objetivo geral do presente trabalho foi caracterizar padrões alimentares da
12 população de *Podocnemis expansa* ocorrente na Reserva Biológica do Rio Trombetas, assim
13 como investigar a possibilidade de atuação de indivíduos de *P. expansa* como agentes de
14 dispersão endozoocórica. Mais especificamente, o trabalho objetivou: investigar se o tamanho
15 corporal dos animais influencia o volume de material vegetal e animal ingerido; comparar a
16 similaridade da dieta entre sexos; investigar se o sexo dos animais define variações no volume
17 dos itens alimentares ingeridos; e realizar testes de germinação das sementes recuperadas do
18 trato digestório de indivíduos de *P. expansa*, identificando-as ao menor táxon possível.

19
20

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Capítulo 1

Costa, G.M.; Vogt, R.C. 2012. Padrões alimentares de *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) durante um período de seca na Reserva Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil. Manuscrito formatado para *Acta Amazonica*

1 **Padrões alimentares de *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) durante um**
2 **período de seca na Reserva Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil.**

3
4 ^{1,2}COSTA, Guilherme Malvar; ^{1,3}VOGT, Richard Carl

5
6 ¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP 69060-001,
7 Manaus, AM, Brasil.

8 ² Aluno de pós-graduação / PPG-Ecologia / INPA (gui_malvar@yahoo.com.br)

9 ³ Pesquisador docente do Instituto de Pesquisas da Amazônia – INPA (vogt@inpa.gov.br)

10
11 **Resumo**

12 Compreender o modo como os organismos obtêm energia do ambiente representa importante ferramenta para o
13 manejo e a conservação das espécies em uma comunidade biológica. Quelônios constituem um dos principais
14 componentes da biodiversidade dos ecossistemas que habitam, assumindo diferentes estratégias alimentares
15 entre espécies. Este trabalho objetivou investigar padrões na alimentação de uma população de *Podocnemis*
16 *expansa* na Reserva Biológica do Rio Trombetas num período de seca, analisando se tamanho e sexo dos
17 indivíduos apresentam relação com variações na dieta. Foram realizadas regressões lineares simples para testar
18 se o tamanho dos indivíduos define os volumes de material animal e vegetal consumidos. Diferenças sexuais na
19 alimentação foram investigadas por MANOVA. Ainda, foram calculados índices simplificados de Morisita para
20 atribuir similaridades entre as dietas de machos, fêmeas e juvenis, e índices de importância relativa de cada
21 categoria alimentar. Foram analisados os conteúdos estomacais de 48 indivíduos de *P. expansa*, sendo seis
22 machos, 25 fêmeas e 17 juvenis. Não houve relação entre o tamanho dos animais e o volume de material animal
23 ingerido ($R^2 = 0.008928$; $p = 0.239$), nem entre o tamanho dos animais e o volume de material vegetal ingerido
24 ($R^2 = 0.01451$; $p = 0.5698$). Folhas representaram a categoria alimentar mais importante para machos, fêmeas e
25 juvenis. Não houve variação em função do sexo ($F_{1,46} = 1.0033$; $p = 0.4101$). No entanto, machos ingeriram
26 significativamente mais sedimentos que fêmeas e juvenis. Os resultados indicam que a alimentação durante a
27 estação seca pouco contribui para o crescimento dos indivíduos de *P. expansa*.

28
29 **Palavras-chave:** tartaruga-da-amazônia; ontogenia; diferenças sexuais na alimentação

30

1 **Feeding patterns of *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) during a dry**
2 **season in Rio Trombetas Biological Reserve, PA, Brasil**

3
4 **Abstract**

5 Understanding how organisms get their energy from the environment represents an important tool for
6 management and conservation of species in a biological community. Turtles are a major biodiversity component
7 in the ecosystems they inhabit, assuming different feeding strategies among species. This work aimed to
8 investigate feeding patterns in a *Podocnemis expansa* population in the Rio Trombetas Biological Reserve
9 during a dry period, by analyzing if size and sex are related to variations on diet. Linear regressions were
10 performed in order to examine whether individuals sizes define the volume of animal and plant material
11 consumed. Sexual differences in feeding were investigated by MANOVA. Besides, we calculated simplified
12 Morisita indexes to assign similarities among males, females and juveniles diets, as well as the indexes of
13 relative importance for each food category. We analyzed the stomach contents of 48 *P. expansa* individuals, six
14 of which were males, 25 were females and 17 were juveniles. We found no relationship between animals sizes
15 and the volume of animal material ingested ($R^2 = 0.008928$; $p = 0.239$), neither between animals sizes and the
16 volume of plant material ingested ($R^2 = 0.01451$; $p = 0.5698$). Leaves were the most important food category for
17 males, females and juveniles. For the period, *P. expansa* supply did not vary by gender ($F_{1,46} = 1.0033$; $p =$
18 0.4101). However, males ingested significantly more sediment than females and juveniles. Although the dry
19 season features as an essential period for reproduction, the results indicate that feeding during the dry season
20 makes wispy contributions to *P. expansa* growth.

21
22 **Key-words:** giant Amazonian turtle; ontogeny; sexual differences in feeding

23

1 I. INTRODUÇÃO

2
3 A caracterização da alimentação e do comportamento alimentar de animais em
4 ambiente natural elucida importante aspecto da biologia desses organismos, servindo como
5 ferramenta capaz de apresentar indícios dos papéis tróficos desempenhados no ecossistema
6 (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Essencialmente, compreender o modo de obtenção de energia
7 do ambiente representa instrumento basilar para o manejo e a conservação das espécies em
8 uma comunidade biológica (Primack e Rodrigues 2001).

9 Os répteis representantes da ordem Testudines são comumente conhecidos como
10 quelônios ou testudíneos, possuindo uma estrutura morfológica bastante singular, em que o
11 corpo é protegido por uma armadura óssea formada por uma carapaça dorsal e um plastrão
12 ventral. Quelônios constituem um dos principais componentes da biodiversidade dos
13 ecossistemas que habitam, geralmente servindo como espécies-chave das quais outros animais
14 e plantas se beneficiam (Rodin *et al.* 2011). Os testudíneos assumem diferentes estratégias
15 alimentares, variando de acordo com os grupamentos taxonômicos a que pertencem (Pritchard
16 e Trebbau 1984). Alguns quelônios, a exemplo de *Dermatemys mawi* e *Pseudemys nelsoni*,
17 possuem uma microbiota intestinal que lhes permite subsistir da fermentação de plantas, numa
18 dieta exclusivamente herbívora ao longo de toda sua vida (Santos-Junior 2009). Outros
19 apresentam hábitos alimentares exclusivamente carnívoros, como *Chelus fimbriatus*, cuja
20 dieta foi caracterizada como piscívora por Fachin-Terán *et al.* (1995). Contudo, muitas
21 espécies de quelônios evoluíram assumindo dietas onívoras, cuja explicação pode estar nas
22 escalas espaço-temporais que regem a seleção alimentar ou mesmo na estabilidade
23 populacional que a combinação de alimentos de diferentes origens provê (Singer e Bernays
24 2003).

25 Alguns fatores são frequentemente relacionados às mudanças nos padrões alimentares
26 em quelônios, tais quais sexo, idade (muitas vezes indissociável ao tamanho, especialmente
27 antes da maturidade sexual) e disponibilidade de alimentos em razão do habitat (Mahmoud e
28 Klicka 1979). Diferenças na alimentação em função do sexo podem estar associadas ao
29 dimorfismo sexual presente em muitas espécies, gerando variações nas exigências fisiológicas
30 entre machos e fêmeas (Balensiefer 2003). Variações ontogenéticas na dieta – mudanças na
31 alimentação relacionadas ao crescimento – poderiam ser explicadas pelo alto custo metabólico
32 do crescimento em neonatos quando comparado ao de adultos (Nagy 2000). Ainda, é possível

1 que diferentes populações de uma mesma espécie apresentem hábitos alimentares distintos,
2 em razão da qualidade do habitat ou do deslocamento de seu nicho alimentar pela competição
3 com outras espécies (Vogt e Guzman 1988).

4 Smith (1979) já apontava para o fato de que as matas de várzea amazônicas
5 constituem uma importante fonte de alimentos para *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812).
6 Analogamente, Souza (2005) concluiu que as florestas de igapó representam as principais
7 fontes autotróficas de energia para as espécies de quelônios aquáticos *Podocnemis*
8 *erythrocephala* e *Peltocephalus dumerilianus*. Num estudo realizado em ambiente fluvial
9 amazônico, Fachin-Terán *et al.* (1995) amostraram conteúdos estomacais de indivíduos de
10 tartaruga-da-amazônia (*P. expansa*) contendo 98% de material vegetal, tais como sementes,
11 folhas e galhos de plantas não identificadas. Segundo os autores, os dados obtidos de
12 populações naturais de *P. expansa* sugerem que esses animais são herbívoros. Portal *et al.*
13 (2002) comentaram que a dieta básica da espécie constitui-se principalmente de vegetais:
14 plantas aquáticas, algas, sementes, folhas, frutos, flores, raízes e talos encontrados nas
15 margens dos rios e lagos, além de insetos e crustáceos que também fazem parte da
16 alimentação. Alho e Pádua (1982a) descreveram os hábitos alimentares de filhotes, jovens e
17 adultos de *P. expansa* na natureza e em cativeiro, e concluíram que a espécie é onívora.
18 Conclusão semelhante foi obtida por Malvasio *et al.* (2003), em que espécimes de *P. expansa*
19 em cativeiro foram consideradas onívoras por terem aceitado alimentos de origem animal e
20 vegetal em todas as fases de desenvolvimento. Os autores ressaltam o significativo aumento
21 no consumo de vegetais por *P. expansa* em função da faixa etária dos animais, sugerindo a
22 existência de ontogenia alimentar.

23 Assim como a maioria dos quelônios, a tartaruga-da-amazônia é um animal de vida
24 longa, sendo uma das maiores tartarugas de água doce conhecidas (Bonin *et al.* 2006). Esses
25 animais vivem em águas pretas, claras e barrentas, e sua distribuição geográfica abrange a
26 maioria dos rios grandes e lagos associados na Amazônia (Smith 1979). As tartarugas têm
27 representado uma importante fonte comercial e de proteínas para populações humanas que
28 vivem na Amazônia (Vogt 2001). No entanto, o longo histórico de consumo desses animais
29 por humanos resultou em uma drástica redução das populações dessa espécie ao longo dos
30 séculos. Deste modo, as tartarugas-da-amazônia têm sido protegidas há mais de 25 anos em
31 dezenas de áreas de sua distribuição no Brasil (Salera-Junior *et al.* 2009).

1 Em todas as áreas onde ocorrem, as tartarugas-da-amazônia costumam formar seus
2 ninhos no fim da estação seca, quando os bancos de areia emergem às margens dos canais
3 fluviais (Ferreira Júnior e Castro 2006). No início da estação de nidificação no Rio
4 Trombetas, um tributário do Rio Amazonas no Estado do Pará, as tartarugas adultas migram
5 dos lagos localizados às margens do rio. A migração das tartarugas adultas, machos e fêmeas,
6 coincide com o regime do rio, onde o início da vazante parece ser a causa próxima que
7 estimula os animais a iniciarem sua migração para o local de nidificação. Em julho, que
8 corresponde ao momento máximo de cheia no Rio Trombetas, os adultos são encontrados nos
9 lagos, e em fins de setembro ou no início de outubro, quando se inicia a seca, as tartarugas são
10 vistas agregando-se no rio (Alho e Pádua 1982b). Considerar a sazonalidade comportamental
11 dos animais em estudo permite otimizar estratégias de captura, uma vez que aspectos
12 temporais de amostragem podem influenciar o esforço e o sucesso amostrais realizados.
13 Associada à suficiência quantitativa de dados, a investigação dos recursos alimentares
14 utilizados por quelônios assume grande importância para o estudo da conservação e manejo
15 desses animais (Portal *et al.* 2002), pois o conhecimento amplo e sistemático da biologia e do
16 comportamento alimentar é essencial para o desenvolvimento de tecnologias de criação em
17 confinamento e manejo na natureza (Vogt e Guzman 1988).

18 Desta forma, o objetivo geral do presente trabalho foi caracterizar padrões alimentares
19 da população de *Podocnemis expansa* ocorrente na Reserva Biológica do Rio Trombetas.
20 Mais especificamente, o trabalho objetivou investigar se o tamanho corporal influencia o
21 volume de material vegetal e animal ingerido, assim como comparar a similaridade da dieta
22 entre sexos e investigar se o sexo dos animais está relacionado com variações no volume dos
23 itens alimentares ingeridos.

24

25 **II. MATERIAL E MÉTODOS**

26

27 **II. 1. Área de estudo**

28

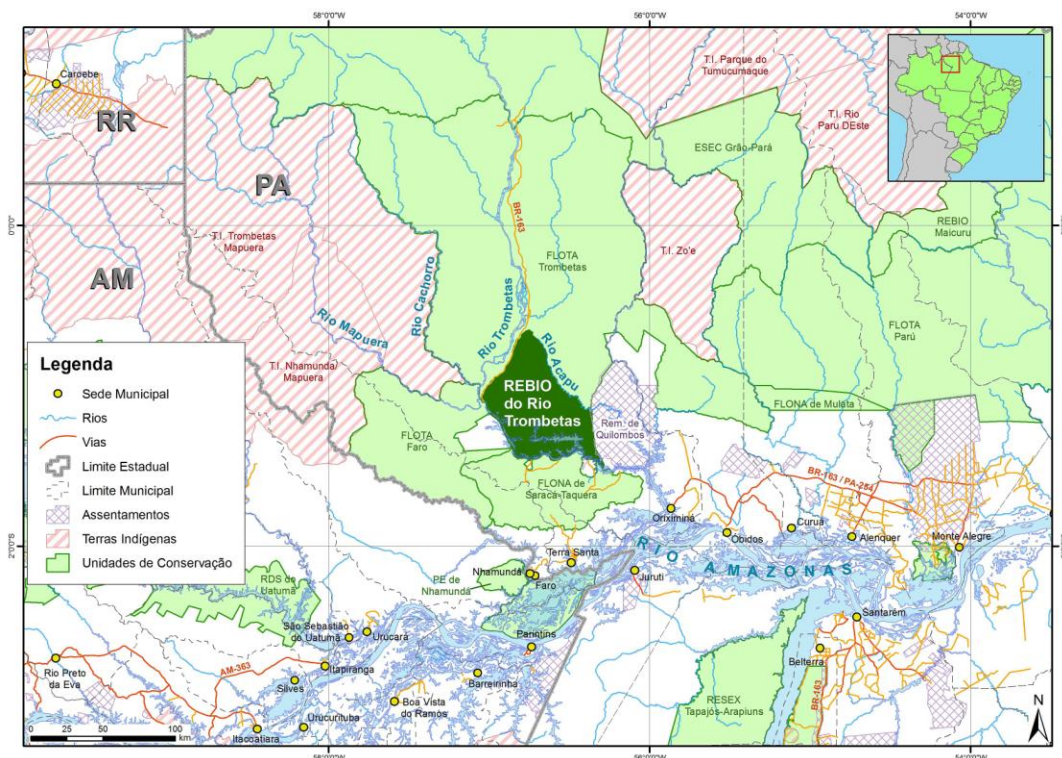
29 O trabalho foi realizado na Reserva Biológica do Rio Trombetas (REBIO-Rio
30 Trombetas), uma unidade de conservação de proteção integral localizada entre as coordenadas
31 0°39' – 1°29' S e 56°17' – 57°03' W, no município de Oriximiná, estado do Pará, Brasil

1 (IBAMA e STCP 2004). A REBIO-Rio Trombetas (Figura 1) ocupa uma área de 408.197,05
2 ha, e sua criação data de 1979 em razão da grande concentração de *P. expansa* na região.

3 Segundo a classificação de Köopen o clima é “Ami”, com médias anuais de
4 temperatura de 25,6° C e umidade relativa do ar sempre superior a 70% (IBAMA e STCP
5 2004).

6 A vegetação é predominada por Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE
7 2010) com subtipologias de florestas de terra firme, florestas de várzeas, florestas inundáveis
8 de igapó e campinas (IBAMA e STCP 2004).

9



10
11 Figura 1. Mapa de localização da Reserva Biológica do Rio Trombetas

12

13

14 II. 2. Obtenção de dados

15

16

Captura

17

18

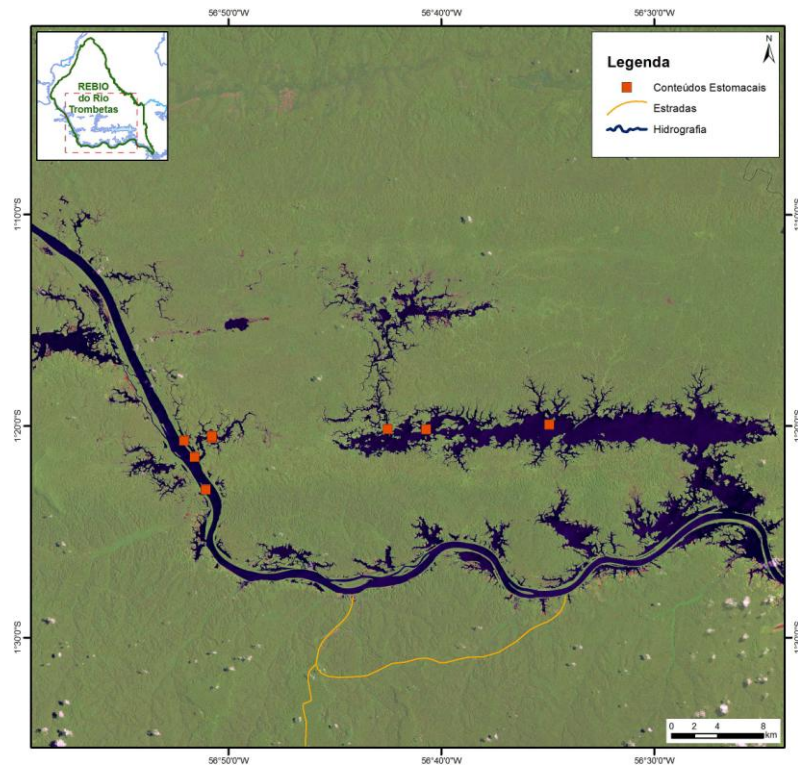
19

20

Os indivíduos de *P. expansa* foram capturados com o uso de redes malhadeiras (“trammel nets”), um método de captura direta eficiente para tartarugas de diferentes tamanhos e que se mostra valioso para amostragens representativas e replicáveis em curtos períodos de tempo (Vogt 1980).

1 A captura dos animais foi realizada durante o período de seca do ano de 2010, mais
 2 especificamente entre os dias 12/10/2010 e 28/12/2010, totalizando oito pontos amostrais
 3 (Figura 2) em 75 dias de amostragem efetiva. Este procedimento foi dividido em campanhas
 4 de amostragem com cinco dias de duração cada. Por campanha, foi contemplado um único
 5 ponto amostral (pontos com alto sucesso amostral foram re-amostrados, com intervalo
 6 mínimo de cinco dias entre amostragens), tendo sido utilizadas cinco redes malhadeiras. Cada
 7 rede, com 50 m de comprimento x 2 m de altura e 18 cm de tamanho de malha, era unida
 8 pelas pontas à rede seguinte, formando um único cordão, com 250 m de comprimento x 2 m
 9 de altura, disposto de modo transversal e adjacente à margem do rio. As redes foram revisadas
 10 a cada três horas, e os indivíduos capturados foram recolhidos e temporariamente levados à
 11 terra firme ou à base de pesquisa mais próxima para os procedimentos posteriores. Em
 12 seguida, os animais capturados foram devolvidos aos locais de captura.

13



14
 15 Figura 2. Mapa dos pontos amostrais

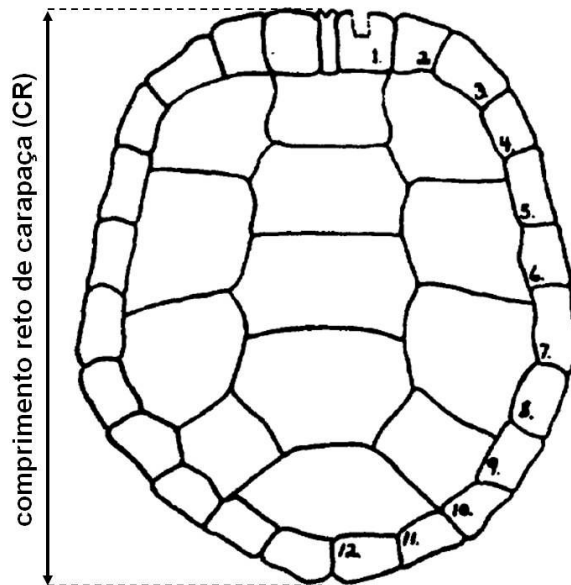
16

17 **Marcação e aferição morfométrica**

18 A marcação dos indivíduos foi realizada conforme o método descrito por Cagle
 19 (1939). Cada indivíduo capturado teve serrada a borda de um ou mais escudos marginais

1 predeterminados, recebendo assim uma identidade numérica duradoura e de rápida
2 conferência visual.

3 Depois de marcado, cada indivíduo teve aferidos: seu peso, com uso de dinamômetro
4 do tipo Pesola[®] (precisão de 1 g); seu sexo, por avaliação visual da cauda (estrutura
5 sexualmente dimórfica) e palpação da cavidade abdominal; e o comprimento reto da carapaça
6 (CR, representando o comprimento dos indivíduos nas análises estatísticas; figura 3), com uso
7 de paquímetro (precisão de 1 mm).



8
9 Figura 3. Esquema ilustrativo do método de marcação de escudos marginais (adaptado de Cagle 1939).

11 Obtenção de material biológico

12 Os indivíduos capturados foram induzidos a regurgitar seu conteúdo estomacal por
13 meio de lavagem (“stomach flushing”; Legler 1977). Uma mangueira plástica flexível de seis
14 milímetros de diâmetro foi introduzida pela boca, ultrapassando o esôfago e sendo conduzida
15 até o estômago dos animais. Em seguida, cerca de 250 mL de água foram bombeados a partir
16 de um vasilhame pressurizador (comumente utilizado em jardinagem doméstica). Quando
17 necessário, o procedimento foi repetido em um mesmo animal até que apenas água fosse
18 regurgitada (Caputo e Vogt 2008). O conteúdo, regurgitado sobre uma peneira com trama de
19 0,5 mm, foi recolhido em potes individuais e fixado em solução alcoólica diluída a 40%.

20
21
22

1 **II. 3. Triagem e categorização do conteúdo estomacal**

2
3 Os conteúdos estomacais coletados foram triados no laboratório da Coleção de
4 Anfíbios e Répteis do Instituto de Pesquisas da Amazônia – INPA, com o uso de uma lupa de
5 mesa, uma proveta graduada a 0,1 mL de precisão, seringa graduada a 1 mL de precisão,
6 seringa graduada a 5 mL de precisão, pinça e placas de Petri.

7 O material analisado foi separado em categorias alimentares, e o volume de cada
8 categoria foi aferido pelo deslocamento vertical provocado pela inserção do material em
9 proveta contendo solução alcoólica a 40 % de concentração. Os conteúdos estomacais obtidos
10 foram depositados na Coleção de Anfíbios e Répteis do INPA como material testemunho para
11 futuras consultas.

12 13 **II. 4. Análises estatísticas**

14
15 Todas as análises estatísticas foram realizadas com uso da plataforma para
16 computação estatística R (R Development Core Team 2008).

17 Foram realizadas regressões lineares simples (Legendre e Legendre 1998) para
18 investigação acerca de variações ontogenéticas nos padrões alimentares. Nessas análises, os
19 volumes de matéria vegetal e de matéria animal (valores em proporção ao volume total
20 ingerido por cada indivíduo) foram relacionados ao CR (mm) dos indivíduos. Por não
21 fornecerem informações biológicas relevantes, foram desconsideradas as categorias
22 alimentares “material não identificado” e “sedimentos”.

23 Para investigação acerca de diferenças entre os volumes das categorias alimentares em
24 função do sexo dos animais, foi utilizada a técnica de ordenação denominada *nonmetric*
25 *multidimensional scalling* (NMDS; Legendre e Legendre 1998), combinada a uma análise de
26 variância multivariada (MANOVA; Legendre e Legendre 1998). Com o intuito de eliminar a
27 influência do comprimento dos animais, os volumes absolutos de cada categoria alimentar
28 foram transformados em valores proporcionais ao volume total ingerido por cada indivíduo.
29 Os dois primeiros eixos de ordenação obtidos na NMDS foram utilizados em MANOVA
30 como variáveis dependentes, tendo o sexo dos animais como variável independente.

1 Para a análise da similaridade entre as dietas de machos e fêmeas; machos e juvenis; e
 2 fêmeas e juvenis, foi utilizado o índice simplificado de Morisita (Krebs 1989), expresso
 3 como:

$$4 \quad IM = 2 \sum P_{ij} P_{ik} / \sum P_{ij}^2 + \sum P_{ik}^2, \text{ onde}$$

6
 7 IM = índice simplificado de Morisita, que varia entre 0 (ausência de semelhança) e 1
 8 (absoluta semelhança); P_{ij} representa o valor proporcional da frequência de ocorrência de
 9 uma dada categoria alimentar numa das classes analisadas (machos, fêmeas ou juvenis); e P_{ik}
 10 representa o valor proporcional da frequência de ocorrência da mesma categoria alimentar na
 11 outra classe analisada (machos, fêmeas ou juvenis).

12 Ainda, foi calculado o índice de importância relativa (Bjorndal et al. 1997) de cada
 13 categoria alimentar para machos, fêmeas e juvenis sexualmente indiferenciados. O IRI aponta
 14 as categorias mais representativas dentro de um universo de valores, e a fórmula para seu
 15 cálculo é definida como:

$$16 \quad IRI = 100 (FiVi) / \sum (FiVi), \text{ onde}$$

17
 18
 19 IRI= índice de importância relativa; F_i = frequência de ocorrência de cada categoria; V_i =
 20 volume percentual de cada categoria.

21 22 **III. RESULTADOS**

23
 24 Foram capturados 48 indivíduos de *Podocnemis expansa*, sendo seis (12.5 %) machos,
 25 25 (52.1 %) fêmeas e 17 (35.4 %) juvenis sexualmente indiferenciados. A razão sexual entre
 26 machos e fêmeas capturados foi de 0,24:1. Não houve recapturas ao longo do experimento.

27 O comprimento médio da carapaça dos indivíduos foi de 228 ± 40 mm (166 – 387
 28 mm), e o peso médio foi de 1386 ± 864 g. Entre os machos, o comprimento médio da
 29 carapaça foi de 278 ± 65 mm (209 – 387 mm), e o peso médio foi de 2542 ± 1718 g (700 –
 30 5700 g). Entre as fêmeas, o comprimento médio da carapaça foi de 239 ± 26 mm (210 – 301
 31 mm), e o peso médio foi de 1472 ± 550 g (750 – 2750 g). Entre os juvenis sexualmente

1 indiferenciados, o comprimento médio da carapaça foi de 193 ± 10 mm (166 – 207 mm), e o
2 peso médio foi de 853 ± 76 g (700 – 950 g).

3 As 48 amostras analisadas apresentaram diversos elementos de origem animal e
4 vegetal. O material encontrado foi separado em 11 categorias alimentares, a saber: “folhas”,
5 “flores”, “frutos”, “sementes”, “talos”, “invertebrados”, “escamas de peixe”, “ossos de peixe”,
6 “conchas”, “sedimentos” e “material não identificado”. A Tabela 1 demonstra a porcentagem
7 dos volumes de cada categoria alimentar em relação ao volume total analisado. Ainda, foram
8 encontrados 74 nematódeos em 16 (33%) dos conteúdos estomacais analisados (4.6 ± 4.3
9 nematódeos por estômago, considerando os 16 conteúdos analisados). Segundo Bjorndal e
10 Bolten (1990), a presença de parasitos no trato digestório pode representar maior eficácia na
11 digestão de material vegetal, melhorando assim o desempenho metabólico dos animais.

12

13

14

15

Tabela 1. Porcentagem do volume de cada categoria alimentar em relação ao volume total analisado

Categoria alimentar	Volume (%)
Material não identificado	39.6
Folhas	37.7
Sementes	12.1
Sedimentos	4.2
Invertebrados	2.0
Talos	2.0
Frutos	1.9
Flores	0.6
Conchas	0.3
Ossos de peixe	0.1
Escamas de peixe	< 0.1

16

17

18

19

20

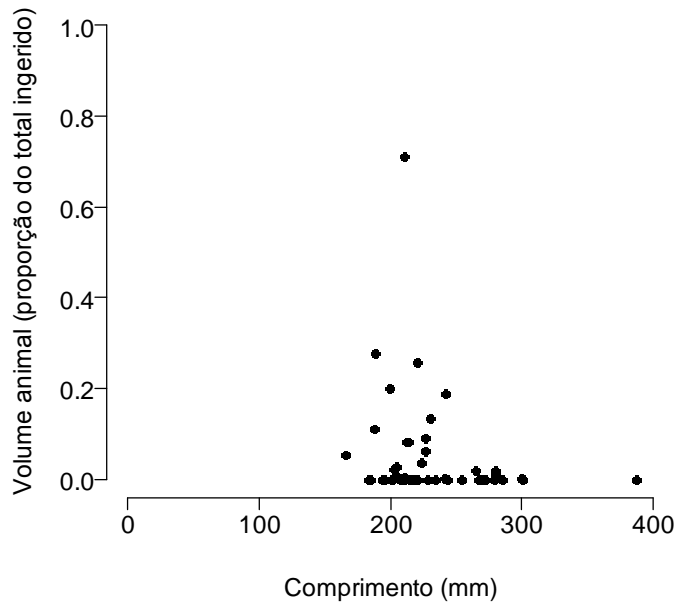
21

22

Legenda. Volume (%) = volume de cada categoria alimentar em proporção ao volume total ingerido.

Não foi encontrada relação entre o comprimento dos animais e o volume de matéria animal ingerida ($R^2 = 0.008928$; $F_{1,46} = 1.423$; $p = 0.239$), conforme ilustrado no gráfico da Figura 4.

1



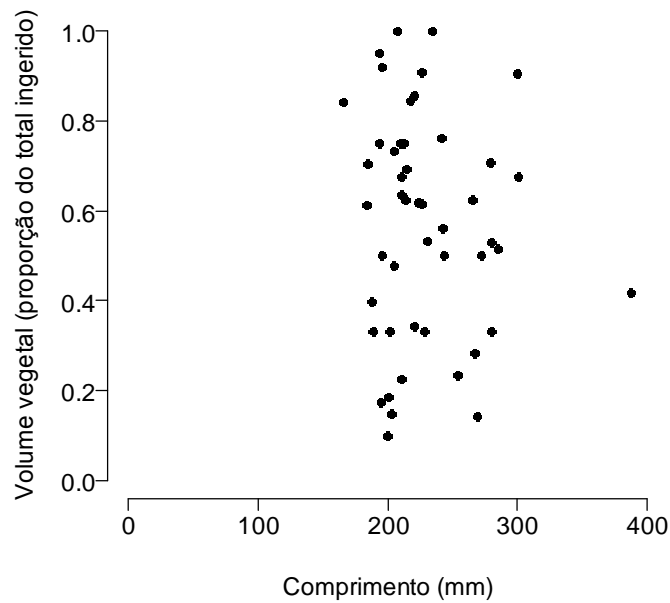
2

3 Figura 4. Gráfico resultante da regressão linear entre o CR dos animais (mm) e o volume de material animal
4 ingerido (em proporção ao total ingerido por cada indivíduo).

5

6

7 Da mesma forma, não foi encontrada relação entre o comprimento dos animais e o
8 volume de matéria vegetal ingerida ($R^2 = 0.01451$; $F_{1,46} = 0.3277$; $p = 0.5698$), conforme
9 ilustrado no gráfico da Figura 5.



10

11 Figura 5. Gráfico resultante da regressão linear entre o CR dos animais (mm) e o volume de material vegetal
12 ingerido (em proporção ao total ingerido por cada indivíduo).

Os resultados obtidos na MANOVA não demonstraram variação no volume das categorias alimentares ingeridas entre sexos. A Tabela 2 apresenta as estatísticas resultantes da MANOVA, mostrando a contribuição de cada variável dependente (primeiro e segundo eixos de ordenação extraídos de NMDS) e o resultado geral considerando ambas as variáveis dependentes.

Tabela 2. Estatísticas após MANOVA

Variável analisada	F _{1,46}	p
1º eixo de ordenação NMDS	1.0697	0.3517
2º eixo de ordenação NMDS	0.9372	0.3992
Ambos os eixos NMDS (geral)	1.0033	0.4101

Foram encontrados valores altos de similaridade entre dietas para as três análises realizadas, conforme os valores de IM constantes na Tabela 3.

Tabela 3. Similaridade da dieta entre diferentes sexos de *Podocnemis expansa*

Grupos analisados	IM
Machos x Fêmeas	0.978194
Machos x Juvenis	0.951927
Fêmeas x Juvenis	0,980779

Legenda: Valor de IM = valor do índice simplificado de Morisita

As categorias alimentares que mais contribuíram para o total ingerido pelos animais encontram-se expostas na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de índice de importância relativa das categorias alimentares

Grupos analisados	Categoria alimentar	IRI
Machos	Folhas	73.229 (1° >)
Machos	Sedimentos	13.288 (2° >)
Machos	Sementes	10.575 (3° >)
Fêmeas	Folhas	74.642 (1° >)
Fêmeas	Sementes	20.511 (2° >)
Fêmeas	Talos	3.525 (3° >)
Juvenis	Folhas	42.586 (1° >)
Juvenis	Sementes	39.544 (2° >)
Juvenis	Talos	9.125 (3° >)

Legenda: IRI = índice de importância relativa

Em todos os grupos analisados, o principal recurso alimentar foram as folhas. A frequência de ocorrência da categoria “sedimentos” em machos (83.3 %) foi relativamente superior à frequência de ocorrência da mesma categoria em fêmeas (60%) e em juvenis (64.7%), reforçando a classificação de “sedimentos” como segunda categoria mais importante na alimentação de machos.

IV. DISCUSSÃO

A baixa razão entre o volume total médio ingerido e o comprimento médio dos animais capturados ($6.5\text{mL} / 228.3\text{ mm} = 0.028\text{ mL} / \text{mm}$) expõe os efeitos da sazonalidade sobre o comportamento alimentar característica em Podocnemididae (Carazo *et al.* 1997). Em adição, o elevado grau de decomposição do material analisado tornou escassas as evidências morfológicas necessárias a uma precisa classificação taxonômica dos itens encontrados, permitindo apenas a distinção e categorização dos fragmentos menos decompostos. Desta forma, a alta proporção de material não identificado justifica a ausência de uma listagem das espécies biológicas utilizadas na alimentação de *P. expansa*. Listas de espécies biológicas consumidas por populações silvestres de *P. expansa* podem ser encontradas nos trabalhos de Ojasti (1971), Alho *et al.* (1979) e Soini (1995).

1 Os resultados da Tabela 1 e dos gráficos das Figuras 4 e 5 exibem claramente a maior
2 proporção de matéria vegetal em relação à matéria animal consumidas por *P. expansa*. De
3 toda forma, os animais dessa espécie podem ser considerados onívoros, pois ingeriram
4 matéria animal e vegetal indistintamente do tamanho corporal no período analisado. Ainda,
5 cabe aqui uma reflexão acerca do tamanho corpóreo dos animais obtido na amostra. O
6 tamanho de malha das redes utilizadas certamente limita a amostragem a animais de até cerca
7 de 60cm comprimento, já que animais muito grandes costumam ser mais hábeis em se
8 desvencilhar de redes com tamanho de malha reduzido. No entanto, é possível que os
9 resultados sejam reflexo de uma forte pressão de caça sofrida pelas tartarugas-da-amazônia na
10 localidade, relatada por moradores e funcionários da REBIO-Trombetas.

11 É interessante salientar a influência das condições ambientais características das
12 estações secas na área de estudo. Trabalhos como os de Ojasti (1971) no Rio Orinoco e de
13 Pádua e Alho (1984) no Rio Trombetas, desenvolvidos igualmente durante estações secas,
14 demonstraram que os estômagos de fêmeas adultas de *P. expansa* encontravam-se vazios
15 quando analisados, ou continham basicamente fragmentos decompostos de madeira e
16 sedimentos. Embora a estação seca propicie maiores chances de captura desses animais em
17 função de seu comportamento reprodutivo (Alho e Pádua 1982b), fica evidente que os
18 indivíduos de *P. expansa* experimentam um representativo período de jejum (ainda que
19 parcial) durante a estiagem (Carazo *et al.* 1997).

20 Em quelônios, é possível que haja diferenças sexuais na alimentação se machos e
21 fêmeas exibem demandas distintas por determinados nutrientes, a exemplo do cálcio para
22 formação de ovos em fêmeas reprodutivas (Ramo 1982). Com base nos resultados expostos
23 na Tabela 2, contudo, é aceitável afirmar que tais diferenças não ocorrem em *P. expansa*, ou
24 que, ao menos, a alimentação durante a estação seca não contribui para atender a uma
25 demanda alimentar diferenciada entre sexos. É possível que o resultado seja decorrente
26 meramente da baixa disponibilidade de alimentos durante o período analisado, gerando um
27 comportamento alimentar pouco seletivo que reduziria a possibilidade de detecção de
28 possíveis diferenças entre os sexos. Outra possível interpretação dos resultados, ainda, seria
29 no sentido de que, para o período analisado, os animais tenham preferência pelo investimento
30 energético na reprodução em detrimento da alimentação, resultando assim no comportamento
31 gregário registrado apenas na estação seca e não repetido nas outras fases do ano.

1 A alta similaridade na dieta entre todos os grupos analisados pode ser decorrente
2 também da baixa disponibilidade de recursos como frutos e sementes durante a estação seca,
3 uma vez que a fenologia das árvores de igapó na Amazônia está sincronizada com o pulso de
4 inundação (Kubitzki e Ziburski 1994). Em um trabalho realizado por Ojasti (1971), frutos
5 representaram 86% do volume ingerido por 10 fêmeas adultas de *P. expansa* durante estação
6 chuvosa. Também durante estação chuvosa, Fachin-Terán *et al.* 1995 afirmaram que frutos e
7 sementes representaram alguns dos principais alimentos encontrados nos estômagos de três
8 machos adultos de *P. expansa* analisados. Os padrões de atividade de quelônios estão
9 intimamente associados às condições climáticas, pois fatores como temperatura da água e
10 índice pluviométrico moldam o comportamento desses animais (Souza 2004). Por ser
11 justamente no período de chuvas quando ocorre a frutificação da maioria das árvores do
12 igapó, os resultados sugerem que a estação seca, com a qual está sincronizada a fase
13 reprodutiva de *P. expansa*, parece direcionar os esforços populacionais para fins reprodutivos
14 em detrimento do gasto metabólico com o forrageio por alimentos. Esse padrão alimentar
15 sazonalmente diferenciado gera os característicos anéis de crescimento, que podem ser
16 facilmente observados na maioria dos quelônios. Os padrões de deposição desses anéis sobre
17 os escudos da carapaça são usualmente utilizados para estimativa da idade dos quelônios, e
18 evidenciam a existência de pulsos de fartura alimentar seguidos por longos períodos de jejum
19 (Wilson *et al.* 2003).

20 Embora o número de machos analisados tenha sido baixo ($n = 6$), os resultados da
21 Tabela 4 corroboram aqueles encontrados por Balensiefer (2006) para indivíduos de
22 *Podocnemis unifilis*, em que a categoria “sedimentos” foi associada ao sexo, ocorrendo
23 significativamente em maior volume nos machos que nas fêmeas e nos juvenis. Tal
24 característica pode sugerir diferenças sexuais no forrageamento, de tal forma que machos e
25 fêmeas apresentem diferentes intensidades de forrageio, ou mesmo que se alimentem
26 ocupando diferentes estratos na coluna d’água.

27 28 **V. CONCLUSÕES**

- 29
- 30 ■ Os baixos volumes de alimentos ingeridos corroboram as conclusões de outros autores, no
31 sentido de que há um direcionamento, durante a estação seca, para atividades reprodutivas
32 em detrimento da alimentação.

- 1 ▪ Para a população de *Podocnemis expansa* estudada, não houve relação entre o tamanho dos
2 animais e o volume de material vegetal ingerido durante a estação seca.
3
- 4 ▪ Para a população de *Podocnemis expansa* estudada, não houve relação entre o tamanho dos
5 animais e o volume de material animal ingerido durante a estação seca.
6
- 7 ▪ De modo geral, não existem diferenças sexuais no volume dos itens alimentares
8 consumidos pela população de *Podocnemis expansa* analisada. No entanto, a ingestão de
9 sedimentos em machos foi significativamente maior do que em fêmeas e em juvenis.
10
- 11 ▪ Folhas representaram os itens alimentares mais importantes na alimentação de *Podocnemis*
12 *expansa* durante a estação seca. A espécie pode ser considerada onívora, uma vez que os
13 animais estudados consumiram materiais vegetais e animais indistintamente do tamanho
14 corporal.
15

16 **AGRADECIMENTOS**

17

18 Aos analistas ambientais da Reserva Biológica do Rio Trombetas, em especial aos
19 senhores José Risonei Assis da Silva, Gilmar Nicolau Klein, André Luis Macedo Vieira e
20 Andréa de Oliveira, por todo o suporte, dedicação e empenho essenciais em todas as etapas da
21 construção deste projeto. À Petrobrás Ambiental, que, por meio do Projeto Tartarugas da
22 Amazônia, patrocinou e tornou possível este trabalho. Ao Conselho Nacional de
23 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento concedido. Também à
24 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de
25 estudos concedida. Às companheiras de trabalho Camila Ferrara, Michele Souza, Elis
26 Perrone, Virgínia Bernardes e Fernanda Rodrigues pelo auxílio em campo e pelas
27 contribuições com ideias. Por fim, aos agentes ambientais da Reserva Biológica do Rio
28 Trombetas, em especial a nossos ajudantes, Maneco, Joselino, Gigante e Deco.
29
30

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alho, C.J.R.; Carvalho, A.G.; Pádua, L.F.M. 1979. Ecologia da tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo na Reserva Biológica de Trombetas. *Brasil Florestal*, 9: 29-47.

Alho, C.J.R; Pádua, L.F.M. 1982a. Early growth of pen reared Amazon turtles *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 42(4): 641-646.

Alho, C.J.R; Pádua, L.F.M. 1982b. Sincronia entre o regime de vazante do rio e o comportamento de nidificação da tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Acta Amazonica*, 12(2): 323-326.

Balensiefer, D.C.; Vogt, R.C. 2006. Diet of *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) during the dry season in the Mamirauá Sustainable Reserve, Amazonas, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(2): 312-317.

Bjorndal, K.A.; Bolten, A.B.; Largueux, C.J.; Jackson, D.R. 1997. Dietary overlap in three sympatric congeneric freshwater turtles (Pseudemys) in Florida. *Chelonian Conservation and Biology*, 2: 430-433.

Bjorndal, K.; Bolten, A.B. 1990. Digestive processing in a herbivorous freshwater turtle: consequences of small-intestine fermentation. *Physiol. Zool.* 63(6): 1232-1247.

Bonin, F.; Devaux, B; Dupré, A. 2006. *Turtles of the world*. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 416 pp.

Cagle, F.R. 1939. A system of marking turtles for future identification. *Copeia*, 2:170-173.

Caputo, F. P.; Vogt, R.C. 2008. Stomach flushing vs. fecal analysis: the example of *Phrynops rufipes* (Testudines, Chelidae). *Copeia*, 2: 301-305.

- 1 Carazo, R.C.; Salazar, A.D.; Puig, M.E.M; Nazao, A.S.; Torrealba, M. (Coords). 1997.
2 Biología Y manejo de la tortuga *Podocnemis Expansa* (Testudines, Pelomedusidae). Tratado
3 De Cooperacion Amazonica / Secretaria Pro Tempore, Caracas, Venezuela. 54 pp.
4
- 5 Fachin-Terán, A.; Vogt, R.C.; Gomez, M.F.S. 1995. Food habits of an assemblage of five
6 turtles in the Rio Guapore, Rondônia, Brazil. *Journal of Herpetology*. 29(4): 536-547.
7
- 8 Ferreira Júnior, P.D.; Castro, P.T.A. 2006. Geological characteristics of the nesting areas of
9 the giant Amazon River turtle (*Podocnemis Expansa*) in the Crixás-Açu River in Goiás state,
10 Brazil. *Acta Amazonica*, 36(2): 249-258.
11
- 12 IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; STCP,
13 STCP Engenharia de Projetos Ltda. 2004. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio
14 Trombetas. (http://www.ibama.gov.br/rebiotrombetas/index.php?id_menu=16). Acesso em
15 05/01/2009.
16
- 17 IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Mapa de Vegetação.
18 (<http://mapas.ibge.gov.br/website/vegetacao/viewer.htm>). Acesso em 10/09/2010.
19
- 20 Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row, New York. 654 pp.
21
- 22 Kubitzki, K.; Ziburski, A. 1994. Seed dispersal in floodplain forests of Amazonia. *Biotropica*,
23 26(1): 30-43.
24
- 25 Legendre, P.; Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2ª ed. Elsevier, Amsterdam. 870 pp.
26
- 27 Legler, J.M. 1977. Stomach flushing: a technique for chelonian dietary studies.
28 *Herpetologica*, 33: 281-284.
29
- 30 Liu, H.; Platt, S.G.; Borg, C.K. 2004. Seed dispersal by the Florida box turtle (*Terrapene*
31 *carolina bauri*) in pine rockland forests of the lower Florida Keys, United States. *Oecologia*,
32 138:539-546.

- 1
2 Mahmoud, I.Y.; J. Klicka. 1979. Feeding, drinking, and excretion. In: Harless, M.; Morlock,
3 H. (Eds.). *Turtles perspectives and research*. A Wiley-Interscience Publication, USA. 695 pp.
4 Malvasio, A.; Souza, A.M.; Molina, F.B.; Sampaio, F.A. 2003. Comportamento e preferência
5 alimentar em *Podocnemis expansa* (Schweigger), *P. unifilis* (Troschel) e *P. sextuberculata*
6 (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1):
7 161-168.
8
9 Moll, D.; Jansen, K.P. 1995. Evidence for a role in seed dispersal by two tropical herbivorous
10 turtles. *Biotropica*, 27:121-127.
11
12 Nagy, K.A. 2000. Energy costs of growth in neonate reptiles. *Herpetological Monographs*,
13 14: 378-397.
14
15 Ojasti, J. 1971. La tortuga arrau del Orinoco: um recurso impropriamente utilizado. *Defensa de*
16 *la Naturaleza*, 1(2): 3-9.
17
18 Pádua, L.F.M.; Alho, C.J.R. 1984. Avaliação do comportamento de nidificação em
19 *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae) durante cinco anos em área de proteção.
20 *Brasil Florestal*, 59: 59-61.
21
22 Portal, R.R.; Lima, M.A.S.; Luz, V.L.F.; Bataus, Y.S.L.; Reis, I.J. 2002. Espécies vegetais
23 utilizadas na alimentação de *Podocnemis unifilis*, Troschel 1948 (Reptilia, Testudinae,
24 Pelomedusidae) na região do Pracuúba – Amapá – Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, 3(1):
25 11-19.
26
27 Primack, R.B.; Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Ed. Rodrigues, Londrina. 328
28 pp.
29
30 Pritchard, P.C.H.; Trebbau, P. 1984. *The turtles of Venezuela*. Society for the Study of
31 Amphibians and Reptiles, Athens. 403 pp.
32

- 1 R Development Core Team. 2008. R: A Language and Environment for Statistical
2 Computing. R Foundation For Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0,
3 (<http://www.r-project.org>). Acesso em 12/07/2011.
4
- 5 Ramo, C. 1982. Biología del Galápago (*Podocnemis vogli*, Muller, 1935) em el Hato El Frio,
6 Llanos de Apure, Venezuela. *Doñana, Acta Vertebrata*, 9:1-161.
- 7 Rhodin, A.G.J.; Walde, A.D.; Horne, B.D.; Van Dijk, P.P.; Blanck, T.; Hudson, R. (Eds.).
8 2011. Turtles in trouble: The world's 25+ most endangered Tortoises and Freshwater Turtles.
9 IUCN/SSC. Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group, Turtle Conservation Fund,
10 Turtle Survival Alliance, Turtle Conservancy, Chelonian Research Foundation, Conservation
11 International, Wildlife Conservation Society and San Diego Zoo Global. Lunenburg, MA, 54
12 pp.
13
- 14 Rueda-Almonacid, J.V.; Carr, J.L.; Mittermeier, R.A.; Rodríguez-Mahecha, J.V.; Mast, R.B;
15 Vogt, R.C.; Rhodin, A.G.J.; De la Ossa-Velásquez, J.; Rueda, J.N; Mittermeier, C.G. 2007.
16 *Las tortugas y los crocodilianos de los países andinos del Trópico*. Editorial Panamericana,
17 Serie de Guias Tropicales de Campo N° 6 / Conservación Internacional, Bogotá, Colômbia.
18 538 pp.
19
- 20 Salera-Junior, G.; Malvasio, A.; Portelinha, T.C.G. 2009. Avaliação de padrão irregular dos
21 escudos do casco em *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines,
22 Podocnemididae). *Acta Amazonica*, 39(2): 429-436.
23
- 24 Santos-Júnior, L.B. 2009. *Dieta de Podocnemis erythrocephala* (Testudines:
25 *Podocnemididae*) no Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado,
26 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 34 pp.
27
- 28 Singer, M.S.; Bernays E.A. 2003. Understanding omnivory needs a behavioral perspective.
29 *Ecology*, 84: 2532–2537.
30
- 31 Smith, N.J.H. 1979. Quelônios aquáticos da Amazônia: um recurso ameaçado. *Acta*
32 *Amazonica*, 9(1): 87-97.

- 1 Soini, P. 1995. *Ecología y situación de la Charapa (Podocnemis expansa): Informe*
2 *Preliminar*. p. 177-183. In: Soini, P.; Tovar, A.; Valdéz, U. (Eds). Reporte. Pro
3 Naturaleza/CDC-UNALM, Lima.
4
- 5 Souza, F.L. 2004. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de
6 cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3(1): 15-27.
7
- 8 Souza, M.J.F.T. 2005. *Fontes autotróficas de energia para peixes do canal principal e*
9 *quelônios ao longo da bacia do médio Rio Negro, Amazônia – Brasil*. Tese de Doutorado,
10 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 79 pp.
11
- 12 Traveset, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrates frugivores' guts on germination:
13 a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution an Systematics* 1: 151-190.
14
- 15 Vogt, R.C. 1980. New methods for trapping aquatic turtles. *Copeia*, 2: 368-371.
16
- 17 Vogt, R.C. 2001. Turtles of Rio Negro. p. 245-262. In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.;
18 Sonneschien, L.; Tlusty, M. (Eds.). *Conservation and Management of Ornamental Fish*
19 *Resources of the Rio Negro Basin, Amazônia*. January, 2009. Universidade do Amazonas /
20 Brazil-Project Piaba. Manaus, Brasil
21
- 22 Vogt, R.C.; Guzman, S.G. 1988. Food partitioning in a Neotropical freshwater turtle
23 community. *Copeia*, 1: 37-47.
24
- 25 Wilson, D.S.; Tracy, C.R.; Tracy, C.R. 2003. Estimating age of turtles from growth rings: a
26 critical evaluation of the technique. *Herpetologica*, 59(2): 178-194.
27

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Capítulo 2

20 Costa, G.M.; Vogt, R.C.; Santos, J.L. 2012. Investigando endozoocoria por *Podocnemis expansa* (Testudines:
21 Podocnemididae) a partir de testes de germinação de sementes recuperadas do trato digestório na Reserva
22 Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil. Manuscrito formatado para *Acta Amazonica*

1 **Investigando endozoocoria por *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) a**
2 **partir de testes de germinação de sementes recuperadas do trato digestório na Reserva**
3 **Biológica do Rio Trombetas, PA, Brasil.**

4
5 ^{1,2}COSTA, Guilherme Malvar; ^{1,3}VOGT, Richard Carl; SANTOS, ^{1,4}José Lima

6
7 ¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP 69060-001,
8 Manaus, AM, Brasil.

9 ² Aluno de pós-graduação / PPG-Ecologia – INPA (gui_malvar@yahoo.com.br)

10 ³ Pesquisador docente / Instituto de Pesquisas da Amazônia – INPA (vogt@inpa.gov.br)

11 ⁴ Técnico parobotânico / Herbário – INPA (jlima@inpa.gov.br)

12
13 **Resumo**

14 A dispersão de sementes é um processo-chave dentro do ciclo de vida da maioria das plantas, especialmente em
15 ambientes tropicais. A função desempenhada por répteis na dispersão de sementes tem sido há muito discutida e
16 reconhecida. Porque ingerem grandes volumes de sementes oriundas das árvores de várzeas e igapós, os
17 quelônios aquáticos *Podocnemis expansa* assumem grande potencial para agirem como dispersores de sementes
18 na natureza. O trabalho objetivou investigar a possibilidade de atuação de indivíduos de *P. expansa* como
19 agentes de dispersão endozoocórica. Foram realizados testes de germinação de sementes recuperadas do trato
20 digestório de indivíduos de *P. expansa* capturados na Reserva Biológica do Rio Trombetas. Dos 18 animais
21 capturados, sete excretaram sementes morfológicamente intactas, que foram conduzidas a um experimento de
22 germinação sob vermiculita hidratada. As sementes, num total de 14, foram identificadas como pertencentes aos
23 táxons *Pouteria elegans* (Sapotaceae), *Psidium sp.* (Myrtaceae), *Oryza sp.* (Poaceae), *Duroia sp.* (Rubiaceae) e a
24 outros quatro morfotipos não identificados. Nenhuma das sementes submetidas ao teste de germinação
25 apresentou evidências de germinação, posto o que não é possível afirmar que indivíduos de *P. expansa* atuem
26 como dispersores de sementes. O baixo número de sementes recuperadas, no entanto, não é estatisticamente
27 conclusivo para descartar a atuação das tartarugas-da-amazônia na dispersão de sementes. Assim, os resultados
28 apresentados servem de importante subsídio para futuros experimentos de investigação de endozoocoria por
29 indivíduos de *P. expansa*, principalmente por apontarem espécies vegetais – com destaque para *Duroia sp.* – que
30 mantêm sua integridade morfológica após passarem pelo trato digestório desses animais.

31
32 **Palavras-chave:** tartaruga-da-amazônia; dispersão de sementes; igapós

33

1 **Investigating endozoochory by *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae):**
2 **germination tests on seeds extracted from feces in Rio Trombetas Biological Reserve,**
3 **PA, Brasil.**

4

5 **Abstract**

6 Seed dispersal is a key process within the life cycle of most plants, especially in tropical environments. The role
7 played by reptiles in seed dispersal has long been discussed and recognized. Because they ingest a large volume
8 of fruits and seeds from trees in várzea and igapó wetlands, the Amazonian aquatic turtles *Podocnemis expansa*
9 take great potential to act as seed dispersers in nature. Thus, this work aimed to investigate the possibility of *P.*
10 *expansa* as endozoochorous agents. Thereunto, we performed germination tests on the seeds extracted from the
11 feces of *P. expansa* in the Rio Trombetas Biological Reserve. Seven among the 18 animals captured defecated
12 morphological intact seeds, which were taken to a germination experiment under wet vermiculite. In number of
13 14, the seeds belonged to the taxa *Pouteria elegans* (Sapotaceae), *Psidium sp.* (Myrtaceae), *Oryza sp.* (Poaceae),
14 *Duroia sp.* (Rubiaceae) and other four non-identified morphotypes. None of the seeds showed signs of
15 germination, therefore it's not possible to assert that *P. expansa* act as seed dispersers. The low number of
16 extracted seeds, however, is not statistically conclusive to put away the role of these turtles in seeds. Thus, the
17 presented data serve as an important tool for future experiments on the investigation of endozoochory by *P.*
18 *expansa*, mainly by indicating plant species – highlighting *Duroia sp.* – that keep morphological integrity after
19 passing through the digestive tracts of these animals.

20

21 **Key-words:** giant Amazonian turtle; seed dispersal; igapó forests

22

1 I. INTRODUÇÃO

2
3 O termo dispersão é utilizado para definir o movimento unidirecional de um
4 organismo para longe de seu local de origem. Em organismos sedentários, a dispersão é um
5 evento comumente restrito a curtos períodos do estágio inicial do ciclo de vida. Exemplo
6 notável desses organismos são as angiospermas, cujos indivíduos se movem no espaço
7 principalmente na forma de sementes (Levin *et al.* 2003).

8 A dispersão de sementes é um processo-chave dentro do ciclo de vida da maioria das
9 plantas, especialmente em ambientes tropicais. Do ponto de vista demográfico, a dispersão de
10 sementes representa a ponte que une a polinização com o recrutamento que levará ao
11 estabelecimento de novas plantas adultas (Harper 1977). Em conjunto com a polinização, a
12 dispersão das sementes é uma fase crucial para o movimento dos genes de plantas. Novas
13 sementes recrutadas em uma população representam não apenas novos indivíduos, mas
14 também genótipos distintos. Portanto, a dispersão das sementes tem grande potencial para
15 influenciar os padrões de fluxo gênico e a estrutura genética de populações vegetais (Jordano
16 *et al.* 2007).

17 Comumente, as interações animal-plantas são críticas para a manutenção da integridade
18 das comunidades onde ocorrem. Os efeitos dos animais frugívoros sobre as plantas, por
19 exemplo, vão além da simples remoção de sementes. Tais animais podem até mesmo limitar o
20 crescimento populacional de algumas plantas se a quantidade de sementes que dispersam é
21 insuficiente, ou se a qualidade de dispersão que promovem é inadequada (Jordano *et al.*
22 2006). Frugívoros podem, ainda, promover escarificação mecânica e/ou química na casca e no
23 endosperma de sementes, assim como direcionar a dispersão quando se refugiam de
24 predadores para se alimentarem (Traveset *et al.* 2007).

25 Em florestas tropicais, pelo menos metade das espécies arbóreas produzem frutos
26 carnosos adaptados ao consumo por aves e mamíferos, e em florestas fluviais uma alta
27 proporção dos frutos é dispersa por peixes (Howe e Smallwood 2005). Em especial, uma
28 ampla variedade de sementes pode ser dispersa por endozoocoria (via trato digestório de
29 animais). De tal maneira, muitas espécies vegetais produzem sementes que sobrevivem à
30 passagem pelo trato digestório de mamíferos (Pakeman 2001). A ingestão de sementes por
31 vertebrados pode, inclusive, afetar a viabilidade e/ou a taxa de germinação de sementes
32 (Figuerola *et al.* 2005). Frugívoros agem diferentemente sobre as sementes de várias maneiras

1 durante a digestão, o processamento alimentar e a defecação. Plantas, por sua vez, podem ter
2 desenvolvido adaptações físicas e químicas em frutos e sementes, de forma a direcionar a
3 dispersão e a maximizar a proporção de sementes dispersadas e estabelecidas com sucesso
4 (Traveset *et al.* 2007).

5 O papel desempenhado por répteis na dispersão de sementes tem sido há muito
6 discutido e reconhecido, remontando a trabalhos como os de Beccari (1890) e Borzi (1911).
7 Em especial, é creditado a Ridley (1930) o primeiro trabalho de reconhecimento de quelônios
8 enquanto agentes dispersores de sementes. Desde então muitos trabalhos têm documentado a
9 realização de endozoocoria por diversas espécies de quelônios ao redor do mundo (Burgin e
10 Renshaw 2007).

11 Jerzolinski *et al.* (2009) pesquisaram as fezes de 94 indivíduos de *Chelonoidis*
12 *denticulata* (quelônios terrestres de ampla distribuição na Amazônia), recuperando 4206
13 sementes, pertencentes a 50 diferentes morfotipos de, pelo menos, 25 gêneros de plantas.
14 Dado o fato de que a passagem pelo trato digestório dos animais não afetou negativamente a
15 germinação das sementes encontradas, os autores concluíram sugerindo importante papel de
16 *C. denticulata* na dispersão de sementes em florestas amazônicas. Hansen *et al.* (2008)
17 investigaram padrões na germinação de sementes e na sobrevivência de plântulas de *Syzygium*
18 *mamillatum* (Myrtaceae) após passagem pelo trato digestório do jabuti gigante das Ilhas
19 Maurício (*Aldabrachelis gigantea*). Os autores descobriram que, embora os efeitos da
20 passagem pelo trato intestinal dos animais tenham sido negativos no estágio de germinação
21 das sementes, as plântulas de sementes defecadas por esses animais cresceram mais, tinham
22 mais folhas e sofreram menos danos por inimigos naturais que quaisquer outras plântulas
23 avaliadas. Moll e Jansen (1995) discutiram sobre a contribuição de *Rhinoclemmys funerea* –
24 um quelônio herbívoro aquático com o importante hábito de constantemente emergir da água
25 para forrageio e defecação nas bancadas dos rios na Costa Rica – para o estabelecimento de
26 espécies de plantas ripárias, tais como *Dieffenbachia longispatha* (Araceae) e *Ficus glabrata*
27 (Moraceae). Ainda, Strong e Fragoso (2006), tendo encontrado altas porcentagens (91-100 %)
28 de sementes viáveis de *Ficus sp.* (Moraceae), *Aechmea sp.* (Bromeliaceae) e *Genipa*
29 *americana* (Rubiaceae) nas fezes de *Chelonoidis carbonaria* e *Chelonoidis denticulata*,
30 apontam para o papel efetivo desses animais como agentes de dispersão endozoocórica.

31 Assim como a maioria dos quelônios, a tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*
32 Schweigger, 1812) é um animal de vida longa, sendo uma das maiores tartarugas de água

1 doce conhecidas (Bonin *et al.* 2006). Esses animais vivem em águas pretas, claras e barrentas,
2 e sua distribuição geográfica abrange a maioria dos rios grandes e lagos associados na
3 Amazônia (Smith 1979). A espécie é apontada como de dieta herbívora, valendo-se
4 eventualmente da ingestão de matéria animal (Fachin-Terán *et al.* 1995; Ojasti 1971). Um
5 grande número de frutos e sementes participa da dieta das tartarugas-da-amazônia (Alho e
6 Pádua 1982), posto o que esses animais assumem grande potencial para agirem como
7 dispersores de sementes na natureza.

8 Infelizmente, eventos de dispersão, sobretudo aqueles que envolvem animais como
9 agentes dispersores, são usualmente difíceis de serem observados diretamente (Webb e Peart
10 2001). Tais observações se tornam ainda mais difíceis em se tratando de organismos aquáticos
11 em ambiente natural. Assim, pouco se sabe a respeito da atuação de quelônios aquáticos como
12 possíveis dispersores endozoocóricos. Nesse sentido, o estudo da germinação e dispersão de
13 espécies vegetais típicas de florestas de várzea se reveste de particular importância para
14 melhorar o entendimento acerca dos processos de dinâmica de populações, do manejo
15 sustentável e da recuperação das áreas alagáveis degradadas da Amazônia (Maia *et al.* 2007).

16 O objetivo geral do presente trabalho foi investigar a possibilidade de atuação de
17 indivíduos de *Podocnemis expansa* como agentes de dispersão endozoocórica.
18 Especificamente, o trabalho objetivou realizar testes de germinação das sementes recuperadas
19 do trato digestório de indivíduos de *P. expansa*, identificando-as ao menor táxon possível.

20

21 **II. MATERIAL E MÉTODOS**

22

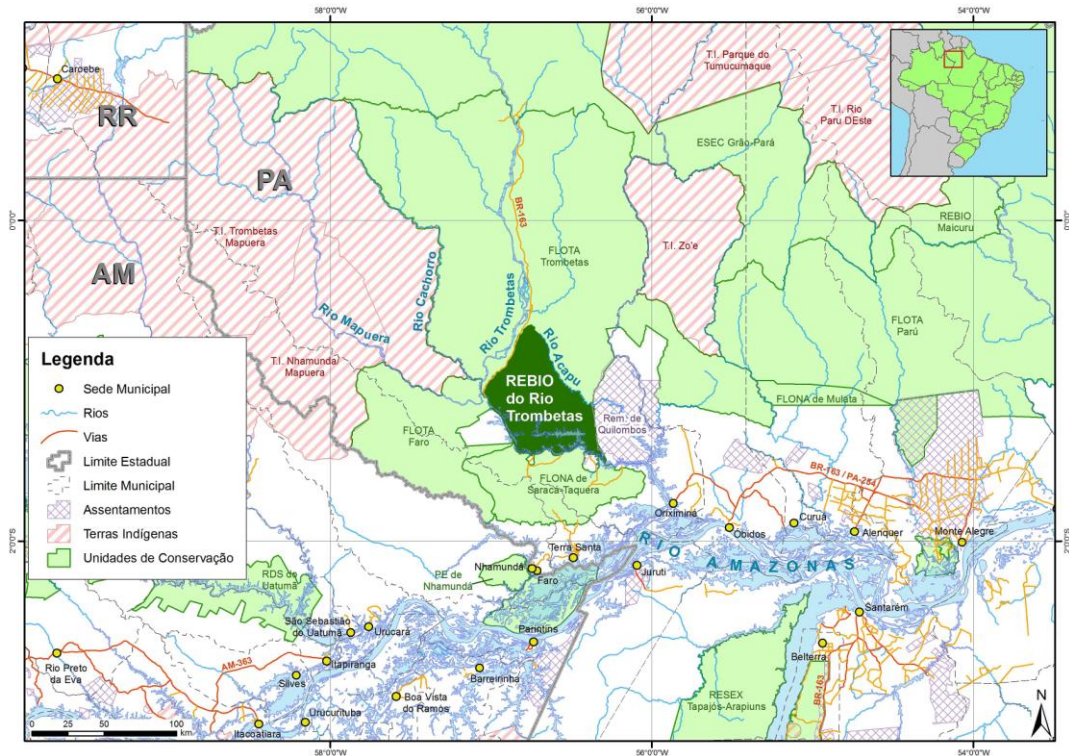
23 **II. 1. Área de estudo**

24

25 O trabalho foi realizado na Reserva Biológica do Rio Trombetas (REBIO-Rio
26 Trombetas), uma unidade de conservação de proteção integral localizada entre as coordenadas
27 0°39' – 1°29' S e 56°17' – 57°03' W, no município de Oriximiná, estado do Pará, Brasil
28 (IBAMA e STCP 2004). A REBIO-Rio Trombetas (Figura 1) ocupa uma área de 408.197,05
29 ha, e sua criação data de 1979 em razão da grande concentração de *P. expansa* na região.

30 Segundo a classificação de Köopen o clima é “Ami”, com médias anuais de
31 temperatura de 25,6° C e umidade relativa do ar sempre superior a 70% (IBAMA e STCP
32 2004).

1 A vegetação é predominada por Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE
2 2010) com subtipologias de florestas de terra firme, florestas de várzeas, florestas inundáveis
3 de igapó e campinas (IBAMA e STCP 2004).



5
6 Figura 1. Mapa de localização da Reserva Biológica do Rio Trombetas

9 II. 2. Obtenção de dados

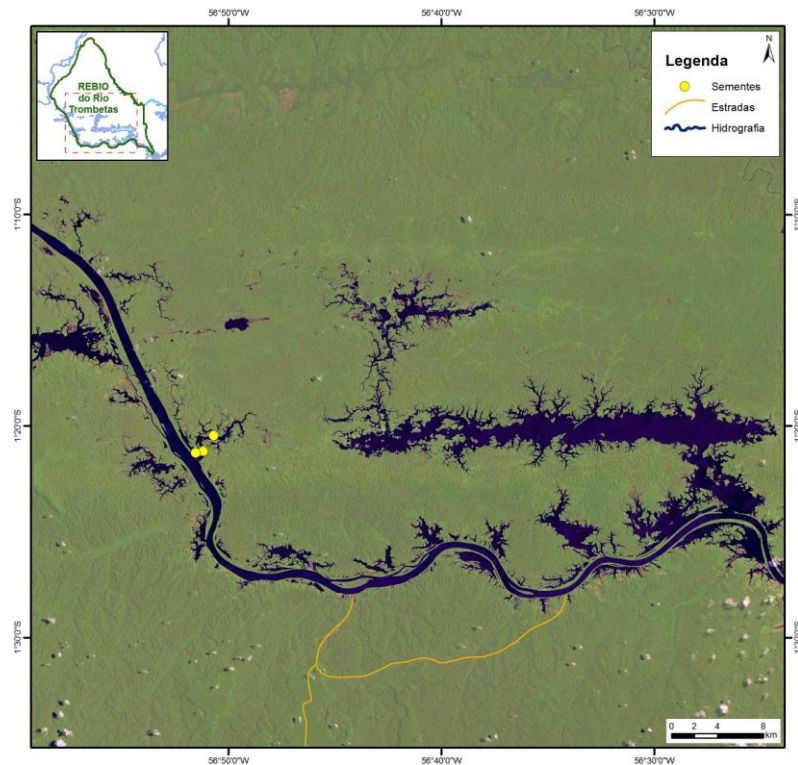
11 Captura

12 Os indivíduos de *P. expansa* foram capturados com o uso de redes malhadeiras
13 (“trammel nets”), um método de captura direta eficiente para tartarugas de diferentes
14 tamanhos e que se mostra valioso para amostragens representativas e replicáveis em curtos
15 períodos de tempo (Vogt 1980).

16 A captura dos animais foi realizada ao final do período chuvoso do ano de 2011, mais
17 especificamente entre os dias 31/08/2011 e 15/09/2011, totalizando três pontos amostrais
18 (Figura 2) em 15 dias de amostragem efetiva. Este procedimento foi dividido em campanhas
19 de amostragem com cinco dias de duração cada. Por campanha, foi contemplado um único
20 ponto amostral, tendo sido utilizadas duas redes malhadeiras. Cada rede, com 50 m de

1 comprimento x 2 m de altura e 18 cm de tamanho de malha, era unida pelas pontas à rede
 2 seguinte, formando um único cordão, com 100 m de comprimento x 2 m de altura, disposto de
 3 modo transversal e adjacente à margem do rio. As redes foram revisadas a cada três horas, e
 4 os indivíduos capturados foram recolhidos e temporariamente levados à terra firme ou à base
 5 de pesquisa mais próxima para os procedimentos posteriores. Em seguida, os animais
 6 capturados foram devolvidos aos locais de captura.

7



8
 9 Figura 2. Mapa dos pontos amostrais

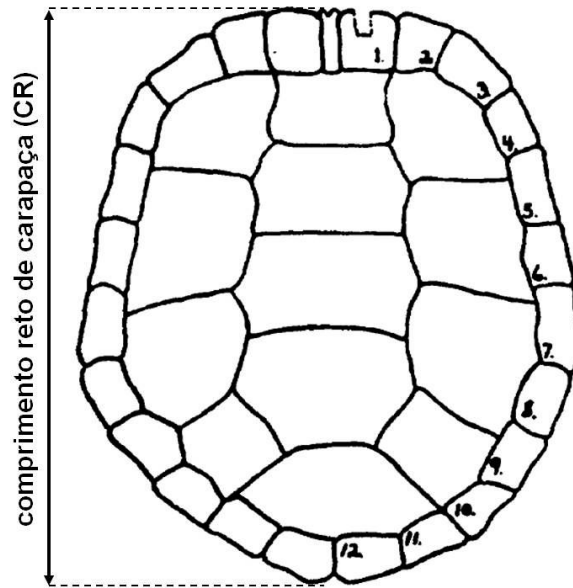
10

11 **Marcação e aferição morfométrica**

12 A marcação dos indivíduos foi realizada conforme o método descrito por Cagle
 13 (1939). Cada indivíduo capturado teve serrada a borda de um ou mais escudos marginais
 14 predeterminados, recebendo assim uma identidade numérica duradoura e de rápida
 15 conferência visual.

16 Depois de marcado, cada indivíduo teve aferidos: seu peso, com uso de dinamômetro
 17 do tipo Pesola® (precisão de 1 g); seu sexo, por avaliação visual da cauda (estrutura
 18 sexualmente dimórfica) e palpação da cavidade abdominal; e o comprimento reto da carapaça
 19 (CR, representando o comprimento dos indivíduos nas análises estatísticas; figura 3), com uso
 20 de paquímetro (precisão de 1 mm).

1



2

3

Figura 3 – Esquema ilustrativo do método de marcação de escudos marginais (adaptado de Cagle 1939).

4

5

Obtenção de material biológico

6

7

8

9

10

11

Os indivíduos capturados foram conduzidos a uma das bases de pesquisa dentro da unidade de conservação, onde foram alocados em caçapas plásticas individuais (70 cm de comprimento x 40 cm de lado x 30 cm de altura). As caçapas foram dispostas em uma sala isenta do aporte de impurezas que pudessem comprometer o experimento, tais como sementes trazidas pelo vento. Cada caçapa foi preenchida com cerca de 3 cm de altura de coluna d'água, onde os animais puderam naturalmente excretar suas fezes.

12

13

14

15

16

17

18

As fezes excretadas foram conferidas 3 vezes por dia, à procura de sementes visualmente intactas. Uma vez encontradas, tais sementes foram imediatamente removidas da caçapa e direcionadas ao experimento de germinação. O acondicionamento dos animais foi encerrado 24 dias após o início do experimento, quando os animais foram então devolvidos aos locais de captura. De acordo com Lopes (2006), o tempo total de trânsito gastrointestinal em *P. expansa* é, em média, de 22,5 dias (15 – 29 dias).

19

II. 3. Germinação e identificação de sementes

20

21

22

O experimento de germinação ocorreu na própria base de pesquisa, sob condições ambientes, dentro de uma sala arejada e sob incidência de luz indireta durante o dia. Cada

1 semente obtida foi lavada com água corrente e disposta individualmente num compartimento
2 (6 cm de lado x 6 cm de lado x 8 cm de profundidade) de uma bandeja de germinação. O
3 tratamento utilizado consistiu em dispor as sementes sob uma camada de cerca de 1 cm de
4 vermiculita expandida (um mineral semelhante à mica, formado por silicatos hidratados) de
5 granulometria média, e em seguida hidratá-las com cerca de 50 mL de água filtrada por
6 semente (Camargo et al. 2008) As sementes foram vistoriadas diariamente à procura de
7 evidências de ocorrência de germinação, e após 10 dias o experimento foi encerrado. Para
8 julgamento da ocorrência de germinação foi utilizado o “critério botânico” (Labouriau 1983),
9 que considera germinadas as sementes em que ao menos uma das partes do embrião tenha
10 emergido dos envoltórios. As sementes obtidas foram identificadas por um técnico
11 parabológico do INPA.

12

13 **III. RESULTADOS**

14

15 Foram capturados 18 indivíduos de *Podocnemis expansa*, sendo cinco (27,8 %) machos,
16 10 (55,5 %) fêmeas e três (16,7 %) juvenis sexualmente indiferenciados. A razão
17 sexual entre machos e fêmeas capturados foi de 0,5:1.

18 O comprimento médio da carapaça foi de 246 ± 41 mm (193 – 317 mm), e o peso
19 médio foi de 1714 ± 826 g (800 – 3200 g). Entre os machos, o comprimento médio da
20 carapaça foi de 258 ± 49 mm (203 – 317 mm), e o peso médio foi de 1990 ± 973 g (1000 –
21 3200g). Entre as fêmeas, o comprimento médio da carapaça foi de 254 ± 35 mm (208 – 198
22 mm), e o peso médio foi de 1840 ± 741 g (1000 – 2900 g). Entre os juvenis sexualmente
23 indiferenciados, o comprimento médio da carapaça foi de 198 ± 4 mm (193 – 202 mm), e o
24 peso médio foi de 833 ± 28 g (800 – 850 g).

25 Dos 18 indivíduos capturados cujas fezes foram coletadas, sete (38,8 %) excretaram
26 sementes morfológicamente intactas, que foram imediatamente levadas ao experimento de
27 germinação. Dos sete indivíduos mencionados, um (14,3 %) era macho, cinco (71,4 %) eram
28 fêmeas e um (14,3 %) era juvenil sexualmente indiferenciado. O tempo médio até o
29 surgimento da primeira semente coletada em cada indivíduo foi de $5,4 \pm 1,5$ dias (3 – 7 dias).

30 Foram encaminhadas ao teste de germinação 14 sementes, pertencentes a oito
31 diferentes morfotipos (Tabela 1). Dos oito morfotipos encontrados, apenas um pôde ser

1 identificado em nível de espécie; outros três morfotipos foram identificados em nível de
2 gênero, e quatro morfotipos não puderam ser identificados.

3 Nenhuma (0 %) das sementes, ao fim do teste de germinação, apresentou evidências
4 de emissão de uma ou mais partes do embrião.

5

6 **Tabela 1. Sementes recuperadas do trato digestório de *Podocnemis expansa* e resultados**
7 **do teste de germinação**

Família	Espécie	Num	Freq	% Germ
Sapotaceae	<i>Pouteria elegans</i> (A. DC.) Baehni	1	1 (5 %)	0
Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp.	1	1 (5 %)	0
Poaceae	<i>Oryza</i> sp.	1	1 (5 %)	0
Rubiaceae	<i>Duroia</i> sp.	5 (3+1+1)	3 (16 %)	0
-	Morfotipo 1	2	1 (5 %)	0
-	Morfotipo 2	2	1 (5 %)	0
-	Morfotipo 3	1	1 (5 %)	0
-	Morfotipo 4	1	1 (5 %)	0

8

9 **Legenda:** Num = número de sementes recuperadas e submetidas ao teste de germinação; Freq =
10 frequência de sementes da espécie nos 18 indivíduos de *P. expansa* capturados; % Germ =
11 porcentagem de sementes germinadas

12

13

14 IV. DISCUSSÃO

15

16 As tartarugas-da-amazônia têm por hábito defecar dentro dos corpos d'água à medida
17 que se deslocam, não havendo registros de formação de latrinas ou de defecação em terra,
18 mesmo que a esmo. No entanto, esses quelônios apresentam uma impressionante capacidade
19 de deslocamento, podendo atingir a marca de 45km em 2 dias (Vogt 2008). Somado ao fato
20 de que seu nado não segue necessariamente o sentido da corrente dos rios, adentrando
21 meandros consideravelmente lânticos, conjuga-se um cenário de potencial interferência das
22 tartarugas-da-amazônia na dinâmica populacional das plantas cujos frutos lhe servem de
23 alimento.

24

25 O baixo número de sementes morfológicamente intactas que foram recuperadas não
26 permitiu o agrupamento em amostras homogêneas e numericamente representativas,
impedindo assim tanto a aplicação de diferentes tratamentos quanto a realização de uma

1 avaliação quantitativa de germinabilidade (Santana e Ranal 2004). As causas de tal quadro
2 podem estar no efeito da ação destrutiva da passagem dos alimentos pelo trato digestório dos
3 animais, embora isso não possa ser comprovado pela ausência de grupo-controle para fins
4 comparativos. Outra explicação possível seria a baixa disponibilidade desses recursos no
5 ambiente durante a época do experimento, o que, no entanto, mostra-se pouco provável, já
6 que a estação chuvosa está comumente associada à fenologia reprodutiva de muitas plantas
7 (Parolin *et al.* 2004), oferecendo abundantes e variados recursos alimentares às tartarugas-da-
8 amazônia nos igapós. Desse modo, é mais plausível considerar a variedade e a aleatoriedade
9 da escolha de alimentos pelos animais, que assim optariam por consumir pequenos volumes
10 de diversos tipos de alimento ao invés de grandes volumes de poucos itens.

11 Os resultados abrem perspectivas para a realização de ulteriores testes indutivos, em
12 que sementes dos táxons apresentados no presente trabalho – com destaque para *Duroia sp.*
13 (Myrtaceae) – sejam coletadas nos igapós e abundantemente oferecidas a indivíduos de *P.*
14 *expansa*. Direcionar o experimento quanto às espécies vegetais a serem avaliadas mostra-se
15 fundamental para a recuperação de uma quantidade representativa de sementes
16 morfológicamente intactas, compondo amostras de um grupo-tratamento. Em paralelo,
17 sementes dos mesmos táxons coletadas nos igapós permitiriam a composição de amostras em
18 um grupo-controle. Assim, seria possível comparar quantitativamente a germinabilidade entre
19 grupos, gerando dados de conclusiva significância estatística.

20 É relevante considerar a escala temporal do experimento apresentado e sua possível
21 assincronia com a fase reprodutiva das espécies vegetais cujas sementes foram recuperadas.
22 As limitações de duração do experimento de germinação, possíveis determinantes da nulidade
23 de resultados positivos, devem-se a restrições logísticas de campo, envolvendo necessidade de
24 readaptações nos procedimentos metodológicos ao longo do curto espaço de tempo da
25 campanha amostral. O baixo número de sementes recuperadas e submetidas ao teste de
26 germinação não se mostra estatisticamente conclusivo para descartar a atuação das tartarugas-
27 da-amazônia na dispersão de sementes das aqui expostas e de outras espécies vegetais. Assim,
28 os dados aqui apresentados servem de importante subsídio para futuros experimentos.

29

30

1 V. CONCLUSÕES

- 2
- 3 ■ Não é possível afirmar que indivíduos de *Podocnemis expansa* atuem como agentes de
4 dispersão endozoocórica.
 - 5
 - 6 ■ Os dados apresentados servem de importante subsídio para futuros experimentos de
7 investigação de endozoocoria por indivíduos de *P. expansa*, principalmente por apontar
8 espécies vegetais – com destaque para *Duroia sp.* (Myrtaceae) – que mantêm sua
9 integridade morfológica após passarem pelo trato digestório desses animais.
- 10

11 AGRADECIMENTOS

12

13 Aos analistas ambientais da Reserva Biológica do Rio Trombetas, em especial aos
14 senhores José Risonei Assis da Silva, Gilmar Nicolau Klein, André Luis Macedo Vieira e
15 Andréa de Oliveira, por todo o suporte, dedicação e empenho essenciais em todas as etapas da
16 construção deste projeto. À Petrobrás Ambiental, que, por meio do Projeto Tartarugas da
17 Amazônia, patrocinou e tornou possível este trabalho. Ao Conselho Nacional de
18 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento concedido. Também à
19 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de
20 estudos concedida. Às companheiras de trabalho Camila Ferrara, Michele Souza, Elis
21 Perrone, Virgínia Bernardes e Fernanda Rodrigues pelo auxílio em campo e pelas
22 contribuições com ideias. Por fim, aos agentes ambientais da Reserva Biológica do Rio
23 Trombetas, em especial a nossos ajudantes, Maneco, Joselino, Gigante e Deco.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alho, C.J.R.; Pádua, L.F.M. 1982. Early growth of pen reared Amazon turtles *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 42(4): 641-646.

Beccaeri, O. 1890. Malesia, III. Firenze, Italy.

Bonin, F.; Devaux, B; Dupré, A. 2006. *Turtles of the world*. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 416 pp.

Borzi, A. 1911. Ricerche sulla disseminazione della piante por mezzo di sauri. *Atti Societa Italiana di Scienze Naturale e Museo Civico di Storia Naturale Milan*, 3: 17.

Burgin, S. & Renshaw, A. 2007. Epizoochory, algae and the Australian Eastern long-necked turtle *Chelodina longicollis* (Shaw). *American Midland Naturalist*, 160: 61-68.

Camargo, J.L.C.; Ferraz, I.D.K.; Mesquita, M.R.; Santos; B.A.; Brum, H.D. 2008. Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia. Vol. I. Editora INPA, Manaus. 168 pp.

Cagle, F.R. 1939. A system of marking turtles for future identification. *Copeia*, 3: 170-173.

Figuerola, J.; Santamaría, L.; Green, A.J.; Luque, I.; Alvarez, R.; Charalambidou, I. 2005. Endozoochorous dispersal of aquatic plants: does seed gut passage affect plant performance? *American Journal of Botany*, 92: 696-699.

Fachin-Terán, A.; Vogt, R.C.; Gomez, M.F.S. 1995. Food habits of an assemblage of five turtles in the Rio Guapore, Rondônia, Brazil. *Journal of Herpetology*. 29(4): 536-547.

Hansen, D.M.; Kaiser, C.N.; Müller, C.B. 2008. Seed dispersal and establishment of endangered plants on oceanic islands: the Janzen-Connel model, and the use of ecological analogues. *PLos ONE*, 3(5): e2111.

- 1 Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. *In: Academic Press*, London, England. 892
2 pp.
3
- 4 Howe, H.F.; Smallwood, J. 2005. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology,*
5 *Evolution and Systematics*, 13: 201-228.
6
- 7 IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; STCP,
8 STCP Engenharia de Projetos Ltda. 2004. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio
9 Trombetas. (http://www.ibama.gov.br/rebiotrombetas/index.php?id_menu=16). Acesso em
10 05/01/2009.
11
- 12 IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Mapa de Vegetação.
13 (<http://mapas.ibge.gov.br/website/vegetacao/viewer.htm>). Acesso em 10/09/2010.
14
- 15 Jerolimski, A.; Ribeiro, M.B.N.; Martins, M. 2009. Are tortoises important seed dispersers
16 in Amazonian forests? *Oecologia*, 161: 517-528.
17
- 18 Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M.A.; Silva, W.R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de
19 sementes à Biologia da Conservação, p. 411-436. In: Duarte, C.F.; Bergallo, H.G.; Dos
20 Santos, M.A.; Va, A.E. (Eds.). *Biologia da conservação: essências*. Editorial Rima, São
21 Paulo, Brasil.
22
- 23 Jordano, P.; Garcia, C.; Godoy, J.A.; Garcia-Castaño, J.L. 2007. Differential contribution of
24 frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of*
25 *Sciences of the United States of America (PNAS)*, 104(9): 3278-3282.
26
- 27 Labouriau, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Secretaria Geral da Organização dos
28 Estados Americanos / Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico,
29 Washington, D.C. 174 pp.
30

- 1 Levin, S.A.; Muller-Landau, H.C.; Nathan, R.; Chave, J. 2003. The ecology and evolution of
2 seed dispersal: a theoretical perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution and*
3 *Systematics*, 34: 575-604.
- 4
- 5 Lopes, L.A.R. 2006. *Determinação do tempo do trânsito gastrointestinal em Podocnemis*
6 *expansa Schweigger, 1812 (tartaruga-da-amazônia) (Testudines, Podocnemididae).*
7 Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia / Faculdade de Medicina
8 Veterinária, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, 34 pp.
- 9
- 10 Maia, L.A.; Santos, L.M.; Parolin, P. 2007. Germinação de sementes de *Bothriospora*
11 *corymbosa* (Rubiaceae) recuperadas do trato digestório de *Triporthus angulatus* (sardinha)
12 no Lago Camaleão, Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 37(3): 321-326.
- 13
- 14 Moll, D.; JANSEN, K.P. 1995. Evidence for a role in seed dispersal by two tropical
15 herbivorous turtles. *Biotropica* 27(1): 121-127.
- 16
- 17 Ojasti, J. 1971. La tortuga arrau del Orinoco: um recurso impropriamente utilizado. *Defensa de*
18 *la Naturaleza*, 1(2): 3-9.
- 19
- 20 Pakeman, R.J. 2001. Plant migration rates and seed dispersal mechanisms. *Journal of*
21 *Biogeography*, 28: 795-800.
- 22
- 23 Parolin, P.; De Simone, O.; Haase, K.; Waldhoof, D.; Rottenberger, S.; Kuhn, U.;
24 Kesselmeier, J.; Kleiss, B.; Schmidt, W.; Piedade, M.T.F.; Junk, W.J. 2004. Central
25 Amazonian Floodplain Forests: Tree Adaptations in a Pulsing System. *The Botanical Review*,
26 70(3): 357-380.
- 27
- 28 Ridley, H.N. 1930. The dispersal of plants throughout the world. Reeve, Ashford. 744 pp.
- 29
- 30 Santana, D.G.; Ranal, M.A. 2004. Análise estatística. p. 197-208. In: Ferreira, A.G.;
31 Borghetti, F. 2004. *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed. Porto Alegre.
- 32

- 1 Smith, N.J.H. 1979. Quelônios aquáticos da Amazônia: um recurso ameaçado. *Acta*
2 *Amazonica*, 9(1): 87-97.
- 3
- 4 Strong, J.N.; Fragoso, J.M.V. 2006. Seed dispersal by *Geochelone carbonaria* and
5 *Geochelone denticulata* in Northwestern Brazil. *Biotropica*, 38(5): 683-686.
- 6
- 7 Traveset, A.; Robertson, A.W.; Rodríguez-Pérez, J. 2007. A review of the role of
8 endozoochory in seed germination. p. 78-103. In: Dennis, A.J.; SCHUPP, E.W.; GREEN, R.
9 A.; WESTCOTT, D.A. (Eds.). *Seed dispersal: theory and its application in a changing world*.
10 CABI, Oxon, UK.
- 11
- 12 Vogt, R.C. 1980. New methods for trapping aquatic turtles. *Copeia*, 2: 368-371.
- 13
- 14 Vogt, R.C. 2008. Tartarugas da Amazônia. Ed. INPA, Manaus, 104pp.
- 15
- 16 Webb, C.O. & Peart, D.R. 2001. High seed dispersal rates in faunally intact tropical
17 rainforest: theoretical and conservation implications. *Ecology Letters*, 4: 491-499.
- 18

1 SÍNTESE

2
3 A baixa razão entre o volume total médio ingerido e o comprimento médio dos
4 animais capturados durante a estação seca ($6.5\text{mL} / 228.3 \text{ mm} = 0.028 \text{ mL} / \text{mm}$) expõe os
5 efeitos da sazonalidade sobre o comportamento alimentar característica em Podocnemididae
6 (Carazo *et al.* 1997). Em adição, o elevado grau de decomposição do material analisado
7 tornou escassas as evidências morfológicas necessárias a uma precisa classificação
8 taxonômica dos itens encontrados, permitindo apenas a distinção e categorização dos
9 fragmentos menos decompostos. Desta forma, a alta proporção de material não identificado
10 justifica a ausência de uma listagem das espécies biológicas utilizadas na alimentação de *P.*
11 *expansa*. Listas de espécies biológicas consumidas por populações silvestres de *P. expansa*
12 podem ser encontradas nos trabalhos de Ojasti (1971), Alho *et al.* (1979) e Soini (1995).

13 No capítulo 1, a Tabela 1 e os gráficos das Figuras 4 e 5 exibem resultados que
14 evidenciam a maior proporção de matéria vegetal em relação à matéria animal consumidas
15 por *P. expansa*. De toda forma, os animais dessa espécie podem ser considerados onívoros,
16 pois ingeriram matéria animal e vegetal indistintamente do tamanho corporal no período
17 analisado.

18 É interessante salientar a influência das condições ambientais características das
19 estações secas na área de estudo. Trabalhos como os de Ojasti (1971) no Rio Orinoco e de
20 Pádua e Alho (1984) no Rio Trombetas, desenvolvidos igualmente durante estações secas,
21 demonstraram que os estômagos de fêmeas adultas de *P. expansa* encontravam-se vazios
22 quando analisados, ou continham basicamente fragmentos decompostos de madeira e
23 sedimentos. Embora a estação seca propicie maiores chances de captura desses animais em
24 função de seu comportamento reprodutivo (Alho e Pádua 1982b), fica evidente que os
25 indivíduos de *P. expansa* experimentam um representativo período de jejum (ainda que
26 parcial) durante a estiagem (Carazo *et al.* 1997).

27 Em quelônios, é possível que haja diferenças sexuais na alimentação se machos e
28 fêmeas exibem demandas distintas por determinados nutrientes, a exemplo do cálcio para
29 formação de ovos em fêmeas reprodutivas (Ramo 1982). Com base nos resultados expostos
30 na Tabela 2 do Capítulo 1, contudo, é aceitável afirmar que tais diferenças não ocorrem em *P.*
31 *expansa*, ou que, ao menos, a alimentação durante a estação seca não contribui para atender a
32 uma demanda alimentar diferenciada entre sexos. Uma possível interpretação dos resultados

1 obtidos seria no sentido de que, para o período analisado, os animais tenham preferência pelo
2 investimento energético na reprodução em detrimento da alimentação, aproveitando assim o
3 comportamento gregário demonstrado na estação seca e não repetido nas outras fases do ano.
4 Desse modo, a alimentação dos animais no período de seca seria muito semelhante entre os
5 gêneros.

6 A alta similaridade na dieta entre todos os grupos analisados pode ser decorrente
7 também da baixa disponibilidade de recursos como frutos e sementes durante a estação seca,
8 uma vez que a fenologia das árvores de igapó na Amazônia está sincronizada com o pulso de
9 inundação (Kubitzki e Ziburski 1994). Ojasti (1971) encontrou, durante estação chuvosa, 86%
10 de frutos nos estômagos de 10 fêmeas adultas de *P. expansa*. Também durante estação
11 chuvosa, Fachin-Terán *et al.* 1995 afirmaram que frutos e sementes representaram alguns dos
12 principais alimentos encontrados nos estômagos de três machos adultos de *P. expansa*
13 analisados. Os padrões de atividade de quelônios estão intimamente associados às condições
14 climáticas, pois fatores como temperatura da água e índice pluviométrico moldam o
15 comportamento desses animais (Souza 2004). Por ser justamente no período de chuvas
16 quando ocorre a frutificação da maioria das árvores do igapó, os resultados sugerem que a
17 estação seca, com a qual está sincronizada a fase reprodutiva de *P. expansa*, parece direcionar
18 os esforços populacionais para fins reprodutivos em detrimento do gasto metabólico com o
19 forrageio por alimentos. Esse padrão alimentar sazonalmente diferenciado gera os
20 característicos anéis de crescimento, que podem ser facilmente observados na maioria dos
21 quelônios. Os padrões de deposição desses anéis sobre os escudos da carapaça são usualmente
22 utilizados para estimativa da idade dos quelônios, e evidenciam a existência de pulsos de
23 fartura alimentar seguidos por longos períodos de jejum (Wilson *et al.* 2003).

24 Embora o número de machos analisados durante a estação seca tenha sido baixo (n =
25 6), os resultados da Tabela 4 do Capítulo 1 corroboram aqueles encontrados por Balensiefer
26 (2003) para indivíduos de *Podocnemis unifilis*, em que a categoria “sedimentos” foi associada
27 ao sexo, ocorrendo significativamente em maior volume nos machos que nas fêmeas e nos
28 juvenis. Tal característica pode sugerir diferenças sexuais no forrageamento, de tal forma que
29 machos e fêmeas apresentem diferentes intensidades de forrageio, ou mesmo que se
30 alimentem ocupando diferentes estratos na coluna d’água.

31 O baixo número de sementes morfológicamente intactas que foram recuperadas das
32 fezes dos animais durante a estação chuvosa não permitiu o agrupamento em amostras

1 homogêneas e numericamente representativas, impedindo assim tanto a aplicação de
2 diferentes tratamentos quanto a realização de uma avaliação quantitativa de germinabilidade
3 (Santana e Ranal 2004). As causas de tal quadro podem estar no efeito da ação destrutiva da
4 passagem dos alimentos pelo trato digestório dos animais, embora isso não possa ser
5 comprovado pela ausência de grupo-controle para fins comparativos. Outra explicação
6 possível seria a baixa disponibilidade desses recursos no ambiente durante a época do
7 experimento, o que, no entanto, mostra-se pouco provável, já que a estação chuvosa está
8 comumente associada à fenologia reprodutiva de muitas plantas (Parolin *et al.* 2004),
9 oferecendo abundantes e variados recursos alimentares às tartarugas-da-amazônia nos igapós.
10 Desse modo, é mais plausível considerar a variedade e a aleatoriedade da escolha de
11 alimentos pelos animais, que assim optariam por consumir pequenos volumes de diversos
12 tipos de alimento ao invés de grandes volumes de poucos itens.

13 Os resultados do Capítulo 2 abrem perspectivas para a realização de ulteriores testes
14 indutivos, em que sementes dos táxons apresentados no presente trabalho – com destaque para
15 *Duroia sp.* (Myrtaceae) – sejam coletadas nos igapós e abundantemente oferecidas a
16 indivíduos de *P. expansa*. Direcionar o experimento quanto às espécies vegetais a serem
17 avaliadas mostra-se fundamental para a recuperação de uma quantidade representativa de
18 sementes morfológicamente intactas, compondo amostras de um grupo-tratamento. Em
19 paralelo, sementes dos mesmos táxons coletadas nos igapós permitiriam a composição de
20 amostras em um grupo-controle. Assim, seria possível comparar quantitativamente a
21 germinabilidade entre grupos, gerando dados de conclusiva significância estatística.

22 É relevante considerar a escala temporal do experimento de germinação apresentado e
23 sua possível assincronia com a fase reprodutiva das espécies vegetais cujas sementes foram
24 recuperadas. O baixo número de sementes recuperadas e submetidas ao teste de germinação
25 não se mostra estatisticamente conclusivo para descartar a atuação das tartarugas-da-amazônia
26 na dispersão de sementes das aqui expostas e de outras espécies vegetais. Assim, os dados
27 aqui apresentados servem de importante subsídio para futuros experimentos.

28 Em síntese, as principais conclusões do trabalho foram que:

29

- 30 ■ Não é possível afirmar que indivíduos de *Podocnemis expansa* atuem como agentes de
31 dispersão endozoocórica.

32

33

- 1 ▪ Para a população de *Podocnemis expansa* estudada, não houve relação entre o tamanho dos
2 animais e o volume de material vegetal ingerido durante a estação seca.
3
- 4 ▪ Para a população de *Podocnemis expansa* estudada, não houve relação entre o tamanho dos
5 animais e o volume de material animal ingerido durante a estação seca.
6
- 7 ▪ De modo geral, não existem diferenças sexuais no volume dos itens alimentares
8 consumidos pela população de *Podocnemis expansa* analisada. No entanto, a ingestão de
9 sedimentos em machos foi significativamente maior do que em fêmeas e em juvenis.
10
- 11 ▪ Folhas representaram os itens alimentares mais importantes na alimentação de *Podocnemis*
12 *expansa* durante a estação seca. A espécie pode ser considerada onívora, uma vez que os
13 animais estudados consumiram materiais vegetais e animais indistintamente do tamanho
14 corporal.
15

1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2
3 Alho, C.J.R.; Carvalho, A.G.; Pádua, L.F.M. 1979. Ecologia da tartaruga da Amazônia e
4 avaliação de seu manejo na Reserva Biológica de Trombetas. *Brasil Florestal*, 9: 29-47.

5
6 Alho, C.J.R; Pádua, L.F.M. 1982a. Early growth of pen reared Amazon turtles *Podocnemis*
7 *expansa* (Testudinata, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 42(4): 641-646.

8
9 Alho, C.J.R; Pádua, L.F.M. 1982b. Sincronia entre o regime de vazante do rio e o
10 comportamento de nidificação da tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata:
11 Pelomedusidae). *Acta Amazonica*, 12(2): 323-326.

12
13 Balensiefer, D. C. 2003. *Dieta de Podocnemis unifilis (Testudines, Pelomedusidae) em um*
14 *período de seca em uma várzea do médio Solimões, Amazonas*. Dissertação de Mestrado.
15 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Fundação Universidade do Amazonas,
16 Manaus, Amazonas. 34 pp.

17
18 Beccaeri, O. 1890. Malesia, III. Firenze, Italy.

19
20 Bjorndal, K.; Bolten, A.B. 1990. Digestive processing in a herbivorous freshwater turtle:
21 consequences os small-intestine fermentacion. *Physiol. Zool.* 63(6) :1232-1247.

22
23 Bjorndal, K.A.; Bolten, A.B.; Largueux, C.J.; Jackson, D.R. 1997. Dietary overlap in three
24 sympatric congeneric freshwater turtles (*Pseudemys*) in Florida. *Chelonian Conservation and*
25 *Biology*, 2: 430-433.

26
27 Bonin, F.; Devaux, B; Dupré, A. 2006. *Turtles of the world*. John Hopkins University Press,
28 Baltimore, Maryland. 416 pp.

29
30 Borzi, A. 1911. Recherche sulla disseminazione della piante por mezzo di sauri. *Atti Societa*
31 *Italiana di Scienze Naturale e Museo Civico di Storia Naturale Milan*, 3: 17.

32

- 1 Burgin, S. & Renshaw, A. 2007. Epizoochory, algae and the Australian Eastern long-necked
2 turtle *Chelodina longicollis* (Shaw). *American Midland Naturalist*, 160: 61-68.
- 3
- 4 Cagle, F.R. 1939. A system of making turtles for future identification. *Copeia*, 2:170-173.
- 5
- 6 Camargo, J.L.C.; Ferraz, I.D.K.; Mesquita, M.R.; Santos, B.A.; Brum, H.D. 2008. Guia de
7 Propágulos e Plântulas da Amazônia. Vol. I. Editora INPA, Manaus. 168 pp.
- 8
- 9 Caputo, F. P.; Vogt, R.C. 2008. Stomach flushing vs. fecal analysis: the example of *Phrynops*
10 *rufipes* (Testudines, Chelidae). *Copeia*, 2: 301-305.
- 11
- 12 Carazo, R.C.; Salazar, A.D.; Puig, M.E.M; Nazao, A.S.; Torrealba, M. (Coords). 1997.
13 Biología Y manejo de la tortuga *Podocnemis Expansa* (Testudines, Pelomedusidae). Tratado
14 De Cooperacion Amazonica / Secretaria Pro Tempore, Caracas, Venezuela. 54 pp.
- 15
- 16 Fachin-Terán, A.; Vogt, R.C.; Gomez, M.F.S. 1995. Food habits of an assemblage of five
17 turtles in the Rio Guapore, Rondônia, Brazil. *Journal of Herpetology*. 29(4): 536-547.
- 18
- 19 Ferreira Júnior, P.D.; Castro, P.T.A. 2006. Geological characteristics of the nesting areas of
20 the giant Amazon River turtle (*Podocnemis Expansa*) in the Crixás-Açu River in Goiás state,
21 Brazil. *Acta Amazonica*, 36(2): 249-258.
- 22
- 23 Figuerola, J.; Santamaría, L.; Green, A.J.; Luque, I.; Alvarez, R.; Charalambidou, I. 2005.
24 Endozoochorous dispersal of aquatic plants: does seed gut passage affect plant performance?
25 *American Journal of Botany*, 92: 696-699.
- 26
- 27 Hansen, D.M.; Kaiser, C.N.; Müller, C.B. 2008. Seed dispersal and establishment of
28 endangered plants on oceanic islands: the Janzen-Connel model, and the use of ecological
29 analogues. *PLoS ONE*, 3(5): e2111.
- 30
- 31 Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. In: *Academic Press*, London, England. 892
32 pp.

- 1 Howe, H.F.; Smallwood, J. 2005. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology,*
2 *Evolution and Systematics*, 13: 201-228.
- 3
- 4 IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; STCP,
5 STCP Engenharia de Projetos Ltda. 2004. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio
6 Trombetas. (http://www.ibama.gov.br/rebiotrombetas/index.php?id_menu=16). Acesso em
7 05/01/2009.
- 8
- 9 IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Mapa de Vegetação.
10 (<http://mapas.ibge.gov.br/website/vegetacao/viewer.htm>). Acesso em 10/09/2010.
- 11
- 12 Jerozolimski, A.; Ribeiro, M.B.N.; Martins, M. 2009. Are tortoises important seed dispersers
13 in Amazonian forests? *Oecologia*, 161: 517-528.
- 14
- 15 Jordano, P.; Galetti, M.; Pizo, M.A.; Silva, W.R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de
16 sementes à Biologia da Conservação, p. 411-436. In: Duarte, C.F.; Bergallo, H.G.; Dos
17 Santos, M.A.; Va, A.E. (Eds.). *Biologia da conservação: essências*. Editorial Rima, São
18 Paulo, Brasil.
- 19
- 20 Jordano, P.; Garcia, C.; Godoy, J.A.; Garcia-Castaño, J.L. 2007. Differential contribution of
21 frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of*
22 *Sciences of the United States of America (PNAS)*, 104(9): 3278-3282.
- 23
- 24 Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row, New York. 654 pp.
- 25
- 26 Kubitzki, K.; Ziburski, A. 1994. Seed dispersal in floodplain forests of Amazonia. *Biotropica*,
27 26(1): 30-43.
- 28
- 29 Labouriau, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Secretaria Geral da Organização dos
30 Estados Americanos / Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico,
31 Washington, D.C. 174 pp.
- 32

- 1 Legendre, P.; Legendre, L. 1998. Numerical Ecology. 2^a ed. Elsevier, Amsterdam. 870 pp.
2
- 3 Legler, J.M. 1977. Stomach flushing: a technique for chelonian dietary studies.
4 *Herpetologica*, 33: 281-284.
- 5 Levin, S.A.; Muller-Landau, H.C.; Nathan, R.; Chave, J. 2003. The ecology and evolution of
6 seed dispersal: a theoretical perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution and*
7 *Systematics*, 34: 575-604.
8
- 9 Liu, H.; Platt, S.G.; Borg, C.K. 2004. Seed dispersal by the Florida box turtle (*Terrapene*
10 *carolina bauri*) in pine rockland forests of the lower Florida Keys, United States. *Oecologia*,
11 138:539-546.
12
- 13 Lopes, L.A.R. 2006. *Determinação do tempo do trânsito gastrointestinal em Podocnemis*
14 *expansa Schweigger, 1812 (tartaruga-da-amazônia) (Testudines, Podocnemididae)*.
15 Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia / Faculdade de Medicina
16 Veterinária, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, 34 pp.
17
- 18 Mahmoud, I.Y.; J. Klicka. 1979. Feeding, drinking, and excretion. In: Harless, M.; Morlock,
19 H. (Eds.). *Turtles perspectives and research*. A Wiley-Interscience Publication, USA. 695 pp.
- 20 Malvasio, A.; Souza, A.M.; Molina, F.B.; Sampaio, F.A. 2003. Comportamento e preferência
21 alimentar em *Podocnemis expansa* (Schweigger), *P. unifilis* (Troschel) e *P. sextuberculata*
22 (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1):
23 161-168.
24
- 25 Maia, L.A.; Santos, L.M.; Parolin, P. 2007. Germinação de sementes de *Bothriospora*
26 *corymbosa* (Rubiaceae) recuperadas do trato digestório de *Triporthus angulatus* (sardinha)
27 no Lago Camaleão, Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 37(3): 321-326.
28
- 29 Moll, D.; JANSEN, K.P. 1995. Evidence for a role in seed dispersal by two tropical
30 herbivorous turtles. *Biotropica* 27(1): 121-127.
31

- 1 Nagy, K.A. 2000. Energy costs of growth in neonate reptiles. *Herpetological Monographs*,
2 14: 378-397.
- 3
- 4 Ojasti, J. 1971. La tortuga arrau del Orinoco: um recurso impropriamente utilizado. *Defensa de*
5 *la Naturaleza*, 1(2): 3-9.
- 6 Pádua, L.F.M.; Alho, C.J.R. 1984. Avaliação do comportamento de nidificação em
7 *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae) durante cinco anos em área de proteção.
8 *Brasil Florestal*, 59: 59-61.
- 9
- 10 Pakeman, R.J. 2001. Plant migration rates and seed dispersal mechanisms. *Journal of*
11 *Biogeography*, 28: 795-800.
- 12
- 13 Parolin, P.; De Simone, O.; Haase, K.; Waldhoof, D.; Rottenberger, S.; Kuhn, U.;
14 Kesselmeier, J.; Kleiss, B.; Schmidt, W.; Piedade, M.T.F.; Junk, W.J. 2004. Central
15 Amazonian Floodplain Forests: Tree Adaptations in a Pulsing System. *The Botanical Review*,
16 70(3): 357-380.
- 17
- 18 Portal, R.R.; Lima, M.A.S.; Luz, V.L.F.; Bataus, Y.S.L.; Reis, I.J. 2002. Espécies vegetais
19 utilizadas na alimentação de *Podocnemis unifilis*, Troschel 1948 (Reptilia, Testudinae,
20 Pelomedusidae) na região do Pracuúba – Amapá – Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, 3(1):
21 11-19.
- 22
- 23 Primack, R.B.; Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Ed. Rodrigues, Londrina. 328
24 pp.
- 25
- 26 Pritchard, P.C.H.; Trebbau, P. 1984. *The turtles of Venezuela*. Society for the Study of
27 Amphibians and Reptiles, Athens. 403 pp.
- 28
- 29 R Development Core Team. 2008. R: A Language and Environment for Statistical
30 Computing. R Foundation For Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0,
31 (<http://www.r-project.org>). Acesso em 12/07/2011.
- 32

- 1 Ramo, C. 1982. Biología del Galápago (*Podocnemis vogli*, Muller, 1935) em el Hato El Frio,
2 Llanos de Apure, Venezuela. *Doñana, Acta Vertebrata*, 9:1-161.
- 3
- 4 Rhodin, A.G.J.; Walde, A.D.; Horne, B.D.; Van Dijk, P.P.; Blanck, T.; Hudson, R. (Eds.).
5 2011. Turtles in trouble: The world's 25+ most endangered Tortoises and Freshwater Turtles.
6 IUCN/SSC. Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group, Turtle Conservation Fund,
7 Turtle Survival Alliance, Turtle Conservancy, Chelonian Research Foundation, Conservation
8 International, Wildlife Conservation Society and San Diego Zoo Global. Lunenburg, MA, 54
9 pp.
- 10
- 11 Ridley, H.N. 1930. The dispersal of plants throughout the world. Reeve, Ashford. 744 pp.
- 12
- 13 Rueda-Almonacid, J.V.; Carr, J.L.; Mittermeier, R.A.; Rodríguez-Mahecha, J.V.; Mast, R.B;
14 Vogt, R.C.; Rhodin, A.G.J.; De la Ossa-Velásquez, J.; Rueda, J.N; Mittermeier, C.G. 2007.
15 *Las tortugas y los crocodilianos de los países andinos del Trópico*. Editorial Panamericana,
16 Serie de Guias Tropicales de Campo N° 6 / Conservación Internacional, Bogotá, Colômbia.
17 538 pp.
- 18
- 19 Salera-Junior, G.; Malvasio, A.; Portelinha, T.C.G. 2009. Avaliação de padrão irregular dos
20 escudos do casco em *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines,
21 Podocnemididae). *Acta Amazonica*, 39(2): 429-436.
- 22
- 23 Santana, D.G.; Ranal, M.A. 2004. Análise estatística. p. 197-208. In: Ferreira, A.G.;
24 Borghetti, F. 2004. *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed. Porto Alegre.
- 25
- 26 Santos-Júnior, L.B. 2009. *Dieta de Podocnemis erythrocephala* (Testudines:
27 Podocnemididae) no Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado,
28 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 34 pp.
- 29
- 30 Singer, M.S.; Bernays E.A. 2003. Understanding omnivory needs a behavioral perspective.
31 *Ecology*, 84: 2532–2537.
- 32

- 1 Smith, N.J.H. 1979. Quelônios aquáticos da Amazônia: um recurso ameaçado. *Acta*
2 *Amazonica*, 9(1): 87-97.
- 3
- 4 Soini, P. 1995. *Ecología y situación de la Charapa (Podocnemis expansa): Informe*
5 *Preliminar*. p. 177-183. In: Soini, P.; Tovar, A.; Valdéz, U. (Eds). Reporte. Pro
6 Naturaleza/CDC-UNALM, Lima.
- 7
- 8 Souza, F.L. 2004. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de
9 cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3(1): 15-27.
- 10
- 11 Souza, M.J.F.T. 2005. *Fontes autotróficas de energia para peixes do canal principal e*
12 *quelônios ao longo da bacia do médio Rio Negro, Amazônia – Brasil*. Tese de Doutorado,
13 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 79 pp.
- 14
- 15 Strong, J.N.; Fragoso, J.M.V. 2006. Seed dispersal by *Geochelone carbonaria* and
16 *Geochelone denticulata* in Northwestern Brazil. *Biotropica*, 38(5): 683-686.
- 17
- 18 Traveset, A.; Robertson, A.W.; Rodríguez-Pérez, J. 2007. A review of the role of
19 endozoochory in seed germination. p. 78-103. In: Dennis, A.J.; SCHUPP, E.W.; GREEN, R.
20 A.; WESTCOTT, D.A. (Eds.). *Seed dispersal: theory and its application in a changing world*.
21 CABI, Oxon, UK.
- 22
- 23 VOGT, R.C. 1980. New methods for trapping aquatic turtles. *Copeia*, 2: 368-371.
- 24
- 25 VOGT, R.C. 2001. Turtles of Rio Negro. p. 245-262. In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.;
26 Sonneschien, L.; Tlusty, M. (Eds.). *Conservation and Management of Ornamental Fish*
27 *Resources of the Rio Negro Basin, Amazônia*. January, 2009. Universidade do Amazonas /
28 Brazil-Project Piaba. Manaus, Brasil
- 29
- 30 Vogt, R.C.; Guzman, S.G. 1988. Food partitioning in a Neotropical freshwater turtle
31 community. *Copeia*, 1: 37-47.
- 32

- 1 Vogt, R.C. 2008. Tartarugas da Amazônia. Ed. INPA, Manaus, 104pp.
- 2
- 3
- 4 Webb, C.O. & Peart, D.R. 2001. High seed dispersal rates in faunally intact tropical
- 5 rainforest: theoretical and conservation implications. *Ecology Letters*, 4: 491-499.
- 6
- 7 Wilson, D.S.; Tracy, C.R.; Tracy, C.R. 2003. Estimating age of turtles from growth rings: a
- 8 critical evaluation of the technique. *Herpetologica*, 59(2): 178-194.