

**MANEJO DE NINHOS DA TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA**  
**(*Podocnemis expansa*)**

**KELLY BONACH**

Médica Veterinária

Orientador: Prof. Dr. **LUCIANO MARTINS VERDADE**

---

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São  
Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ecologia  
de Agroecossistemas.

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Janeiro - 2003

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Bonach, Kelly

Manejo de ninhos da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) / Kelly Bonach. –  
Piracicaba, 2003.

74 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.  
Bibliografia.

1. Ecologia animal 2. Incubadoras 3. Manejo animal 4. Reprodução animal 5. Tartaruga  
6. Temperatura I. Título

CDD 639.392

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

Data de depósito junto à CPG/ESALQ

23 / 01 / 2003

*Dedico o meu trabalho com quelônios, desde os primeiros dias de estágio no CENAQUA/IBAMA até as últimas linhas desta dissertação, a todos os brasileiros que acreditam no uso sustentável da fauna silvestre como instrumento de conservação do meio ambiente.*

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus, pelas portas abertas ao longo do caminho;*

*Aos meus pais, Otto Waldemar Bonach e Nilda da Silva, por terem me dado a base para o prosseguimento dos meus estudos;*

*Ao meu namorado, Clayton de Andrade, pelo carinho e incentivo ao meu desenvolvimento profissional;*

*Ao Prof. Dr. Luciano Martins Verdade, da ESALQ / USP, pela sua valiosa orientação antes e durante o mestrado;*

*À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento à pesquisa e pela bolsa de mestrado;*

*A Paulo Bezerra e Silva Neto e Carla Bezerra, da empresa Pró-Fauna Assessoria e Comércio Ltda, pela colaboração com o plano de pesquisa e pelo incentivo a minha entrada no mestrado;*

*A Vitor Hugo Cantarelli, Yeda Lucena Bataus, Vera Lúcia Ferreira Luz, Isaías José dos Reis, Jairo Alves de Queiroz (in memoriam) e fiscais do Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios / IBAMA, pela imensa colaboração na análise e aprovação do projeto de pesquisa, pelo apoio nos trabalhos de campo e pela tão sincera amizade;*

*A Paulo de Souza Neto, José de Paula Moraes Filho e fiscais de campo da Agência Ambiental de Goiás, pelo inestimável apoio à pesquisa no rio Araguaia;*

*Ao Prof. Dr. Álvaro P. da Silva e a Luciano Dias Ferraz, do Laboratório de Solos do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ / USP, pelo auxílio na análise das características físicas da areia coletada;*

*A Profa. Dra. Ana Maria de Souza, Profa. Dra. Adriana Malvásio e Ênio Mattos, do Laboratório de Histologia do Departamento de Zoologia da USP/SP, pela técnica de reconhecimento sexual da tartaruga-da-amazônia através de lâminas histológicas das gônadas;*

*A Profa. Dra. Eliana Reiko Matushima, do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo/SP, pelo auxílio na identificação sexual dos filhotes de tartarugas-da-amazônia;*

*A José Fernando Levinger, meu amigo, pelo valiosíssimo auxílio nas coletas de dados da pesquisa;*

*A Karina Kelli Vendimiatti de Oliveira e Adrianny Érica Maruoka, minhas amigas, pela valorosa colaboração como estagiárias do projeto;*

*A todos amigos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desta pesquisa,*

***meu eterno agradecimento.***

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS NINHOS.....	11
Resumo.....	11
Abstract.....	12
3.1 Introdução.....	12
3.2 Material e Métodos.....	13
3.3 Resultados.....	15
3.4 Discussão.....	16
3.5 Conclusões.....	20
4 ALOMETRIA DA REPRODUÇÃO.....	21
Resumo.....	21
Abstract.....	21
4.1 Introdução.....	22
4.2 Material e Métodos.....	23
4.3 Resultados.....	24
4.4 Discussão.....	30
4.5 Conclusões.....	31

5 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E UMIDADE NA SOBREVIVÊNCIA DOS EMBRIÕES E NA DETERMINAÇÃO SEXUAL.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	33
5.1 Introdução.....	34
5.2 Material e Métodos.....	35
5.3 Resultados.....	39
5.4 Discussão.....	47
5.5 Conclusões.....	51
6 EFEITO DA TRANSLOCAÇÃO DE OVOS NA VIABILIDADE DOS EMBRIÕES.....	52
Resumo.....	52
Abstract.....	52
6.1 Introdução.....	53
6.2 Material e Métodos.....	54
6.3 Resultados.....	55
6.4 Discussão.....	56
6.5 Conclusões.....	59
7 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Exemplar adulto de <i>Podocnemis expansa</i> .....	2
2 Filhotes de <i>Podocnemis expansa</i> no ninho (RAN/IBAMA).....	3
3 Mapa da área da pesquisa (Área III, em amarelo).....	4
4 Praia do rio Araguaia.....	5
5 Praia do rio Crixás-açu.....	6
6 Relação entre o tamanho da ninhada e a profundidade total do ninho (cm).....	26
7 Relação entre o tamanho da ninhada e a largura da câmara de ovos (cm).....	26
8 Relação entre o tamanho da ninhada e a profundidade superior da câmara de ovos (cm).....	27
9 Relação entre o tamanho da ninhada e o rastro do plastrão da fêmea (cm).....	27
10 Relação entre o rastro do plastrão (cm) e o rastro das patas da fêmea (cm).....	28
11 Relação entre o tamanho da ninhada e o rastro das patas da fêmea (cm).....	28
12: Relação entre o tamanho da ninhada e a altura da câmara de ovos (cm).....	29
13: Relação entre o peso médio dos ovos (g) e o rastro do plastrão da fêmea (cm).....	29
14 Corte histológico do testículo de um filhote de <i>Podocnemis expansa</i> . Fotomicroscópio: aumento de 36x.....	37

15	Corte histológico do ovário de um filhote de <i>Podocnemis expansa</i> . Fotomicroscópio: aumento de 36x.....	37
16	Relação entre a temperatura mínima (°C) e o período de incubação (dias).....	39
17	Relação entre a temperatura máxima (°C) e o período de incubação (dias).....	40
18	Relação entre a temperatura média de incubação do substrato (areia) e a porcentagem de fêmeas (ninhos naturais).....	41
19	Relação entre a temperatura de incubação (°C) e o período de incubação (dias).....	43
20	Relação entre a temperatura média de incubação do substrato (areia) e a porcentagem de fêmeas (condições controladas em incubadoras artificiais).....	44
21	Relação entre a temperatura média de incubação do substrato (areia) e a porcentagem de machos (condições controladas em incubadoras artificiais).....	44
22	Relação entre a umidade relativa média e a porcentagem de fêmeas (condições controladas em incubadoras artificiais).....	45
23	Relação entre a umidade relativa média e a porcentagem de machos (condições controladas em incubadoras artificiais).....	45
24	Relação entre o período de incubação e a porcentagem de fêmeas (condições controladas em incubadoras artificiais).....	46
25	Relação entre o período de incubação e a porcentagem de machos (condições controladas em incubadoras artificiais).....	46
26	Relação entre a umidade relativa média e o período de incubação (condições controladas em incubadoras artificiais).....	47
27	Relação entre a taxa de viabilidade do ovo (y) e a idade dos embriões em dias (x).....	56

## LISTA DE TABELAS

	Página
1 Locais de estudo: rios, tabuleiros e coordenadas.....	14
2 Características morfométricas do ninho de <i>Podocnemis expansa</i> .....	24
3 Áreas utilizadas para a coleta de dados no rio Araguaia.....	35
4 Estatística descritiva para temperatura da areia e umidade do ar das incubadoras.....	42

## MANEJO DE NINHOS DA TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA -*Podocnemis expansa*

Autora: KELLY BONACH

Orientador: Prof. Dr. LUCIANO MARTINS VERDADE

### RESUMO

O repiquete é a elevação rápida do nível da água dos rios, provocando a inundação das praias. A aparição destas enchentes promove a eliminação total ou parcial dos ovos de muitas espécies de quelônios nos rios da Bacia Amazônica. Além do repiquete, a tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) possui um histórico de grande destruição de seus estoques naturais, motivada pelo uso doméstico de seus produtos (e.g., carne, gordura, ovos e casco). O objetivo do presente estudo foi desenvolver estratégias de manejo de ovos de tartarugas-da-amazônia que os protejam dos efeitos dos repiquetes, reduzindo a mortalidade natural e possibilitando a utilização dos filhotes por criadouros autorizados ou em programas de pesquisa. Para isto, foram realizados três experimentos, quais sejam: 1) Monitoramento de temperatura, umidade e compactação interna da câmara de ovos, densidade da areia e morfometria do ninho; 2) Determinação do período de incubação, taxa de eclosão e proporção sexual, através de incubação artificial; e 3) Determinação do período ideal pós-postura para transferência de ovos para praias altas. Foram utilizadas ninhadas de tartarugas-da-amazônia ocorridas nas praias dos rios Araguaia e Crixás-açu, Goiás, entre os meses de agosto a novembro de 2000. A análise dos dados coletados sugere que, no início do período de

incubação dos ovos, os ninhos mantêm sua umidade maior que a da areia lateral e a densidade aparente da câmara de postura é a mesma da areia lateral, podendo, no entanto, variar ao longo de diferentes praias mesmo em um mesmo rio. Em termos de granulometria da areia, a distribuição por tamanho dos grânulos pode variar entre praias. Entretanto, essa granulometria parece não afetar a sobrevivência dos embriões nem o período de incubação. A forma dos ninhos também parece não afetar o sucesso reprodutivo da espécie, estando relacionada com o tamanho do corpo da fêmea. Os ninhos naturais tendem a produzir um padrão sexual fêmea-macho-fêmea e os ninhos incubados em incubadoras artificiais, macho-fêmea. A taxa de eclosão nessas incubadoras pode ser maior que nos ninhos naturais e a translocação de ovos no primeiro dia após a postura resulta em uma mortalidade embrionária significativamente maior que aos 14, 28 e 42 dias pós-postura.

**NESTS MANAGEMENT OF THE GIANT AMAZON RIVER TURTLE -**  
*Podocnemis expansa*

Author: KELLY BONACH

Adviser: Prof. Dr. LUCIANO MARTINS VERDADE

**SUMMARY**

The term 'repiquete' is defined as being the sudden and fast elevation of a river water level. This natural phenomenon provokes the inundation of some nesting beaches of the giant Amazon river turtle (*Podocnemis expansa*), which are commonly known, in Brazil, as 'Tartaruga-da-Amazônia'. This inundation causes total or partial loss of eggs from many freshwater turtles that live in the Amazon river basin. Besides this problem, the Amazon river turtle has experienced a great destruction of its wild populations, caused by the human use of its meat and other products (e.g.: grease, eggs and skull). The main goal of the present study was to develop a new management system for the Amazon river turtle eggs from the effects of 'repiquetes', in order to decrease natural mortality. This way, it might be possible to furnish hatchlings to commercial ranches. For this purpose, the following three experiments were carried out: 1) Assessment of nest temperature and humidity, and sand density of the egg chamber; 2) Determination of incubation period, eclosion rate, and sex ratio in both natural and artificial conditions; and, 3) Determination of the best period for eggs translocation. Field studies were carried out from August to November 2000. Clutches from Araguaia and Crixás-Açu

river sand beaches in the State of Goiás, Central Brazil, have been sampled. The present results suggest that at the beginning of the incubation period nests keep humidity higher than on the sand around and the egg chamber usually presents the same apparent density than the sand around, but it can vary among different beaches even within a single river. The distribution of sand grains can vary among beaches. However, sand grain distribution does not seem to affect embryos survival neither the incubation period. Nest form does not seem to affect the Amazon river turtles reproductive success, but it seems to be related with female body size. The natural nests presents tend to produce female-male-female (FMF) TSD pattern, but artificial incubators tend to produce male-female (MF) TSD pattern. Eclosion rate in artificial incubators can be higher than in natural nests and late eggs translocation result in less embryo mortality.

## 1 INTRODUÇÃO

Apresentando seus estoques naturais seriamente ameaçados pela destruição de seu habitat natural, pela coleta de ovos e pelo comércio clandestino de indivíduos adultos, a conservação da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) (Figura 1) tornou-se uma grande preocupação dos órgãos de defesa do meio ambiente no Brasil (CENAQUA, 1994 e Moll & Moll, 2000). O uso doméstico de seus produtos (carne, gordura, casco) e sub-produtos (ovos, filhotes) por índios e ribeirinhos tornou-se um hábito também nas sociedades urbanas, seja através dos turistas, que vinham aos rios em busca do lazer, ou através da venda clandestina dos quelônios aos centros urbanos consumidores. Wetterberg et al. (1976) relatam que a tartaruga foi a espécie considerada preferida como alimento em Manaus dentre várias outras também consumidas, chegando a ser disputada a preços altíssimos na época natalina.

Ações no sentido de minimizar sua exploração predatória foram surgindo e acumulando força. Em 1979, o Instituto Brasileiro do Desenvolvimento Florestal (IBDF) criou o Projeto Quelônios da Amazônia, assumido em 1990 por um Centro Nacional, o Centro Nacional dos Quelônios da Amazônia - CENAQUA (hoje Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios - RAN), com a missão específica de proteger os quelônios brasileiros de água doce. Esta proteção consistia na vigilância de suas praias de nidificação (tabuleiros), marcação e transferência de ninhos, monitoramento da eclosão, soltura de filhotes em áreas protegidas, incentivo à criação em cativeiro e fiscalização sobre o comércio clandestino das espécies (IBAMA, 1989).

O uso sustentável da tartaruga-da-amazônia em cativeiro foi uma das primeiras tentativas do governo brasileiro de desestimular o comércio ilegal dessa espécie. Consciente da necessidade de conservação da tartaruga, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), em 1987, propôs o

incremento da produção da espécie nos tabuleiros, com fins de recuperação de seus estoques e de desenvolvimento de alternativas para o seu uso racional sustentável (FAO, 1988).

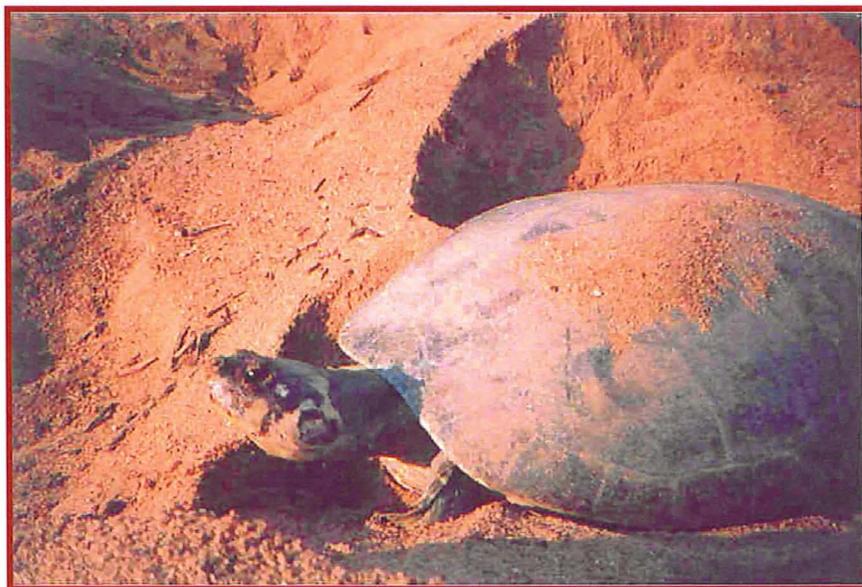


Figura 1 - Exemplar adulto de *Podocnemis expansa*

No Brasil, através de programas de distribuição de filhotes dirigidos pelo IBAMA, parte dos animais nascidos de *P. expansa* vem sendo destinada a criadouros credenciados para iniciarem sua produção a níveis zootécnicos (Schart, 1997) (Figura 2). No Peru, os exemplares do gênero *Podocnemis*, adquiridos nos estágios de filhotes, jovens ou adultos, são liberados em tanques para a produção de carne ou de animais de estimação (Fachín et al., 1992).

Entretanto, a tecnologia de criação em cativeiro da tartaruga-da-amazônia ainda não foi completamente elucidada e o mercado consumidor ainda é bastante modesto, o que tem originado um produto ainda incapaz de competir com o clandestino. Logo, em algumas áreas onde a pesca da tartaruga é intensa, os estoques naturais continuam ameaçados e vêm decrescendo ao longo dos anos.

Visando evitar o intenso declínio da população de inúmeras espécies de quelônios, alguns projetos governamentais têm proposto o envolvimento das comunidades predadoras no processo de manejo das espécies ameaçadas. No Brasil,

através do Projeto Tamar, o IBAMA contrata pescadores, antigos predadores dos ovos das tartarugas marinhas, para trabalharem na vigilância das praias e no manejo dos filhotes, utilizando suas experiências práticas na identificação de ninhos (Marcovaldi, 1987). Na Costa Rica, parte dos filhotes de *Trachemys scripta emolli* nascidos dos programas de manejo são destinados à venda como pets e o lucro é dividido com a população local, que colabora com os trabalhos de coleta dos ovos (Pritchard, 1993).

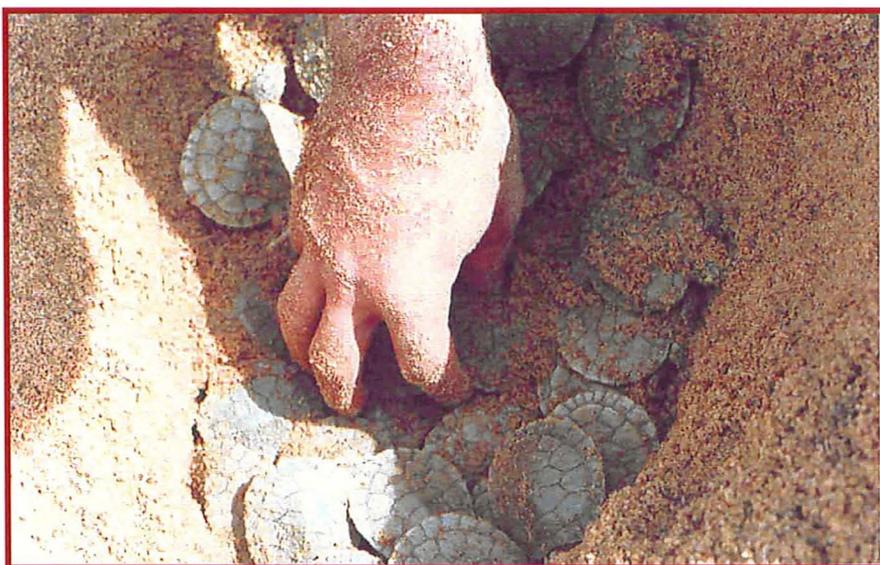


Figura 2 - Filhotes de *P. expansa* no ninho (RAN/IBAMA)

O projeto governamental no qual está inserido a conservação da tartaruga-da-amazônia no Brasil (Projeto Quelônios da Amazônia) tem dado seus primeiros passos no sentido de engajar as comunidades ribeirinhas no processo de manejo dos quelônios. No Estado de Goiás, essa participação limita-se ainda à contratação de agentes de praia advindos das comunidades que margeiam o Rio Araguaia.

Apesar do esforço de proteção e manejo de ovos e filhotes, fenômenos naturais como o repiquete (súbita elevação do nível da água do rio) podem comprometer os programas de conservação da tartaruga-da-amazônia em suas praias de nidificação. A incubação artificial, seja ela em praias altas ou em incubadoras, ainda é um processo pouco conhecido, que pode auxiliar na redução dessa perda natural de ninhos, e cujos

resultados devem ser cuidadosamente estudados, devido a sua interferência na biologia da espécie.

O objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de estratégias de manejo de ovos de tartarugas-da-amazônia que reduzisse a perda natural decorrente dos efeitos do repiquete, estudando os resultados desse manejo sobre a taxa de eclosão, o tempo de incubação e a proporção sexual. Desta forma, pretendeu-se subsidiar o manejo conservacionista da tartaruga-da-amazônia no Estado de Goiás, colaborando assim para a manutenção de seus estoques naturais em seu habitat e para a sustentabilidade da proposta de criação comercial da tartaruga no Estado de Goiás.

O trabalho foi composto por três etapas de estudo: 1) monitoramento da temperatura e umidade interna da câmara de ovos e determinação da densidade da areia e da morfometria do ninho; 2) determinação do período de incubação, taxa de eclosão e proporção sexual, por meio de incubação artificial; e, 3) determinação do período ideal pós-postura para transferência de ovos para praias altas.

Os estudos foram desenvolvidos na região norte do Estado de Goiás, em dois rios, o Araguaia e o Crixás-açu (Figura 3). Ambos encontram-se inseridos no bioma Cerrado, com precipitação variando de 1200 a 2000 mm/ano (Latrubesse et al., 1999).

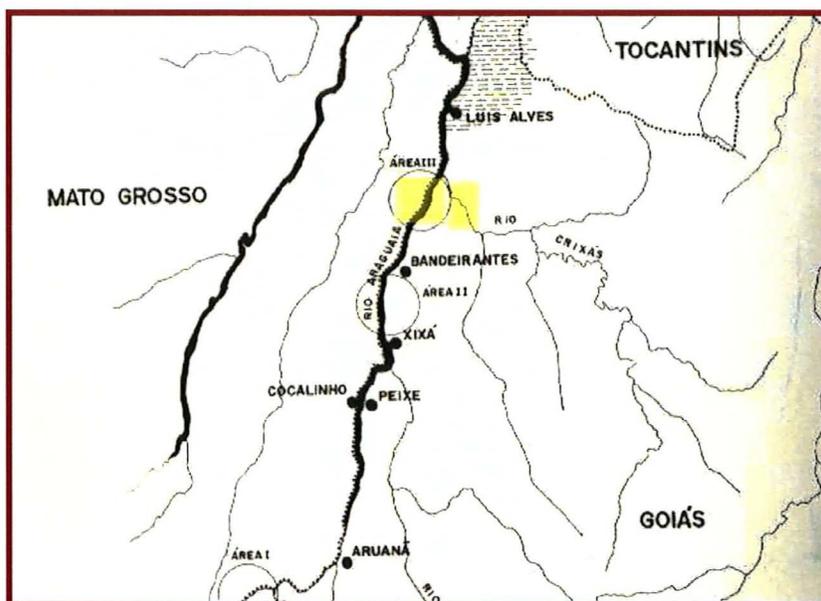


Figura 3 – Mapa da área da pesquisa (Área III, em amarelo).

O Rio Araguaia faz parte da Bacia Araguaia-Tocantins, dividindo os Estados de Goiás e Mato Grosso. Caracteriza-se por um grande volume de água barrenta, deslocando-se por um canal ainda em formação. No período da seca, o nível d'água reduz-se bastante, deixando expostas várias praias, a maior parte delas altas e extensas, de areias de textura fina e de fácil compactação (Figura 4), onde a tartaruga-da-amazônia nidifica. A maior concentração de ninhos, entretanto, encontra-se em tabuleiros onde a pressão antrópica é menor.

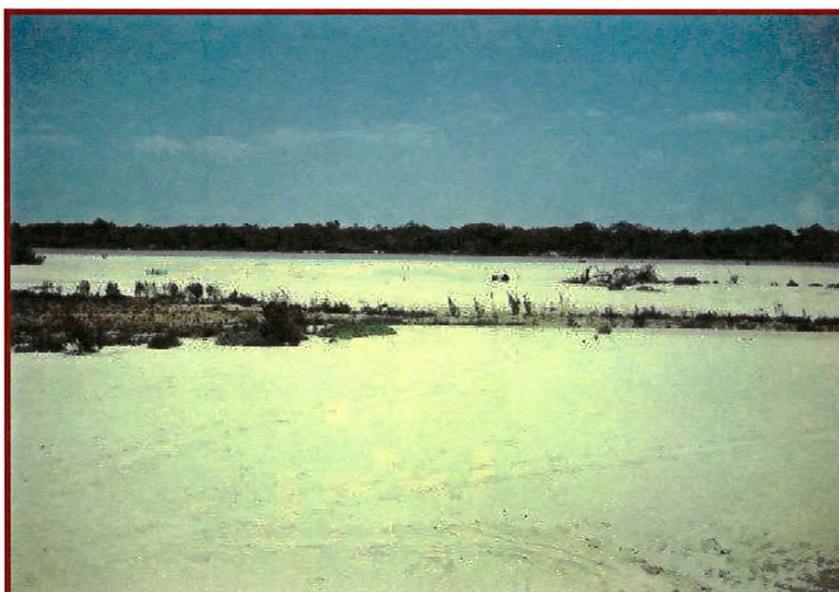


Figura 4 – Praia do rio Araguaia.

O Araguaia possui trechos pequenos e estreitos de mata ciliar e uma fauna rica e variada (IBAMA, 1989). O desmatamento é bem visível ao longo de seu curso (Latrubesse & Stevaux, 1999), percebendo-se freqüentemente áreas de pastagem entremeadas de vegetação secundária. Em vários trechos de suas margens, observa-se o processo erosivo, provocando assoreamento.

O Rio Crixás-açu é um afluente goiano do rio Araguaia. Caracteriza-se por apresentar pequena largura, assoalho basicamente pedregoso, praias baixas e de areia grossa e escura, água límpida e intensamente drenável na época da seca (julho a novembro). Neste período, o nível do rio abaixa consideravelmente, deixando as praias

expostas (Figura 5), constituindo o ambiente de nidificação da tartaruga-da-amazônia. O fenômeno conhecido por repiquete acontece quase todos os anos, o que leva à perda da maior parte dos ninhos. Mesmo assim, o volume de fêmeas desovando em seus tabuleiros é grande.

O ambiente do Rio Crixás-açu é composto ainda pela presença esparsa de fragmentos remanescentes de mata ciliar, onde ainda é possível observar uma variedade de animais, como a onça pintada, onça parda, jaguatirica, anta, sucuri, arraia, arara azul, jacarés e capivaras.



Figura 5 – Praia do rio Crixás-açu

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa* - Schwigger, 1812) é o maior quelônio de água doce da América do Sul. Pode alcançar 100cm de comprimento, por 60 cm de largura e pesar até 60 kg (CENAQUA, 1994). Desova um número médio de 100 ovos anualmente (IBAMA, 1989). Em quase todas as regiões do Brasil, o período de desova e eclosão dos ovos está compreendido entre agosto e dezembro, época em que as praias estão expostas (vazante).

Em Goiás, as praias do Rio Araguaia vêm concentrando ao longo dos anos um grande número de ninhos da espécie. A topografia da bacia deste rio é caracterizada geomorfologicamente como uma planície fluvial. Algumas das formações desta planície correspondem a cinturões arenosos, bancos de areia e praias ao longo do canal de drenagem (Cantarelli & Alves, 1999). As praias de nidificação da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*), chamadas comumente de tabuleiros, são formadas através da exposição anual desses bancos de areia (Vanzoline, 1967; Alfinito, 1976; Von Hildebrand et al., 1988 e Soini, 1997).

Este ambiente ideal à postura equivaleria à combinação de características como altura de praia, profundidade da areia, solo friável para a escavação, areia de textura e granulometria apropriadas para as trocas gasosas, retenção de umidade e proteção contra os extremos de temperatura (Pritchard & Trebbau, 1984; Ratterman & Ackerman, 1989; Mortimer, 1990; Speakman et al., 1998 e Seigel & Dodd, 2000).

Como o tempo de duração do tabuleiro é muito reduzido, restringindo-se a época da seca (Iverson, 1992, Moll, 1989), a evolução levou este quelônio a algumas respostas adaptativas: o período de incubação dos ovos é um dos menores (45 dias) dentre os quelônios de água doce (Pritchard & Trebbau, 1984); o índice de eclosão e o

tamanho da ninhada são altos, em torno de 80 a 90% e até 143 ovos (Alho et al., 1979; Zwing et al., 1990; Von Hildebrand et al., 1988 e Malvásio, 2001), tentativas de sobrevivência em um ambiente inconstante.

Algumas relações positivas entre o tamanho da ninhada de algumas espécies de quelônios norte-americanos com o tamanho corpóreo da fêmea têm sido relatadas (Gibbons, 1982; Congdon & Gibbons, 1985 e Dodd, 1997). Pritchard (1979) afirma que espécies mais prolíferas como a tartaruga-da-amazônia combinam grande tamanho corpóreo com pequeno tamanho de ovo, e por conseguinte, produzem um elevado número de ovos.

A fisiologia embrionária dos quelônios, de um modo geral, depende desse meio de postura apropriado (tabuleiro) para a garantia dos índices reprodutivos adequados à espécie (Tucker et al., 1998). A resposta dos embriões ao meio, produzindo baixas ou altas taxas de eclosão, menor ou maior período de incubação, depende também de outros fatores que vão além das características do substrato de incubação. A diferenciação genética da população (Bobyne & Brooks, 1994 e Packard et al., 1999) e efeitos de origem materna (Tucker & Warner, 1999) resultam em diferenças de resposta dos ovos às condições físicas do substrato de incubação.

De qualquer forma, esse substrato é um limitante ao sucesso reprodutivo da tartaruga-da-amazônia. Portanto, ela investe um esforço potencial na construção do ninho, cujas características morfométricas parecem refletir a necessidade de proteção contra predadores e contra os extremos de temperatura e umidade (Seigel & Dodd, 2000). Diversos autores tratam da profundidade do ninho da tartaruga-da-amazônia: Vanzoline (1967): 70 a 100 cm; Alho et al. (1979): 75 a 80 cm; Malvásio (2001): 55 a 87 cm. Alho et al. (1979) descrevem largura média da câmara de ovos de 20 a 25 cm e altura média da câmara de ovos de 13 a 18 cm.

A perda de ovos por mortalidade natural de embriões durante o período de incubação pode estar associada tanto às características genéticas e fenotípicas desses embriões quanto às condições físicas de incubação. Fêmeas com baixa fertilidade (Verdade et al., 1993 e Cardeilhac, 1989, 1990), tamanho do ovo (Gutzke & Packard, 1985), local de nidificação (Campos, 1993), volume da ninhada (Schulte & Shabreck,

1990), temperatura (Yntema, 1960; Ewert, 1985; Plummer et al., 1994; Ewert & Wilson, 1996 e Tucker & Warner, 1999), umidade (Plummer, 1976; Joanen et al., 1977; Sánchez, 1981; Magnusson, 1982; Grigg, 1987; Zwinck & Jovem, 1990; Fenwick, 1992; Kam, 1994; Bobyn & Brooks, 1994; Milton et al., 1997 e Packard et al., 1999), parasitismo (Vogt, 1981; Lopes, 1982 e Broderick & Hancock, 1997) e a interação dessas condições (Bustard, 1971; Tracy et al., 1978 e Packard & Packard, 1984) podem estar associados à mortalidade de embriões em répteis.

A temperatura de incubação dos ovos influencia no tempo de incubação (Molina, 1998; Plummer et al., 1994; Rostal et al., 1994; Valenzuela et al., 1997 e Booth, 1998) e, como o fator ambiental mais crítico, a diferenciação sexual da tartaruga-da-amazônia (Ciofi & Swingland, 1997 e Booth, 1998). A variação de temperatura do ninho depende do tipo de areia (Souza & Vogt, 1994). Málvasio (2001) descreve temperaturas média, máxima e mínima de incubação em ninhos de tartaruga-da-amazônia no médio Araguaia de 33 a 35°C, de 39,1°C e de 25,8°C, respectivamente. Von Hildebrand et al. (1988) descreve temperatura média de 28°C para *Podocnemis expansa* na Colômbia, a 15 cm de profundidade.

O padrão de determinação do sexo pela temperatura (TSD do inglês “temperature-sex determination”) para a espécie *Podocnemis expansa* é descrito como a ocorrência de fêmeas em altas temperaturas e de machos em temperaturas menores (Alho et al., 1985; Lance et al., 1992 e Souza & Vogt, 1994). Esta espécie pode também exibir um padrão de TSDII, ou seja, fêmeas podem ser produzidas também a temperaturas inferiores àquelas que produzem machos (Valenzuela, 2001).

Maximizar a produção de filhotes de tartaruga-da-amazônia por meio de medidas que assegurassem maiores taxas de eclosão tem sido um dos objetivos do governo brasileiro para a conservação da espécie (IBAMA, 1989 e FAO, 1988). No entanto, a soltura de filhotes ou indivíduos jovens na natureza, produzidos através de técnicas de manejo (incubadoras, criação em cativeiro, translocação de ninhos) precisa estar alicerçada em conhecimentos sobre as condições do meio físico onde se realiza a postura e também sobre a razão sexual natural de ninhos da espécie (Davenport, 1997 e Valenzuela et al., 1997).

A incubação artificial tem sido um método utilizado para o conhecimento da interferência da temperatura no sucesso reprodutivo e na proporção sexual de várias espécies de quelônios. No entanto, a porcentagem de eclosão em incubadoras pode ser baixa se as condições de incubação não forem adequadas (Zug, 1993; Plummer et al., 1994; Stancyk, 1995 e Eendebak, 1995) e o imenso número de ninhos manejados nos programas de conservação da tartaruga-da-amazônia no Brasil requereria uma logística intangível para o uso dessa técnica de incubação artificial (CENAQUA, 1989).

Para minimizar a perda de ovos causada pelo repiquete sem ter que investir em incubadoras artificiais, a translocação de ovos tem sido a técnica utilizada nos trabalhos de manejo da espécie (Alho, 1985; IBAMA, 1989). Embora existam programas de criação comercial bem estabelecidos, baseados na coleta de ovos e aumento de filhotes em condição de cativeiro, tanto para crocodilianos (Joanen & McNease, 1987; Larriera et al., 1996 e Velasco & De Sola, 1997) quanto para quelônios (CENAQUA, 1989), há poucos estudos sobre as possíveis implicações da translocação de ovos na sobrevivência e aptidão de embriões e filhotes.

### 3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS NINHOS DE TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA (*Podocnemis expansa*)

#### Resumo

A tartaruga-da-amazônia, *Podocnemis expansa*, tem sua biologia reprodutiva intrinsecamente relacionada à exposição anual de bancos de areia ao longo dos rios, localmente chamados de “tabuleiros de desova”. O presente trabalho teve por objetivo estudar a umidade, densidade e características granulométricas da areia da câmara de postura da tartaruga-da-amazônia e suas possíveis implicações quanto ao período de incubação e taxa de eclosão dos ovos. Realizamos este estudo nos rios Crixás-açu e Araguaia, região centro-oeste do Brasil, de setembro a dezembro de 2000, onde amostramos um total de 50 ninhos. Coletamos duas amostras da areia da câmara de postura de cada ninho e outras duas amostras de uma cova aberta lateralmente ao ninho, à mesma profundidade da câmara de ovos. Em ninhos do rio Araguaia, encontramos relação entre o tabuleiro de desova e alguns parâmetros reprodutivos, como tamanho da ninhada, período de incubação e uma leve relação com a taxa de eclosão. No entanto, não encontramos diferença significativa entre as características físicas do ninho (rio, tabuleiro, granulometria, densidade e umidade da areia) e a taxa de eclosão nos ninhos amostrados, sendo percebida diferença significativa apenas entre o tabuleiro e o período de incubação. Levando em consideração essas informações, podemos inferir que a escolha do tabuleiro de desova pode ser mais relevante para o sucesso reprodutivo da fêmea da tartaruga-da-amazônia do que sua capacidade de construir ninhos mais elaborados. Futuros estudos sobre a variação da densidade e umidade da areia do ninho ao longo da incubação poderão auxiliar o entendimento do padrão de construção dos ninhos.

## Abstract

The reproductive biology of the giant Amazon river turtle, *Podocnemis expansa*, is closely related to the annual emergence of sandbanks along the Amazonian rivers, locally called as nesting “tabuleiros”. The main goal of the present study was to evaluate the influence of humidity, density and granulometrics of the egg chamber upon the incubation period and the eclosion rate. This study was developed in 50 nests along Araguaia and Crixás-açu rivers, between August and November, 2000. We collected two samples of sand from the egg chamber of each nest. We also collected two sand samples beside each nest at the same depth as the eggs chamber. In Araguaia river nests we found a consistent relationship between the nesting beach and some reproductive parameters, such as clutch size and incubation period and a slight relationship with eclosion rate. However, there was no consistent difference between nest physical characteristics (river, nesting beach and sand granulometrics, density and humidity) and eclosion rate. There was just a slight relationship between nesting beach and incubation period. Considering these patterns, we can infer that the choice of the nesting beach by the females can be more relevant for their reproductive success than its capacity to build the nest. Further studies on how egg chamber density and humidity vary along incubation period might help us to understand the pattern used by *P. expansa* adult females when constructing their nests. Future studies about the variation of sand humidity and density along the incubation period might help us to understand the pattern of nest construction by female turtles.

## 3.1 Introdução

O habitat da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) pode ser definido como um ambiente fluvial formado por meandros, contendo ao longo de seus canais faixas de aluvião argilo-arenoso inconsolidado, aglutinado em ambas margens do rio (Cantarelli & Alves, 1999). Em geral, as praias são formadas através da exposição anual dos bancos de areia (Vanzoline, 1967; Von Hildebrand et al., 1988 e Soini, 1997).

Os quelônios podem usar múltiplos fatores para a seleção do sítio de desova (Wood & Bjorndal, 2000). Este meio apropriado para a postura equivaleria à combinação de características como altura de praia, profundidade da areia, solo friável para a escavação, areia de textura e granulometria apropriadas para as trocas gasosas, retenção de umidade e proteção contra os extremos de temperatura (Seigel & Dodd, 2000 e Pritchard & Trebbau, 1984). A distribuição da água na areia (Ratterman & Ackerman, 1989) e sua estrutura granulométrica (Mortimer, 1990 e Speakman et al., 1998) seriam pré-requisitos para a escolha da praia pelas fêmeas.

A fisiologia embrionária depende desse meio apropriado para a garantia dos índices reprodutivos adequados à espécie (Tucker et al., 1998). A necessidade de oxigênio dos quelônios em desenvolvimento é suprida pela difusão de gases através da areia e esta difusão, aliada à umidade do substrato, é provavelmente afetada pela constituição granulométrica do ninho (Prange & Ackerman, 1974 e Milton et al., 1997). Portanto, umidade do ninho e trocas gasosas respiratórias são variáveis físicas influenciadas pela estrutura da areia de incubação e que podem afetar a sobrevivência dos embriões (Bobyne & Brooks, 1994; Milton et al., 1997 e Packard et al., 1999).

Estudos sobre o substrato de postura devem servir de base aos programas de manejo de ovos de quelônios (Ojasti, 1967; IBAMA, 1989 e Martinez & Rodriguez, 1997), seja para incubação artificial em incubadoras (Molina & Gomes, 1998; Plummer et al., 1994; Rostal et al., 1994 e Souza & Vogt, 1994) seja para a incubação natural em praias altas (Hildebrand et al., 1988; Alho et al., 1979 e Stancyk, 1995). Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo estudar a umidade, densidade e as características granulométricas da areia da câmara de postura da tartaruga-da-amazônia e suas possíveis implicações na incubação dos ovos.

### **3.2 Material e Métodos**

O presente estudo foi desenvolvido em praias de dois rios da Amazônia brasileira, o Araguaia e o Crixás-açu. O rio Araguaia faz divisa entre os Estados de Goiás (GO) e Mato Grosso (MT), no Brasil Central. O rio Crixás-açu é um afluente

goiano do rio Araguaia. A coleta de dados dos ninhos de tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) foi realizada de setembro a dezembro de 2000, em quatro praias do rio Araguaia e duas praias no rio Crixás-açu (Tabela 1).

Tabela 1. Locais de estudo: rios, tabuleiros e coordenadas.

Rios	Tabuleiros	Coordenadas
Araguaia	4 GO <sup>1</sup>	13°21'57,6"S; 50°39'05.7"W
Araguaia	18 GO	13°30'12,4"S; 50°44'12,4"W
Araguaia	6 MT <sup>2</sup>	13°23'32.3"S; 50°40'12.8"W
Araguaia	7 MT	13°25'11.5"S; 50°39'55.6"W
Crixás-açu	Júnior	13°34'20.9"S; 50°15'02.1"W
Crixás-açu	Retiro	13°37'00.9"S; 50°14'07.2"W

Obs: Tabuleiros 4 GO e 18 GO localizam-se na margem goiana e os tabuleiros 6MT e 7MT localizam-se na margem matogrossense do rio Araguaia

Para a coleta de amostras de areia, utilizamos cinco ninhos por praia, totalizando 30 ninhos nos dois rios, manejados na primeira semana após a postura. Em outros 20 ninhos de tabuleiros do rio Araguaia (6MT e 18GO) coletamos dados de eclosão, tamanho de ninhada e tempo de incubação sem, no entanto, coletarmos amostras de areia. As amostras de areia foram coletadas pela manhã (7:00 às 9:30h) ou à tarde (16:00 às 18:30h). Cada ninho foi aberto até evidenciar a câmara de ovos. A primeira camada de ovos foi retirada e o trado (volume do cilindro de captura de areia: 18,64 cm<sup>3</sup>) introduzido entre a coluna de ovos periféricos à câmara. Coletamos duas amostras de areia por câmara de postura. As amostras foram pesadas a campo com o auxílio de uma balança digital Scout, com precisão de 0,1 g e capacidade máxima de 400 g, e embaladas em sacos plásticos do tipo zip-lock.

Todos os ovos foram retirados do ninho para efetuar a contagem, devolvendo-os em seguida à cova sem obedecer nenhuma regra de posição. O ninho foi cercado lateralmente por tela plástica verde e coberto por tela de aço tipo "galinheiro", sendo aberto a partir do 45° dia de incubação para verificar a eclosão. Simultaneamente, a um

metro de distância de cada ninho natural estudado, coletaram-se duas amostras de areia à mesma profundidade de onde foram coletadas as amostras do ninho natural. Esta areia foi pesada e embalada em sacos plásticos.

Analizamos as amostras no Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. O material foi desidratado em estufa (110°C) por 24 horas. Em seguida, determinamos as seguintes variáveis físicas da areia (Camargo et al., 1986 e Gee & Bauder, 1986):

1) Granulometria: areia muito grossa (>1,18 mm), areia grossa (1,17 a 0,5 mm), areia média (0,4 a 0,25 mm), areia fina (0,24 a 0,106 mm), areia muito fina (<0,106 mm) e areia total (todos os tamanhos);

2) Umidade:  $U\% = ((\text{areia úmida} - \text{areia seca}) / \text{areia seca}) \times 100$

3) Densidade aparente:  $D (\text{g/cm}^3) = \text{massa de areia seca} / 18,64$

Como os dados não apresentaram distribuição normal, utilizamos testes estatísticos não-paramétricos (Kruskal-Wallis e Mann-Whitmann) para testar as relações entre as variáveis estudadas (Sokhal & Rohlf, 1995). Com o restante usamos Análise de Variância (ANOVA).

### 3.3 Resultados

Houve uma relação significativa entre o tabuleiro onde as fêmeas desovam e o tamanho da ninhada (ANOVA:  $p = 0.004$ ; 18GO:  $100.15 \pm 14.09$ ; 6MT:  $76 \pm 17.84$  ovos,  $N = 20$ ) e o período de incubação (ANOVA:  $p < 0.001$ ; 18GO:  $54.769 \pm 0.725$ ; 6MT:  $57 \pm 0.756$  dias,  $N = 20$ ). Houve uma leve relação entre o tabuleiro e a taxa de eclosão (ANOVA:  $p = 0.094$ ; 18GO:  $90.35 \pm 8.88$ ; 6MT:  $80.91 \pm 15.23$  ovos,  $N = 20$ ). Não houve relação significativa entre a taxa de eclosão e o período de incubação (ANOVA:  $p = 0.196$ ,  $N = 20$ ).

Não houve relação significativa entre a taxa de eclosão e as características físicas dos ninhos, incluindo o rio onde estão localizados, o tabuleiro onde as fêmeas desovam, e a granulometria, densidade e umidade da areia da câmara de postura (Kruskall-Wallis:

$p > 0.100$ ,  $N = 20$ ). Entretanto, houve uma relação significativa entre o período de incubação e o tabuleiro de desova (Kruskall-Wallis:  $p = 0.033$ ,  $df = 3$ ), mas não com a granulometria, densidade e umidade da areia da câmara de postura (Kruskall-Wallis:  $p > 0.100$ ,  $N = 20$ ).

A granulometria variou entre rios em termos de areia total (Kruskall-Wallis:  $p = 0.034$ ,  $df = 1$ ) e areia grossa (Kruskall-Wallis:  $p = 0.009$ ,  $df = 1$ ), mas não para as outras classes de grânulos de areia (Kruskall-Wallis:  $p > 0.05$ ,  $df = 1$ ). A granulometria variou entre tabuleiros para todas as classes de grânulos de areia (Kruskall-Wallis:  $p < 0.05$ ,  $df = 5$ ), exceto para areia muito fina e areia total (Kruskall-Wallis:  $p > 0.05$ ,  $df = 5$ ).

Durante a primeira semana após a postura, não houve diferença significativa entre a densidade aparente da câmara de ovos e da areia à mesma profundidade (Mann-Whitney:  $p = 0.094$ ,  $N = 30$ ). Entretanto, a umidade da areia da câmara de ovos foi significativamente maior que a da areia à mesma profundidade no Rio Araguaia (Mann-Whitney:  $p = 0.044$ ,  $N = 30$ ). A densidade aparente da areia da câmara de ovos variou significativamente entre rios (Kruskall-Wallis:  $p < 0.001$ ,  $df = 1$ ) e entre tabuleiros (Kruskall-Wallis:  $p = 0.006$ ,  $df = 5$ ). Não ocorreu diferença da umidade da areia da câmara de ovos entre rios e tabuleiros (Kruskall-Wallis:  $p > 0.1$ ).

Não houve eclosão nos ninhos das praias do rio Crixás-açu, por terem sofrido inundação posterior à coleta das amostras de areia. Portanto, no presente estudo, somente os tabuleiros no rio Araguaia produziram filhotes.

### **3.4 Discussão**

A topografia da bacia do rio Araguaia é formada por uma aliança de fatores morfogenéticos de áreas de deposição com as dinâmicas fluvial e pluvial, gerando um tipo de característica geomorfológica denominada planície fluvial (Cantarelli & Alves, 1999). Algumas das formações desta planície correspondem a cinturões arenosos, bancos de areia e praias ao longo do canal de drenagem, formados pelo transporte e deposição de cargas em suspensão carreadas pelo rio. A topografia das praias (declividade) e o efeito da correnteza podem influenciar a distribuição de areia de uma

forma geral ao longo dos tabuleiros, promovendo a deposição de grânulos de granulometria grossa (Stancyk & Ross, 1978). Este fenômeno foi verificado, em nosso estudo, pelos resultados de variação granulométrica da areia entre os rios Araguaia e Crixás-açu em termos de areia total e de grânulos grossos, conseqüência das diferenças de topografia e de correnteza de ambos os rios.

Levando em consideração a descrição de Cantarelli & Alves (1999) para a planície fluvial, podemos inferir que, pela dinâmica de transporte de sedimentos pelo rio, as partículas de areia de menor peso seriam mais facilmente levadas pela força das correntes, sendo as de maior peso depositadas ao longo do canal. Desta forma, poderíamos explicar o fato de termos encontrado diferença significativa entre as praias amostradas (mesmo aquelas pertencentes ao mesmo rio) quanto à porcentagem de areia muito grossa, grossa, média e fina, e não termos encontrado esta diferença quanto à porcentagem de areia muito fina.

Ainda em relação à dinâmica do rio, os tabuleiros de desova da tartaruga-da-Amazônia são geologicamente instáveis, possivelmente com duração inferior a uma única geração de tartarugas. Isso significa que a estratégia evolutiva desta espécie parece ter como princípio reprodutivo a seleção de praias com características físicas adequadas à postura, o que difere da tartaruga marinha, cujas praias de desova são geologicamente mais estáveis.

Nestes tabuleiros, encontramos porcentagens maiores de areia com grânulos entre 0,4 a 0,106 mm (de 28,76 a 50,54 %), o que encontra alguma semelhança com os achados de Malvásio (2001) (40,07 a 40,32 %) em região mais meridional do rio Araguaia, no do Parque Nacional do Araguaia. No entanto, estes dados diferem do estudo de Alho et al. (1979) para as áreas de nidificação da tartaruga-da-Amazônia no rio Trombetas (PA). Esses autores encontraram uma maior porcentagem de areia com grânulos maiores que 0,5 mm, exatamente o que foi encontrado para praias de postura da tartaruga marinha *Chelonia mydas*, por Stancyk & Ross (1978). Quanto à fração mais fina da areia, percebemos que não foi abundante (< 0,106 mm: 1,24 %), em concordância com os trabalhos de Alho et al. (1979) (1,125 %) e de Stancyk & Ross (1978) (0 a 2,7%).

Ao estudar ninhos naturais não manejados (grupo controle), percebemos que há relação entre o tabuleiro de desova e alguns parâmetros reprodutivos, como tamanho da ninhada (ANOVA:  $p=0,004$ ), período de incubação (ANOVA:  $p<0,001$ ) e uma leve relação com a taxa de eclosão (ANOVA:  $p=0,094$ ). Nos ninhos manejados, observamos também relação entre período de incubação e tabuleiro de desova (ANOVA:  $p=, 0,033$ ). Essas relações sugerem que a escolha do tabuleiro de desova pode ser mais relevante para o sucesso reprodutivo da fêmea da tartaruga-da-amazônia do que sua capacidade de construir ninhos mais elaborados.

No entanto, não encontramos diferença significativa entre as características físicas do ninho (rio, tabuleiro, granulometria, densidade e umidade da areia) e a taxa de eclosão nos ninhos manejados. O mesmo foi observado para granulometria, densidade e umidade da areia do ninho e período de incubação. Existem possíveis explicações para tais resultados. Os dados de umidade e densidade dos ninhos foram coletados apenas para a primeira semana de incubação dos ovos. Conseqüentemente, esses dados não são suficientes para verificar possíveis relações das variáveis estudadas com o sucesso de eclosão. Em segundo lugar, para a coleta de areia, os ovos foram manejados (expostos ao ambiente externo ao ninho, posicionados de maneira diferente à posição original), o que pode alterar os índices naturais de eclosão (Malvásio, 2001).

Em experimentos sob condições controladas (laboratórios), sabemos que a umidade do solo afeta o sucesso de eclosão de algumas espécies de quelônios (Packard et al.,1991; Fenwick, 1992, Packard et al.,1999 e Bobyn & Brooks, 1994). Em nosso estudo, no entanto, não percebemos relação entre a taxa de eclosão e a umidade da areia da câmara de postura. Este fato poderia ser explicado de duas formas. Em primeiro lugar, a umidade verificada em nosso estudo referiu-se apenas à primeira semana de incubação dos ovos, não refletindo, portanto, o comportamento desta variável até a eclosão. E, por último, os experimentos de laboratório que correlacionam o sucesso de eclosão à umidade do substrato de incubação, por si só, são incapazes de explicar fielmente o que ocorre com a umidade em um ninho natural, que está sujeito constantemente à influência das variações climáticas (Wood & Bjorndal, 2000). Entretanto, encontramos uma diferença significativa entre umidade da câmara de ovos e

a umidade externa a ela nas praias do rio Araguaia ( $p=0,044$ ;  $N=30$ ). Como os dados foram coletados na primeira semana de incubação, provavelmente a câmara de ovos ainda estivesse um pouco mais úmida devido ao líquido expelido pela fêmea durante a postura (Iverson, 1990).

A diferença entre os rios Araguaia e Crixás-açu, e também entre os tabuleiros, quanto à densidade da areia da câmara de ovos (Kruskall-Wallis:  $p<0,001$ ,  $df=1$ ) poderia ser explicada pelo fato de que o padrão granulométrico da areia dos ninhos em ambos os rios e também em seus tabuleiros variam significativamente em termos de areia grossa, o que pode ter influenciado a densidade da câmara de postura. Entretanto, não observamos diferença na umidade da câmara de ovos entre os rios e entre os tabuleiros, provavelmente porque a umidade tenha sido registrada na primeira semana após a postura, quando a areia estava nitidamente mais úmida (conforme descrito acima).

A ausência de diferença significativa entre a densidade da areia da câmara de ovos e a densidade da areia externa ao ninho, para os dois rios (ANOVA:  $p=0,094$ ,  $N=30$ ), sugere que a câmara de ovos, na realidade, não deve ser vista como uma “câmara de ar”, menos compactada. Aparentemente a coluna de areia “sobre a” e não “na” câmara seja menos compactada que a areia ao redor, o que é percebido nos programas de manejo de ninhos, quando se introduz um bastão na areia “fofa” para encontrar a câmara de postura (IBAMA, 1989).

Apesar da literatura descrever a influência da umidade nos índices de eclosão (Packard et al., 1991; Ratterman & Ackerman, 1989; Zug, 1993; Pritchard, 1979 e Bobyne & Brooks, 1994), devemos estar atentos às variações climáticas sobre os ninhos naturais, cuja umidade das camadas mais superficiais da areia pode variar substancial e rapidamente em resposta a chuvas e a alterações no lençol freático (Wood & Bjorndal, 2000). Outro ponto a que devemos estar atentos é o fato de que populações diferentes de quelônios podem diferir em suas respostas quanto à umidade e à temperatura de incubação dos ovos (Bobyne & Brooks, 1994 e Packard et al., 1999). Até mesmo os efeitos de origem materna resultam em diferenças de resposta dos ovos às condições físicas do substrato de incubação (i.e., umidade) (Tucker & Warner, 1999). E por essas razões, futuros estudos desenvolvidos com quelônios devem ser apropriadamente

delineados para distinguir os efeitos do ambiente dos efeitos de ninhada (Packard et al., 1999).

### **3.5 Conclusões**

- a) Os tabuleiros onde as fêmeas desovam podem estar relacionados com o sucesso reprodutivo da tartaruga-da-Amazônia;
- b) O período de incubação pode variar ao longo dos diferentes tabuleiros no mesmo rio;
- c) No início do período de incubação, os ninhos da tartaruga-da-Amazônia mantêm a umidade da areia da câmara de ovos maior que a da areia lateral;
- d) A câmara de ovos geralmente apresenta a mesma densidade aparente que a da areia lateral, mas pode variar ao longo dos diferentes tabuleiros mesmo em um único rio;
- e) A distribuição granulométrica pode variar entre os tabuleiros utilizados pela tartaruga-da-amazônia para a postura; entretanto, a granulometria parece não afetar a sobrevivência dos embriões nem o período de incubação;
- f) Futuros estudos sobre a variação da densidade e da umidade da câmara de ovos ao longo do período de incubação poderão ser úteis ao manejo de ovos da espécie.

#### **4 ALOMETRIA DA REPRODUÇÃO EM *Podocnemis expansa***

##### **Resumo**

O presente trabalho teve como objetivo o levantamento do tamanho e forma de ninhos da tartaruga-da-Amazônia e as relações alométricas dessas medidas com dados indiretos sobre o tamanho corpóreo da fêmea e variáveis reprodutivas como tamanho de ninhada e período de incubação. Este estudo foi realizado em quatro praias do rio Araguaia e duas do Crixás-açu, Brasil Central, de setembro a dezembro de 2000. Foram marcados e manejados cinco ninhos em cada praia. Os dados foram analisados estatisticamente através de análise de regressão. A forma do ninho parece não afetar o sucesso reprodutivo da tartaruga-da-amazônia, mas o tamanho corpóreo da fêmea relaciona-se com o peso médio dos ovos e tamanho da ninhada.

##### **Abstract**

The main goal of the present study was to determine the size of giant Amazon freshwater turtles nests and its allometric relationship with indirect measurements of female body size and reproductive variables such as clutch size and incubation period. This study was carried out in four nesting beaches of Araguaia river and two beaches of Crixás-açu river from September to December 2000. We measured and monitored five nests per beach. Nest form does not seem to affect reproductive success but female body size is consistently related to the average eggs mass and clutch-size.

## 4.1 Introdução

A tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) é o maior quelônio de água doce encontrado na América do Sul (IBAMA, 1989). A fêmea adulta pode atingir 80 cm de comprimento e 60 cm de largura, chegando a pesar 60 kg. Como resposta adaptativa, a espécie compensa sua única postura anual com um número elevado de ovos (Alho et al., 1979 e Malvásio, 2001).

Em geral, os tabuleiros de nidificação dessa espécie são formados através da exposição anual de bancos de areia (Vanzoline, 1967; Von Hildebrand et al., 1988 e Soini, 1997). Como o tempo de duração do tabuleiro é pequeno, restringindo-se à época da seca (Iverson, 1992), a evolução levou este quelônio a uma segunda resposta adaptativa: o período de incubação dos ovos é um dos menores (45 dias) dentre os quelônios de água doce (Pritchard & Trebbau, 1984). O índice de eclosão, porém, é alto, em torno de 80 a 90 % (Zwing et al., 1990 e Malvásio, 2001).

A tartaruga-da-amazônia produz grandes ninhadas, de até 143 ovos (Von Hildebrand et al., 1988). O tamanho da ninhada produzida por diversas espécies de quelônios, por sua vez, tem sido relacionado ao tamanho corpóreo da fêmea (Congdon & Gibbons, 1985).

A efemeridade da praia de postura não é a única adversidade do meio que necessita ser compensada. Sendo o substrato de postura um limitante ao seu sucesso reprodutivo, a tartaruga-da-Amazônia investe um esforço considerável na construção do ninho, cujas características morfométricas podem estar associadas a necessidade de proteção contra predadores e contra os extremos de temperatura e umidade (Seigel e Dodd, 2000). Desta forma, espera-se que o tamanho da fêmea e o tamanho da ninhada estejam intrinsecamente relacionadas aos caracteres morfométricos do ninho (profundidade e largura do ninho, profundidade e largura da câmara de ovos).

O presente trabalho teve como objetivo o estudo das características morfométricas do ninho da tartaruga-da-Amazônia e a relação alométrica dessas medidas com medidas indiretas do porte da fêmea e com algumas variáveis reprodutivas (tamanho de ninhada e período de incubação).

## 4.2 Material e Métodos

O presente estudo foi realizado em dois rios brasileiros, o Araguaia e o Crixás-açu. O rio Araguaia faz divisa entre os Estados de Goiás (GO) e Mato Grosso (MT), Brasil Central. O rio Crixás-açu é um afluente goiano do rio Araguaia. O trabalho de coleta foi realizado de setembro a dezembro de 2000, em quatro praias do rio Araguaia e em duas praias do rio Crixás-açu. Para a coleta de dados de morfometria do ninho, cinco ninhos de tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) foram marcados e manejados, em cada praia, em um total de 30 ninhos.

As visitas às praias de desova foram realizadas pela manhã, das 7:00 e 10:00h, ou à tarde, depois das 16:00h, horários de temperatura ambiente mais branda. Foram coletados dados relativos a número total de ovos, taxa de eclosão, profundidade até a câmara de ovos, largura da câmara de ovos, altura da câmara de ovos, profundidade total do ninho, peso dos ovos, marca interna do rastro da fêmea na areia e marca externa do rastro da fêmea na areia.

Para a coleta dos dados de morfometria do ninho, colocamos uma vareta de madeira horizontalmente ao solo e, através de uma trena, em posição de 90° com a vareta, obtivemos a medida da superfície do solo até a câmara de ovos. Para a leitura da largura da câmara, procedemos à limpeza da areia ao redor da primeira camada de ovos de forma a desenhar uma pequena canaleta (“anel”) que delimitava a câmara. Através de uma fita métrica, medimos a largura, considerando a distância maior entre os ovos. Os ovos foram contados, colocados sobre a superfície do solo, sob anteparo que promovesse sombra, e descartados quando inviáveis (ovos não fecundados ou danificados). Retirados todos os ovos, colocamos novamente uma vareta de madeira ou o próprio bastão de alumínio horizontalmente ao solo e, através de uma trena, em posição de 90° com a vareta, obtivemos a medida da superfície do solo até a fundo do ninho.

Todos os ninhos trabalhados foram cercados lateralmente por tela plástica verde e cobertos por tela de aço tipo “galinheiro”, sendo abertos a partir do 45° dia de incubação para verificar a eclosão.

### 4.3 Resultados

Os dados morfométricos dos ninhos amostrados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Características morfométricas do ninho de *Podocnemis expansa* (N=ninhos; m=média; s=desvio padrão; sem=desvio padrão da média; min=mínimo; max=máximo)

Variáveis (cm)	N	m	s	sem	min	max
Profundidade superior do ninho	30	33,25	10,16	1,86	11,00	52,00
Altura da câmara de ovos	30	22,48	6,27	1,15	10,00	40,00
Largura da câmara de ovos	30	24,53	4,42	0,81	16,00	37,50
Profundidade inferior do ninho	30	55,73	10,35	1,85	37,50	83,00

Houve relação significativa entre:

a) Tamanho da ninhada (N) e profundidade total (cm) do ninho (p) (Figura 6), expressa através da equação:

$$N=49,0366+0,979606p \text{ (} p=0,002, r^2=0,294, r^2_{aj}=0,269 \text{)}$$

b) Tamanho da ninhada (N) e largura (cm) da câmara de ovos (L) (Figura 7), expressa através da equação:

$$N=-90,2913+13,5462L-0,222945L^2 \text{ (} p=0,003, r^2=0,349, r^2_{aj}=0,301 \text{)}$$

c) Tamanho da ninhada (N) e profundidade superior (cm) da câmara de ovos (p) (Figura 8), expressa através da equação:

$$N=70,0633+1,1283p \text{ (} p=0,026, r^2=0,26, r^2_{aj}=0,217 \text{)}$$

d) Tamanho da ninhada (N) e largura (cm) do rastro do plastrão da fêmea (r) na areia (Figura 9) expressa através da equação:

$$N=-10,9173+5,17829r \text{ (} p=0,045, r^2=0,376, r^2_{aj}=0,306 \text{)}$$

e) Largura (cm) do rastro do plastrão da fêmea na areia ( $r_i$ ) e do rastro das patas da fêmea na areia ( $r_e$ ) (Figura 10), expressa através da equação:

$$r_i = -7,60157 + 0,581253r_e \quad (p=0,069, r^2=0,459, r^2_{aj}=0,399)$$

f) Tamanho da ninhada (N) e largura (cm) do rastro das patas da fêmea na areia ( $r_e$ ) (Figura 11), expressa através da equação abaixo:

$$N = -123,803 + 4,44258r_e \quad (p=0,045, r^2=0,376, r^2_{aj}=0,306)$$

As seguintes relações “leves” foram observadas entre:

a) Tamanho da ninhada (N) e altura (cm) da câmara de ovos (h) (Figura 12), expressa através da equação:

$$N = 77,7516 + 1,15115h \quad (p=0,035, r^2=0,150, r^2_{aj}=0,119)$$

b) Peso médio dos ovos do ninho ( $m_0$ ) e largura (cm) do rastro do plastrão da fêmea na areia ( $r_e$ ) (Figura 13), expressa através da equação:

$$m_0 = 14,7547 + 0,975485r_e \quad (p=0,068, r^2=0,452, r^2_{aj}=0,361)$$

Não houve correlação entre as seguintes variáveis:

- a) Taxa de eclosão e profundidade total do ninho ( $p=0,330$ );
- b) Taxa de eclosão e altura da câmara de ovos ( $p=0,275$ );
- c) Taxa de eclosão e profundidade superior da câmara de ovos ( $p=0,807$ );
- d) Taxa de eclosão e largura da câmara de ovos ( $p=0,470$ );
- e) Período de incubação e profundidade total do ninho ( $p=0,297$ );
- f) Período de incubação e altura da câmara de ovos ( $p=0,391$ );
- g) Período de incubação e profundidade superior da câmara de ovos ( $p=0,672$ );
- h) Período de incubação e largura da câmara de ovos ( $p=0,985$ );
- i) Peso médio dos ovos do ninho e largura do rastro das patas da fêmea na areia ( $p=0,194$ ).

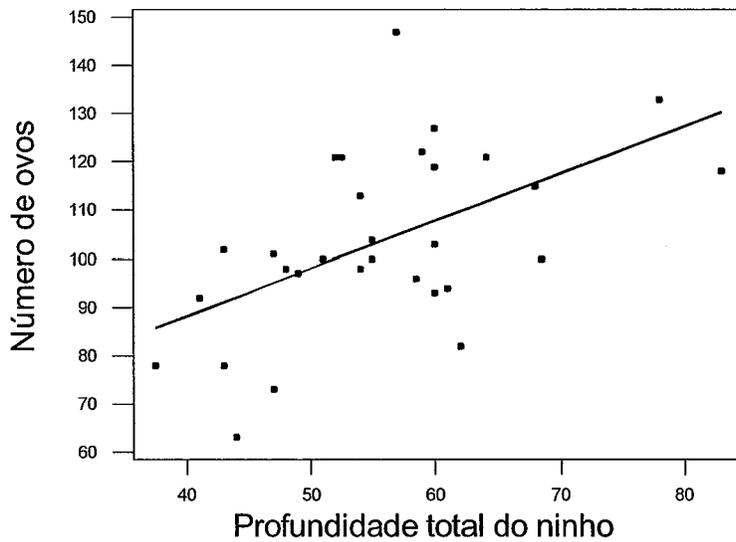


Figura 6 - Relação entre o tamanho da ninhada e a profundidade total do ninho (cm).

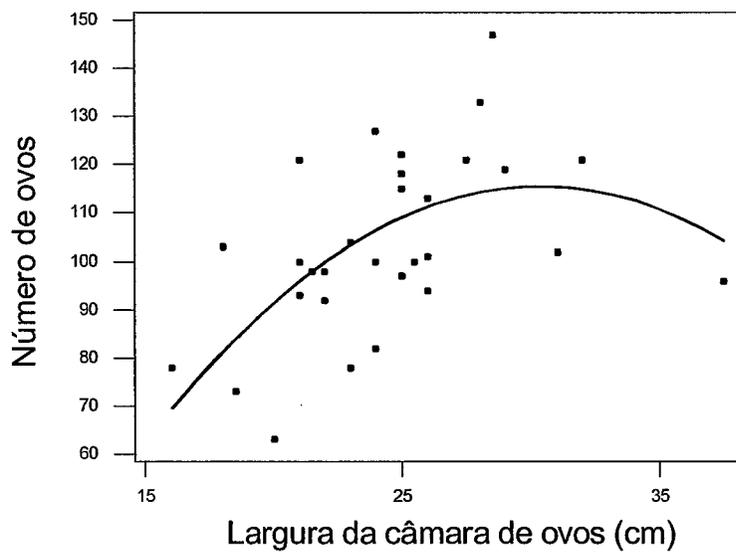


Figura 7 - Relação entre o tamanho da ninhada e a largura da câmara de ovos (cm)

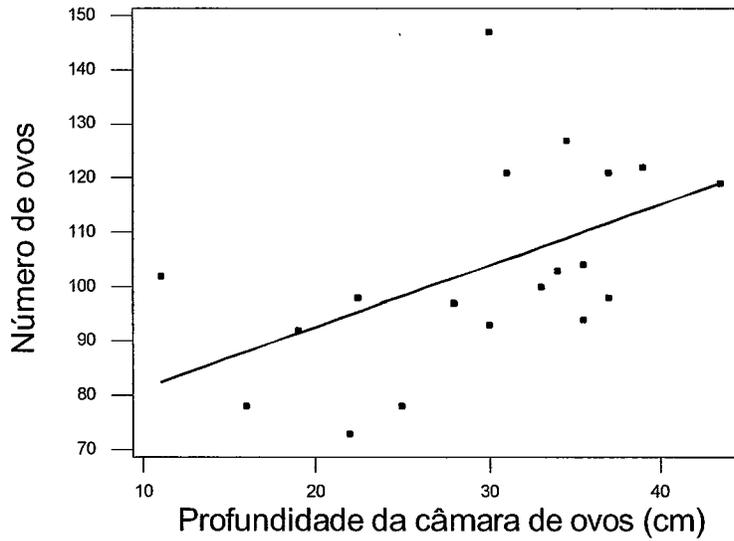


Figura 8 - Relação entre o tamanho da ninhada e a profundidade da câmara de ovos (cm).

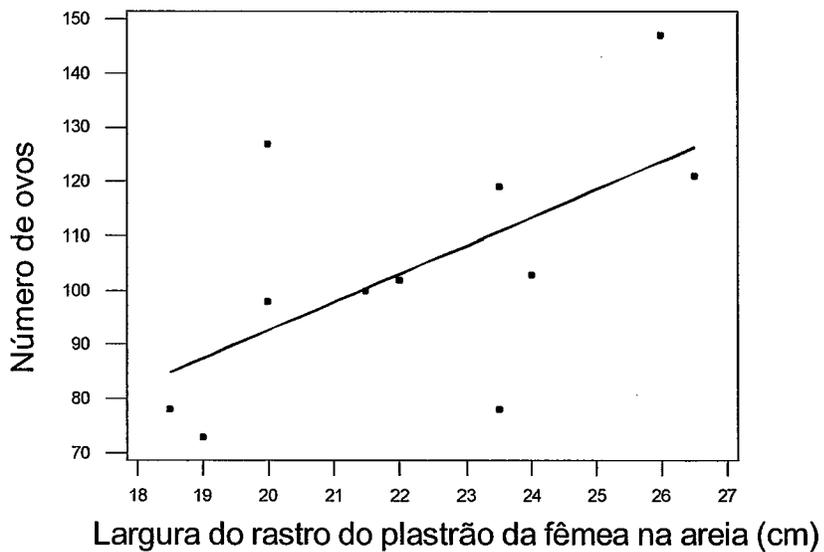


Figura 9 - Relação entre o tamanho da ninhada e o rastro do plastrão da fêmea (cm)

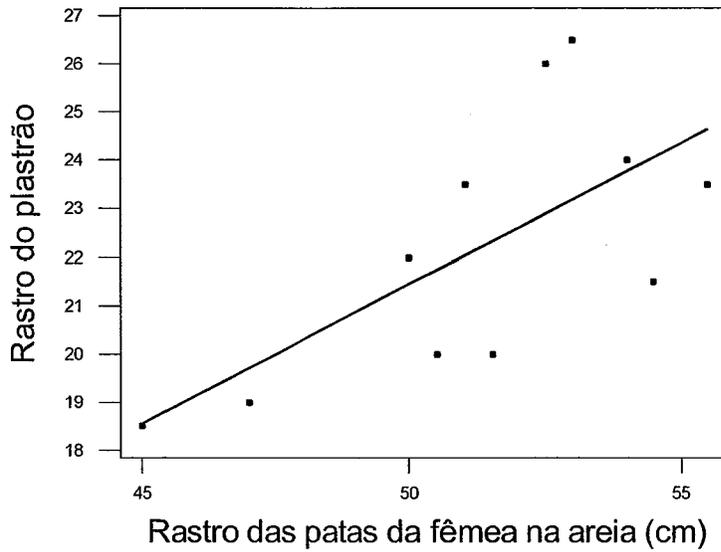


Figura 10 - Relação entre o rastro do plastrão (cm) e o rastro das patas da fêmea (cm).

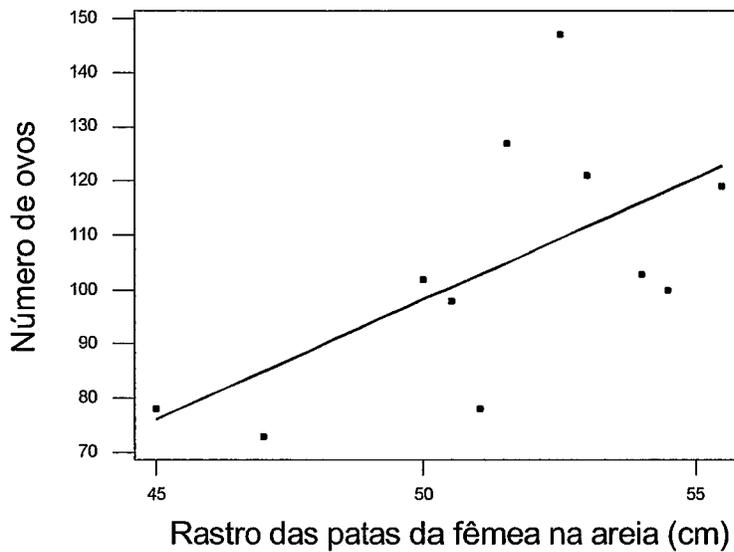


Figura 11 - Relação entre o tamanho da ninhada e o rastro das patas da fêmea (cm)

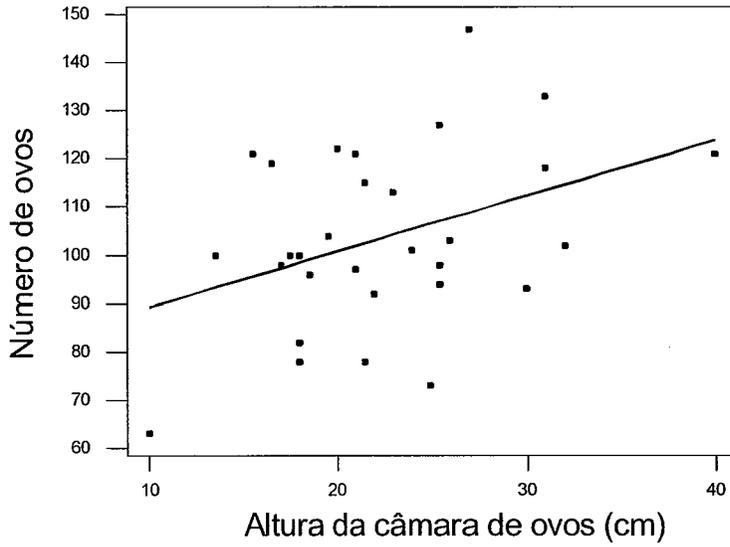


Figura 12 - Relação entre o tamanho da ninhada e a altura da câmara de ovos (cm).

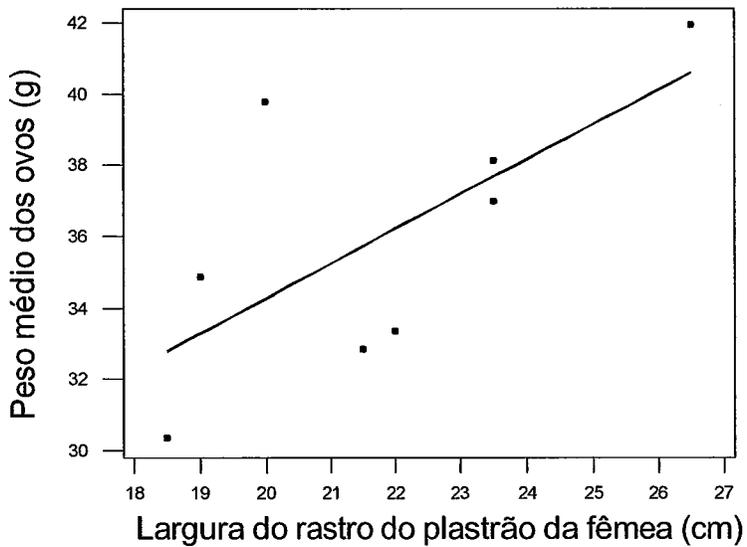


Figura 13 - Relação entre o peso médio dos ovos (g) e o rastro do plastrão da fêmea (cm).

#### 4.4 Discussão

Os valores mínimo e máximo da profundidade total do ninho foram respectivamente 37,5 e 83 cm. A profundidade máxima está acima dos valores descritos por Alho et al. (1979), que encontrou profundidades entre 75 e 80 cm. No entanto, os valores mínimo e máximo de profundidade total do ninho encontrados no presente trabalho estão abaixo dos valores descritos por Malvásio (2001), entre 55 e 87 cm, e por Vanzolini (1967), entre 70 e 100 cm. A variação dos valores encontrados em relação aos estudos anteriormente citados pode sugerir que fatores relacionados ao tamanho da fêmea e ao local de postura (próxima ou distante da água) podem interferir na profundidade total do ninho.

A largura e a altura médias da câmara de ovos encontradas no presente estudo foram, respectivamente, de 24,53 cm e de 22,48 cm. São valores próximos aos encontrados por Alho et al. (1979) (20 a 25 cm); entretanto, o valor da altura é superior ao valor encontrado por esses mesmos autores (13 a 18 cm).

A tartaruga-da-amazônia pode desovar um elevado número de ovos. Alho et al. (1979) e Malvásio (2001) relatam médias de ninhadas muito próximas, respectivamente 93 e 95 ovos para tabuleiros na região Norte e Centro Oeste do Brasil. Von Hildebrand et al. (1988) cita a média de 105 ovos para tabuleiros colombianos. Em relação a espécies marinhas, percebemos que o número médio de ovos relatados para *Podocnemis expansa* é igual ou superior ao encontrado por Márquez et al. (1995) para *Lepidochelys olivacea* (95) e para *Chelonia mydas* (66) e por Peters et al. (1994) para *Caretta caretta* (90).

Há diversos relatos sobre relação positiva entre tamanho da ninhada de algumas espécies de quelônios norte-americanos e o tamanho corpóreo da fêmea (Gibbons, 1982; Congdon & Gibbons, 1985 e Dodd, 1997). Dodd (1997) encontrou correlação positiva entre o comprimento do plastrão e o tamanho da ninhada de *Terrapene carolina bauri*. Observando as relações significativas entre a largura do rastro do plastrão da fêmea na areia e o tamanho da ninhada e, ainda, entre a largura do rastro das patas da fêmea na areia e o tamanho da ninhada, percebemos que pode haver,

igualmente à observação de Gibbons (1985) e de Dodd (1997), um aumento no número de ovos por ninho à medida que aumenta o tamanho da fêmea de tartaruga-da-amazônia.

Levando em consideração esse padrão, podemos sugerir também que, quanto maior o número de ovos, e, por conseguinte, a fêmea, maior a largura da câmara de ovos e maior a profundidade total do ninho. A alta significância das relações encontradas no presente estudo entre o tamanho da ninhada e a largura da câmara de ovos, a profundidade total do ninho, a profundidade superior média da câmara de ovos e a altura da câmara de ovos poderia justificar esta suposição. Ehrhart (1995) afirma que algumas espécies de tartarugas marinhas (*Chelonia mydas* e *Dermochelys coriacea*) escavam ninhos de grande profundidade, conforme o volume corpóreo. Os resultados obtidos no presente estudo podem sugerir este mesmo padrão para a tartaruga-da-amazônia.

Pritchard (1979) afirma que espécies mais prolíferas combinam grande tamanho corpóreo com pequeno tamanho de ovo. Gibbons (1982) afirma que o número de ovos por postura de algumas espécies de quelônios está correlacionado com o tamanho corpóreo. Concordando com Pritchard, foi encontrada uma leve correlação entre o peso médio dos ovos e a largura do rastro do plastrão da fêmea na areia, o que não foi encontrado, no entanto, entre o peso médio dos ovos e a largura do rastro das patas da fêmea na areia.

Apesar dos resultados apresentarem relação positiva entre tamanho de ninhada e algumas características morfométricas da fêmea, devem existir outros fatores além de tamanho e idade da fêmea que podem influenciar o tamanho da ninhada (Dood, 1997 e Gibbons et al., 1978, 1982). A grande variação desta relação pode ocorrer devido às condições ambientais. Gibbons et al. (1978) chama atenção para variáveis como seqüência e intervalo entre desovas, estação do ano e capacidade reprodutiva da fêmea na próxima postura.

#### **4.5 Conclusões**

a) O formato do ninho parece não afetar o sucesso reprodutivo da tartaruga-da-Amazônia;

- b) O tamanho e a forma do ninho variam de acordo com o tamanho corpóreo da fêmea da tartaruga-da-Amazônia;
- c) Quanto maior a fêmea, mais pesados são seus ovos e maior é o tamanho da ninhada em tartarugas-da-Amazônia;
- d) Estudos futuros sobre a relação alométrica do rastro da fêmea e suas medidas corpóreas poderão auxiliar na estimativa do tamanho corpóreo de fêmeas nidificantes de tartarugas-da-amazônia.

## **5 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E UMIDADE NA SOBREVIVÊNCIA DOS EMBRIÕES E NA DETERMINAÇÃO SEXUAL DE EMBRIÕES DE TARTARUGAS-DA-AMAZÔNIA**

### **Resumo**

A criação em cativeiro de filhotes de tartaruga-da-Amazônia a partir de ovos coletados em ambiente natural tem sido considerado um instrumento efetivo para a conservação da espécie no Brasil. No entanto, a influência do manejo de ovos na determinação do sexo dos embriões, já que o sexo é determinado pelo ambiente de nidificação e não de forma genética para a espécie, ainda é desconhecido. O presente estudo teve por objetivo a avaliação do papel da umidade e temperatura de incubação na determinação do sexo dos embriões. O padrão encontrado foi de fêmea-macho-fêmea (FMF), onde machos são produzidos a temperaturas intermediárias e fêmeas a temperaturas extremas. A umidade relativa do ambiente da incubação também parece influenciar a determinação sexual, devendo ser sua interação com a temperatura priorizada em estudos futuros. O uso de incubadoras artificiais poderá ser útil ao programa de criação da espécie em cativeiro no Brasil.

### **Abstract**

The ranching program of the giant Amazonian freshwater turtle has been considered an effective conservation strategy for the species in Brazil. However, the influence of egg management on the sex determination of embryos – since sex is environmentally determined for the species – is still unknown. The main goal of the present study was to evaluate the role of temperature and humidity on sex determination of embryos. The TSD pattern found for the species was FMF, in which males are

produced at intermediate and females are produced at extreme temperatures. Relative humidity at the incubation environment also seems to influence sex determination. Its interaction with temperature of incubation should be a priority of future studies. The use of artificial incubation might be useful for the Brazilian ranching program.

## 5.1 Introdução

A tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) é um dos maiores quelônios de água doce conhecidos, distribuindo-se pelos rios e lagos das bacias dos rios Amazonas e Orinoco (Smith, 1979). A fêmea pode alcançar aproximadamente 80 cm de comprimento de carapaça e 60 kg de peso; o macho é um pouco menor, alcançando 50 cm (Pritchard & Trebbau, 1984).

Até alguns anos atrás, esta espécie representou um recurso altamente ameaçado pela pesca predatória nos rios amazônicos (Smith, 1979). Através de um programa de proteção de sítios de desovas, manejo de ovos e soltura de filhotes, desenvolvido pelo governo brasileiro, a tartaruga-da-amazônia deixou o status de “ameaçada” para se transformar em recurso natural com potencial para uso sustentável (IBAMA, 1989 e FAO, 1988). A criação comercial em cativeiro tem sido incentivada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) como forma de desestimular o comércio clandestino da espécie, garantindo, de forma indireta, a conservação de seus estoques naturais.

No entanto, a soltura de filhotes ou indivíduos jovens na natureza, produzidos através da criação de filhotes em cativeiro a partir da translocação de ninhos trás uma preocupação básica sobre qual seja a razão sexual ótima para uma população de quelônios. Como a resposta a esta questão é desconhecida, seria desejável aos programas de conservação a mistura de sexos, mantendo proporções sexuais próximas de 1:1 (Davenport, 1997). No caso de uso sustentável, seria desejável a produção de um número bem maior de fêmeas, considerando seu maior tamanho corpóreo em relação ao macho, o que é zootecnicamente mais interessante. Portanto, o conhecimento da taxa de eclosão e da proporção sexual dos filhotes de répteis produzidos a partir de incubação

natural ou seminatural é de importância fundamental para os programas de conservação e manejo de espécies ameaçadas (Valenzuela et al., 1997).

Dentre todos os parâmetros ambientais, a temperatura de incubação dos ovos exerce numerosos efeitos no desenvolvimento embrionário dos répteis, como o período de incubação dos ovos e a determinação sexual dos embriões (Ciofi & Swingland, 1997 e Booth, 1998). Dentro da ordem *Chelonia*, toda família *Pelomedusidae*, na qual encontra-se a tartaruga-da-amazônia, tem o sexo determinado pelo ambiente. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi a avaliação da influência da temperatura e umidade do substrato de incubação sobre a taxa de eclosão, período de incubação e a proporção sexual de embriões incubados naturalmente ou submetidos à incubação artificial.

## 5.2 Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no Rio Araguaia, divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso. A coleta dos dados foi realizada de setembro a dezembro de 2000, em quatro praias (Tabela 3), duas em cada margem do rio.

Tabela 3. Áreas utilizadas para a coleta de dados no rio Araguaia.

Praia	Estado	Localização
04	Goiás	13°21'57,6"S; 50°39'05,7"W
18	Goiás	13°30'12,4"S; 50°44'12,4"W
06	Mato Grosso	13°23'32,3"S; 50°40'12,8"W
07	Mato Grosso	13°25'11,5"S; 50°39'55,6"W

### ***a) Ninhos naturais***

Esta fase do estudo utilizou um total de dois ninhos por praia de desova. As visitas às praias foram realizadas pela manhã, das 7:00 às 10:00h, ou à tarde, depois das 16:00h, horários de temperatura ambiente mais branda. Em cada ninho amostrado, adaptamos um data-logger Hobo Onset® (precisão:  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ), entre os ovos da primeira camada. O aparelho foi amarrado com um fio de nylon à estaca numerada, de marcação. Os data loggers foram programados a coletar dados, a cada duas horas, durante todo o período de incubação.

Todos os ninhos amostrados foram cercados lateralmente por tela plástica verde, e coberto por tela de aço tipo “galinheiro”, sendo abertos a partir do 45° dia de incubação para verificar a eclosão. Além da temperatura, foram coletados dados relativos à taxa de eclosão, período de incubação e proporção sexual dos filhotes.

Para a identificação sexual dos filhotes, foi amostrado um ninho por praia. Todos os filhotes deste ninho foram sacrificados em câmara de éter sulfúrico na idade de um mês. As gônadas foram retiradas e fixadas em formol a 10%. Posteriormente foram incluídas em blocos de parafina e cortadas transversalmente para a obtenção de lâminas histológicas. A identificação sexual seguiu a descrição de Malvásio (2001) para a tartaruga-da-Amazônia (Figuras 14 e 15).

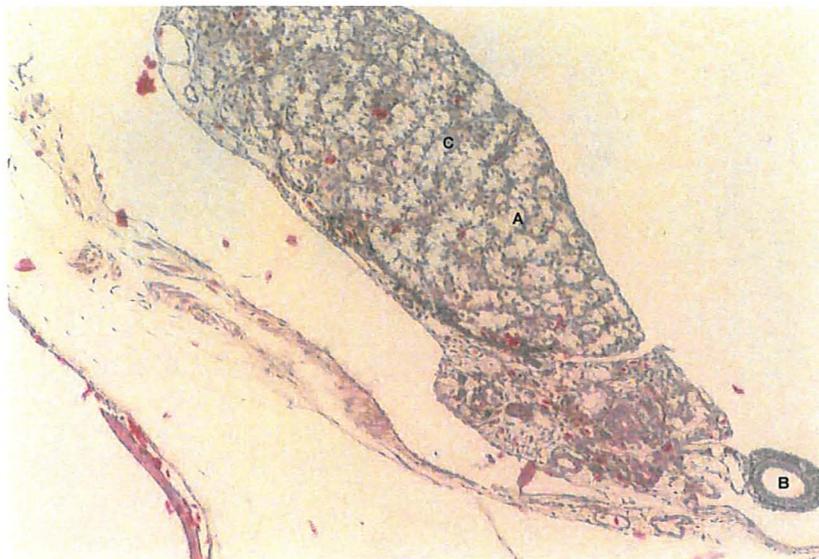


Figura 14 – Corte histológico do testículo de um filhote de *Podocnemis expansa*: A – células vacuolizadas, B – ducto deferente, C – testículo. Coloração: Hematoxilina-eosina. Fotomicroscópio: aumento de 36x.

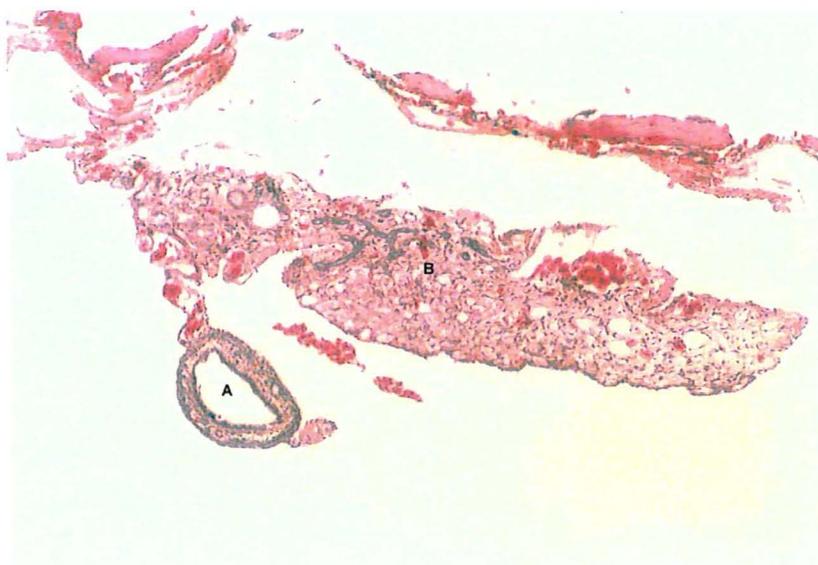


Figura 15 – Corte histológico do ovário de um filhote de *Podocnemis expansa*: A - oviduto, B – ovário. Coloração: Hematoxilina-eosina. Fotomicroscópio: aumento de 36x.

### ***b) Incubadoras***

Esta fase do estudo contou com um total de três ninhos, procedentes de duas praias: 06MT e 04GO. Os ovos foram coletados nove dias após a postura. Os ovos foram transportados na posição original do ninho, acondicionados em caixas plásticas e envoltos por areia. Para identificar nos ovos a posição original, utilizamos marcação da casca a lápis. As caixas foram transportadas por barco, sobre substrato de espuma e cobertas por vegetação até o povoado de Luiz Alves, município de São Miguel do Araguaia, Goiás.

Os ovos foram colocados em bandejas plásticas de 8 cm de altura, 25 cm de largura e 40 cm de comprimento, encobertos por areia do próprio ninho. As incubadoras foram instaladas no Posto Fiscal da Agência do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, no município de Luiz Alves.

A incubação dos ovos foi realizada em nove incubadoras, conforme descritas por Verdade et al. (1992) formadas por caixas de isopor de 160 litros, com quatro (04) lâmpadas de 25W / 220V ligadas em linha e acopladas à tampa das caixas. As temperaturas testadas foram mantidas através de uso de termostato. Cada ninho foi dividido em grupos iguais e submetidos a temperaturas médias que variaram de 28,9 a 32,1 °C (Tabela 1).

A umidade interna da incubadora foi mantida através de uma coluna de 6 cm de água mantida no fundo da caixa durante todo o período de incubação. A temperatura da areia e a umidade do ar da incubadora foram verificadas através de termômetro digital Testo, com sonda, e termo-higrômetro Testo, anotadas duas vezes ao dia, com intervalo de 12 horas.

Para a identificação sexual, todos os filhotes nascidos das incubadoras foram sacrificados, sendo suas gônadas extraídas para a produção de lâminas histológicas, seguindo a mesma técnica descrita acima.

### 5.3 Resultados

#### a) Ninhos naturais

A temperatura média de incubação, no rio Araguaia, foi de  $29,919 \pm 1,098^{\circ}\text{C}$  ( $N=14$ ,  $\text{Min}=17,84^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{Max}=46,29^{\circ}\text{C}$ ). O número médio de ovos por ninho foi de  $103,63 \pm 18,68$  ( $N=30$ ,  $\text{Min.}=63$ ,  $\text{Max.}=147$ ). A taxa média de eclosão nos ninhos com data-loggers foi de  $79,99 \pm 18,47\%$  ( $N=7$ ).

Houve relação significativa entre a temperatura mínima média de incubação ( $t_{\text{min}}$ , em  $^{\circ}\text{C}$ ) e o período de incubação ( $i$ , em dias) (Figura 16), expressa pela equação:

$$t_{\text{min}} = -275,802 + 9,56073i - 0,0752867i^2 \quad (p=0,027, r^2=0,837, r^2_{\text{aj}}=0,755)$$

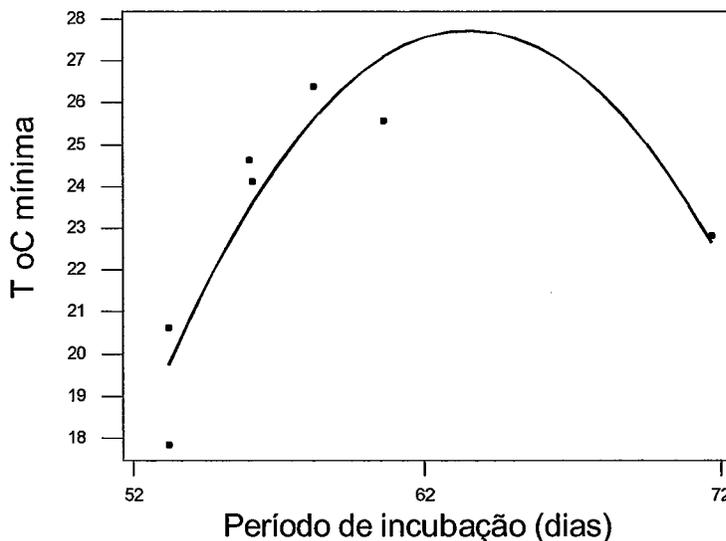


Figura 16 - Relação entre a temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e o período de incubação (dias).

Houve também relação significativa entre a temperatura máxima média de incubação ( $t_{\max}$ , em °C) e o período de incubação ( $i$ , em dias) (Figura 17), expressa pela equação de regressão:

$$t_{\max}=2,67346+0,609623i \quad (p=0,003, r^2=0,845, r^2_{aj}=0,814)$$

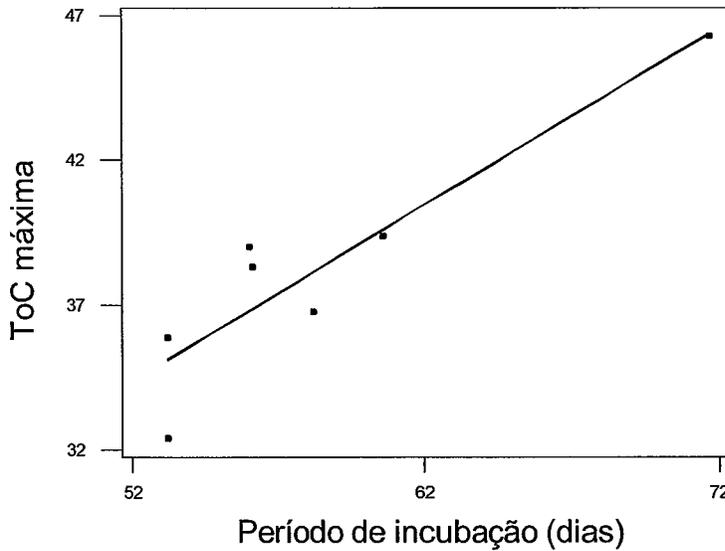


Figura 17 - Relação entre a temperatura máxima (°C) e o período de incubação (dias).

Foi observada uma leve relação entre a variância da temperatura média ( $s^2t_m$ , em °C) e o período de incubação ( $i$ , em dias), expressa pela equação:

$$s^2t_m=84,877-2,72511i+0,0227403i^2 \quad (p=0,097, r^2=0,689, r^2_{aj}=0,534)$$

Não houve correlação entre temperatura média de incubação e período de incubação ( $p=0,288$ ), temperatura média de incubação e taxa de eclosão ( $p=0,937$ ), temperatura mínima de incubação e taxa de eclosão ( $p=0,748$ ), temperatura máxima de incubação e taxa de eclosão ( $p=0,649$ ), variância da temperatura de incubação e a taxa de eclosão ( $p=0,716$ ), e período de incubação e taxa de eclosão ( $p=0,716$ ).

Houve uma leve relação entre a média de temperatura do substrato (areia) nos ninhos naturais (x, em °C) e o sexo dos filhotes (y, em % de fêmeas) (Figura 18), expressa pela equação de regressão:

$$y = 19996.7 - 1338.68x + 22.4329x^2 \quad (p = 0.079, r^2_{\text{adj}} = 84.2\%, \text{df} = 4)$$

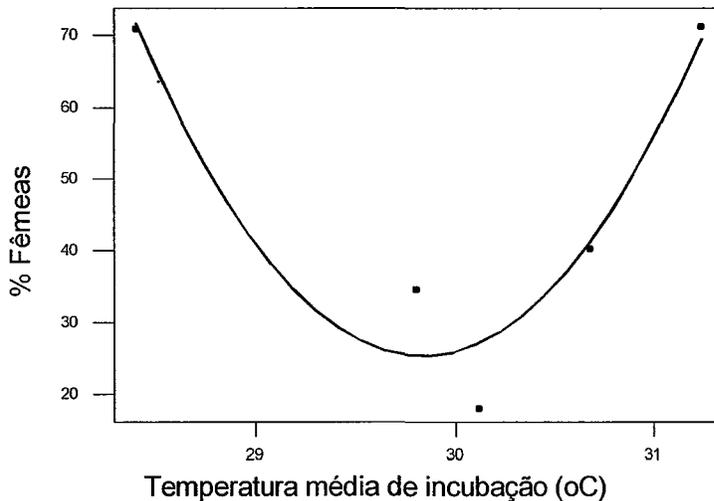


Figure 18 – Relação entre a temperatura média de incubação do substrato (areia) e a porcentagem de fêmeas (ninhs naturais).

O padrão de determinação do sexo pela temperatura (TSD, do inglês “temperature sex-determination) para a tartaruga-da-amazônia parece ser fêmea-macho-fêmea (temperaturas altas e baixas produzindo fêmeas e temperaturas intermediárias produzindo machos) (Figure 18).

### ***b) Incubadoras***

As incubadoras apresentaram precisão relativamente boa e altas taxas de eclosão (média geral pouco abaixo de 90%). As temperaturas reais obtidas nas incubadoras são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4. Temperatura da areia e umidade do ar das incubadoras. (s=desvio padrão; sem=desvio padrão da média; min= temperatura mínima; max=temperatura máxima; registros a cada duas horas feitos manualmente no interior das incubadoras)

Incubadora	TEMPERATURA DE AREIA (°C)					UMIDADE DO AR (%)				
	m	s	sem	min	max	m	s	sem	min	max
1	31,678	1,465	0,205	25,380	35,200	93,820	13,610	1,910	28,900	99,900
2	31,441	1,566	0,213	29,400	36,800	89,740	17,210	2,340	25,800	99,900
3	31,027	1,643	0,222	28,500	34,500	90,700	10,710	1,440	33,300	99,900
4	31,692	1,950	0,270	26,900	36,600	93,988	6,653	0,923	78,100	99,900
5	32,110	1,554	0,218	28,900	34,200	94,154	7,026	0,984	76,800	99,900
6	32,045	1,299	0,182	29,200	34,700	93,984	5,754	0,806	79,100	99,900
7	29,568	0,882	0,117	28,000	32,400	86,450	9,510	1,240	62,900	99,900
8	29,318	0,640	0,830	28,100	31,100	84,870	9,400	1,210	53,300	99,700
9	28,940	0,871	0,113	27,500	32,400	87,310	13,130	1,710	22,200	99,900

Em relação à taxa de eclosão em incubadoras artificiais, a média geral foi de  $88,53 \pm 8,50\%$  (N=9, min=72,73, max=95,45). Não houve relação significativa entre a temperatura de incubação e a taxa de eclosão ( $p=0,553$ ,  $F=0,65$ , N=9).

Em relação ao período de incubação, a média geral foi de  $51,44 \pm 4,98$  dias (N=9, min=47, max=60). Houve relação significativa ( $p=0,001$ ,  $F=30,037$ ,  $r^2=0,909$ ,  $r^2_{aj}=87.9\%$ , N=9) entre a temperatura de incubação (x, em °C) e o período de incubação (y, em dias) (Figura 19). Esta relação significativa pode ser descrita pela seguinte equação de regressão:

$$y=839,333-50,0833x+0,791667x^2$$

Houve uma leve relação entre a temperatura média do substrato (areia) nas incubadoras artificiais (x, em °C) e o sexo dos filhotes (% de fêmeas e % de machos, respectivamente) (Figuras 20 e 21), expressas pelas seguintes equações de regressão:

$$\%Fêmeas = -513.194 + 18.0842x \quad (p = 0.088, r^2_{adj} = 26.7\%, df = 8):$$

$$\%Machos = 523.494 - 15.5986Tx \quad (p = 0.093, r^2_{adj} = 25.7\%, df = 8):$$

Houve uma leve relação entre a umidade relativa média nas incubadoras artificiais (U, em %) e o sexo dos filhotes (% de fêmeas e % de machos, respectivamente) (Figuras 22 e 23), expressas pelas equações de regressão:

$$\%Fêmeas = -515.961 + 6.19576U \quad (p = 0.085, r^2_{adj} = 27.5\%, df = 8):$$

$$\%Machos = 499.437 - 5.05218U \quad (p = 0.113, r^2_{adj} = 22.1\%, df = 8):$$

Houve uma leve relação entre o período de incubação nas incubadoras artificiais (x, em dias) e o sexo dos filhotes (% de fêmeas e % de machos, respectivamente) (Figuras 24 e 25), que pode ser descrita pelas equações de regressão:

$$\%Fêmeas = 299.695 - 4.85443x \quad (p = 0.062, r^2_{adj} = 41.4\%, df = 8):$$

$$\%Machos = -183.196 + 4.29263x \quad (p = 0.093, r^2_{adj} = 25.7\%, df = 8):$$

Houve uma relação significativa entre a umidade relativa média (%) e o período de incubação (x, em dias) nas incubadoras artificiais (Figura 26), expressa pela seguinte equação de regressão:

$$U = 332.337 - 8.39105x + 0.0715194x^2 \quad (p < 0.001, r^2_{adj} = 92.3\%, df = 8)$$

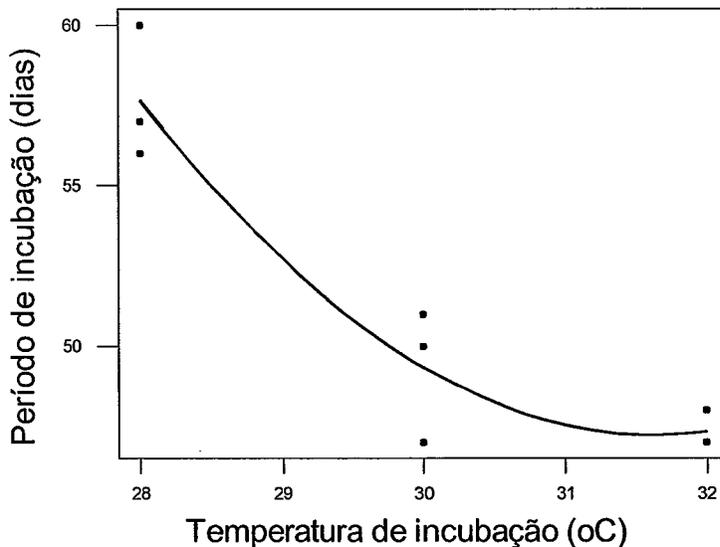


Figura 19 - Relação entre temperatura de incubação (°C) e período de incubação (dias).

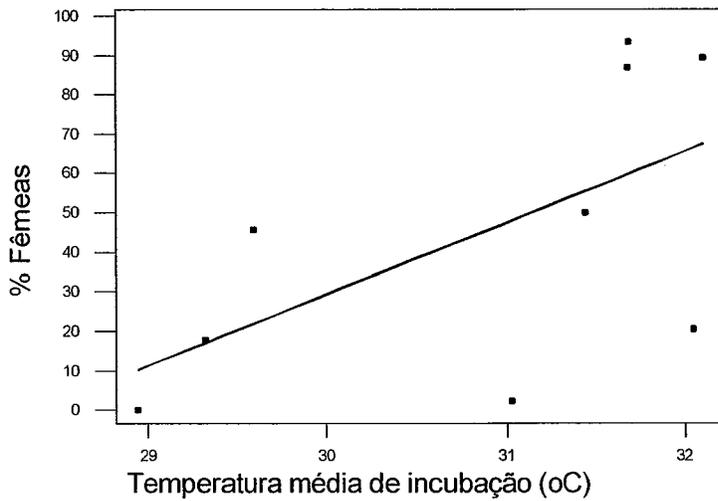


Figura 20 - Relação entre temperatura média de incubação do substrato (areia) e porcentagem de fêmeas (condições controladas em incubadoras artificiais).

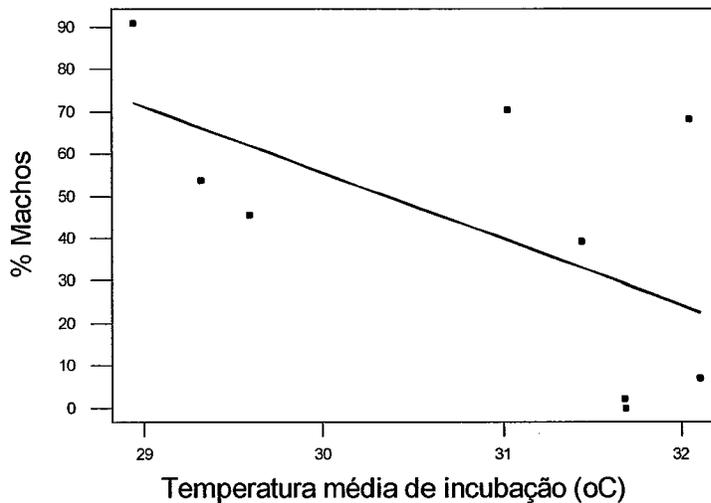


Figura 21 – Relação entre temperatura média de incubação do substrato (areia) e porcentagem de machos (condições controladas em incubadoras artificiais).

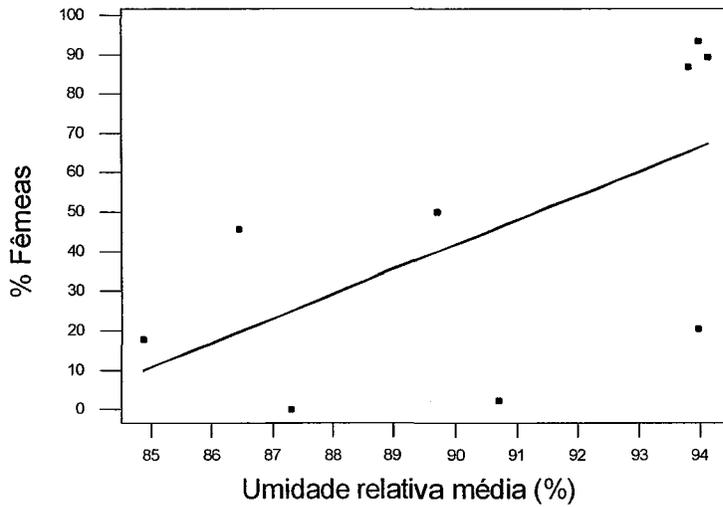


Figura 22 – Relação entre a umidade relativa média e a porcentagem de fêmeas (condições controladas em incubadoras artificiais).

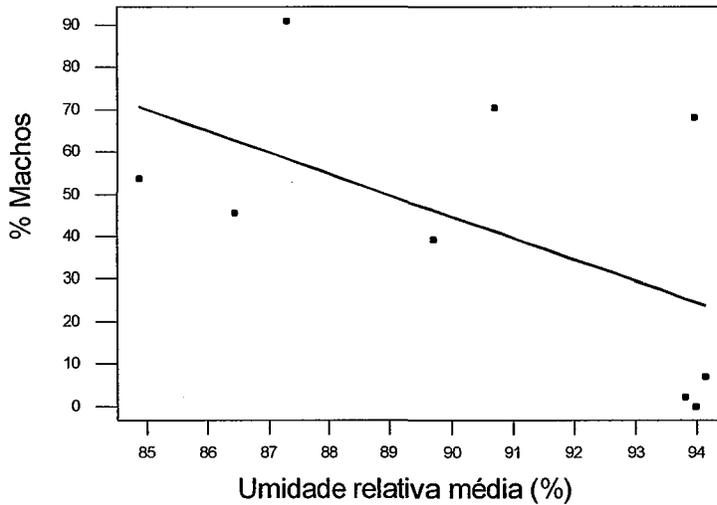


Figura 23 – Relação entre a umidade relativa média e a porcentagem de machos (condições controladas em incubadoras artificiais).

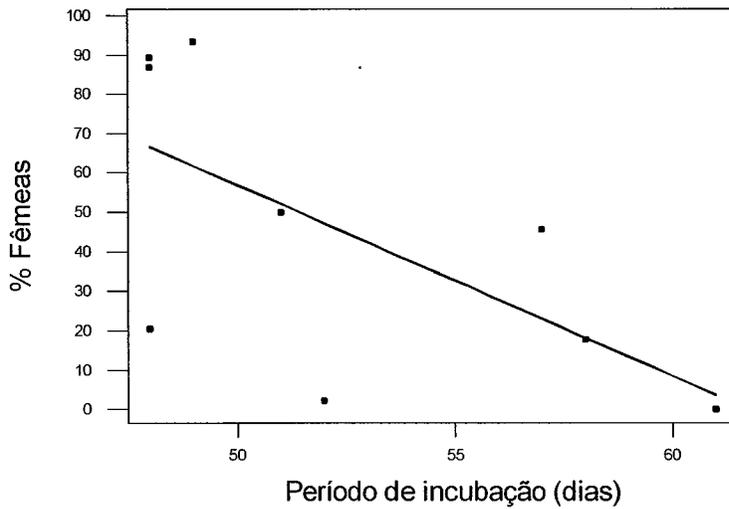


Figura 24 – Relação entre o período de incubação e a porcentagem de fêmeas (condições controladas em incubadoras artificiais).

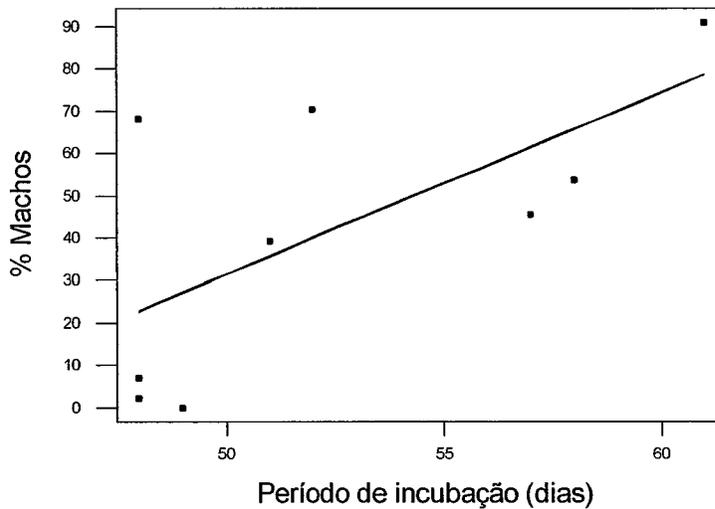


Figura 25 – Relação entre o período de incubação e a porcentagem de machos (condições controladas em incubadoras artificiais).

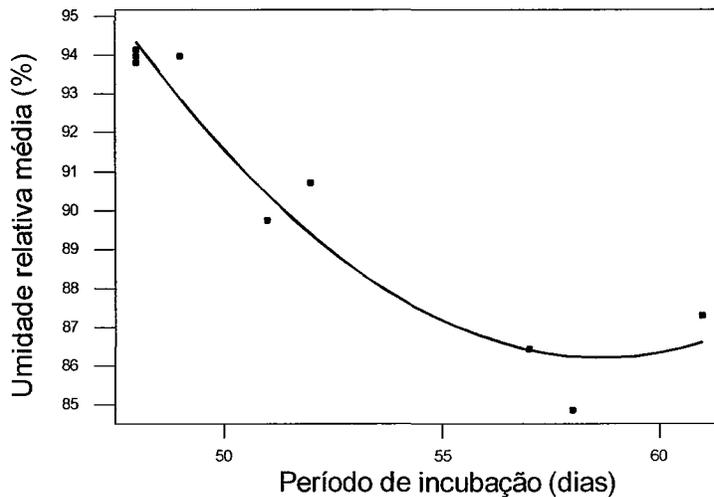


Figura 26 – Relação entre a umidade relativa média e o período de incubação (condições controladas em incubadoras artificiais).

#### 5.4 Discussão

A variação da temperatura do ninho depende do tipo de areia, sendo que as diferentes texturas da areia das áreas de nidificação provavelmente apresentam diferentes condutividades térmicas e reagem diferentemente a insolações (Souza & Vogt, 1994). Ewert (1985) afirma que os limites térmicos para incubação de ovos de quelônios está entre 29° e 35°C. No presente estudo, a média da temperatura de incubação dos ovos de tartaruga-da-amazônia nos ninhos naturais encontrou-se dentro desse intervalo. As temperaturas média, máxima e mínima de incubação em ninhos da espécie no médio Araguaia são inferiores às relatadas por Malvásio (2001) para praias do Parque Nacional do Araguaia (PNA), com exceção da temperatura máxima (respectivamente 29,9°C contra 33 a 35°C; 46,3 contra 39,1°C; e 17,8°C contra 25,8°C). Von Hildebrand et al.(1988) relata a temperatura média de 28°C para a espécie na Colômbia, a 15 cm de profundidade.

Estudando *Chelonia mydas*, Spotila (1987) constatou diferenças mínimas na temperatura em todas as profundidades associadas com ninhos naturais. Mesmo nas profundidades mais rasas, houve diferenças mínimas de temperatura, que não flutuaram mais que 1,5°C durante um período de 24 horas, até mesmo para o perfil com temperaturas mais extremas.

A relação significativa entre a temperatura mínima e máxima e o período de incubação nos ninhos naturais amostrados no presente estudo mostram um padrão complexo e inesperado de variação, evidenciando uma possível influência dos extremos de temperatura no desenvolvimento dos embriões. Várias hipóteses dessa relação são sugeridas por Shine (1999) para répteis em relação ao papel da temperatura de incubação na determinação do sexo dos embriões, entre elas possíveis valores adaptativos distintos entre machos e fêmeas. O ambiente de incubação de tartarugas-da-Amazônia pode ser, no entanto, mais inconstante que o ambiente de nidificação de outros répteis, com padrões de variação e amplitude térmicas possivelmente mais complexos. Futuros estudos nessa área para a espécie seriam por isso desejáveis.

A taxa média de eclosão dos ninhos com data-loggers foi de aproximadamente 80%, abaixo das médias encontradas por Zwing et al. (1990) no rio Trombetas/PA nos anos de 1986 (88,9%) e 1988 (86,8%) e por Malvásio (2001) em 1999 (92,5%) no PNA. Em relação ao período de incubação dos ovos nos ninhos naturais, percebemos que a média para a espécie no presente estudo no rio Araguaia (58,16 dias) foi inferior à média relatada por Von Hildebrand et al. (1988) para os tabuleiros colombianos (67,2 dias), próxima à relatada por Malvásio (2001) para os tabuleiros do PNA (59 dias) e acima daquela encontrada por Alho et al. (1979) para os tabuleiros paraenses (48 dias).

Verificamos que o número médio de ovos por ninho (103,63) do presente nosso estudo foi superior aos dados apresentados pelos autores supra citados (Alho et al. 1979: 93; Malvásio 2001: 94,45). O número médio de ovos encontrado para a espécie no presente estudo foi superior ao encontrado por Márquez et al. (1995) para tartarugas marinhas (*Lepidochelys olivacea*:95 e para *Chelonia mydas*:66).

Diante da impossibilidade da identificação do sexo dos filhotes de tartaruga-da-Amazônia através de suas características anatômicas externas, o estudo do dimorfismo sexual dos quelônios tem sido realizado através de inúmeras técnicas de sexagem: leitura do nível sérico de testosterona após injeção com FSH (Valenzuela et al., 1997), estudo da anatomia das gônadas (Malvásio, 2001), identificação histológica do ovário e do testículo (Danni & Alho 1985 e Malvásio, 2001) e laparoscopia (Vogt, 1994). No presente estudo, optamos pela identificação histológica das gônadas, o que nos proporcionou grande facilidade de identificação do sexo (apenas 0,9% do total de filhotes não foram sexualmente reconhecidos).

TSD é descrito para a espécie, com a ocorrência de fêmeas em altas temperaturas e de machos em temperaturas menores (Alho et al., 1985; Lance et al., 1992 e Souza & Vogt, 1994). Valenzuela (2001) afirma que esta espécie pode também exibir um padrão onde fêmeas podem ser produzidas também a temperaturas inferiores àquelas que produzem machos. Em nosso estudo, os ninhos monitorados com data loggers revelaram uma tendência à produção de fêmea-macho-fêmea (FMF), assim como descrito por Valenzuela (2001). Acreditamos, no entanto, que estudos relacionando a temperatura diária dos ninhos durante o segundo terço do período de incubação (período de determinação sexual, de acordo com Bull, 1983) com determinação sexual, serão de extrema valia à compreensão da biologia reprodutiva da espécie.

A porcentagem de eclosão em incubadoras pode ser baixa (55 a 85%, em média 65%) em relação à taxa de eclosão natural (50 a 95%, em média 80%) (Stancyk, 1995). Contrariando esta idéia, o presente estudo obteve taxa média de eclosão nas incubadoras de 88,53%, mais alta que a encontrada em ninhos naturais ( $79,99 \pm 18.47$  %) monitorados no mesmo ano. Isto sugere que, em condições controladas, pode-se eliminar boa parte das variáveis ambientais que provocam a inviabilidade do embrião. A eliminação desses fatores e o conseqüente sucesso de eclosão sugere que a causa de taxas menores de eclosão pode estar associada muito mais a fatores ambientais do que a fatores reprodutivos.

Ainda em relação à temperatura e eclodibilidade nas incubadoras, o presente estudo demonstrou que à medida que aumentou a temperatura de incubação de 28°C para 32°C, houve um aumento na taxa de eclosão de 87,25% para 93,17%. Este padrão corrobora as observações realizadas por Zug (1993) e Eendebak (1995), quando afirmam que ovos de quelônios incubados a baixas temperaturas apresentam reduzido sucesso de eclosão. Plummer et al. (1994) observou que não houve eclosão para ovos de *Apalone mutica* incubados abaixo de 24 ou acima de 36°C. A eclosão para esta espécie aconteceu somente para ovos incubados entre 27 e 33°C, temperaturas próximas às observadas no presente estudo.

Da mesma forma como para outras espécies de quelônios incubados artificialmente (*Trachemys dorbignyi*, *Apanole mutica*, *Gopherus agassizii*, *Emydura signata*) (Molina, 1998; Plummer et al., 1994; Rostal et al. 1994 e Booth, 1998), o presente estudo demonstrou que, para *Podocnemis expansa*, o aumento da temperatura de incubação promove a redução do período de incubação: para ovos incubados a 28°C, o período de incubação foi significativamente maior (57,67 dias) que para ovos incubados a 30°C (49,33 dias) e 32°C (47,33 dias). Valenzuela et al. (1997) também observaram a relação negativa entre temperatura de incubação e tempo de incubação de ovos de tartaruga-da-amazônia na Amazônia colombiana. O período de incubação, por sua vez, teve uma forte relação com a umidade relativa média.

Da mesma forma como nos ninhos naturais, encontramos uma relação leve entre a temperatura média do substrato e o sexo dos filhotes, notando uma tendência à formação de fêmeas em temperaturas maiores e machos em menores, assim como descrevem Danni & Alho (1985) e Souza & Vogt (1994). Houve também uma relação leve entre a umidade relativa das incubadoras e o sexo dos filhotes. Aparentemente a porcentagem de fêmeas parece aumentar com o aumento da umidade relativa das incubadoras. No entanto, a leve relação do período de incubação com os sexos dos filhotes sugere que ninhos com maior período de incubação apresentaram uma menor porcentagem de fêmeas. Na realidade, essa é uma relação indireta porque a temperatura de incubação é que determina o período de incubação e também a razão sexual dos filhotes.

Os presentes resultados de eclodibilidade e tempo de incubação demonstram o potencial de utilização de incubadoras para ovos de *Podocnemis expansa* em programas de manejo como o desenvolvido pelo governo brasileiro através do Centro de Conservação e Manejo dos Répteis e Anfíbios (RAN) / IBAMA (IBAMA, 1989). Apesar desta prática de incubação ser ainda restrita a uma pequena quantidade de ovos por seu alto custo ela pode servir de base para equipamentos de menor escala a serem utilizados por criadouros comerciais da espécie. Incubadoras artificiais poderão auxiliar tremendamente futuros estudos de TSD para a espécie.

## 5.5 Conclusões

- a) A tartaruga-da-Amazônia apresenta variação consistente quanto à temperatura e período de incubação e também quanto à taxa de eclosão e tamanho de ninhada ao longo de sua zona de distribuição geográfica;
- b) A tartaruga-da-Amazônia apresenta padrão FMF de TSD;
- c) A umidade parece também influenciar significativamente o padrão de determinação do sexo dos embriões. Futuros estudos sobre sua interação com a temperatura são desejáveis;
- d) O uso de incubação artificial poderá auxiliar programas de uso econômico da espécie.

## 6 EFEITO DA TRANSLOCAÇÃO DE OVOS NA VIABILIDADE DE EMBRIÕES DE TARTARUGAS-DA-AMAZÔNIA

### Resumo

A inundação extemporânea das praias de nidifica o da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*), fen meno conhecido por repiquete, pode causar a perda de milhares de ovos em algumas regiões da Amazônia brasileira. Isto representa um dos maiores problemas para o programa de cria o comercial da espécie no Brasil. Com o objetivo de estudar o efeito da transloca o na viabilidade dos embriões dessa espécie de quelônio no rio Araguaia, Brasil Central, foram testados quatro períodos de transloca o de ovos em 32 ninhos: dias 1, 14, 28 e 42 depois da postura. Embora a viabilidade do ovo naturalmente decresca durante o período de incubac o, a transloca o no primeiro dia aumenta a mortalidade embrionária. Entretanto, a transloca o durante os últimos dois terços do período de incubac o não causam dano aos embriões e pode ser uma ferramenta eficaz para os programas de cria o comercial da tartaruga-da-amazônia.

### Abstract

Extemporal short-term flooding, locally called *repiquete*, during the giant Amazon river turtle (*Podocnemis expansa*) nesting period can cause massive egg loss in some regions of Brazilian Amazon. This usually represents a major problem for the ranching program of the species in Brazil. In order to test the effectiveness of translocation on eggs viability in Araguaia river, Central Brazil, we tested four different translocation periods on 32 nests: days 1, 14, 28, and 42 after egg laying. Although egg viability naturally decreases during incubation period, early translocation increases embryo mortality. However, translocation during the second two thirds of incubation

period does not cause any harm to eggs and may be an effective tool for ranching programs of the species in Brazilian Amazon.

## 6.1 Introdução

A tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) é o maior quelônio de água doce da América do Sul. Os adultos apresentam uma carapaça oval, com até 107 cm de comprimento, mais larga caudalmente (Ernst e Barbour, 1989). Sua área de distribuição geográfica vai do Orinoco até as bacias dos rios amazônicos na Colômbia, Venezuela, Guiana, Equador oriental, nordeste do Peru, norte do Brasil, e o norte da Bolívia (Iverson, 1992).

Os ovos e a carne desta espécie foram tradicionalmente usados por habitantes da Amazônia brasileira, sendo socialmente importantes para as classes altas e economicamente importantes para as mais baixas, fato este que conduziu a tartaruga-da-amazônia a vários níveis de declínio populacional em muitas partes da Amazônia (Pritchard, 1979 e Alho, 1985). Este declínio estimulou o governo brasileiro a estabelecer, em 1979, um programa de criação comercial da espécie, baseado na coleta de ovos e distribuição dos filhotes aos criadouros comerciais, em base biologicamente sustentável (CENAQUA, 1989).

A tartaruga-da-amazônia apresenta um comportamento de nidificação semelhante a algumas tartarugas marinhas, com período de postura notadamente concentrado (Moll, 1989), o que foi erroneamente relacionado com a redução do nível de água dos rios (Alho e Pádua, 1982a, 1982b) e conseqüente formação de praias de areia, chamadas localmente de tabuleiros (Alfinito, 1976). A massa corpórea da fêmea em postura varia de 15,7 a 33,0 Kg e alguns milhares de fêmeas podem desovar simultaneamente (Ojasti, 1967), o que é chamado localmente como “arribada”, em espanhol (Carr, 1986), ou “arribação”, em português (Alfinito, 1976). As fêmeas podem possivelmente armazenar esperma (Van Tienhoven, 1983) e exibir múltipla paternidade (Valenzuela, 2000).

Apesar de bem sucedida no manejo de jacarés brasileiros (Verdade et al., 1992), a incubação artificial esteve descartada como ferramenta de manejo para o programa de criação da tartaruga-da-Amazônia. O imenso número de ninhos manejados necessitaria de uma logística intangível para seu uso em larga escala (CENAQUA, 1989). Porém, a alta taxa de ovos inviáveis verificada em algumas praias e a ocorrência habitual de inundação durante o período de incubação (repiquete) (Pádua & Alho, 1984) geralmente causam uma grande mortalidade embrionária (CENAQUA, 1985).

Para minimizar a perda de ovos causada pelo repiquete sem ter que investir em incubadoras artificiais, a translocação de ovos tem sido proposta (Alho, 1985). No entanto, sua possível influência na viabilidade dos ovos é pouco conhecida. Conhecer um pouco desta influência é o principal objetivo do presente estudo.

## 6.2 Material e Métodos

No presente estudo, foram testados quatro períodos de translocação de ovos de tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*): 1, 14, 28 e 42 dias após a postura. Os ovos foram coletados de setembro a dezembro de 2000, nas seguintes praias do rio Araguaia: 04GO (Praia 04 GO: 13°21'57.6"S; 50°39'05.7"W) e 06 MT (13°23'32.3"S; 50°40'12.8"W), na divisa entre os Estados de Goiás (GO) e Mato Grosso (MT), Brasil Central.

Foram utilizados oito ninhos por tratamento (i.e., período de translocação), com um total de trinta e dois ninhos. A abertura do ninho foi realizada sempre no período matutino, das 7:00 às 10:00 horas, ou à tarde, a partir das 16:00 horas. Os dados de número de ovos totais e inviáveis foram anotados e cada desova foi transferida separadamente em caixa plástica, onde os ovos foram dispostos em camadas alternadas com areia, obedecendo à posição original do ovo no ninho, para uma praia mais alta (18GO: 13°30'12.4''S; 50°44'12.4''W). Para identificar nos ovos a posição original, utilizamos marcação da casca com lápis, desenhando uma linha de aproximadamente 0,5 cm de comprimento sobre o ovo. Desta forma, os ovos não foram virados para prevenir a

mortalidade por disfunção respiratória-excretória, conforme sugerido por Webb et al., 1987 para ovos de crocodilos.

O transporte das caixas com ovos foi realizado através de barco, por distância aproximada de sete quilômetros. As caixas foram colocadas sobre um substrato de espuma, no assoalho do barco. Para promover o sombreamento da areia, evitando a dissecação e o superaquecimento, foram depositadas folhas de macela (*Gnaphalium purpureum*) sobre as caixas.

Na praia de destino, foi construído um cercado de 56 m<sup>2</sup> (8,0 m x 7,0 m), utilizando-se de tela plástica verde tipo “mosquiteiro”, com um metro de altura e enterrada até cerca de 15 cm na areia. Este cercado teve o objetivo de proteger os ninhos artificiais do ataque de predadores naturais e evitar a fuga de filhotes.

Os ovos foram depositados em covas escavadas, com 50 cm de profundidade e 25 cm de largura, confeccionadas manualmente, sem o auxílio de instrumentos, apresentando uma distância aproximada de um metro entre si. Após a deposição de todos os ovos, a areia retirada para a formação da cova era devolvida ao ninho, sobre a desova translocada. Neste processo, evitamos que houvesse compressão da areia sobre os ovos.

Os ninhos foram abertos manualmente com 45 dias de incubação, considerando a data da postura e não a da translocação. O número de ovos inviáveis em cada ninho foi anotado. Foram considerados ovos inviáveis aqueles danificados ou em processo de decomposição ou que não apresentassem desenvolvimento embrionário.

Para avaliar o efeito da translocação na viabilidade dos ovos, utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA). Para comparar os tratamentos, utilizou-se o Teste de Tukey. Também foram estabelecidos modelos de regressão para encontrar as perdas embrionárias relacionadas à translocação.

### **6.3 Resultados**

Relações significativas foram observadas entre a taxa de viabilidade dos ovos e a idade do embrião no momento da translocação ( $p < 0.001$ ) e a taxa de viabilidade dos

ovos e a idade de embrião no momento da eclosão ( $p = 0.001$ ). A translocação de ovos no primeiro dia após a postura resultou em uma mortalidade embrionária significativamente mais alta do que nos dias 14, 28 e 42 (Tukey Test  $\alpha=0,05$ ), mas não houve diferença significativa entre estes últimos três períodos de translocação.

A relação entre a taxa de viabilidade do ovo ( $y$ ) e a idade dos embriões em dias ( $x$ ) pode ser expressa pela seguinte equação de regressão (Figura 27):

$$y = 0,993647 + 0,0004611x - 0,0002050x^2; (p < 0.001; r^2 = 0.542):$$

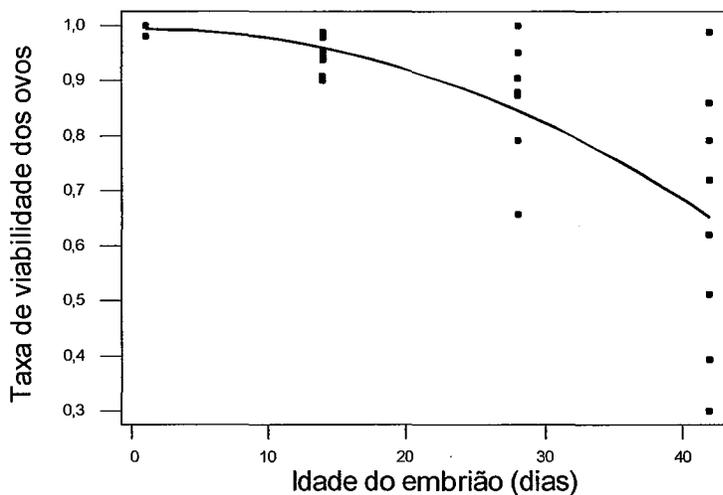


Figura 27 – Relação entre a taxa de viabilidade do ovo ( $y$ ) e a idade dos embriões em dias ( $x$ ).

#### 6.4 Discussão

A mortalidade natural de embriões durante o período de incubação, como abordado no presente estudo, pode estar associada tanto às características genéticas e fenotípicas desses embriões quanto às condições físicas de incubação. Fêmeas com baixa fertilidade podem ser a causa principal da infertilidade de ovos em crocodilianos

(Verdade et al., 1993 e Cardeilhac, 1989, 1990), como também em tartarugas (CENAQUA, 1985). Tamanho e forma do ovo são associados com a massa corpórea de fêmeas de jacarés, embora o tamanho da ninhada não seja (Verdade, 2001). Tamanho do ovo (Gutzke & Packard, 1985), local de nidificação (Campos, 1993) e volume de ninhada (Schulte & Shabreck, 1990), por sua vez, podem estar associados à mortalidade de embriões em répteis. Porém, temperatura (Yntema, 1960; Ewert, 1985 e Plummer et al., 1994), umidade (Grigg, 1987; Kam, 1994) e a interação dessas condições (Bustard, 1971; Tracy et al., 1978 e Packard & Packard, 1984) são possivelmente as condições físicas principais relacionadas à mortalidade de embrião em répteis.

Malvásio (2001) relata uma variação de temperatura de ninhos de *Podocnemis expansa*, ao norte do rio Araguaia, de 25,8 a 39,1 °C. Por períodos prolongados, esta variação pode causar possivelmente uma significativa mortalidade de embriões. Embora Malvásio tenha trabalhado a uma latitude menor, um padrão semelhante pode ser esperado para os tabuleiros do presente estudo. Exposição eventual a temperaturas acima ou abaixo de um certo nível, normalmente causa mortalidade embrionária (Ewert, 1985; Plummer et al., 1994; Ewert & Wilson, 1996 e Tucker & Warner, 1999). Porém, nestes casos, normalmente a alta mortalidade embrionária acontece em fases iniciais da incubação, o que não aconteceu no presente estudo.

A taxa de umidade pode influenciar o tamanho da ninhada de forma que pequenas ninhadas são geralmente produzidas em condições de substrato seco (Zug, 1993). Um substrato seco pode causar a morte embrionária através de dissecação, enquanto um substrato encharcado pode resultar na morte dos embriões por sufocamento (Fenwick, 1992). Até mesmo uma submersão temporária de alguns ninhos pode resultar em alta mortalidade embrionária (Plummer, 1976; Joanen et al., 1977 e Magnusson, 1982). A distribuição de ninhos em um tabuleiro possivelmente pode resultar em taxas de umidade significativamente diferentes entre os ninhos (Zwinck & Young, 1990) porque a umidade na areia pode variar significativamente até mesmo em uma pequena escala espaço-temporal (Sánchez, 1981). Isto resultaria em uma mortalidade embrionária crescente ao longo do período de incubação (Zwinck & Young, 1990). A variabilidade

crecente na taxa de viabilidade dos ovos encontrada no presente estudo possivelmente pode ser explicada por essas razões.

O parasitismo também pode resultar em alta mortalidade embrionária. Lopes (1982) identificou larvas de *Eumacronychia sternalis* (Diptera, Sarcophagidae) vivendo nos ovos e filhotes da tartaruga verde (*Chelonia mydas agassizii*). Broderick e Hancock (1997) relatam infestação por insetos (quatro espécies de mosca e uma espécie de vespa) em ovos de tartarugas marinhas mediterrâneas (*Chelonia mydas* e *Caretta caretta*). Vogt (1981) relata uma baixa taxa de eclosão em 39 de 236 ninhos de *Graptemys spp.* e *Chrysemys picta*, no rio Mississippi, Wisconsin, EUA, devido à infestação larval. No presente estudo, alguns ninhos apresentaram larvas de mosca, o que pode ter resultado em mortalidade embrionária.

Embora existam programas de criação comercial bem estabelecidos, baseados na coleta de ovos e aumento de filhotes em condição de cativeiro, tanto para crocodilianos (Joanen & McNease, 1987; Larriera et al., 1996 e Velasco & De Sola, 1997) quanto para quelônios (CENAQUA 1989), há poucos estudos sobre as possíveis implicações da translocação de ovos na sobrevivência e aptidão de embriões e filhotes. Visto que o sexo na maioria dos quelônios é determinado por fatores ambientais, em lugar de fatores genéticos (Bull, 1980 e Ewert et al., 1994), a influência da translocação na razão sexual da geração criada em cativeiro deve ser a preocupação principal dos programas de criação comercial.

No presente estudo, a translocação dos ovos durante o período inicial de incubação (primeiro terço) resultou em uma mortalidade embrionária mais alta. Isto coincide possivelmente com o período de termosensibilidade para a determinação do sexo em tartarugas (Gutzke & Chymiy 1988; Wibbles et al., 1991 e Pieau et al., 1994). Por tais razões, a translocação neste estágio de desenvolvimento embrionário deveria ser evitada. No entanto, a temperatura de incubação e outras condições físicas não só podem influenciar o sexo mas também o desenvolvimento embrionário (Whitehead et al., 1990), o crescimento pós-eclosão (Joanen et al., 1987 e Webb & Cooper-Preston, 1989) e a pigmentação de pele (Deeming & Ferguson, 1989) em répteis. Estes fatores estão possivelmente relacionados com a aptidão dos indivíduos e sua manipulação

inadequada, mesmo que bem intencionada, poderia resultar em conseqüências danosas para as espécies. Desta forma, futuros estudos sobre este tema devem ser produzidos.

## **6.5 Conclusões**

- a) Embora a viabilidade dos ovos naturalmente decresça durante o período de incubação, a translocação durante o estágio inicial de incubação aumenta a mortalidade embrionária;
- b) A translocação de ovos durante os últimos dois terços do período de incubação pode ser uma ferramenta efetiva para os programas de criação em cativeiro da tartaruga-da-Amazônia, em regiões onde inundações de curto prazo (i.e., repiquete) sejam comuns durante o período de nidificação;
- c) Futuros estudos sobre as possíveis influências da translocação na determinação sexual e na aptidão dos filhotes são necessários para o aprimoramento de programas de conservação da espécie.

## **7 Considerações finais**

Os resultados obtidos a partir do presente trabalho reforçam a viabilidade do manejo da tartaruga-da-amazônia como recurso natural. A ausência de relações entre as características físicas do ninho (umidade, densidade, granulometria e temperatura) e morfométricas (profundidade e largura) e o sucesso reprodutivo da espécie revela um quadro de pouca complexidade na confecção do ninho. Ou seja, o sucesso de eclosão e o tempo de incubação dos ovos, de uma forma geral, deve estar mais relacionado com características intrínsecas da fêmea (genética, fertilidade, maturidade sexual) do que com os fatores ambientais.

Da mesma forma como não há um padrão complexo na elaboração do ninho, o manejo dos ovos também se apresenta de fácil executabilidade. A idade de translocação, a partir do 14º dia pós-postura, parece interferir pouco na viabilidade dos embriões, produzindo uma porcentagem de ovos inviáveis significativamente menor que a translocação no 1º dia. O período inicial de incubação coincide possivelmente com o período de termosensibilidade para a determinação do sexo em tartarugas, portanto, a translocação neste estágio de desenvolvimento embrionário deveria ser evitada.

A incubação em incubadoras elétricas, apesar de cara e inviável para o uso em larga escala também apresenta índices de eclosão muito acima dos naturais e dos transplantados, o que é zootecnicamente interessante. Esse fato foi constatado por muitos pesquisadores para várias espécies de quelônios, utilizando vermiculita como substrato de incubação. Em nosso estudo, utilizamos a própria areia do ninho como substrato e os resultados foram consistentes.

Todas essas constatações incentivam o manejo da tartaruga-da-amazônia. No entanto, vale a pena expressar uma preocupação básica: o manejo pode interferir na

proporção sexual dos filhotes caso as condições de incubação sejam muito diferentes do ninho natural. Portanto, seria desejável que os programas de conservação visando a soltura de filhotes observassem com cuidado as características morfométricas e físicas do ninho natural para tentar reproduzi-lo dentro da máxima semelhança em caso de translocação para praia alta. Em caso de uso sustentável da espécie, o controle da temperatura e, por conseguinte, do sexo do filhote, seria desejável para a produção de um número maior de fêmeas, considerando seu tamanho avantajado em relação ao macho, outra vantagem zootécnica.

O presente trabalho teve condições de incrementar o conhecimento sobre a biologia reprodutiva da tartaruga-da-amazônia, influenciada ou não pela interferência humana (manejo de ninhos). No entanto, os resultados obtidos ainda são primários frente à vasta história natural deste réptil. Estudos de população são de grande interesse a sua conservação em seu habitat natural, mas demandam anos. Uma tartaruga-da-amazônia pode viver um século, segundo relatos não documentados. Essa constatação dificulta os estudos de curto prazo em uma área de nidificação.

Mas a conservação desta espécie vai muito além do conhecimento sobre sua biologia reprodutiva. A tartaruga-da-amazônia divide o seu habitat com o homem, há séculos. E nesta convivência, ela representa também um recurso alimentar. No primeiro capítulo do livro *Biologia da Conservação*, Primack & Rodrigues (2001) referem-se à conservação das tartarugas marinhas da seguinte maneira: “Uma saída possível seria maldizer os pescadores e caiçaras, ou aplicar medidas punitivas, ou ainda tomar algum detalhe biológico da espécie e escrever inúmeras teses e artigos científicos, esquecendo do seu contexto. Essas soluções, freqüentemente adotadas, têm sido pouco positivas para a conservação das espécies”. A conservação da tartaruga-da-amazônia não está distante da realidade das tartarugas marinhas. O contexto de sua degradação populacional está diretamente relacionado à realidade das comunidades humanas que margeiam os rios e que têm sua história atrelada ao consumo e ao comércio da tartaruga-da-amazônia, como de tantas outras espécies.

A alternativa de seu uso sustentável através de criadouros comerciais foi uma das primeiras tentativas de concorrer com estas comunidades ribeirinhas no comércio

das espécies de quelônios, de forma legalizada. O próprio manejo da tartaruga-da-amazônia em vida livre, visando utilizar os excedentes populacionais naturalmente perdidos com os repiquetes em programas de criação em cativeiro da espécie, demonstra grande viabilidade em termos de índices de eclosão e praticidade, conforme os resultados obtidos a partir do presente trabalho e de tantos outros desenvolvidos por outros pesquisadores (altos índices de eclosão de ovos translocados ou mantidos em incubadoras elétricas, em comparação aos incubados naturalmente; redução do período de incubação, à medida que a temperatura aumenta, nas incubadoras).

Portanto, abastecer criadouros comerciais a partir do manejo de ovos e filhotes de tartaruga-da-amazônia é uma alternativa viável, mas o que isso realmente tem colaborado para a conservação da espécie ainda é questionável. O que se percebe é que a tecnologia de criação desta espécie em cativeiro ainda não foi dominada a ponto de gerar resultados zootecnicamente viáveis e que consigam competir com a extração ilegal da espécie nos lagos e rios. O produto destes criadouros é vendido em grandes centros urbanos, distantes dos rios, onde se encontram os maiores consumidores da tartaruga (ribeirinhos, índios, turistas). Ainda assim, no atual preço de venda da tartaruga-da-amazônia, somente os turistas teriam condições de consumi-la nas localidades beira-rio. E, como os custos de criação em cativeiro ainda são altos, esta alternativa de produção animal ainda está pouco acessível às comunidades ribeirinhas, se não estiverem organizadas em associações.

Em diversos países, alguns projetos de conservação de quelônios têm envolvido tais comunidades no manejo das espécies, seja através do pagamento de agentes de praias, antigos pescadores, do acesso ao recurso de forma controlada (coleta de ovos em períodos pré-determinados) ou através da parceria com as comunidades, com retorno econômico gerado pelos serviços advindos do manejo (ecoturismo, pequenos comércios locais, assistência social através de empresas patrocinadoras, venda de filhotes como pets).

O envolvimento das comunidades ribeirinhas nos trabalhos de manejo, subsidiados pelos resultados obtidos com as pesquisas sobre a biologia reprodutiva da espécie, parece ser a alternativa mais positiva em termos de conservação da tartaruga-da-

amazônia em seu habitat natural. Recebendo benefícios diretos dessa participação conjunta, as famílias perceberiam a necessidade de conservar os seus recursos naturais. Organizados em associações, elas veriam os quelônios muito mais do que um prato na mesa, mas como uma garantia de renda para a comunidade, colaborando para a melhoria da qualidade de vida. A conservação da tartaruga-da-amazônia seria, então, uma realidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFINITO, J. Migração de tartarugas. **Brasil Florestal**, v.7, p.55-58, 1976.
- ALHO, C. J. R. Conservation and management strategies for commonly exploited Amazon turtles. **Biological Conservation**, v.32, p.291-298, 1985.
- ALHO, C. J. R.; PÁDUA, L. F. M. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, v.60, p.97-103, 1982a.
- ALHO, C. J. R.; PÁDUA, L. F. M. Sincronia entre o regime de vazante do rio e comportamento de nidificação de *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae) **Acta Amazônica**, v.12, p.323-326, 1982b.
- ALHO, C.J.R.; CARVALHO, A.G.; PÁDUA, L.F.M. Ecologia da tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo na Reserva Biológica do Trombetas. **Revista Brasil Florestal**, n.38, p.29-47, 1979.
- ALHO, C.J.R.; DANNI, T.M.S.; PÁDUA, L.F.M. Temperature-dependent Sex determination in *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). **Biotropica**, 17, v.1, p.75-78, 1985.
- BOBYN, M.L.; BROOKS, R.J. Incubation conditions as potential factors limiting the northern distribution of snapping turtles, *Chelydra serpentina*. **Canadian Journal of Zoology**, v.72, p. 28-37, 1994.
- BOOTH, D.T. Incubation of turtle eggs at different temperatures: Do embryos compensate for temperature during development? **Physiological Zoology**, v.71, n.1, p.23-26, 1998.
- BRODERICK, A.C.; HANCOCK, E.G. Insect infestation of Mediterranean marine turtle eggs. **Herpetological Review**, v.28, n.4, p.190-191, 1997.

- BULL, J. J. Sex determination in reptiles. **Quarterly Review of Biology**, v.55, n.1, p.3-21, 1980.
- BULL, J.J. **Evolution of sex determining mechanisms**. Menlo Park, California, USA: Benjamin/Cummings, 1983. 315 p.
- BUSTARD, H. R. Temperature and water tolerances of incubating crocodiles eggs. **British Journal of Herpetology**, v.4, p.198-200, 1971.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônômico de Campinas. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico**, n.106, p.55-87, 1986.
- CAMPOS, Z. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman crocodiles yacare* in the Pantanal, Brazil. **Journal of Herpetology**, v.27, n.2, p.127-132, 1993.
- CANTARELLI, V.H.; ALVES, W.R. The meanders of the Araguaia River Environmental Protection Area. **Boletim Goiano de Geografia**, v.19, n.1, p.158-165, 1999.
- CARDEILHAC, P. **Husbandry and preventative medicine practices that increase reproductive efficiency of breeding colonies of alligators**. Gainesville, FL, USA: Aquaculture Market Development Aid Program, 1989. 25 p.
- CARDEILHAC, P. **Husbandry and preventative medicine practices that increase reproductive efficiency of breeding colonies of alligators. II**. Gainesville, FL, USA: Aquaculture Market Development Aid Program, 1990. 47p.
- CARR, A. **The sea turtle: so excellent a fish**. Austin, Texas, USA: University of Texas Press, 1986. 280 p.
- CENTRO NACIONAL DOS QUELÔNIOS DA AMAZÔNIA. **Preservação de Quelônios no Rio Guaporé: atividades em 1984/1985**. Brasília: IBAMA, 1985. 125p.
- CENTRO NACIONAL DOS QUELÔNIOS DA AMAZÔNIA. **Projeto Quelônios da Amazônia 10 anos**. Brasília: IBAMA, 1989, 119 p.
- CIOFI, C.; SWINGLAND, I.R. Environmental sex determination in Reptiles. **Applied Animal Behavior Science**, v. 51, p.251-265, 1997.

- CONGDON, J.D.; GIBBONS, J.W. Egg components and reproductive characteristics of turtles: relationships to body size. **Herpetologica**, v.41, n.2, p.194-205, 1985.
- DANNI, T.M.S.; ALHO, C.J.R. Estudo histológico da diferenciação sexual em tartarugas recém-eclodidas (*Podocnemis expansa*, Pelomedusidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.45, n.3, p.365-368, 1985.
- DAVENPORT, J. Temperature and the life-history strategies of sea turtles. **Journal of Thermal Biology**, v.22, n.6, p.479-488, 1997.
- DEEMING, D. C.; FERGUSON, M. W. J. The mechanism of temperature-dependent sex determination in crocodylians: a hypothesis. **American Zoologist**, v.29, n.3, p.973-989, 1989.
- DODD, C. K., JUNIOR. Clutch size and frequency in Florida Box turtles (*Terrapene Carolina bauri*): implications for conservation. **Chelonian Conservation and Biology**, v.2, n.3, p. 370-377, 1997.
- EENDEBAK, B.T. Incubation period and sex ratio of Hermann's tortoise. **Chelonian Conservation and Biology**, v.1, n.3, p.227-231, 1995.
- EHRHART, L. M. **A review of sea turtle reproduction: biology and conservation of sea turtles**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995, 615 p.
- ERNST, C. H.; BARBOUR, R. W. **Turtles of the world**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1989, 313 p.
- EWERT, M.A. Embryology of turtles. In: GANS, C.; BILLET, F.; MADERSON, P.F.A. (Ed.). **Biology of the reptilia**. New York: John Wiley, 1985. p.75-267.
- EWERT, M. A.; JACKSON, D. R.; NELSON, C. E. Patterns of temperature-dependent sex determination in turtles. **Journal of Experimental Zoology**, v.270, n.1, p.3-15, 1994.
- GIBBONS, J.W. Reproductive patterns in freshwater turtles. **Herpetologica**, v.38, n.1, p. 222-227, 1982.
- GIBBONS, J.W.; GREENE, J.L.; SCHUBAUER, J.P. Variability in clutch size in aquatic chelonians. **British Journal of Herpetology**, v.6, p.13-14, 1978.
- GIBBONS, J.W.; GREENE, J.L.; PATTERSON, K.K. Variation in reproductive characteristics of aquatic turtles. **Copeia**, n.4, p.776-784, 1982.

- GRIGG, G. C. Water relations of crocodiles eggs. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; DEMPSEY, K. E.; WHITEHEAD, P. J. (Ed.). **Wildlife management: crocodiles and alligators**. Chipping Norton, NSW, Australia: Surrey Beatty, 1987. p.499-502.
- GUTZKE, W. H. N.; CHYMIY, D. B. Sensitive periods during embryogeny for hormonally induced sex determination in turtles. **General Comparative Endocrinology**. v.71, p.265-267,1988.
- FAO. Informe del taller sobre estrategias para el manejo y el aprovechamiento racional de capibara, caiman y tortugas de agua dulce. São Paulo: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1988. 65p.
- FENWICK, H. Breeding Tortoises in captivity. **British Chelonia Group Testudo**, v.3, n.4, 1992.
- GEE, G.W.; BAUDER, J.W. **Methods of soil analysis**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy; Soil Science Society of America, 1986. 112 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Projeto Quelônios da Amazônia 10 Anos**. Brasília, 1989.119 p.
- IVERSON, J.B. Nesting and parental care in the mud turtle, *Kinosternon flavescens*. **Canadian Journal of Zoology**, v.68, p.230-233, 1990.
- IVERSON, J. B. **A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world**. Richmond: Privately Printed, 1992. 363 p.
- JOANEN, T.; MCNEASE, L. M. The management of alligators in Louisiana. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; DEMPSEY; K. E.; WHITEHEAD, P. J. (Ed.). **Wildlife management: crocodiles and alligators**. Chipping Norton, NSW, Australia: Surrey Beatty, 1987. p.33-42.
- JOANEN, T.; MCNEASE, L. M.; FERGUSON, M. W. J. The effects of egg incubation temperature on post-hatching growth of American alligators. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; DEMPSEY; K. E.; WHITEHEAD, P. J. (Ed.). **Wildlife management: crocodiles and alligators**. Chipping Norton, NSW, Australia: Surrey Beatty, 1987. p.533-537.

- JOANEN, T.; MCNEASE, L. M.; PERRY, G. Effects of simulated flooding on alligator eggs. **Proceedings of the South-Eastern Association of the Fish and Game Commissioners**, 1977. v.33, p.33-35.
- KAM, Y. C. Effects of simulated flooding on metabolism and water balance of turtle eggs and embryos. **Journal of Herpetology**, v.28, n.2, p.173-178, 1994.
- LANCE, V.; VALENZUELA, N.; VON HILDEBRAND, P. A Hormonal method to determine the sex of hatchling giant river turtles, *Podocnemis expansa*. **Application to Endangered species Research. American Zoology**, v. 32, p.125-132, 1992.
- LARRIERA, A.; IMHOF, A.; VON FINK, C. The experimental ranching program of broad-snouted caiman in Santa Fe, Argentina. In: WORKING MEETING OF THE CROCODILES SPECIALIST GROUP, 13., Santa Fe, Argentina, 1996. **Proceedings**. Gland, Suíça: IUCN, 1996. p.1-6.
- LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J.C. The Araguaia 99 Field Conference. **Boletim Goiano de Geografia**, v.19, n.1, p.110-119, 1999.
- LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J.C.; BAYER M.; PRADO, R. The Araguaia-Tocantins Fluvial Basin. **Boletim Goiano de Geografia**, v.19, n.1, p.120-127, 1999.
- LITZGUS, J.D.; BROOKS, R.J. Reproduction in a northern population of *Clemmys guttata*. **Journal of Herpetology**, v. 32, n.2, p.252-259, 1998.
- LOPES, H. S. On *Eumacronychia sternalis* Allen (Dipter, Sarcophagidae) with larvae living on eggs and hatchlings of the east Pacific green turtle. **Revista Brasileira de Biologia**, v.42, n.2, p.425-429, 1982.
- MAGNUSSON, W. E. Mortality of eggs of the crocodile *Crocodylus porosus* in northern Australia. **Journal of Herpetology**, v.16, p.121-130, 1982.
- MALVÁSIO, A. Aspectos do mecanismo alimentar e da biologia reprodutiva em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812), *P.unifilis* (Troschel, 1848) e *P. Sextuberculata* (Cornalia, 1849) (Testudines, Pelomedusidae). São Paulo, 2001. 199 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MÁRQUEZ, M. R.; PEÑAFLORES S., C.; VILLANUEVA O., A.; SANCHEZ P., M. A model for diagnosis of populations of olive ridleys and green turtles of west pacific

- tropical coasts. In: **Biology and conservation of sea turtles**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995. p.153-158 .
- MARTINEZ, E.; RODRÍGUEZ, E. Manejo participativo de la tortuga charapa *Podocnemis expansa* en la zona de influencia de un área protegida amazónica colombiana. In: FANG, T.G.; BODMER, R.E.; AQUINO, R.; VALQUI, M.H. **Manejo de fauna silvestre en la Amazonía**. Bolivia: Instituto de Ecología, 1997. p.175-179.
- MILTON, S.L.; SCHULMAN, A.A.; LUTZ, P.L. The effect of beach nourishment with aragonite versus silicate sand on beach temperature and loggerhead sea turtle nesting success. **Journal of Coastal Research**, v.13, n.3, p.904-915, 1997.
- MOLINA, F.B.; GOMES, N. Incubação artificial dos ovos e processo de eclosão em *Trachemys dorbigny* (Duméril & Bibron) (Reptilia, Testudines, Emydidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.15, p.135-143, 1998.
- MOLL, E. O. Reproductive cycles and adaptations. In: HARLESS, M.; MORLOCK, H. (Ed.). **Turtles perspectives and research**. Malabar: Krieger, 1989. 695 p.
- MORTIMER, J.A. The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Chelonia mydas*). **Copeia**, n. 3, p. 802-817, 1990.
- OJASTI, J. Consideraciones sobre la ecología y conservación de la tortuga “*Podocnemis expansa*” (Chelonia, Pelomedusidae). In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA. Manaus, 1967. **Conservação da Natureza e Recursos Naturais**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1967. v.7, p.201-206.
- PACKARD, G.C.; PACKARD, M.J.; BENIGAN, L. Sexual differentiation, growth, and hatching success by embryonic painted turtles incubated in wet and dry environments at fluctuating temperatures. **Herpetologica**, v.47, n.1, p.125-132, 1991.
- PACKARD, G.C.; MILLER, K.; PACKARD, M.J.; BIRCHARD, G.F. Environmentally induced variation in body size and condition in hatchling snapping turtles (*Chelydra serpentina*). **Canadian Journal of Zoology**, v.77, p.278-289, 1999.

- PÁDUA, L. F. M.; ALHO, C. J. R. Avaliação do comportamento de nidificação em *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae) durante cinco anos em área de proteção. **Brasil Florestal**, v.59, p.59-61, 1984.
- PETERS, A.; VERHOEVEN, K.J.F.; STRIJBOSCH, H. Hatching and emergence in the Turkish mediterranean loggerhead turtle, *Caretta caretta*: natural causer for egg and hatchling failure. **Herpetologica**, v.50, n. 3, p.369-373, 1994.
- PIEAU, C.; GIRONDOT, M.; RICHARD-MERCIER, N.; DESCAGES, G.; DORIZZI, M.; ZABORSKI, P. Temperature sensitivity of sexual differentiation of gonads in the European pond turtle: hormonal involvement. **Journal of Experimental Zoology**, v.270, p.86-94, 1994.
- PLUMMER, M. V. Some aspects in the nest success in the turtle, *Trinyx muticus*. **Herpetologica**, v.32, p.353-359, 1976.
- PLUMMER, M.V.; SHADRIX, C. E.; COX, R. C. Thermal limits of incubation in embryos of softshell turtles (*Apalone mutica*). **Chelonian Conservation and Biology**, v.1, n.2, p.141-144, 1994.
- PRANGE, H.D.; ACKERMAN, R.A. Oxygen consumption and mechanisms of gas exchange of green turtle (*Chelonia mydas*) eggs and hatchlings. **Copeia**, v.2, n.3, p. 758-763, 1974.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 327p.
- PRITCHARD, P.C.H. **Encyclopedia of turtles**. London: T.F.H., 1979. 895 p.
- PRITCHARD, P.C.H.; TREBBAU, P. **The turtles of venezuela**. Oxford: Society of the Study of Amphibians and Reptiles, 1984. 280 p.
- RATTERMAN, R.J.; ACKERMAN, R.A. The water exchange and hydric microclimate of painted turtle (*Chrysemys picta*) eggs incubating in field nests. **Physiological Zoology**, v.62, n.5, p.1059-1079, 1989.
- ROSTAL, D.C., GRUMBLES, J.S., LANCE, V. A.; SPOTILA, J. R.. Non-lethal Sexing Techniques for hatchling and immature desert tortoises (*Gopherus agassizii*). **Herpetological Monographs**, v.8, p.83-87, 1994.

- SÁNCHEZ, P. A. **Suelos del trópico: características y manejo**. San Jose, Costa Rica: IICA, 1981. 634 p.
- SEIGEL, R.A.; DODD JUNIOR., C.K. Manipulation of turtle populations for conservation. In: KLEMENS, M.W. **Turtle conservation**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000. p.227.
- SHINE, R. Why is sex determined by nest temperature in many reptiles? **Tree**, v.14, n.5, p.186-189, 1999.
- SOINI, P. Ecología Y manejo de quelonios acuáticos en la Amazonia peruana. In: FANG, T.G.; BODMER, R.E.; AQUINO, R.; VALQUI, M.H. **Manejo de fauna silvestre en la Amazonía**. Bolivia: Instituto de Ecología, 1997. p.165-168.
- SOUZA, R.R.; VOGT, R.C. Incubation temperature influences sex and hatchling size in the neotropical turtle (*Podocnemis unifilis*). **Journal of Herpetology**, v.28, n.4, p.453-464, 1994.
- SPEAKMAN, J.R., HAYS, G.C.; LINDBLAD, E. Thermal conductivity of sand and its effect on the temperature of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) nests. **Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom**, v.78, n.4, p.1337-1352, 1998.
- SPOTILA, J.R., STANDORA, E.A., MORREALE, S.J., RUIZ, G.J. Temperature dependente sex determination inthe green turtle (*Chelonia mydas*): effects on the sex ratio on a natural nesting beach. **Herpetologica**, v. 43, n.1, p. 74-81, 1987.
- STANCYK, S.E. **Biology and conservation of sea turtles**. 3. ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995a. 615 p.
- STANCYK, S.E. **Non-human predators of sea turtles and their control: biology and conservation of sea turtles**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995b. 615 p.
- STANCYK, S.E.; ROSS, J.P. An analysis of sand from green turtle nesting beaches on ascension island. **Copeia**, n.1, p.93-99, 1978.
- TUCKER, J.K.; WARNER, D.A. Microgeographic variation in response of red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) embryos to similar incubation environments, **Journal of Herpetology**, v.33, n.4, p. 549-557, 1999.

- TUCKER, J.K.; FILORAMO, N.I.; PAUKSTIS, G.L.; JANZEN, F.J. Response of red-eared slider, *Trachemys scripta elegans*, eggs to slightly differing water potentials. **Journal of Herpetology**, v. 32, n.1, p.124-128, 1998.
- VALENZUELA, N. Multiple paternity in side-neck turtles *Podocnemis expansa*: evidence from microsatellite DNA data. **Molecular Ecology**, v.9, p.99-105, 2000.
- VALENZUELA, N. Constant, shift, and natural temperature effects on sex determination in *Podocnemis expansa* Turtles. **Ecology**, v.82, n.11, p.3010-3024, 2001.
- VALENZUELA, N.; BOTERO, R.; MARTÍNEZ, E. Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from Colombian Amazonia. **Herpetologica**, v.53, n.3, p.390-398, 1997.
- VAN TIEHOVEN, A. **Reproductive physiology of vertebrates**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1983. 491 p.
- VANZOLINE, P.E. Notes on the nesting behaviour of *Podocnemis expansa* in the Amazon valley (Testudines, Pelomedusidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.20, n.17, p.191-215, 1967.
- VELASCO, A.; DE SOLA, R. Programa de manejo de la baba (*Caiman crocodilus*) de Venezuela. In: ARRIAGA-WEISS, S. L.; CONTRERAS; S. W. (Ed.). In: **REUNIÓN REGIONAL DEL GRUPO DE ESPECIALISTAS EN COCODRILOS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**, 4., México, 1997 **memórias** México: Centro Regional de Innovación Agroindustrial S.C. Villahermosa, 1997. p.235-246.
- VERDADE, L. M. Biología reproductiva do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil. In: LARRIERA, A.; VERDADE, L.M. (Ed.). **La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina**. Santo Tome, Santa Fe, Argentina: Fundación Banco Bica, 1995. v.1, p. 57-79.
- VERDADE, L. M. Allometry of reproduction in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n.3, p.171-190, 2001.

- VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A.; PACKER, E I. U. Manejo reprodutivo do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em cativeiro. In: VERDADE, L. M.; PACKER, I. U.; ROCHA, M. B, MOLINA, F. B.; DUARTE, P.G.; LULA; E L.A.B.M. (Ed.). **WORKSHOP SOBRE CONSERVAÇÃO E MANEJO DO JACARÉ-DE-PAPO-AMARELO (*Caiman latirostris*)**, 3., Piracicaba, 1993. Anais Piracicaba: ESALQ, 1993. p.143-151.
- VERDADE, L. M.; MICHELOTTI, F.; RANGEL, M. C.; CULLEN JR, L.; ERNANDES, M. M.; LAVORENTI, E A. Manejo dos ovos de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) no CIZBAS / ESALQ / USP. In: VERDADE, L.M.; LAVORENTI, E A. (Ed.). **WORKSHOP SOBRE CONSERVAÇÃO E MANEJO DO JACARÉ-DE-PAPO-AMARELO (*Caiman latirostris*)**, 2., Piracicaba, 1992. Anais Piracicaba: ESALQ, 1992. p. 92-99.
- VOGT, R. C. Turtle egg (*Graptemys*: Emydidae) infestation by fly larvae. **Copeia**, v.2, p.457-459, 1981.
- VOGT, R.C. Temperature controlled sex determination as a tool for turtle conservation. **Chelonian Conservation and Biology**, v.1, n.2, p.159-162, 1994.
- VON HILDEBRAND P.; SÁENZ, C.; PEÑUELA, M.C.; CARO, C. Biología reprodutiva y manejo de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) em el bajo rio Caqueta. **Colômbia Amazonica**, v.3, p. 89-111, 1988.
- WEBB, G. J. W.; COOPER-PRESTON, H. Effects of incubation temperature and the evolution of reptilian oviparity. **American Zoologist**, v.29, n.3, p.953-971, 1989.
- WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; DEMPSEY, K. E.; WHITEHEAD, P. J. Crocodilian eggs: a functional overview. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; DEMPSEY, K. E.; WHITEHEAD, P. J. (Ed.). **Wildlife management: crocodiles and alligators**. Chipping Norton, NSW, Australia: Surrey Beatty, 1987. p.417-422.
- WIBBLES, T.; BULL, J. J.; CREWS, D. Chronology and morphology of temperature sex determination. **Journal of Experimental Zoology**, v.260, p.371-381, 1991.

- WOOD, D.W.; BJORNDAL, K.A. Relation of temperature, moisture, salinity and slope to nest site selection in loggerhead sea turtles. **Copeia**, v.1, p.119-128, 2000.
- YNTEMA, C.L. Effects of various temperatures on the embryonic development of *Chelidra serpentina*. **Anatomical Recue**, v. 36, p.305-306, 1960.
- ZUG, G.R. **Herpetology**: an introductory biology of amphibians and reptiles. San Diego: Academic Press, 1993. 527p.
- ZWINK, W. AND YOUNG, P.S. Desova e eclosão de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) (Chelonia: Pelomedusidae) no Rio Trombetas, Pará, Brasil. **Forest'90**, s.l., p.34-35, 1990.