**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Estrutura populacional e alometria reprodutiva de *Podocnemis expansa*
(Testudines, Podocnemididae) no entorno do Parque Nacional do Araguaia,
Tocantins**

Thiago Costa Gonçalves Portelinha

**Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Ecologia Aplicada**

**Piracicaba
2010**

Thiago Costa Gonçalves Portelinha
Engenheiro Ambiental

Estrutura populacional e alometria reprodutiva de *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) no entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins

Orientador:
Prof. Dr. **JAIME BERTOLUCI**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ecologia Aplicada**

**Piracicaba
2010**

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

Portelinha, Thiago Costa Gonçalves

Estrutura populacional e alometria reprodutiva de *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) no entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins / Thiago Costa Gonçalves Portelinha. - - Piracicaba, 2010.
110 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.
Bibliografia.

1. Conservação biológica 2. Populações animais 3. Reprodução animal 4. Tartaruga aquática 5. Testudines I. Título

CDD 598.13
P843e

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

“À minha família, por todo amor, carinho, compreensão, apoio e incentivo”.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jaime Bertoluci, pela confiança, credibilidade, amizade e conhecimento compartilhado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de mestrado (processo 2007/05040-0).

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e à coordenação do PPG Interunidades em Ecologia Aplicada (ESALQ/USP) pela oportunidade.

Ao Prof. Dr. Luciano Martins Verdade pelo apoio, incentivo, oportunidades e pela indispensável ajuda que excederam o convívio acadêmico.

À Prof. Dra. Adriana Malvasio, por todos estes anos de investigação em conjunto, pela amizade que se formou durante as longas e importantes horas de trabalho em campo e em laboratório e pelos valiosos conselhos e indicações.

Ao Dr. Carlos Piña pelas importantes sugestões durante a redação da dissertação e pela fundamental ajuda com as análises estatísticas.

Ao CNPq, que através do Edital CT - Universal (processo 482584/2007-6) financiou parte das atividades em campo.

À Universidade Federal do Tocantins, por minha formação acadêmica, pelo incentivo à pesquisa e apoio logístico durante as coletas em campo.

Aos companheiros e companheiras do Grupo CroQue (Quelônios e Crocodilianos da Região Norte), em especial, Adson, Alex, André, Dinei, Eduardo, Emerson, Fátima, Giovanni, Helder, João Paulo, Kennedy, Lorena, Lúcio, Marcos, Márcio (Índio), Marina, Mauro, Mauro Celso, Milene, Peu e Thalita pelos ensinamentos, amizade e companheirismo;

Ao RAN/ICMBio (Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), pela concessão das licenças para a realização do estudo e apoio logístico durante as coletas em campo.

Aos funcionários do IBAMA/ICMBio que foram chefes do PARNA (Parque Nacional do Araguaia) durante todos esses anos de atividades em campo e que compartilharam diversos momentos de felicidades e angústias, em especial à Antônia Lúcia, Ana Carolina, Wajdi, Sandra e Vinícius. Aos fiscais do RAN/ICMBio “Tocantins”, Juraci, Itamar, Jacimar e aos fiscais de praia “Chico” e Francimar, pela ajuda nos trabalhos e pelos ensinamentos no campo.

Aos funcionários do Centro de Pesquisa Canguçu (CPC), Josilene, Roberto e Sulene pelo carinho, amizade e dedicação. Ao amigo Sr. Pompeu, morador das margens do rio Javaés, que sempre com sua disposição e entusiasmo me ajudou durante os trabalhos e me passou grandes ensinamentos de vida.

Aos amigos da Pós, em especial ao Acácio Navarrete, Bruno Ferronato, Henrique Sawakuchi (Tamaguchi), Jorge Uribe, Maurício Tassoni Filho (Prisioneiro), Mônica Montenegro, Shirley Famelli e Sarah Pinheiro.

Aos amigos do laboratório de Zoologia de Vertebrados: Carolina Ortiz, Isabela (Bossa), José Wagner (Xuleta), Leonardo (Vakulo), Ricardo (Hadija), Shirley, Sarah, Thiago (Salmão) e Vivian (Viliña).

À Melina Simoncini pela ajuda, paciência, dedicação e carinho indispensáveis.

À minha família, que durante todos esses anos me apoiou e incentivou em todas as decisões que tomei. Aos meus avós paternos Aulita e Antônio (*in memoriam*) que não puderam presenciar esta nova conquista na minha vida. Agradeço infinitamente todas as pessoas que, de um modo especial, sempre estiveram presentes em todos os momentos desta jornada que iniciou na graduação.

À natureza e a todas as forças “maiores”, as quais possibilitaram a realização deste trabalho e a conquistar uma nova etapa na minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
Referências	32
2 ESTRUTURA POPULACIONAL DE <i>PODOCNEMIS EXPANSA</i> (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DO ARAGUAIA, TOCANTINS	41
Resumo	41
Abstract.....	41
2.1 Introdução.....	42
2.2 Material e Métodos	43
2.2.1 Área de Estudo	43
2.2.2 Captura e Marcação	44
2.2.3 Sexagem e Biometria.....	45
2.2.4 Razão Sexual e Estrutura Etária	46
2.2.5 Abundância Relativa	46
2.2.6 Distribuição espacial	47
2.2.7 Análise dos dados	47
2.3 Resultados.....	48
2.3.1 Captura e Marcação	48
2.3.2 Dados Biométricos	51

2.3.3 Razão Sexual e Estrutura Etária.....	53
2.3.4 Abundância Relativa	57
2.3.5 Distribuição espacial	58
2.4 Discussão	60
2.4.1 Captura e Marcação	60
2.4.2 Dados Biométricos.....	62
2.4.3 Razão Sexual e Estrutura Etária.....	64
2.4.4 Abundância Relativa	68
2.4.5 Distribuição espacial	70
2.5 Conclusões	72
Referências.....	73
3 ALOMETRIA REPRODUTIVA DE <i>PODOCNEMIS EXPANSA</i> (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DO ARAGUAIA, TOCANTINS	
Resumo	79
Abstract	79
3.1 Introdução	80
3.2 Material e Métodos	82
3.2.1 Área de Estudo	82
3.2.2 Captura e marcação das fêmeas e identificação dos ninhos	83
3.2.3 Morfometria das fêmeas	84
3.2.4 Medidas dos rastros das fêmeas	85

3.2.5 Morfometria dos ovos e características físicas dos ninhos.....	86
3.2.6 Abertura dos ninhos e manuseio dos filhotes	87
3.2.7 Análise dos dados	88
3.3 Resultados.....	88
3.3.1 Relações entre os rastros das fêmeas e suas medidas morfométricas	89
3.3.2 Relações entre as variáveis dos ninhos e as medidas morfométricas das fêmeas e seus rastros.....	90
3.3.3 Relações entre as características físicas dos ninhos e as variáveis das ninhadas ...	92
3.3.4 Relações entre a morfometria dos ovos e as medidas morfométricas das fêmeas .	92
3.3.5 Relações entre a morfometria dos filhotes e as medidas morfométricas das fêmeas	93
3.4 Discussão	93
3.5 Conclusões.....	99
Referências	101
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	109

RESUMO

Estrutura populacional e alometria reprodutiva de *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) no entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins

Dentre os répteis que ocorrem na Amazônia, os quelônios se destacam pela sua diversidade e importância econômica. *Podocnemis expansa*, conhecida popularmente como tartaruga-da-amazônia, é considerada o maior quelônio de água doce da América do Sul e tem sido explorada intensamente, por séculos, por inúmeras comunidades indígenas e ribeirinhas. O presente estudo teve como objetivo ampliar os conhecimentos acerca da ecologia populacional e da biologia reprodutiva de *P. expansa* no rio Javaés, Estado do Tocantins, no entorno do Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal). No primeiro capítulo desta dissertação foram investigados alguns aspectos da ecologia populacional. Os trabalhos em campo foram realizados entre os anos de 2004 e 2009 e os animais foram capturados pelos métodos de mergulho e arrasto de rede. Com os resultados obtidos, foi observado que a estrutura etária (baseada no comprimento da carapaça) dos indivíduos apresentou um padrão unimodal para os machos e um padrão não definido para as fêmeas. A população estudada era constituída basicamente por fêmeas jovens e machos adultos, apresentando uma razão sexual desviada para as fêmeas de 1:1,4 (♂:♀). A abundância relativa variou entre 0,4 e 8,6 animais/hora, dependendo do método de captura empregado, e a maioria dos animais (73,7%) encontrava-se concentrada em apenas um ponto específico do rio. No segundo capítulo, foram estudadas as relações alométricas entre o tamanho corpóreo da fêmea, seus rastros, as variáveis da ninhada e a forma dos ninhos em ambiente natural. O trabalho de campo foi realizado em uma praia de desova da área estudada, entre os meses de setembro e dezembro de 2008. Os resultados mostraram que o tamanho corpóreo da fêmea de *P. expansa* pode ser estimado em função do seu rastro, que fêmeas maiores deixam rastros maiores na areia, além de produzirem mais ovos (tamanho da ninhada) e com maior massa (massa da ninhada) do que fêmeas menores e que as variáveis largura da carapaça e massa da fêmea podem ser consideradas como confiáveis para estabelecer relações nos estudos de alometria com *P. expansa*.

Palavras chave: Quelônios; Populações; Reprodução; Tartaruga-da-amazônia; Conservação

ABSTRACT

Population structure and reproductive allometry of *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) around the Parque Nacional do Araguaia, Tocantins

Among the reptiles found in the Amazon, the turtles stand out because of its diversity and economic importance. *Podocnemis expansa*, popularly known as Amazon river turtle, is considered the largest freshwater turtle in South America and has been heavily exploited for centuries by many indigenous and riverine communities. This study aimed to expand the knowledge about the population ecology and the reproductive biology of *P. expansa* in the Javaés River, Tocantins State, around the Parque Nacional do Araguaia (Iha do Bananal). In the first chapter of this dissertation some aspects of population ecology were investigated. Fieldwork was carried out between 2004 and 2009, and the animals were captured by diving and trawling net. The age structure (based on carapace length) of the animals showed a unimodal pattern for males and not a standard defined for females. The population consisted mainly of young females and adult males, with a sex ratio of 1:1.4 (♂:♀), biased to females. The relative abundance varied between 0.4 and 8.6 animals per hour depending on the method of capture employed, and most animals (73.7%) was concentrated in a single specific point of the river. In the second chapter, the allometric relationships between female body size, their tracks, the clutch variables and nest form in natural environment were investigated. Fieldwork was carried out on a nest beach of the study area, between September and December 2008. Results indicated that *P. expansa* female body size can be estimated based on her track. Larger females leave larger foot tracks in the sand and produce more eggs (clutch size) with greater mass (clutch mass) than smaller females. Female carapace width and female body mass can be regarded as reliable to establish relationships in studies of allometry with *P. expansa*.

Keywords: Chelonians; Populations; Reproduction; Amazon river turtle; Conservation

1 INTRODUÇÃO

A ordem Testudines ou Chelonia é tida como uma das mais antigas linhagens de vertebrados (ERNEST; BARBOUR, 1989; FERRI, 2002; PRITCHARD, 1979). Os quelônios pertencem ao grupo dos répteis e são descendentes diretos dos saurópsidas amniotas, segundo a classificação cladística proposta por Willi Hennig. Seus primeiros ancestrais datam da era Mesozóica, no Triássico, a aproximadamente 230 milhões de anos (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007).

Atualmente são conhecidas aproximadamente 330 espécies de quelônios distribuídas em 14 famílias, a maioria delas presente nas zonas tropicais e subtropicais, e algumas poucas nas zonas temperadas setentrionais (BOUR, 2008; DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007; FRITZ; HAVAS, 2007; IVERSON, 1992; POUGH; HEISER; JANIS, 2008; PRITCHARD, 1979). Análises morfo-funcionais (principalmente de membros) dos fósseis revelaram que os mais antigos quelônios habitavam pântanos ou terras inundáveis e seus parentes atuais estão presentes, em sua maioria, nos ambientes de água doce (BOUR, 2008).

Sua grande capacidade de adaptação permite que estejam presentes nos mais diversos tipos de habitat. Os quelônios estão subdivididos em terrestres, conhecidos popularmente como “jabutis” (uma família, 18 gêneros e cerca de 60 espécies); marinhos, conhecidos popularmente como “tartarugas-marinhas” (duas famílias, seis gêneros e sete espécies); e de água doce, conhecidos popularmente como “tartarugas” ou “cágados” (11 famílias, 79 gêneros e cerca de 250 espécies) (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007).

Os aspectos primitivos e as características altamente especializadas dos Testudines os diferenciam dos demais grupos de vertebrados. São caracterizados pela posse de casco ósseo formado por uma carapaça dorsal e um plastrão ventral unidos lateralmente e recobertos por escudos epidérmicos poligonais ou por uma pele coriácea; ausência de dentes e presença de um bico córneo revestindo as maxilas; vértebras torácicas e costelas usualmente fundidas com a carapaça (POUGH; HEISER; JANIS, 2008; PRITCHARD; TREBBAU, 1984; ZUG; VITT; CALDWELL, 2001).

Logo após seu surgimento no Triássico, a ordem Testudines se dividiu em dois grupos diferenciados por várias características anatômicas, dentre as quais estão a articulação das vértebras cervicais e a capacidade de flexão do pescoço (BOUR, 2008). Estes dois grupos formaram as sub-ordens Cryptodira e Pleurodira. Na primeira, onde está inserida a maioria das

espécies, os animais retraem a cabeça por meio de uma flexão vertical das vértebras do pescoço, enquanto que os Pleurodira flexionam o pescoço lateralmente em um plano horizontal (ERNST; BARBOUR, 1989). Estudos recentes demonstraram que a fusão da pélvis com a carapaça é uma característica primitiva presente em todos os quelônios e que foi perdida nos Cryptodira (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007).

O casco é a característica mais distintiva de um quelônio, estando intimamente associado a alguns padrões comportamentais (MOLINA, 1992). As vértebras torácicas e as costelas são geralmente fundidas à carapaça. Os ossos da carapaça são recobertos por escudos córneos de origem epidérmica que não coincidem, em número e posição com os ossos subjacentes (POUGH; HEISER; JANIS, 2008; ZUG; VITT; CALDWELL, 2001). Em muitos quelônios, a carapaça e o plastrão são estruturas rígidas, mas muitas linhagens desenvolveram independentemente a habilidade de fechar o casco por meio de articulações no plastrão (POUGH; HEISER; JANIS, 2008). O formato, o tamanho, a coloração, e o número e a disposição dos escudos que compõem o casco são características importantes na identificação genérica e específica do grupo (MOLINA; ROCHA, 1996; PRITCHARD; TREBBAU, 1984).

Os quelônios estão entre os vertebrados mais especializados morfologicamente (POUGH et al., 2003). A estrutura dos membros é altamente variável, refletindo o ambiente e os modos de locomoção das diferentes espécies. As espécies marinhas apresentam as patas anteriores proporcionalmente grandes em relação ao tamanho do casco e em forma de remo, as espécies de água doce apresentam, em sua maioria, as mãos dotadas de membranas interdigitais e quatro ou cinco garras, enquanto as espécies terrestres apresentam patas verticais robustas com dedos pouco distintos (MOLINA; ROCHA, 1996; POUGH; HEISER; JANIS, 2008).

Os órgãos dos Testudines não são radicalmente diferentes dos de muitos outros vertebrados. Uma das principais diferenças é a ausência de dentes e ouvidos externos (apesar de terem excelente audição) e apresentam um único orifício ventral, denominado cloaca, utilizado tanto para a cópula como para a eliminação de excrementos e excretas nitrogenados. O coração é largo e plano, tricavitário, com a extremidade arredondada. Os pulmões também são alongados e estão localizados próximos da porção superior da cavidade dorsal (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007). Em muitas espécies, a comunicação entre os indivíduos envolve diversos estímulos, incluindo sinais visuais, táteis, químicos e sonoros, envolvidos principalmente na reprodução (POUGH; HEISER; JANIS, 2008). Estudos recentes demonstraram que os quelônios terrestres do

gênero *Gopherus* se comunicam por ultra-sons e que espécies aquáticas da família Chelidae podem emitir até 17 diferentes tipos de sons (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

Apesar dos quelônios apresentarem uma função específica de comunicação por meio do sistema olfatório, este sentido aparentemente não é muito apurado. A audição é considerada excelente, e as espécies de água doce têm a habilidade de detectar sons de baixa frequência a longas distâncias. Em alguns casos, estes animais podem detectar mínimas variações térmicas pelo plastrão, e as terminações nervosas, presentes nessa parte do corpo, podem indicar a temperatura do substrato e guiar as fêmeas para um melhor sítio de nidificação. Algumas espécies de quelônios possuem um ótimo senso de localização graças à presença de cristais de magnetita no encéfalo e pela habilidade de se orientar pela variação das correntes oceânicas, da lua, do sol, da salinidade do oceano e do campo magnético da Terra (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007).

Esse grupo é caracterizado por apresentar crescimento lento, maturidade sexual retardada e vida longa (ZUG; VITT; CALDWELL, 2001). Isso tem sido repetidamente provado em algumas espécies que podem viver mais de 50 anos e entre aquelas criadas em cativeiro, que têm alcançado 150 anos (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007; FERRI, 2002). A maturidade sexual é tardia (geralmente começa a partir dos sete anos) e é correlacionada principalmente com o tamanho do corpo, devido à dificuldade de se determinar a idade (CAGLE, 1950; ERNST, 1971; GIBBONS, 1968). Um período de vida longo também está geralmente associado a uma baixa taxa de substituição de indivíduos na população, e espécies com essas características correm maior risco de extinção quando seu número é reduzido pela caça ou destruição de habitats (FERRI, 2002; POUGH; HEISER; JANIS, 2008; PRITCHARD; TREBBAU, 1984).

O tamanho e a massa corpórea dos adultos variam muito entre as espécies. Os menores quelônios, como o jabuti africano *Homopus signatus* (Testudinidae) possuem apenas 10 cm de comprimento de carapaça e pesam cerca de 80 g, e os maiores, como a espécie marinha *Dermochelys coriacea* (Dermochelidae), podem ultrapassar 240 cm de comprimento e pesar até 500 Kg (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007).

A ectotermia é uma característica desse grupo, sendo que esses animais regulam a temperatura corpórea pela troca de calor com o ambiente. Muitas espécies aquáticas saem da água para aquecerem-se ao sol em pedras e troncos às margens dos corpos d'água em que vivem ou exploram os micro-habitats aquáticos, sem necessidade, portanto, de se expor ao sol ou permanecer em superfícies expostas. O aquecimento aéreo pode acelerar a digestão, o

crescimento e o desenvolvimento dos ovos, além de auxiliar na eliminação de algas e sanguessugas (POUGH et al., 2003).

Com relação aos hábitos alimentares, os quelônios podem ser carnívoros, herbívoros, ou onívoros (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007). Não possuem dentes, sendo que na maioria das espécies ocorre apenas um rígido bico córneo (PRITCHARD, 1979). Apresentam uma grande diversidade de estratégias alimentares, que variam entre as diferentes famílias, espécies, sexo e idade (FACHÍN-TERAN; VOGT; GOMEZ, 1995; MALVASIO, 2001; MALVASIO et al., 2003; MOLINA; ROCHA; LULA, 1998).

O dimorfismo sexual é expresso, principalmente, pela diferença no tamanho corporal entre machos e fêmeas, o macho sendo geralmente maior que a fêmea (MOLINA, 1992; PRITCHARD, 1979). Outras características sexualmente dimórficas frequentemente observadas são o casco mais baixo e a cauda apresentando maior comprimento e base mais larga nos machos, a presença de uma concavidade no plastrão, a posição da cloaca na cauda (mais proximal nas fêmeas) e padrões diferentes de coloração da cabeça e do pescoço (MOLINA; ROCHA, 1996; MOLL; MOLL, 2004). Em várias espécies, os machos apresentam as garras das mãos mais longas que as das fêmeas (ERNST; BARBOUR, 1989), e, nas espécies aquáticas, geralmente as fêmeas são maiores que os machos (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

Todas as espécies são ovíparas, depositando seus ovos em diferentes ambientes terrestres, incluindo praias fluviais ou costeiras, solo barrento e areno-argiloso próximo aos corpos d'água ou em meio à vegetação (ERNST; BARBOUR, 1989; FERRI, 2002). Quanto à forma, os ovos podem ser esféricos ou alongados (PRITCHARD, 1979), e sua casca, rígida ou flexível, permitindo trocas hídricas e gasosas com o meio (EWERT, 1979). Raramente apresentam cuidado parental, sendo o único registro apresentado por Hodson e Pearson (1943) para a espécie *Pseudemys malonei* (Emydidae). A cópula pode ocorrer tanto no ambiente aquático como no ambiente terrestre (POUGH et al., 2003).

Algumas espécies podem depositar apenas um único ovo (*Chersina angulata*; Testudinidae) enquanto algumas espécies marinhas (*D. coriacea*) e de água doce (*Podocnemis expansa*; Podocnemididae) podem produzir mais de 150 ovos (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007). O período de incubação pode variar de 28 a 300 dias (MOLL; MOLL, 2004). Durante o desenvolvimento, o embrião depende não somente dos nutrientes armazenados no vitelo, mas também de todo o ambiente físico ao redor do ninho. Os recursos ambientais mais importantes

são a temperatura, a água e as trocas gasosas, que podem exercer efeitos profundos sobre o seu desenvolvimento embrionário (POUGH; HEISER; JANIS, 2008).

Nos quelônios, a determinação sexual pode ser genotípica, dependente de fatores ambientais ou então essas duas formas podem ocorrer ao mesmo tempo (BULL, 1980; BULL; VOGT, 1979). Essas modalidades de determinação sexual podem ocorrer dentro de uma mesma família, bem como dentro de um mesmo gênero (SPOTILA; STANDORA, 1986). Os principais fatores ambientais que influenciam a determinação sexual são a temperatura, a umidade e as trocas gasosas (MALVASIO, 2001; VALENZUELA, 2004).

O Brasil possui 36 espécies de quelônios distribuídas nos seus diversos ecossistemas terrestres e aquáticos, sendo 29 de água doce, duas terrestres e cinco marinhas (SBH, 2009). Para a Amazônia brasileira, são conhecidas 16 espécies, distribuídas em cinco famílias; dessas, sete ocorrem no estado do Tocantins, sendo cinco aquáticas (IVERSON, 1992; VOGT, 2008).

A Família Podocnemididae

A família Podocnemididae, atualmente representada por três gêneros (*Erymnochelys*, *Podocnemis* e *Peltocephalus*) e oito espécies de água doce, já ocupou ambientes marinhos e terrestres (ZUG; VITT; CALDWELL, 2001; BOUR, 2008). A distribuição atual dos representantes dessa família abrange a América do Sul e Madagascar, sendo que todas as espécies do gênero *Podocnemis* estão presentes na América do Sul (POUGH; HEISER; JANIS, 2008). Segundo Vogt (2008), as espécies que ocorrem no Brasil são *Peltocephalus dumerilianus* (cabeçuda), *Podocnemis erythrocephala* (irapuca), *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia), *Podocnemis unifilis* (tracajá) e *Podocnemis sextuberculata* (iaçá), todas ocupando a bacia Amazônica.

As espécies da família Podocnemididae fazem parte da sub-ordem Pleurodira, possuindo vértebras cervicais especializadas, o que possibilita uma retração lateral do pescoço, e são caracterizadas por possuir a cabeça recoberta por escudos grandes e justapostos e pela ausência de um escudo nugal (PRITCHARD; TREBBAU, 1984). Na maioria das espécies, a cabeça dos machos é mais escura que a das fêmeas conservando na fase adulta, as manchas adquiridas quando filhotes. Estão perfeitamente adaptadas para a vida aquática, possuindo cascos relativamente achatados e hidrodinâmicos, olhos e narinas dispostos dorsalmente no crânio, patas

com membranas interdigitais bem-desenvolvidas e cinco garras nas mãos e quatro garras nos pés (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

Os podocnemídeos constituem um importante recurso para os habitantes da Amazônia, provendo carne, ovos, gordura e outros produtos. No entanto, infelizmente, a superexploração e a destruição dos habitats têm colocado a maioria das espécies dessa família em risco de extinção (IUCN, 2009; KLEMENS; THORBJARNARSON, 1995; RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

Podocnemis expansa

Podocnemis expansa (Schweigger, 1812), é o maior quelônio de água doce da América do Sul, podendo atingir 107 cm de comprimento de carapaça e pesar 90 Kg (ERNST; BARBOUR, 1989; PRITCHARD, 1979). O nome *expansa* refere-se ao alargamento da parte posterior da carapaça, a qual é achatada dorso-ventralmente, de coloração variando entre cinza, preto, marrom e verde oliva (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007). Nos adultos, o plastrão possui uma coloração creme, amarela ou marrom. Os filhotes possuem uma carapaça marrom-acinzentada com o segundo e terceiro escudos vertebrais um pouco elevados e serrilhados posteriormente (característica que se perde na fase adulta) e o plastrão branco ou creme. As mãos possuem cinco garras e os pés quatro, além de uma escama grande e bem desenvolvida ao longo da margem posterior. As membranas interdigitais são bem-desenvolvidas, assim como os músculos das pernas, responsáveis por movimentos rápidos e vigorosos (VOGT, 2008).

A carapaça é composta por 37 escudos: dois cervicais ou supracaudais seguidos por cinco escudos vertebrais, duas séries de quatro pleurais ou costais, totalizando oito, pelo lado de fora dos pleurais e estendendo-se pelos dois lados a partir dos cervicais, há vinte e dois escudos marginais. Os escudos do plastrão são pareados e longitudinalmente simétricos. Cranialmente há um escudo intergular intercalado por dois escudos gulares. Segue-se um par de umerais, um par de peitorais, um par de abdominais, um par de femurais e um par de anais, totalizando 13 escudos (IBAMA, 1989; POUGH et al., 2003).

A espécie é encontrada em rios e lagos (MOLINA; ROCHA, 1996), distribuindo-se pelas bacias do Amazonas e Orinoco, ocorrendo na Colômbia, Venezuela, Guianas, Equador, Peru, Bolívia e Brasil e atingindo a região central do território brasileiro, nas bacias do rio Araguaia/Tocantins (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007; IVERSON, 1992; RUEDA-

ALMONACID et al., 2007). Durante o período de cheia, indivíduos de todas as faixas etárias penetram nos lagos e florestas alagadas em busca de alimento e, ao iniciar a estação seca, os adultos retornam aos rios, enquanto que os juvenis e sub-adultos frequentemente permanecem nesses habitats (VOGT, 2008). É apontada como espécie predominantemente herbívora na natureza, aceitando carne vermelha e peixe em cativeiro (MALVASIO et al., 2003).

Essa espécie apresenta um comportamento reprodutivo bastante complexo (PRITCHARD; TREBBAU, 1984). Seu período reprodutivo ocorre na vazante dos rios da Amazônia (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979), desovando em grandes grupos (VANZOLINI, 2001). Soares (2000) afirmou que as fêmeas de *P. expansa* possivelmente percebem pequenas modificações nas condições ambientais, que seriam os estímulos para iniciar ou cessar o período reprodutivo. Para os filhotes, não há dimorfismo sexual externo (MALVASIO, 2001). Fêmeas sexualmente maduras apresentam um tamanho e massa maiores do que os machos de mesma idade e uma fenda em forma de “V” no escudo anal do plastrão (em forma de “U” nos machos) (PRITCHARD; TREBBAU, 1984), além de apresentarem a cauda mais curta em relação aos machos (PRITCHARD, 1979).

Após a cópula, que ocorre na água (ERNST; BARBOUR, 1989), seguem-se sete fases do comportamento reprodutivo: (1) agregação em águas rasas, (2) subida à praia, (3) deambulação (busca de um sítio para nidificar), (4) abertura do ninho, (5) postura dos ovos, (6) fechamento do ninho e (7) abandono do ninho (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; MOLINA, 1992). O período de nidificação varia conforme a localidade (MOLINA; ROCHA, 1996; VANZOLINI, 2003), suas posturas contêm em média 100 ovos (MITTERMEIER, 1978) de formato esférico e casca flexível (PRITCHARD; TREBBAU, 1984). A incubação dura cerca de 50 dias (ERNST; BARBOUR, 1989), podendo variar de acordo com a composição granulométrica das praias (FERREIRA JÚNIOR; CASTRO, 2003).

Segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza, *P. expansa* está classificada como de baixo risco, mas dependente de conservação (IUCN, 2009), e está listada no Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES) (UNEP-WCMC, 2009).

Importância, exploração e conservação dos quelônios amazônicos

Os quelônios estão entre os animais mais explorados e utilizados no mundo (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007). Por séculos, esse grupo tem sido uma fonte de proteína na dieta de populações humanas que vivem em locais hostis e ambientes isolados, e ainda hoje em várias partes do mundo. Muitas espécies são capturadas para servirem como recurso alimentar, sendo comercializadas como animais domésticos ou para manufatura de produtos artesanais e artefatos domésticos (ERNST; BARBOUR, 1989; JOHNS, 1987; PEZZUTI, 1998; PRITCHARD, 1979).

As utilizações dos animais, suas vísceras, ovos e filhotes são os mais diversificados. Milhares de ovos foram coletados para o preparo de óleo que era usado na iluminação de lamparinas (BATES, 1863) e produção de medicamentos e cosméticos (VIANNA, 1973). Os animais adultos eram capturados para servir de alimento, e os filhotes eram empregados na alimentação de animais domésticos (ALFINITO, 1973) ou comercializados ilegalmente para servirem como animais de estimação (ALHO; PÁDUA, 1982). Os cascos eram utilizados como utensílios domésticos e adornos (PRITCHARD; TREBBAU, 1984; SMITH, 1979) e também como brinquedos de crianças (SOARES, 2000).

Dentre todos os quelônios que ocorrem na Amazônia, o gênero *Podocnemis* é o mais explorado e, por isso, desempenha um papel vital na economia regional (KLEMENS; THORBJARNARSON, 1995). Principalmente durante a estação seca, os animais, seus ovos e filhotes são capturados para servirem a diferentes fins. Existem registros históricos, mencionados por Bates (1863), que relatou que os habitantes de uma cidade do estado do Amazonas (Tefé) se alimentavam durante quase todo o ano de carne de quelônios. Nesta narrativa, ainda é apontado que os moradores tinham em suas casas uma espécie de cercado (curral) para armazenar estes animais durante o período chuvoso, onde sua captura é dificultada pelo alto nível d'água.

A exploração humana de *P. expansa* é uma atividade antiga (OJASTI, 1971). Diversos autores apontam que no fim do século XVIII até meados do século XX, *P. expansa* estava entre os animais mais comumente consumidos na região Amazônica, sendo parte expressiva da dieta de vários grupos indígenas e dos colonizadores portugueses (MITTERMEIER, 1978; PRITCHARD, 1979; PRITCHARD; TREBBAU, 1984; SMITH, 1979). Ainda, nos dias atuais, sua carne e ovos são consumidos em larga escala em diversas partes da América do Sul (HERNÁNDEZ; ESPÍN, 2003; PEZZUTI; VOGT, 1999; REBÊLO; PEZZUTI, 2000), causando

a alteração da distribuição dessa espécie ao longo dos anos, com a diminuição ou o desaparecimento de suas populações e/ou de suas desovas em várias localidades da Amazônia (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; CANTARELLI, 2006; FACHÍN-TERÁN, 1999).

A exploração desses animais em suas áreas de ocorrência é tamanha que, desde 1975, *P. expansa*, foi incluída no Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES) pelo Decreto nº. 76.623/75. Para representar o enorme abuso que essa espécie e suas populações sofreram durante centenas de anos, podemos citar os trabalhos de Bates (1863), que aponta que aproximadamente 48 milhões de ovos eram destruídos anualmente em função dos seus diversos usos, Mittermeier (1978) estimou que os filhotes de 400.000 fêmeas de *P. expansa* deixariam de nascer a cada ano e Smith (1979) calculou que entre 1700 e 1903 a coleta de ovos dessa espécie teria superado a marca de 214 milhões.

Além da importância socioeconômica que este grupo tem para a sociedade, deve-se salientar ainda seu papel ecológico nas funções vitais do equilíbrio do ecossistema, como o fluxo de energia (VOGT, 2008), a ciclagem de nutrientes (OJASTI, 1971), a dispersão de plantas da vegetação ripária e a manutenção da qualidade da água (MOL; MOL, 2004). Esses aspectos estão basicamente associados à biomassa e às características alimentares do grupo, o que o torna espécies-chave para alguns ambientes (SOUZA; ABE, 2000).

As baixas taxas de crescimento e os longos períodos necessários para que atinjam a maturidade sexual são alguns dos aspectos que fazem com que muitos quelônios sejam vulneráveis à extinção. Além disso, longos períodos de vida geralmente estão associados a baixas taxas de substituição de indivíduos na população. Essas características podem predispor as espécies ao risco de extinção (POUGH; HEISER; JANIS, 2008).

A diversidade de predadores potenciais é grande, estendendo-se de insetos, que podem preda os ovos (VOGT, 1981), a uma grande variedade de vertebrados (PEZZUTI, 1998). Os filhotes são predados por aves e lagartos (quando abandonam o ninho). Nos cursos d'água os filhotes, juvenis e adultos podem ser predados por anuros, peixes, mamíferos aquáticos (ariranhas, botos), crocodilianos (jacarés e crocodilos) (IBAMA, 1989; SALERA JÚNIOR; MALVASIO; PORTELINHA, 2009a) e grandes felinos (*Panthera onca*; Felidae) (SALERA JÚNIOR; PORTELINHA; MALVASIO, 2009b). Alguns relatos indicam que as taxas de sobrevivência na natureza até a idade adulta de muitas espécies de quelônios estão entre 1 e 2%

(ERNST; BARBOUR, 1989; FERRI, 2002).

Além dos aspectos naturais que dificultam a sobrevivência dos quelônios, encontramos também diversos fatores antrópicos (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007; FERRI, 2002). As várias alterações dos habitats, por queimadas, desmatamento das matas ciliares, canalização de cursos d'água, poluição ambiental, aterramento de áreas alagadas, elevação do nível d'água, turismo, entre outras, causam impactos significativos nas populações (MOL; MOL, 2004; POUGH et al., 2003; RUEDA-ALMONACID et al., 2007). O rio Araguaia e seus principais afluentes apresentam grande concentração turística, que vem crescendo significativamente ao longo dos anos. A poluição sonora e ambiental gerada por essa atividade interfere negativamente no ciclo reprodutivo de várias espécies animais, podendo-se destacar a fauna de quelônios (CENAQUA/IBAMA, 1997).

Os quelônios são extremamente sensíveis às modificações ambientais, sendo um dos primeiros grupos de vertebrados a desaparecerem quando o habitat é destruído. Suas principais ameaças são o aumento da exploração para alimentação, uso como substâncias médicas e para o comércio de animais de estimação (BOUR, 2008). Em função desses problemas, da totalidade das espécies de quelônios conhecidas atualmente, 159 (cerca de 60% das espécies de água doce) estão classificadas como criticamente ameaçadas, ameaçadas ou vulneráveis (IUCN, 2009). No Brasil, sete espécies são consideradas ameaçadas de extinção segundo critérios adotados pelo governo brasileiro, sendo cinco espécies marinhas (*Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea* e *D. coriacea*) e duas de água doce (*Mesoclemmys hogei* e *Trachemys adiutrix*). Das 16 espécies presentes na Amazônia brasileira, cinco estão classificadas como vulneráveis (*Chelonoidis denticulata*, *P. dumerilianus*, *P. erythrocephala*, *P. sextuberculata* e *P. unifilis*) e duas com baixo risco mas dependente de conservação (*P. expansa* e *Rhinemys rufipes*), segundo critérios da IUCN (VOGT, 2008).

Atualmente, em diversas partes do mundo, existem iniciativas conservacionistas que tentam restaurar e manter em equilíbrio os níveis populacionais de quelônios aquáticos e terrestres, sempre tentando preservar o habitat desses animais, integrando os valores culturais das comunidades que os utilizam e buscando a geração de renda alternativa para essas comunidades (PRITCHARD; TREBBAU, 1984; POUGH et al, 2003; RUEDA-ALMONACID et al., 2007). Vogt (1994) salienta ainda que a conservação das espécies de quelônios amazônicos é importante não somente para a preservação da biodiversidade, mas também para que se garanta a

manutenção de um alimento importante, considerando diversas regiões ou localidades.

Tendo em vista o declínio das populações de *P. expansa*, em função da excessiva exploração, e com o intuito de conservar as áreas de desova dessa e de outras espécies de quelônios amazônicos (*P. sextuberculata* e *P. unifilis*), foi criado, em 1979, pelo extinto IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), o Projeto Quelônios da Amazônia, atuando nos principais rios da Amazônia e do Centro-Oeste do Brasil (IBAMA, 1989). Atualmente, o projeto atua nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Goiás, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e conta com 16 bases avançadas, protegendo 115 áreas de reprodução, onde, estima-se, que estão sendo liberados mais de três milhões de filhotes por ano (VOGT, 2008). No estado do Tocantins, o Projeto Quelônios da Amazônia está presente no rio Javaés, no entorno do Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal), e o número de filhotes protegidos entre os anos de 1985 e 2004 foi estimado em 850.000 (CANTARELLI, 2006).

Uma alternativa para os problemas de conservação é a inclusão da participação comunitária no gerenciamento dos recursos. Na Amazônia, atividades de preservação de *P. expansa* e *P. unifilis* com participação da população indígena e ribeirinha vêm sendo realizada no Brasil, Bolívia, Peru, Equador e Colômbia (FACHÍN-TERÁN, 2005; IBAMA, 1989).

A criação de quelônios em cativeiros comerciais também é uma alternativa para a sua conservação. Para isso, em 1992, por meio das portarias nº 142/92 e nº 70/96 do IBAMA, foi legalizada a criação comercial e a comercialização de duas espécies de quelônios amazônicos (*P. expansa* e *P. unifilis*) (LUZ, 2005). Essa atividade minimizaria a captura de indivíduos no ambiente natural, propiciando a conservação da espécie, além de atender a demanda do comércio de seus produtos e subprodutos. No entanto, essa atividade tem se tornado alvo de grandes discussões a respeito de sua auto-sustentabilidade (REBÊLO; PEZZUTI, 2000), tendo em vista que os animais levam muito tempo para atingir a massa comercial estabelecida (1,5 Kg), além dos altos custos para a manutenção em cativeiro (LUZ, 2005). Dessa maneira, o empreendimento torna-se inviável para as populações ribeirinhas e comunidades indígenas, que, na prática, seria a aplicação ideal dessa proposta (VOGT, 2008).

Importância dos estudos populacionais e de alometria reprodutiva em quelônios

Com a crescente demanda por alimentos e a rápida industrialização da pesca, a exploração dos recursos aquáticos aumentou assustadoramente, tornando-se evidente a necessidade de sua conservação. Conseqüentemente, conhecimentos mais profundos e detalhados sobre a biologia e a dinâmica das populações fizeram-se necessários para que tais recursos pudessem ser explorados de forma racional e auto-sustentável (BATAUS, 1998; VIANA, 2005).

Grande parte dos esforços para a conservação de quelônios do mundo tem sido direcionados para a proteção dos ninhos (IBAMA, 1989; SOINI, 1997), sendo que diversas espécies ameaçadas tiveram seu manejo baseado em dados incompletos ou inexistentes da dinâmica populacional e estrutura etária de suas populações (CROUSE; CROWDER; CASWELL, 1987). Essas ações vêm sendo realizadas há muitas décadas, sem contudo terem sido acompanhadas por avaliações dos efeitos desses programas sobre a razão sexual, a densidade e a estrutura das populações (FACHÍN-TERAN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003).

O fornecimento de filhotes aos criatórios comerciais de quelônios (LUZ, 2005), oriundos de áreas protegidas pelo RAN/IBAMA e que são providos pelo mesmo instituto, também gera uma problemática. A proporção de filhotes a serem retirados das áreas protegidas deveria estar embasada em estudos científicos sobre os estoques naturais das espécies, gerando informações relacionadas à densidade, abundância, razão sexual, estrutura etária, distribuição espacial, área de vida e uso do habitat, causando, dessa forma, o menor impacto possível às suas populações.

As taxas de exploração da população, sua sobrevivência, recrutamento e tamanho, podem ser estimados pelo estudo da ecologia de populações, ramo da biologia que descreve e quantifica as variações que continuamente ocorrem nas populações (ODUM, 2001). Para os quelônios, trabalhos analisando a ecologia populacional têm sido realizados principalmente em espécies da América do Norte, e poucos contemplaram espécies de água doce (BURY, 1979). Também é importante ressaltar que estudos de captura-marcação-recaptura e biometria, realizados em intervalos regulares, podem determinar taxas de nascimento, mortalidade e crescimento e tamanho estimado da população, que possibilitarão o estudo da estrutura, da abundância e da dinâmica das populações (ABUABARA; PETRERE, 1997).

Apesar de o gênero *Podocnemis* ser um dos mais estudados, a maioria dos trabalhos está relacionada à biologia reprodutiva, sendo *P. unifilis* uma das espécies mais pesquisadas

(FACHÍN-TERÁN; VON MÜLHEN, 2003). O conhecimento sobre o status de conservação das populações dos quelônios amazônicos ainda é incipiente não só para o Brasil, mas para todos os países inseridos nesse bioma. Dos relatos existentes na literatura, podemos destacar estudos populacionais com as espécies *P. expansa*, *P. sextuberculata* e *P. unifilis* (ATAÍDES, 2009; BATAUS, 1998; FACHÍN-TERÁN, 1999; FACHÍN-TERÁN; VOGT, 2004; FACHÍN-TERÁN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003; PEZZUTI, 2003; PORTELINHA, 2007; REBÊLO, 2002;).

Para a maioria das espécies de quelônios, o tamanho da ninhada pode variar entre populações ou mesmo dentro de uma única população (CONGDON; GIBBONS, 1985). Alguns trabalhos já demonstraram a existência de relações entre o tamanho corporal da fêmea e os dados da ninhada (quantidade e tamanho de ovos e filhotes) para quelônios norte-americanos (CLARK; EWERT; NELSON, 2001; RYAN; LINDEMAN, 2007) e sul-americanos (ALHO; PÁDUA, 1982; BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006; CANTARELLI, 2006; COSTA, 2009; HALLER; RODRIGUES, 2006; HERNÁNDEZ; BOEDE, 2008; SOUZA; GIRALDELLI; MARTINS, 2006; VALENZUELA, 2001).

Esses estudos foram baseados na alometria reprodutiva, que consiste na análise das relações entre as variáveis biométricas das fêmeas reprodutoras e o tamanho de seus ovos e filhotes por meio de equações matemáticas (REISS, 1991). Essas relações são calculadas por regressões lineares (equações alométricas), tornando possível estimar o tamanho corporal e as taxas metabólicas a partir de medidas isoladas, auxiliando na compreensão das relações entre as partes corpóreas do indivíduo (SCHMIDT-NIELSEN, 1984). Ainda assim, a alometria pode ser definida como o estudo da relação entre a forma e o tamanho, ou que as diferenças nas proporções estão correlacionadas com o tamanho total do organismo (FAIRBAIRN, 1997). Essa técnica tem sido amplamente utilizada como ferramenta gráfica e estatística para comparar animais de forma quantitativa (REISS, 1991) por meio dos quatro modelos analíticos propostos: ontogenético, filogenético (evolutivo) e intra e interespecífico (estático) (GAYON, 2000).

O tamanho representa uma variável importante para a espécie, do mesmo modo que a morfologia, podendo gerar consequências na sua ecologia, atividades reprodutivas, evolução e desenvolvimento (PRESTON; ACKERLY, 2004) e atividades fisiológicas. Para os répteis, estudos têm demonstrado que a história de vida e a fisiologia dos ninhos influenciam o tamanho, a forma e o número de ovos e de filhotes produzidos (IVERSON; EWERT, 1991; SMITH; FRETWELL, 1974).

O esforço no investimento de energia para a geração dos filhotes é determinante para a evolução e desenvolvimento da ninhada (GODFRAY; PARTRIDGE; HARVEY, 1991). Para a maioria das espécies, fêmeas de maior porte investem mais energia na ninhada que fêmeas de menor porte (REISS, 1991). O mesmo ocorre em *P. expansa*, que, em função de suas características evolutivas, combina um grande tamanho corpóreo com um pequeno tamanho de ovo, e consequentemente produz um elevado número de ovos (PRITCHARD, 1979). Bonach, Piña e Verdade (2006) observaram que quanto maior o rastro da fêmea de *P. expansa*, mais pesados são seus ovos e maior é o tamanho da ninhada. No entanto, ainda não é clara a existência de relações alométricas entre o rastro das fêmeas e suas dimensões corpóreas.

Em função do desconhecimento do estado atual de conservação das populações dessa espécie e com o intuito de avaliar o investimento das fêmeas em seus ovos e filhotes e compreender melhor os aspectos reprodutivos de *P. expansa*, faz-se necessária a coleta de informações referentes à biologia e à ecologia de suas populações. Nesse sentido, o presente estudo propõe compreender de forma mais clara aspectos da estrutura populacional e da alometria reprodutiva da espécie em ambiente natural, fornecendo subsídios para práticas de conservação e manejo na natureza.

Área de estudo

O estudo foi realizado no entorno do Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal), no rio Javaés, Estado do Tocantins, entre as coordenadas 9°50' -11°10' S e 49°56' -50°30' W (Figura 1). Dentro da área de estudo, está inserida uma das bases do Projeto Quelônios da Amazônia, que é coordenado pelo Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios (RAN) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). A área formada por um complexo ecótono que apresenta elementos do Cerrado, Floresta Amazônica e Pantanal (SEPLAN, 2001), estando localizada entre duas importantes áreas protegidas da Amazônia brasileira: o Parque Nacional do Araguaia e a Área de Proteção Ambiental Ilha do Bananal/Cantão.

Figura 1 – Mapa da área de estudo. Adaptado de Ferreira Júnior (2003)

Durante as atividades de campo, utilizamos como suporte a base do Projeto Quelônios da Amazônia, localizada na confluência entre o Riozinho e o rio Javaés, sendo composta por uma casa de madeira, de estrutura rústica, coberta por lona e que conta com todos os equipamentos necessários para o funcionamento (gerador de energia, bomba d'água, instalações hidráulicas e elétricas, etc). Além disso, também foram utilizadas como base as instalações do Centro de Pesquisa Canguçu, que atualmente é administrado em parceria pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) e o Instituto Ecológica, uma Organização Não-Governamental (ONG) que possui sede em Palmas – TO, responsável pela fundação do referido centro.

Caracterização da área de estudo

A Ilha do Bananal é a maior ilha fluvial do mundo, abrangendo uma área de aproximadamente 2.000.000 ha, pertencente ao estado do Tocantins, e faz divisa entre os estados de Goiás, Mato Grosso e Pará. Localiza-se no extremo nordeste do estado de Mato Grosso, onde o rio Araguaia divide-se em dois braços, pela margem esquerda, e rio Javaés, pela margem direita, por aproximadamente 320 km. O sistema hídrico é composto pelos rios Araguaia e Javaés, que a circundam, e pelos rios Randitoró, Riozinho e Mercês, formados no interior da Ilha, além de uma imensa quantidade de lagos (MMA/IBAMA, 2001).

Atualmente, a Ilha do Bananal está dividida em uma unidade de conservação, o Parque Nacional do Araguaia (PNA), com cerca de 1/4 do tamanho total da Ilha, e uma área indígena, o Parque Indígena do Araguaia (PIA), sendo habitada por uma população de aproximadamente 2000 índios pertencentes às etnias Karajá e Javaé (MMA/IBAMA, 2001). A flora é constantemente utilizada pelos indígenas como alimento e como fonte de medicamentos naturais, e os rios e lagos são as únicas fontes de proteína para uma grande parcela da população (MILESKE, 1994).

O Parque Nacional do Araguaia foi criado pelo Decreto Presidencial nº. 47.570 de 31 de dezembro de 1959 emitido pelo Presidente Juscelino Kubitschek. Atualmente, o Parque possui uma área de 562.312 ha, constituindo-se de uma extensa planície, formada por sedimentos quaternários fluviais sendo periodicamente inundada pelas cheias dos rios Araguaia e Javaés (MMA/IBAMA, 2001). Está localizado no terço norte da Ilha do Bananal, sudoeste do Estado do Tocantins, abrangendo parte dos municípios de Pium e Lagoa da Confusão. Situado em uma faixa de transição entre Floresta Amazônica, Cerrado e Pantanal, possui uma fauna muito rica e uma cobertura vegetal bastante diversificada, apresentando vários cenários naturais de raras belezas. Essa unidade de conservação deve propiciar não somente o recebimento de turistas e visitantes, mas principalmente, realizar a manutenção e conservação da alta taxa de diversidade biológica presente (MMA/IBAMA, 2001).

A APA Ilha do Bananal/Cantão foi criada pela Lei Estadual nº 907, de 20 de maio de 1997, abrangendo aproximadamente 1.700.000 ha e englobando os municípios de Abreulândia, Araguacema, Caseara, Chapada da Areia, Divinópolis, Dois Irmãos do Tocantins, Marianópolis, Monte Santo e Pium. Está situada na parte oeste do estado do Tocantins, tendo como limites o rio

Araguaia a oeste e o Parque Nacional do Araguaia ao sul (SEPLAN, 2001). Segundo dados do IBGE, esta área possui uma população de 36.319 habitantes, com valores muito semelhantes entre a população urbana (19.222 habitantes) e rural (17.097) (MDA, 2006). A pesca é uma importante atividade para as comunidades tradicionais da região, podendo-se destacar a presença de duas colônias de pescadores que atuam nos municípios de Caseara e Araguacema, com aproximadamente 350 afiliados (MDA, 2006).

Sua vegetação caracteriza-se pela grande diversidade de formações, destacando-se áreas representativas dos biomas Cerrado e Floresta Amazônica, incluindo grandes áreas inundáveis, com alta diversidade biológica e ainda pouco conhecidas. Entre os objetivos de criação da APA está a ordenação do uso e a ocupação do entorno do Parque Estadual do Cantão. O extrativismo, a agricultura e a pecuária extensiva são as principais atividades econômicas desenvolvidas na área da APA (PINHEIRO, 2007).

A bacia do rio Araguaia abrange uma área de 343.000 Km². O rio Araguaia nasce na Serra dos Caiapós, região Centro-Oeste do Brasil, e tem 2.600 Km de extensão, constituindo-se o maior tributário do rio Tocantins, pertencente à bacia Amazônica. Esse rio faz divisa entre Mato Grosso e Goiás e entre Pará e Tocantins (BATAUS, 1998).

A região da Ilha do Bananal constitui-se em extensa planície formada por sedimentos terciários e quaternários periodicamente inundada pelas cheias dos rios Araguaia e Javaés. Em função da compartimentalização geológica e geomorfológica existe uma complexa dinâmica ambiental responsável por uma enorme diversidade biológica associada à planície do rio Araguaia. Múltiplos processos naturais relacionados à erosão, transporte e deposição de sedimentos criam uma diversidade de ambientes que variam e se alteram ao longo do tempo e espaço. A planície de inundação tem uma dinâmica própria, e as formas de vida estão adaptadas a viver em condições que alternam períodos de cheia (inundação) e seca (formação das praias) (FERREIRA JÚNIOR, 2003).

O clima, segundo Köppen, é classificado como tropical úmido de transição (Aw), com duas estações bem definidas: o verão, de novembro a abril, meses em que predominam as chuvas, e o inverno, de maio a outubro, período que marca a seca. A precipitação anual fica em torno de 1.750 mm, e a temperatura média anual gira em torno de 24°C, mantendo-se praticamente constante ao longo de todo o ano. A umidade relativa do ar registrada nas estações mais definidas é de aproximadamente 60% (julho) e 80% (épocas chuvosas) (FERREIRA JÚNIOR, 2003).

Referências

- ABUABARA, M.A.P.; PETRERE JÚNIOR, M. **Estimativas da abundância de populações animais:** introdução às técnicas de captura-recaptura. Maringá: EDUEM, 1997. 161 p.
- ALFINITO, J. **Preservação da tartaruga da Amazônia.** Fundamentos ao serviço de proteção à tartaruga. Ministério da Agricultura. Belém: DEMA/ PA, IBDF, 1973. 36 p.
- 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**, Ottawa, v. 60, p. 97-103, 1982.
- ALHO, C.J.R.; CARVALHO, A.E.; PÁDUA, L.F.M. Ecologia da tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo da Reserva Biológica do Trombetas. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 38, p. 29-47, 1979.
- ATAÍDES, A.G. **Parâmetros populacionais, aspectos reprodutivos e importância socioeconômica de *Podocnemis unifilis* (TROSCHER, 1848) (Testudines, Podocnemididae), no entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins.** 2009. 155 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2009.
- BATAUS, Y.S.L. **Estimativa de parâmetros populacionais de *Podocnemis expansa* (SCHWEIGGER, 1812) no rio Crixas-açu (GO) a partir de dados biométricos.** 1998. 58 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Faculdade de Ecologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.
- BATES, H.W. **The Naturalist on the river Amazon.** London: John Murray, 1863. 395 p.
- BONACH; K.; PIÑA, C.I.; VERDADE, L.M. Allometry of reproduction of *Podocnemis expansa* in Southern Amazon basin. **Amphibia-Reptilia**, Boston, v. 27, p. 55-61, 2006.
- BOUR, R. Global diversity of turtles (Chelonii; Reptilia) in freshwater. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 595, p. 593-598, 2008.
- BULL, J.J. Sex determination in reptiles. **Quarterly Review of Biology**, Chicago, v. 55, n.1, p. 3-21, 1980.
- BULL, J.J.; VOGT, R.V. Temperature - dependent sex determination in turtles. **Science**, Washington, v. 206, p. 1186-1188, 1979.
- BURY, R.B. Population Ecology of freshwater turtles In: HARLESS, M.; MORLOCK, H. (Ed.). **Turtles: perspectives and research.** New York: Wiley Interscience, 1979. p. 571-602.
- CAGLE, F.R. The life history of the slider turtle, *Pseudemys scripta troostii* (Holbrook). **Ecological Monographs**, Durham, v. 20. n.1, p. 31-54, 1950.

CANTARELLI, V.H. **Alometria reprodutiva da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*)**: bases biológicas para manejo. 2006. 116 p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CENAQUA/ IBAMA – Centro nacional dos quelônios da Amazônia/ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Rio Araguaia: A temporada da consciência**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997. 28 p.

CLARK, J.P.; EWERT, A.M.; NELSON, E.C. Physical apertures as constraints on egg size and shape in the common musk turtle, *Sternotherus odoratus*. **Functional Ecology**, New York, v. 15, p. 70-77, 2001.

CONGDON, J.D.; GIBBONS, J.W. Egg components and reproductive characteristics of turtles: relationship to body size. **Herpetologica**, Emporia, v. 41, n. 2, p.195-205, 1985.

CROUSE, D.T.; CROWDER, L.B.; CASWELL, H. A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. **Ecology**, Washington, v. 68, n. 5, p. 1412-1423, 1987.

COSTA, S.F. **Ecologia reprodutiva e análise de viabilidade de uma população do cágado *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP**. 2009. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

DUPRE, A.; DEVAUX, B.; BONIN, F. **Turtles of the world**. London: A & C Black Publishers , 2007. 416 p.

ERNST, C.H. Sexual cycles and maturity of the turtle, *Chrysemys picta*. **Biological Bulletin**, Taichung, v. 140, p. 191-200, 1971.

ERNST, C.H.; BARBOUR, R.W. **Turtles of the World**. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press, 1989. 313 p.

EWERT, M.A. The embryo and its egg: development and natural history. In: HARLESS, M.; MORLOCK, H. (Ed.). **Turtles, perspectives and research**. New York: Wiley Interscience, 1979. chap. 17, p. 333-413.

FACHÍN-TERAN, A. **Ecologia de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, 1999.

FACHÍN-TERÁN, A.; VON MÜLHEN, E.M. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* Troschell 1848 (Testudines: Podocnemididae) en la várzea del Medio Solimões, Amazonas, Brasil. **Ecología Aplicada**, Lima, v. 2, n. 1, p. 125-132, 2003.

FACHÍN-TERÁN, A. Participação comunitária na preservação de praias para reprodução de quelônios na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil. **Uakari**, Manaus, v. 1, n. 1, p. 9-18, 2005.

FACHÍN-TERÁN, A.; VOGT, R.C. Estrutura populacional, tamanho e razão Sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. **Phyllomedusa**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 29-42, 2004.

FACHÍN-TERÁN, A.; VOGT, R.C.; GOMEZ, M.F.S. Food habits of an Assemblage of five species of turtles in the Rio Guaporé, Rondônia, Brazil. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 29, n. 4, p. 536-547, 1995.

FACHÍN-TERÁN, A.; VOGT, R.C.; THORBJARNARSON, J.B. Estrutura populacional, razão sexual e abundância de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Podocnemididae) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brazil. **Phyllomedusa**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 43-63, 2003.

FAIRBAIRN, D.J. Allometry for sexual size dimorphism: Pattern and process in the coevolution of body size in males and females. **Annual Review of Ecological Systematics**, California, v. 28, p. 659-687, 1997.

FERREIRA JÚNIOR, P.D. **Influência dos processos sedimentológicos e geomorfológicos na escolha das áreas de nidificação de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia) e *Podocnemis unifilis* (tracajá), na bacia do rio Araguaia.** 2003. 296 p. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Escola de Minas, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003.

FERREIRA JÚNIOR, P.D.; CASTRO, P.T.A. Geological control of *Podocnemis expansa* and *Podocnemis unifilis* nesting areas in Javaés River, Bananal Island, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 445-468, 2003.

FERRI, V. **Turtles & Tortoises: A Firefly guide.** New York: Firefly Books, 2002. 256 p.

FRITZ, U.; HAVAS, P. Checklist of Chelonians of the World. **Vertebrate Zoology**, Dresden, v. 57, n. 2, p. 149-368, 2007.

GAYON, J. History of the concept of allometry. **American Zoologist**, Cary, v. 40, p. 748-758, 2000.

GIBBONS, J.W. Reproductive potencial, activity, and cycles in the painted turtle, *Chrysemys picta*. **Ecology**, Washington, v. 49, p. 399-409, 1968.

GODFRAY, H.C.J.; PARTRIDGE, L.; HARVEY, P.H. Clutch size. **Annual Reviews Ecology**, California, v. 22, p. 409-429, 1991.

- HALLER, E.C.P.; RODRIGUES, M.T. Reproductive Biology of the six-tubercled amazon river turtle *Podocnemis sextuberculata* (Testudines: Podocnemididae), in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Pará, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 5, n. 2, p. 280–284, 2006.
- HERNÁNDEZ, O.; ESPÍN, R. Consumo ilegal de tortugas por comunidades locales en el Río Orinoco Medio, Venezuela. **Acta Biologica Venezuelica**, Caracas, v. 23, n. 2/3, p. 17-26, 2003.
- HERNÁNDEZ, O.; BOEDE, E.O. Relación entre el tamaño de hembra y la producción de huevos en el Marrocoy Sabanero *Geochelone (Chelonoidis) carbonaria* (Spix, 1928) en un zoocriadero comercial de Venezuela. **Interciencia**, Caracas, v. 33, n. 6, p. 461-466, 2008.
- HODSON, L.A.; J.F.W. PEARSON. Notes on the discovery and biology of two Bahaman freshwater turtles of the genus *Pseudemys*. **Proceedings of the Florida Academy of Sciences**, Tallahassee, v. 6, n. 2, p.17-23, 1943.
- IBAMA. **Projeto quelônios da Amazônia 10 anos**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1989. 119 p.
- IUCN. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES – IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species**. 2009. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 15 nov. 2009.
- IVERSON, J.B. **A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world**. Indiana: Printed Privately, Richmond, 1992. 363 p.
- IVERSON, J.R.; EWERT, M.A. Physical characteristics of reptilian eggs and a comparison with avian eggs. In: DEEMING, D.C.; FERGUSON, M.W. J. (Ed.). **Egg Incubation: Its effects on embryonic development in birds and reptiles**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. chap. 7, p. 87-100.
- JOHNS, A.D. Continuing problems for Amazon river turtles. **Oryx**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 25-28, 1987.
- KLEMENS, M.W., THORBJARNARSON, J.B. Reptiles as a food source. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 4, p.281–298, 1995.
- LUZ, V.L.F. **Criação comercial de tartaruga e tracajá**. Cuiabá: Manual técnico. Sebrae – MT, 2005. 72 p.
- MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável Território APA do Cantão – TO**. Nov. 2006. 36 p. Disponível em: <www.mda.gov.br>. Acesso em: 17 jan. 2009.

- MALVASIO, A. **Aspectos do mecanismo alimentar e da biologia reprodutiva em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812), *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) e *P. sextuberculata* (Cornalia, 1809) (Testudines, Pelomedusidae).** 2001. 199p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Faculdade de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- MALVASIO, A.; SOUZA, A.M. de; MOLINA, F. de B.; SAMPAIO, F. de A. Comportamento e preferência alimentar em *Podocnemis expansa* (Schweigger), *P. unifilis* (Troschel) e *P. sextuberculata* (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 161-168, 2003.
- MILESKE, E. **Aspecto da vegetação e do ecossistema da Ilha do bananal:** Mapa fitoecológico e indicadores da pressão antrópica. Brasília: Gráfica da Secretaria de Assuntos Estratégicos, 1994. 104 p.
- MITTERMEIER, R.A. South America's river turtles; saving them by use. **Oryx**, Cambridge, n. 14, p. 222-230, 1978.
- MMA/IBAMA – Ministério do Meio Ambiente/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Araguaia.** Brasília – DF, 2001.
- MOLINA, F.B. O comportamento reprodutivo de quelônios. **Biotemas**, Florianópolis, v. 5, p. 61-70, 1992.
- MOLINA, F.B.; ROCHA, M.B. Identificação, caracterização e distribuição dos quelônios da Amazônia Brasileira. Apostila da aula ministrada no mini-curso “Metodologia de Pesquisa e Classificação de Quelônios”. In: ENCONTRO SOBRE QUELÔNIOS DA AMAZÔNIA. 1996. Belém. **Anais...** CENAQUA/IBAMA. 1996. p. 1-25.
- MOLINA, F.B.; ROCHA, M.B.; LULA, L.A.B.M. Comportamento alimentar e dieta de *Phrynops hilarii* (Dumeril & Bibron) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 73-79, 1998.
- MOLL, E.O. Reproductive cycles and adaptations. In: HARLESS, M.; MORLOCK, H. (Ed.). **Turtles, perspectives and research.** New York: Wiley Interscience, 1979. chap. 16, p. 305-331.
- MOLL, D.; MOLL, E.O. **The Ecology, exploitation and conservation of river turtles.** New York: Oxford University Press, 2004. 420 p.
- ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia.** 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 625 p.
- OJASTI, J. La tortuga arrau del Orinoco. **Defensa de la Naturaleza**, Venezuela, v. 1, n. 2, p. 3-9, 1971.

PEZZUTI, J.C.B. **Reprodução de iacá, *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil.** 1998. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, concentração em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas - INPA/UA, Manaus, 1998.

PEZZUTI, J.C.B. **Ecologia e Etnoecologia de Quelônios no Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brasil.** 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PEZZUTI, J.C.B.; VOGT, R.C. Nesting ecology of *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae) in the Japurá river, Amazonas, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 3, n. 3, p. 419-424, 1999.

PINHEIRO, R.T. Avifauna do corredor de biodiversidade do Araguaia: distribuição e conservação na área de proteção ambiental Ilha do Bananal/Cantão. **Revista Carbono Social**, Palmas, v.1, n.4. p. 65-71, 2007.

PORTELINHA, T.C.G. **Estudo das populações de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* no rio Javaés, Tocantins.** 2007. 75 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.

POUGH, F.H.; HEISER, J.B.; JANIS, C.M. **A Vida dos Vertebrados.** 4. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008. 684 p.

POUGH, F.H.; ANDREWS, R.M.; CADLE, J.E.; CRUMP, M.L. SAVITSKY, A.H.; WELLS, K.D. **Herpetology.** 3rd ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2003. 736 p.

PRESTON; K.A.; ACKERLY, D.D. The evolution of allometry in modular organisms. In: PIGLIUCCI, M.; PRESTON, K.A. (Ed.). **Phenotypic Integration: Studying the Ecology and Evolution of Complex Phenotypes.** New York: Oxford University Press, 2004. chap. 4, p. 80-106.

PRITCHARD, P.C.H. **Encyclopedia of Turtles.** New Jersey: T. F. H. Publications, 1979. 285 p.

PRITCHARD, P.C.H.; TREBBAU, P. **The Turtles of Venezuela.** Oxford, Ohio: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1984. 414 p.

REBÊLO, G.H. **Quelônios, jacarés e ribeirinhos no Parque Nacional do Jaú (AM).** 2002. 164p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

REBÊLO, G.H.; PEZZUTI, J.C.B. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia, sustentabilidade e alternativas ao manejo atual. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 6/7, p. 85-104, 2000.

REISS, M.J. **The allometry of growth and reproduction.** Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 200 p.

RUEDA-ALMONACID, J.V.; CARR, J.L.; MITTERMEIER, R.A.; RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V.; MAST, R.B.; VOGT, R.C.; RHODIN, A.G.J.; OSSA-VELÁSQUEZ, J. de la; RUEDA, J.N.; MITTERMEIER, C.G. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico..** Bogotá: Editorial Panamericana, Formas e Impresos, 2007. 538 p.

RYAN, K.M.; LINDEMAN, P.V. Reproductive Allometry in the Common Map Turtle, *Graptemys geographica*. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 158, p. 49–59, 2007.

SALERA JR, G.; MALVASIO, A.; PORTELINHA, T.C.G. Avaliação da predação de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Javaés, Tocantins. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 1, p. 197-204, 2009.

SALERA JR, G.; PORTELINHA, T.C.G.; MALVASIO, A. Predação de fêmeas adultas de *Podocnemis expansa* Schweigger (Testudines, Podocnemididae) por *Panthera onça* Linnaeus (Carnivora, Felidae), no Estado do Tocantins. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 9, n. 3, 2009. Disponível em: < <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/pt/abstract?short-communication+bn00709032009>>.

SBH – Sociedade Brasileira de Herpetologia. **Lista Brasileira de Répteis**. 2009. Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/repteis.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Scaling, why is animal size so important?** New York: Cambridge University Press, 1984. 241 p.

SEPLAN. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins. **Plano de manejo: Parque Estadual do Cantão**. Palmas, Tocantins, 2001. 183 p.

SMITH, N.J.H. Quelônios aquáticos da Amazônia: um recurso ameaçado. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 87-97, 1979.

SMITH, C.C.; FRETWELL, S.D. The optimal balance between size and number of offspring. **American Naturalist**, Manhattan, v. 108, n. 962, p. 499-506, 1974.

SOARES, M.F.G.S. **Distribuição, mortalidade e caça de *Podocnemis expansa* (Testudines: Pelomedusidae) no rio Guaporé**. 2000. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2000.

SOINI, P. **Biología y manejo de la tortuga *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae)**. Caracas: Tratado de Cooperación Amazonica, 1997. 47 p.

SOUZA, F.L.de; ABE, A.S. Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle *P. Geoffroyi*, in habiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. **Journal of Zoology**, London, v. 252, p. 437-446, 2000.

SOUZA, F.L.; GIRALDELLI, G.R.; MARTINS, T.A. Reproductive aspects of brazilian side-necked-turtles (Chelidae). **Boletín de La Asociación Herpetológica Española**, Logroño, v. 17, n. 1, p. 28-34, 2006.

SPOTILA, J.R.; STANDORA, E.A. Sex determination in the desert tortoise: a conservative management strategy is needed. **Herpetologica**, Lafayette, v. 42, n. 1, p. 67-72, 1986.

UNEP-WCMC. **Species database**: CITES-Sisted Species. 2009. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 15 nov. 2009.

VALENZUELA, N. Maternal effects on life-history traits in the Amazonian giant river turtle *Podocnemis expansa*. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 35, n. 3, p. 368-378, 2001.

VALENZUELA, N.; ADAMS, D.C.; BOWDEN, R.N.; GAUGER A.C. Geometric morphometric sex estimation for hatchling turtles: a powerful alternative for detecting subtle sexual shape dimorphism. **Copeia**, New York, n. 4, p. 735–742, 2004.

VANZOLINI, P.E. On the eggs of Brazilian *Podocnemis* (Testudines, Podocnemididae). **Biologia Geral e Experimental**, Manaus, v. 2, n. 2, p. 3-17, 2001.

VANZOLINI, P.E. On clutch size and hatching success of the South American turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 75, n. 4, p. 415-430, 2003.

VIANNA, C.M. **A tartaruga no contexto histórico. Preservação da tartaruga da Amazônia**. Belém: Ministério da Agricultura. DEMA/PA. IBDF, 1973. p. 37-65.

VIANA, M.N.S. **Ecologia molecular de quelônios do gênero *Podocnemis* (Pelomedusidae: Pleurodira)**. 2005. 159 p. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Federal Pará, Belém, 2005.

VOGT, R.C. Temperature controlled sex determination as a tool for turtle conservation. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 1, n. 1, p. 159-162, 1994.

VOGT, R.C. **Tartarugas da Amazônia**. Lima: Gráfica Biblos, 2008. 104 p.

ZUG, G.R.; VITT, L.J.; CALDWELL, J.P. **Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2001. 630 p.

2 ESTRUTURA POPULACIONAL DE *PODOCNEMIS EXPANSA* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DO ARAGUAIA, TOCANTINS

Resumo

O conhecimento sobre o estado de conservação das populações dos quelônios amazônicos ainda é incipiente não só para o Brasil, mas para todos os países que possuem esse bioma em seu território. O presente estudo teve como objetivo ampliar os conhecimentos acerca da ecologia populacional de *P. expansa* no rio Javaés, Estado do Tocantins, no entorno do Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal), estimando os seguintes parâmetros populacionais: razão sexual, estrutura etária, distribuição espacial e abundância relativa. Os trabalhos de campo foram realizados entre os anos de 2004 e 2009 e os animais foram capturados pelos métodos de mergulho e arrasto de rede. Foram capturados e marcados 645 indivíduos (379♀ e 266♂), dos quais apenas cinco foram recapturados, após 230 horas de amostragem. A estrutura etária (baseada no comprimento da carapaça) dos indivíduos apresentou um padrão unimodal para os machos e um padrão indefinido para as fêmeas. A população estudada era constituída basicamente por fêmeas jovens e machos adultos, apresentando uma razão sexual desviada para as fêmeas de 1:1,4 (♂:♀). A abundância relativa encontrada variou entre 0,4 e 8,6 animais/hora, dependendo do método de captura empregado. Foi observado que a maioria dos animais (73,7%) encontrava-se concentrada em apenas um ponto específico do rio. Estudos de longa-duração são recomendados para elucidarem os efeitos do projeto de conservação realizado na região há quase 25 anos e das consequências da predação humana sobre essa população.

Palavras-chave: Amazônia; Quelônios; Tartaruga-da-amazônia; Conservação; Ecologia populacional

Population structure of *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) around the Parque Nacional do Araguaia, Tocantins

Abstract

The knowledge about the conservation status of Amazonian turtle populations is still incipient, not only for Brazil but for all countries that are included in this biome. This study aimed to expand knowledge about the population ecology of *P. expansa* in the Javaés River, Tocantins State, around the Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal), estimating the following population parameters: sex ratio, age structure, spatial distribution and relative abundance. Fieldwork was carried out between 2004 and 2009 and animals were captured by diving and trawling net. A total of 645 individuals (379♀ and 266♂) were captured and marked, five of which were recaptured, after 230 hours of sampling. The age structure (based on carapace length) showed a unimodal pattern for males, and a defined pattern was not evident for females. The population consisted mainly of young females and adult males, and the sex ratio was 1:1.4 (♂:♀), biased for females. The relative abundance varied between 0.4 and 8.6 animals per hour depending on the method of capture employed. Most animals (73.7%) was concentrated in a single specific point of the river. Long-term studies are recommended to elucidate the effects of

the conservation project carried out in the region for almost 25 years and the effects of human predation on this population.

Keywords: Amazon; Chelonians; Amazon river turtle; Conservation; Population ecology

2.1 Introdução

A exploração sustentável da vida silvestre tem sido reconhecida como uma importante estratégia para promover a conservação de ambientes naturais, bem como a preservação da diversidade biológica (COUTINHO; CAMPOS, 2002). Por essa razão informações relacionadas ao ciclo reprodutivo e a aspectos populacionais são essenciais para a determinação do estado atual de conservação de uma população e para a realização de práticas de manejo de uma espécie.

Declínios populacionais de quelônios em muitas partes da América do Sul, principalmente do gênero *Podocnemis* (JOHNS, 1987; OJASTI, 1995; SMITH, 1979; SOINI, 1997), levaram os governos de diferentes países do continente a implementar programas de conservação. Entre as principais medidas de manejo, estão a proteção dos locais de desova e a translocação de ninhos para locais protegidos (IBAMA, 1989; SOINI, 1997), sendo que diversas espécies ameaçadas tiveram seu manejo baseado em dados incompletos ou inexistentes da dinâmica populacional e estrutura etária de suas populações (CROUSE; CROWDER; CASWELL, 1987). Essas ações vêm sendo realizadas há mais de três décadas, sem contudo terem sido acompanhadas por avaliações dos efeitos desses programas na razão sexual, na densidade e na estrutura das populações (FACHÍN-TERÁN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003).

No Brasil, apesar da ampla extensão territorial, informações sobre a ecologia populacional e a distribuição de muitas espécies de quelônios são raras (BURY, 1979), particularmente quando consideramos a ameaça de desaparecimento dos ecossistemas brasileiros, com o acelerado aumento da poluição de nossos rios e a deterioração dos ambientes naturais (SOUZA; ABE, 2000). Informações relacionadas à densidade, dispersão, estrutura populacional e razão sexual são indispensáveis quando se trata de uma espécie susceptível de manejo, como é o caso de *P. expansa*. A carência de dados populacionais dificulta a determinação de sua situação atual e a implantação de práticas de manejo e conservação.

Apesar do gênero *Podocnemis* ser um dos mais estudados, a maioria dos trabalhos está relacionada à biologia reprodutiva (para revisão ver FACHÍN-TERÁN; VON MÜLHEN, 2003). O conhecimento sobre o status de conservação das populações dos quelônios amazônicos ainda é

incipiente não só para o Brasil, mas para todos os países inseridos nesse bioma. Dos relatos existentes na literatura, podemos destacar estudos populacionais com as espécies *Podocnemis expansa* (BATAUS, 1998; HERNÁNDEZ; ESPÍN, 2006; PORTELINHA, 2007), *P. sextuberculata* (FACHÍN-TERÁN, 1999; FACHÍN-TERÁN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003), *P. unifilis* (ATAÍDES, 2009; FACHÍN-TERÁN; VOGT, 2004; PORTELINHA, 2007) e *Peltocephalus dumerilianus* (PEZZUTI, 2003).

Em função do desconhecimento do estado atual de conservação das populações de quelônios no Brasil, faz-se necessária a coleta de informações referentes à biologia e à ecologia de suas populações. O presente estudo teve como objetivo ampliar os conhecimentos acerca da ecologia populacional da espécie *Podocnemis expansa* no rio Javaés, Estado do Tocantins, norte do Brasil, onde foram estimados os seguintes parâmetros populacionais: razão sexual, estrutura etária, abundância relativa, índice de recaptura e distribuição espacial.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no entorno do Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal), em um trecho de aproximadamente 50 km do rio Javaés, Estado do Tocantins, entre as coordenadas 9°50'-11°10' S e 49°56'-50°30' W. O ecossistema local é bem preservado, e a área é formada por um complexo ecótono que apresenta elementos do Cerrado, Floresta Amazônica e Pantanal (SEPLAN, 2001), estando localizada entre duas importantes áreas protegidas da Amazônia brasileira: o Parque Nacional do Araguaia e a Área de Proteção Ambiental Ilha do Bananal/Cantão. Dentro da área de estudo, está inserida uma das bases do Projeto Quelônios da Amazônia, que é coordenado pelo Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios (RAN) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), onde desenvolve atividades de proteção e manejo das espécies *P. expansa* e *P. unifilis* durante o período de desova, incubação e nascimento dos filhotes. A caracterização da área de estudo foi feita no item “1 Introdução” (pag. 27).

2.2.2 Captura e Marcação

As atividades em campo foram realizadas no período compreendido entre agosto de 2004 e março de 2009. As amostragens foram mensais e tiveram duração de oito dias cada, com coletas diurnas nos meses de agosto a novembro (período reprodutivo) e nos meses de março e junho (período não-reprodutivo), exceto para junho de 2009, totalizando 23 amostragens em campo durante todo o estudo. Cabe ressaltar que durante o segundo semestre de 2007 e primeiro semestre de 2008 não houve saídas de campo.

Todos os procedimentos de campo foram autorizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), mediante emissão das licenças: 095/2004; 080/2005; 12388-2; 12388-3 e 16514-1.

Para a captura dos indivíduos foram utilizados dois métodos: o mergulho e captura manual, nas porções médio-rasas do rio (em profundidades inferiores a 2 m, onde os animais podem ser avistados com facilidade dentro da água); IBAMA (1989) (Figura 1A), e “arrasto de rede” (Figura 1B), que consiste em içar as pontas de uma rede de náilon ou linha tipo cordonê em dois barcos (AURICCHIO; SALOMÃO, 2002). Os mesmos são mantidos paralelamente com a mesma velocidade; após o arrasto os animais apreendidos são retirados da água e colocados dentro do barco. As redes possuíam aproximadamente 35 m de comprimento, 3 m de altura e malha de 10 cm de abertura.

Para a marcação dos animais, realizou-se a perfuração dos escudos marginais da carapaça, em que cada escudo continha até duas numerações (Figura 1C). Esses escudos representaram as unidades, dezenas, centenas e milhares, respectivamente, seguindo o sentido horário, conforme Portelinha (2007) (Figura 1D). Cabe ressaltar que os escudos marginais que unem a carapaça ao plastrão (do 4º ao 7º e do 18º ao 21º) não foram perfurados, para evitar o sangramento mais intenso do animal. A perfuração foi feita com uma furadeira elétrica portátil e brocas de diferentes diâmetros; após lavagem com álcool iodado, o animal foi devolvido ao rio em local próximo ao qual foi capturado. Deve ser ressaltado que indivíduos recém-eclodidos não foram considerados na amostragem, uma vez que o método de captura os exclui e também pela impossibilidade de identificar visualmente o sexo desses animais.

Figura 1 – Métodos de captura e procedimentos de marcação utilizados para *P. expansa* no rio Javaés, Tocantins. A – rede malhadeira; B – mergulho; C – marcação; D – combinação numérica para a marcação

2.2.3 Sexagem e Biometria

A diferenciação sexual foi realizada pela observação do tamanho dos indivíduos (as fêmeas são maiores) e dos escudos caudais do plastrão (que nas fêmeas formam uma fenda em “V” e nos machos em “U”), além do comprimento e largura da cauda, maior nos machos (FACHÍN-TERAN; VOGT, 2004; PONCE, 1979; PRITCHARD; TREBBAU, 1984). Os quelônios foram medidos com uma fita métrica com precisão de 1 mm e pesados com o auxílio de dinamômetro com precisão de 100 g, realizando-se medidas da carapaça e do plastrão, segundo Mallmann (1994) e Malvasio et al. (2005). Foram tomadas as seguintes medidas:

- Comprimento da carapaça (Ccar): é a distância curvilínea, na parte medial, que se estende desde a borda anterior da sutura que une os primeiros marginais até o final da sutura dos escudos supracaudais;

- Largura da carapaça (Lcar): é a distância curvilínea desde a borda da sutura que une o sexto e o sétimo escudos marginais do lado direito do animal até a borda da sutura que une o sexto e o sétimo escudos marginais do lado esquerdo;
- Comprimento do plastrão (Cpla): a medida foi feita a partir do escudo intergular, na parte mais anterior, até a junção dos escudos anais, na parte mais posterior;
- Largura do plastrão (Lpla): seguindo a sutura dos escudos peitorais e abdominais até o ponto onde esses dois escudos se encontram com os escudos marginais de ambos os lados;
- Altura do casco (Alt): a medida foi feita perpendicularmente ao plastrão, a partir da sutura entre os escudos abdominais e peitorais até os escudos vertebrais da carapaça;
- Abertura plastrão-carapaça (APC): a medida foi feita seguindo em linha curva a abertura entre o plastrão e a carapaça na parte ventral.

2.2.4 Razão Sexual e Estrutura Etária

A razão sexual foi definida como a proporção de macho:fêmea em uma amostragem. Segundo Gibbons (1990), a razão sexual funcional deve ser calculada com base nos indivíduos que alcançaram a maturidade sexual. Pritchard e Trebbau (1984) relacionaram a maturidade sexual ao tamanho do animal, os machos atingindo a maturidade antes das fêmeas. Segundo Alho e Pádua (1982), em *P. expansa*, a maturidade sexual é atingida com 50 cm de comprimento de carapaça para as fêmeas e com 40 cm para os machos (OJASTI, 1971). Dessa forma, foram estabelecidas duas classificações com base no comprimento da carapaça: adultos, fêmeas ≥ 50 cm e machos ≥ 40 cm e jovens, fêmeas < 50 cm e machos < 40 cm. Com a finalidade de estudar a distribuição das frequências de tamanho de *P. expansa*, foram construídos gráficos com intervalos de classe de tamanho (comprimento da carapaça) de 5 cm, representando, dessa maneira, a estrutura etária da população.

2.2.5 Abundância Relativa

Para o cálculo da abundância relativa, utilizou-se a taxa de captura (captura por unidade de esforço – CPUE), calculada dividindo-se o número de indivíduos pelo número de horas de captura com os dois métodos utilizados (FACHÍN-TERÁN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003).

2.2.6 Distribuição espacial

Para avaliar como os indivíduos da espécie estudada estão distribuídos ao longo do rio, foi realizada uma amostragem sistemática focal por trecho em aproximadamente 40 km do rio entre os meses de julho de 2008 e abril de 2009. Contagens visuais dos indivíduos, com o barco em movimento a aproximadamente 3 km/h, foram realizadas em transectos distintos a cada 1.000 m, totalizando 40 trechos. A área de visualização para contagem foi de 50 m para cada lado do ponto de uma margem a outra, e a escolha do ponto inicial foi realizada por sorteio. A amostragem focal foi feita entre 16:00 e 18:00 hs, registrando-se os animais que iam à superfície para respirar.

2.2.7 Análise dos dados

O teste de qui-quadrado (χ^2) foi utilizado para comparar o número de animais capturados entre os anos e os métodos de captura, o número de animais visualizados entre os meses de amostragem focal e a estrutura etária e a abundância relativa entre os anos amostrados. A razão sexual foi estimada, e, para averiguar se havia diferença significativa entre as proporções de machos e de fêmeas, foi utilizado o teste de qui-quadrado (χ^2), sendo esperada a proporção de 1:1, tanto para os jovens como para os adultos (MAGNUSSON; MOURÃO, 2005). Deve ser ressaltado que, quando aplicado o teste de qui-quadrado para os métodos de captura, foram considerados os esforços de captura em relação ao número de horas empregadas para cada um deles.

Os dados biométricos foram testados quanto à normalidade e à variação da homogeneidade pelos métodos de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Após confirmar a ausência de normalidade e homogeneidade dos dados, as médias das medidas biométricas dos animais foram comparadas por meio de uma Análise de Variância não-paramétrica (Kruskal-Wallis) (CENTENO, 1990). Os dados biométricos aos quais foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis foram apenas as classes de tamanho (em relação ao comprimento da carapaça) dos indivíduos de ambos os sexos, ou seja, de todos os animais capturados, somente o grupo que apresentava machos e fêmeas foi testado. Além disso, para averiguar se havia diferença entre machos e fêmeas, foi realizada uma regressão linear simples entre a massa corpórea e o comprimento da carapaça da fêmea, e o modelo gerado [(Massa do macho = $5,13 - 0,39 \times C_{\text{car da fêmea}}$)] foi utilizado para calcular a massa estimada dos machos quando

teriam, supostamente, o mesmo comprimento da carapaça das fêmeas.

Foram considerados significativos os resultados com probabilidade menor que 0,05 ($P < 0,05$) (SOKAL; ROHLF, 1995). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Info Stat para Windows (INFOSTAT, 2008).

2.3 Resultados

2.3.1 Captura e Marcação

No total, foram realizadas 141 horas de amostragem com as redes malhadeiras e 89 horas com o método de mergulho. Durante o período estudado, foram capturados e marcados 645 indivíduos de *P. expansa*. Destes, 534 foram capturados durante o período reprodutivo (estação seca) e 111 durante o período não-reprodutivo (estação chuvosa) (Tabela 1). Foi observado que durante o período não-reprodutivo o número de animais capturados entre os anos de amostragem foi similar e que, para o período reprodutivo, houve uma tendência ao aumento no número de capturas (Figura 2). Mesmo quando considerado o esforço de captura, observou-se diferença significativa ($\chi^2=68,7$; $gl=1$; $P < 0,0001$) entre o número de animais capturados pelos dois métodos de amostragem utilizados (Tabela 1), sendo que 498 (77,3%) indivíduos foram capturados pelo método das redes malhadeiras e 147 (22,7%), pelo método de mergulho. Vale salientar que nenhum dos métodos utilizados causou a morte de indivíduos durante as capturas.

Tabela 1 – Número de capturas de *P. expansa* em cada período de amostragem, entre os anos de 2004 e 2009

Ano	Período	Método de captura		Total
		Rede Malhadeira	Mergulho	
2004	Reprodutivo	91	3	94
2005	Não-Reprodutivo	7	22	29
2005	Reprodutivo	54	66	120
2006	Não-Reprodutivo	7	9	16
2006	Reprodutivo	139	10	149
2007	Não-Reprodutivo	22	17	39
2008	Reprodutivo	151	20	171
2009	Não-Reprodutivo	27	0	27
Total	-	498	147	645

Figura 2 – Número de animais capturados nos períodos reprodutivo e não-reprodutivo durante os anos de estudo. A linha tracejada mostra a tendência de captura

Os meses que apresentaram o maior número de capturas coincidiram com o menor nível d'água do rio, sendo novembro/04 (N=70), outubro/05 (N=92), novembro/06 (N=69) e setembro/08 (N=71) (Figura 3). Esses quatro meses, dos 23 em que foram feitas as amostragens, foram responsáveis por mais de 46,0% do total de animais capturados.

Figura 3 – Número de animais capturados e nível d'água do rio Javaés para cada mês amostrado entre os anos de 2004 e 2009

Durante o período de estudo, apenas cinco animais foram recapturados uma única vez, o que corresponde a 0,7% da amostragem. Destes, apenas um (♂ n°345) foi encontrado no mesmo local em que foi capturado pela primeira vez. Para os quatro indivíduos recapturados que se

movimentaram, observou-se uma média de deslocamento de $10 \pm 3,4$ km, sendo a maior distância percorrida de aproximadamente 15 km (♀ n°35) e o menor percurso, de 7 km (♀ n°126). Na Figura 4 pode-se observar os locais de captura e recaptura de cada indivíduo.

Figura 4 – Local de captura e recaptura de cada indivíduo de *P. expansa*. (■ Captura; ● recaptura; ■ locais com o maior número de capturas)

Durante as amostragens foram capturados indivíduos apenas no leito do rio, sendo que a maioria (80,3%) estava presente em pontos específicos, nos locais denominados Re Comp, Rec Tart e Sambaíba (Figura 4). Grande parte dos animais (N=450, 69,7%) foi capturada em áreas denominadas “reentrâncias”, caracterizadas pela maior profundidade (mais de 4 m), correnteza lenta (águas calmas), e presença de vegetação marginal, sendo formadas a partir da convergência do rio logo após uma praia de nidificação. No entanto, também foram capturados indivíduos (N=87, 13,5%) em locais mais rasos (aproximadamente 50 cm) e com corrente mais rápida, próximo às praias de desova no leito do rio (Figura 5).

Figura 5 – Locais onde ocorreu a maioria das capturas de *P. expansa* no rio Javaés, Tocantins. A - no detalhe circular, áreas caracterizadas como reenâncias; B - áreas caracterizadas por possuírem pouca profundidade; as setas indicam o leito do rio

2.3.2 Dados Biométricos

Após a captura e marcação foi realizada a biometria dos exemplares. As médias biométricas e o desvio padrão encontrados podem ser observados na Tabela 2, assim como os dados dos animais utilizados no teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 2 – Morfometria dos indivíduos de *P. expansa* capturados no rio Javaés, Tocantins, entre os anos de 2004 e 2009. Alt: altura; APC: abertura plastrão-carapaça; Ccar: comprimento da carapaça; Cpla: comprimento do plastrão; Lcar: largura da carapaça; Lpla: largura do plastrão; Média 1: média e desvio-padrão para todos os animais capturados; Média 2: média e desvio-padrão para os animais testados (Kruskal-Wallis). SD: desvio padrão; *: $P < 0,05$

Variável	Média 1 $\pm$ SD		Média 2 $\pm$ SD		P
	♀ (N=379)	♂ (N=266)	♀ (N=195)	♂ (N=266)	
Ccar (cm)	40,4 $\pm$ 17,8	41,9 $\pm$ 5,7	37,7 $\pm$ 7,9	41,9 $\pm$ 5,7	<0,0001*
Cpla (cm)	32,1 $\pm$ 14,3	29,6 $\pm$ 3,7	29,9 $\pm$ 6,5	29,6 $\pm$ 3,7	0,4766
Lcar (cm)	35,2 $\pm$ 14,8	36,7 $\pm$ 5,1	32,9 $\pm$ 6,4	36,7 $\pm$ 5,1	<0,0001*
Lpla (cm)	22,4 $\pm$ 14,1	21,6 $\pm$ 3,1	21,4 $\pm$ 15,3	21,6 $\pm$ 3,1	<0,0001*
Alt (cm)	12,9 $\pm$ 5,1	13,0 $\pm$ 4,5	12,0 $\pm$ 2,3	13,0 $\pm$ 4,5	<0,0001*
APC (cm)	8,1 $\pm$ 3,8	11,0 $\pm$ 2,0	7,4 $\pm$ 1,6	11,0 $\pm$ 2,0	<0,0001*
Massa (Kg)	9,5 $\pm$ 10,8	6,6 $\pm$ 2,6	5,5 $\pm$ 3,4	6,6 $\pm$ 2,6	<0,0001*

Para o grupo testado com Kruskal-Wallis, os machos foram maiores que as fêmeas para todas as variáveis morfométricas ($P < 0,0001$), exceto para o comprimento do plastrão (Kruskal-Wallis, $H=0,51$; $gl=1$; $P=0,4766$). A Figura 6 representa o grupo testado pela análise de Kruskal-Wallis, assim como as linhas de tendência para o comprimento da carapaça. Apesar de termos encontrado diferenças entre as variáveis morfométricas, evidenciando que os machos são maiores e mais pesados que as fêmeas, quando aplicado o modelo para estimar a massa dos machos, observou-se que as fêmeas são, em média, 40g mais pesadas que os machos para um mesmo

valor de comprimento da carapaça.

Figura 6 – Frequência de capturas e tamanho da carapaça para o grupo de *P. expansa* testado por Kruskal-Wallis

Quando a média do comprimento da carapaça para os anos reprodutivos foi comparada com a média geral dessa variável, observou-se que somente o ano de 2005 apresentou valores diferentes (Kruskal-Wallis, $H=90,59$; $gl=3$; $P<0,0001$) (Figura 7). Esse valor pode estar relacionado a uma maior captura de indivíduos jovens durante as amostragens em 2005. Optou-se por analisar especificamente esses animais em função de não termos conseguido realizar capturas para todos os períodos (reprodutivo e não-reprodutivo) dos anos de amostragem.

Figura 7 – Desvio da média geral do comprimento da carapaça observado entre os anos de estudo, no período reprodutivo, para os indivíduos de *P. expansa*

O tamanho dos animais capturados variou em função do método utilizado (Kruskal-Wallis, $H=211,60$; $gl=1$; $P<0,0001$). A média do comprimento da carapaça dos animais capturados pelo método de rede malhadeira foi de $45,2 \pm 11,9$ cm ($N=498$) e para o de mergulho, de $27,0 \pm 11,7$ cm ($N=147$), evidenciando que o método de mergulho possibilita uma maior captura de indivíduos menores.

Para os animais recapturados, foi possível observar um crescimento médio anual do comprimento da carapaça de $0,9 \pm 0,4$ cm (amplitude 0,6-1,25) para as fêmeas e de $0,6 \pm 0,2$ cm (amplitude 0,5-0,8) para os machos. O maior intervalo de tempo entre as recapturas foi de quatro anos (2004-2008) e o menor, de um ano (2005-2006) (Tabela 3). O animal número 180 (♂) foi desconsiderado no cálculo do crescimento, pois a pouca diferença encontrada (0,2 cm) pode refletir um erro durante os procedimentos de morfometria do animal.

Tabela 3 – Taxa de crescimento anual da carapaça de *P. expansa* para o rio Javaés, Tocantins. N°: identificação do animal; Ccar: comprimento da carapaça, em centímetros; CreCar/Ano: taxa de crescimento anual da carapaça

N° Animal	Sexo	Captura		Recaptura		CreCar/Ano (cm)
		Ccar	Local/Ano	Ccar	Local/Ano	
35	♀	69,5	Rec Tart 2004	74,5	Canguçu 2008	1,25
80	♂	42,0	Rec Tart 2004	44,0	Re Comp 2008	0,5
126	♀	31,4	Chapéu 2005	32,0	Canguçu 2006	0,6
345	♂	35,0	Re Comp 2006	36,7	Re Comp 2008	0,8

2.3.3 Razão Sexual e Estrutura Etária

Dos 645 indivíduos capturados e marcados ao longo do período estudado, 266 eram machos e 379 eram fêmeas, apresentando uma razão sexual de aproximadamente 0,7:1, desviada para as fêmeas (Figura 8). Aplicando-se o teste de qui-quadrado, pode-se observar que a razão sexual encontrada para a espécie estudada apresentou diferença ($\chi^2=19,79$; $gl=1$; $P<0,0001$) da proporção esperada (1:1).

Figura 8 – Proporção de fêmeas e machos de *P. expansa* capturados entre os anos de 2004 e 2009 no rio Javaés, Tocantins

Para o cálculo da razão sexual funcional foram considerados somente os indivíduos que alcançaram a maturidade (GIBBONS, 1990). Portanto, dos 645 animais capturados, 265 estavam dentro dos limites da maturidade sexual estipulados por Ojasti (1971) e Alho e Pádua (1982) (≥ 40 cm para fêmeas ≥ 50 cm para machos). Dos 265 animais, 156 eram machos e 109 eram fêmeas, apresentando uma razão sexual de aproximadamente 1,4:1 ($\sigma^7:\phi$). Foi observado que a população estudada, quando consideramos somente os indivíduos que atingiram a maturidade sexual, era constituída, em sua maioria, por machos ($\chi^2=8,33$; gl=1; $P=0,0038$).

Para os 645 indivíduos capturados, 58,9% (N=380) eram jovens e 41,1% (N=265) eram adultos. Ao comparar o número de animais capturados entre as duas classes etárias, observou-se que a maioria era jovem ($\chi^2=20,50$; gl=1; $P<0,0001$). Para os juvenis, em todos os anos amostrados, obtivemos sempre uma razão sexual desviada para as fêmeas, enquanto que para os adultos, na maioria dos anos, a razão sexual estava desviada para os machos, com exceção de 2007 e 2009, o que possivelmente está relacionado ao baixo número amostral desses anos (Tabela 4).

Para o método de rede malhadeira não foi encontrada diferença entre o número de machos e fêmeas ($\chi^2=0,03$; gl=1; $P=0,8577$) e jovens e adultos ($\chi^2=0,12$; gl=1; $P=0,7199$) capturados. No entanto, quando testamos o sexo em função da classe etária, foi observado que este método possibilita uma maior captura de machos adultos ($\chi^2=12,25$; gl=1; $P=0,0005$) e de fêmeas jovens ($\chi^2=8,80$; gl=1; $P=0,003$). Ao analisarmos o método de mergulho, observou-se uma maior tendência pra captura de fêmeas ($\chi^2=80,82$; gl=1; $P<0,0001$) e jovens ($\chi^2=102,91$; gl=1; $P<0,0001$). Portanto, pode-se afirmar que o método de mergulho foi favorável para a captura de

fêmeas jovens, enquanto que o de rede malhadeira foi eficaz na captura de machos adultos e fêmeas jovens (Tabela 4).

Tabela 4 – Razão sexual de jovens e adultos de *P. expansa* para cada ano de estudo e método de captura empregado no rio Javaés, Tocantins. Razão: proporção de machos:fêmeas; N: número de animais capturados.

Ano	Jovem				Adulto			
	♂	♀	N	Razão	♂	♀	N	Razão
2004	13	27	40	0,5	30	24	54	1,2
2005	19	97	116	0,2	23	10	33	2,3
2006	36	51	87	0,7	40	38	78	1,1
2007	8	26	34	0,3	2	3	5	0,6
2008	27	51	78	0,5	60	33	93	1,8
2009	7	18	25	0,4	1	1	2	1,0
Rede malhadeira	96	149	245	0,6	151	102	253	1,4
Mergulho	14	121	135	0,1	5	7	12	0,7
Total	110	270	380	0,4	156	109	265	1,4

A estrutura etária (baseada no comprimento da carapaça) dos indivíduos capturados na área de estudo apresentou um padrão unimodal para os machos, sendo que os tamanhos mais frequentes estavam concentrados nas classes 35, 40 e 45 cm. As fêmeas não apresentaram um padrão definido e foram encontradas com maior frequência para a classe de tamanho 30 cm (Figura 9). Indivíduos com tamanho inferior à classe 10 cm não foram capturados assim como machos com comprimento da carapaça menor que 25 cm. A frequência dos tamanhos dos indivíduos para cada ano de amostragem e método de captura está ilustrada na Figura 10.

Figura 9 – Distribuição de frequência de classes de tamanho (comprimento da carapaça) de *P. expansa*. Linhas tracejadas indicam o início da maturidade sexual para os machos e linhas contínuas, para as fêmeas

Figura 10 - Distribuição de frequência de classes de tamanho (comprimento da carapaça) de *P. expansa*, em função dos métodos de captura e dos anos amostrados. A - rede malhadeira; B - mergulho; C - 2004; D - 2005; E - 2006; F - 2007; G - 2008; H - 2009; linhas tracejadas indicam o início da maturidade sexual para os machos e linhas contínuas, para as fêmeas

Quando analisamos separadamente as distribuições entre os anos amostrados, encontramos um padrão semelhante para os anos de 2004 e 2008 (capturas somente no período reprodutivo), quando a população é caracterizada por possuir mais indivíduos adultos (57,4% e 54,3%, respectivamente) que jovens. Nos anos de 2005 e 2006 (capturas no período reprodutivo e não-reprodutivo) o padrão encontrado foi o inverso, apresentando uma maior quantidade de jovens capturados (77,8% e 52,7%, respectivamente). Esse mesmo resultado, desviado para os

jovens (87,2% e 92,6%, respectivamente), também foi observado quando comparados os dois anos que tiveram amostragens somente no período não-reprodutivo (2007 e 2009). No entanto, um padrão comum foi encontrado para quase todos os anos amostrados (exceto em 2009), em que a maioria dos machos capturados (79,3%) pertenciam às classes 35, 40 e 45 cm. Notou-se também que o número de fêmeas pertencentes aos intervalos de classe 20-35 cm diminuiu ao longo dos anos de estudo quando consideradas as capturas durante o período reprodutivo (Figura 11) e que indivíduos machos entre as classes 10-20 cm (juvenis) não foram capturados durante as amostragens.

Figura 11 – Frequência de fêmeas pertencentes aos intervalos de classe 20–35 cm no período reprodutivo durante os anos de estudo.

2.3.4 Abundância Relativa

A abundância relativa (animais capturados/hora) de *P. expansa* variou tanto com o método de captura como com os anos de amostragem (Figura 12). O maior valor para o método de rede malhadeira foi registrado durante as capturas no período reprodutivo de 2006 (8,6 animais/hora) e a menor abundância foi de 0,4 e 0,5 animais/hora, correspondentes ao período não-reprodutivo dos anos de 2005 e 2006, respectivamente. Para o método de mergulho, o maior índice foi registrado para o período reprodutivo de 2005 (4,4 animais/hora) e o menor, para o período não-reprodutivo de 2009 (nenhum animal capturado).

Figura 12 – Número de indivíduos de *P. expansa* capturados por hora (abundância relativa), em função do método de captura utilizado, entre os anos de amostragem no rio Javaés, Tocantins. NR – período não-reprodutivo; R – período reprodutivo

A abundância entre os métodos de rede malhadeira (3,5 animais/hora) e mergulho (1,7 animais/hora), não apresentou diferença ($\chi^2=0,07$; gl=1; $P=0,7868$) quando considerado o esforço amostral (horas de captura), possivelmente por existir uma maior relação entre as capturas e as características específicas de cada ano (e.g. precipitação, turbidez da água) do que com os métodos utilizados.

2.3.5 Distribuição espacial

Durante as contagens visuais, foi observado um total de 825 animais distribuídos ao longo dos 40 pontos de amostragem. Na Figura 13, pode-se observar o número de animais avistados para cada mês de estudo e, na Figura 14, o trecho onde ocorreu o maior número de animais observados. Notou-se uma diferença significativa ($\chi^2=693,51$; gl=8; $P<0,0001$) no número de animais avistados entre os meses amostrados, demonstrando claramente que os meses de setembro e outubro foram os responsáveis pelo maior número de animais visualizados (54,2% do total observado).

Figura 13 – Número de animais avistados para cada mês de amostragem

Figura 14 – Área de estudo (A) e trecho onde foram visualizados os maiores números de animais (B)

Nos trechos entre os pontos P17 e P22 estavam presentes 78,5% dos animais avistados (648 indivíduos) para toda a área amostrada. Cabe ressaltar que os animais avistados somente no ponto P18 sempre representaram mais de 55% do total de animais visualizados em cada amostragem.

2.4 Discussão

2.4.1 Captura e Marcação

Pode-se observar uma grande diferença entre o número de animais capturados durante o período reprodutivo (N=534) e não-reprodutivo (N=111). Esse fato provavelmente está associado a uma maior concentração dos animais próximo às praias de desova durante o período reprodutivo (VOGT, 2008) e por ser a época de menor nível d'água, possibilitando um maior número de capturas, assim como foi observado por Fachín-Terán e Vogt (2004). Já no período não-reprodutivo, deve-se levar em consideração o aumento do nível da água do rio, com a possibilidade dos animais estarem ocupando diferentes habitats, como lagos adjacentes (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979) e partes do rio de difícil acesso (igapós e alagados).

Hernández e Espín (2006), em estudo realizado na Venezuela, observaram uma variação anual entre o número de capturas de espécimes de *P. expansa*, podendo variar de 67 a 129 animais/ano. Para a população estudada no rio Javaés, observou-se também uma variação entre o número de animais capturados durante os anos de amostragens, o que pode ser explicado pelo fato desses estarem migrando a outras áreas para reprodução ou alimentação (ALHO; PÁDUA, 1982; ALHO; DANNI; PÁDUA, 1984; VOGT, 2008), ou então devido às capturas realizadas pelos indígenas da região (obs. pessoal).

Uma grande variedade de métodos tem sido desenvolvida e empregada durante muitos anos para a captura de quelônios aquáticos (MOLL; MOLL, 2004; RUEDA-ALMONACID et al., 2007; VOGT, 1980). Em estudo realizado por Fachín-Terán, Vogt e Thorbjarnarson (2003), entre os rios Japurá, Solimões e Auti-Paraná no Estado do Amazonas, foram capturados, pelo método de redes malhadeiras e do tipo transmalha, 2.458 indivíduos da espécie *P. sextuberculata* entre setembro de 1996 e agosto de 1998. Bataus (1998) utilizou anzol sem fisga para capturar indivíduos de *P. expansa* no rio Crixás-Açú (GO) e Soares (2000), o método de viração para capturar a mesma espécie nas praias do rio Guaporé (RO). Cabe ressaltar que o único registro na literatura para capturas de *P. expansa* pelo método de redes malhadeiras é de um estudo realizado por Hernández e Espín (2006) no rio Orinoco (Venezuela), que empregaram esse método de uma maneira diferente da que adotamos neste trabalho. Portanto, o presente estudo aponta como eficiente um novo sistema de captura que antes não havia sido registrado.

Fachín-Terán e Vogt (2004) capturaram e marcaram 837 indivíduos de *P. unifilis* entre

junho e novembro de 1989, no Estado de Rondônia, com armadilhas do tipo *fyke net* (para a descrição do método ver VOGT, 1980). Essas armadilhas também foram testadas durante o presente estudo, mas logo no primeiro dia de amostragem todas foram destruídas pela ação de crocodilianos, impossibilitando a captura dos quelônios.

Dependendo do método de captura empregado, existe a possibilidade de que a amostragem tenha algum tipo de viés (CAGLE, 1950; MOLL; LEGLER, 1971). Em função disso, alguns estudos têm demonstrado que o emprego conjunto de múltiplas técnicas durante as amostragens pode corrigir essas deficiências (DUNHAM; MILES; REZNICK, 1988; REAM; REAM, 1966), desde que os métodos utilizados sejam detalhados claramente para elucidar suas possíveis limitações (RUEDA-ALMONACID et al., 2007). No presente estudo, utilizamos duas técnicas de amostragem e observamos que a de rede malhadeira foi a mais eficiente, tendo sido responsável pela captura de 498 animais (77,3%), seguido pelos 147 animais (22,7%) capturados pelo método de mergulho. Pode-se afirmar que o método de mergulho favoreceu a captura de fêmeas jovens ($\chi^2=80,82$; gl=1; $P<0,0001$ e $\chi^2=102,91$; gl=1; $P<0,0001$, respectivamente), e os espécimes tinham o comprimento da carapaça médio de $27,0 \pm 11,7$ cm, enquanto que o de rede malhadeira possibilitou uma maior captura de machos adultos ($\chi^2=12,25$; gl=1; $P=0,0005$) e fêmeas jovens ($\chi^2=8,80$; gl=1; $P=0,003$), e os indivíduos tinham uma média do comprimento da carapaça de $45,2 \pm 11,9$ cm. Deve-se salientar, ainda, que a maior limitação observada para o método de mergulho refere-se ao fato deste não poder ser empregado em locais onde a profundidade da água seja superior a 2 m pela dificuldade de visualizar os animais, e a utilização do método de rede malhadeira em locais que possuam profundidade menor que a altura mínima da rede (3 m) torna-se complicado pela possibilidade da rede emaranhar-se em galhos ou árvores que estão no fundo do corpo d'água.

O baixo número de recapturas possivelmente está associado às grandes rotas migratórias que a espécie apresenta (VOGT, 2008) ou às altas taxas de exploração a que os indivíduos podem estar sujeitos na área estudada. O mesmo já foi relatado para outras espécies amazônicas, com um índice de recaptura inferior a 9% (ATAÍDES, 2009; FACHÍN-TERÁN; VOGT, 2004; FACHÍN-TERÁN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003).

Observou-se que o habitat preferencial de *P. expansa* são os locais onde predominam águas mais profundas e paradas, conhecidos como “reentrâncias”. No entanto, um menor número de indivíduos também pode ser capturado em locais com águas mais rasas (aproximadamente 50

cm) e correntes, próximo às praias de desova no leito do rio, assim como já foi observado para *P. unifilis* (ATAÍDES, 2009; FACHÍN-TERÁN; VOGT, 2004).

2.4.2 Dados Biométricos

O presente estudo apresenta dados biométricos de *P. expansa*, o que, de certa forma, já o valoriza, pois poucos trabalhos abordando biometria de espécies do gênero *Podocnemis* apresentam dados sobre os machos. Ainda assim, quando estes foram analisados, concluiu-se que a amostragem foi pequena (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979).

Pritchard e Trebbau (1984) mostraram que as fêmeas do gênero *Podocnemis* são maiores que os machos. No presente estudo, quando consideramos somente o grupo testado pelo Kruskal-Wallis, observou-se que os machos possuíam maior tamanho (comprimento da carapaça, largura da carapaça e do plastrão, abertura plastrão-carapaça, altura e massa) que as fêmeas. No entanto, deve-se ressaltar que, para o grupo testado, foi retirada grande parte das fêmeas adultas, o que pode ter influenciado o resultado. Apesar de a análise estatística demonstrar que os machos são maiores que as fêmeas para quase todas as variáveis morfométricas (exceto para o comprimento do plastrão), quando aplicado o modelo gerado para estimar a massa dos machos, foi observado que as fêmeas possuem, em média, 40g a mais que os machos, para um mesmo valor de comprimento da carapaça. Possivelmente esse resultado pode estar relacionado a uma maior captura de fêmeas jovens e/ou de machos adultos, tendo em vista a dispersão dos dados, com as fêmeas mais concentradas no lado esquerdo do histograma (Figura 6), indicando que grande parte das fêmeas analisadas era jovem. Portanto, nos estudos populacionais, deve-se levar em consideração a amplitude dos dados coletados, assim como a dispersão desses, no momento de realizar as análises estatísticas para não gerar resultados equivocados, confirmando falsas diferenças de tamanho entre os sexos.

Bataus (1998), em estudo realizado no Estado de Goiás, obteve um comprimento médio da carapaça de *P. expansa* de $53,3 \pm 13,9$ cm para as fêmeas e de $39,6 \pm 4,1$ cm para os machos. No presente estudo, a média de comprimento da carapaça das fêmeas de *P. expansa* ($40,4 \pm 17,8$ cm) contrasta com os valores obtidos por Bataus (1998). Já para os machos, o valor encontrado ($41,9 \pm 5,7$ cm) foi semelhante ao apresentado pela autora, evidenciando novamente a possibilidade de uma predominância de fêmeas jovens e de machos adultos capturados durante o estudo.

O comprimento da carapaça dos animais capturados variou entre os períodos reprodutivos (Kruskal-Wallis, $H=90,59$; $gl=3$; $P<0,0001$). O mesmo foi encontrado por Hernández e Espín (2006), corroborando os dados de liberação do programa de conservação realizado na região (rio Orinoco, Venezuela) e demonstrando a efetividade do mesmo. Para o rio Javaés, esse resultado pode estar associado ao aumento de indivíduos jovens na população e, aparentemente, demonstra o crescimento e a sobrevivência desses. No entanto, essas informações devem ser interpretadas com cautela, uma vez que o incremento de jovens nessa população poderá ser comprometido no futuro pela mudança no comportamento de captura ilegal que é realizada na região, assim como foi observado ao conversarmos com um pescador (declarou-se indígena) durante as amostragens em campo. Ele relatou que durante os últimos três anos houve uma alteração pela preferência do tamanho dos quelônios capturados, passando de indivíduos adultos (matrizes reprodutoras) para animais entre 20 e 35 cm (fêmeas e machos juvenis), mencionando, ainda, que isto se deve ao fato das facilidades de comercializá-los e transportá-los nas cidades ribeirinhas. A preferência por consumir animais juvenis (entre 14 e 32 cm) de *P. expansa* também foi observada por Hernández e Espín (2003) em um trabalho realizado na Venezuela, onde encontraram que 94,5% ($N=218$) dos animais capturados eram jovens, e ainda comentaram que esta é a espécie mais predada na região.

O crescimento corpóreo em quelônios ocorre em diferentes taxas ao longo do tempo, sendo influenciado por fatores internos como o sexo e a maturidade sexual (ANDREWS, 1982; BURY, 1979). Alguns trabalhos relataram que as fêmeas crescem mais rapidamente que os machos e que o crescimento dos juvenis diminui à medida que a fase adulta (maturidade sexual) se aproxima (BURY, 1979; CHEN; LUE, 2002; LEGLER, 1993; MAGNUSSON et al., 1997). Para a população de *P. expansa* do rio Javaés, também observamos que a taxa de crescimento das fêmeas (0,9 cm ao ano) foi maior que a dos machos (0,5 cm ao ano), corroborando as afirmações citadas anteriormente. Ainda assim, Georges, Limpus e Parmenter (1993) e Spencer (2002) sugeriram que essa variação no crescimento está relacionada à forma com que a energia é alocada entre as classes etárias, tendo em vista que os jovens investem mais energia no crescimento e os adultos, na reprodução.

Ojasti (1971) estimou a taxa de crescimento de fêmeas de *P. expansa*, demonstrando que as fêmeas adultas crescem, em média, 0,5 cm por ano, enquanto que as fêmeas jovens crescem aproximadamente 1,5 cm por ano. Hernández e Espín (2006) encontraram taxas de crescimento

que variaram entre 3,2 e 4,5 cm por ano para uma população jovem de *P. expansa*. As taxas de crescimento encontradas no presente estudo contrastaram com os valores apresentados por esses autores (HERNÁNDEZ; ESPÍN, 2006). No entanto, deve-se considerar que, dos quatro indivíduos recapturados considerados no cálculo do crescimento, dois eram machos (um jovem e um adulto) e dois eram fêmeas (um jovem e um adulto), o que dificulta, pelo baixo número amostral, estimar a variação da taxa de crescimento entre as classes etárias e entre os sexos.

A taxa de crescimento corpóreo de *P. expansa* em ambiente natural ainda é pouco conhecida, o único registro, até o momento, tendo sido realizado por Hernández e Espín (2006). Portanto, são necessários estudos mais detalhados sobre esses aspectos e com o intuito de avaliar o tempo necessário para que os indivíduos atinjam a maturidade sexual.

2.4.3 Razão Sexual e Estrutura Etária

Bury (1979), compilando 39 estudos sobre razão sexual em quelônios, observou que em 71% das amostragens consideradas grandes ($N > 100$), a proporção foi de 1:1, sugerindo uma regra e recomendando cautela para se aceitar taxas desiguais na proporção de machos e fêmeas. Para Vogt (1994), a noção que temos sobre a razão sexual que é produzida naturalmente (sem interferência humana), de 1:1, e que esta é a melhor maneira de controlar as populações está incorreta, pois, baseado na hipótese de que um macho é capaz de fertilizar várias fêmeas, se a necessidade é de recuperar ou incrementar uma população, deve-se produzir o maior número de fêmeas possível. Outros pesquisadores acreditam que a incubação dos ovos deve ser feita nas temperaturas que simulam a “natureza”, produzindo, assim, números equivalentes de machos (50%) e fêmeas (50%). Contudo, Mrosovsky e Godfrey (1995) alertaram sobre a manipulação da razão sexual em répteis pelo desconhecimento dos efeitos do manejo no futuro das populações.

Ao analisarmos a razão sexual para a área de estudo, encontramos que a proporção foi de 0,7:1 ($\sigma^7:\sigma^1$), com diferença significativa ($\chi^2=19,79$; $gl=1$; $P<0,0001$), demonstrando que a população era constituída, em sua maioria, por fêmeas. Uma razão sexual desviada para as fêmeas de *P. expansa* já foi descrita para o rio Trombetas (PA) (DANNI; ALHO, 1985), rio Caquetá (Colômbia) (VALENZUELA; BOTERO; MARTINEZ, 1997) e rio Orinoco (Venezuela) (HERNÁNDEZ; ESPÍN, 2006), em que os dois primeiros relacionaram a proporção em função dos indivíduos neonatos e o último, com capturas na natureza com redes. No entanto, quando observamos a razão sexual funcional, ou seja, aquela em que se consideraram somente os

indivíduos que alcançaram a maturidade sexual, foi encontrado um valor desviado para os machos (1,4:1), com diferença significativa ($\chi^2=8,33$; gl=1; $P=0,0038$). O mesmo foi observado por Bataus (1998) onde capturou indivíduos pelo método de pesca com anzol sem fisga durante seu estudo no rio Crixás-Açú (GO), apontando uma razão sexual de 3:1, a favor dos machos.

De acordo com nossos resultados, a população estudada é constituída, em sua maioria, por fêmeas jovens, o que não exclui a possibilidade da predação humana por meio de capturas de indivíduos nas praias de desova durante a reprodução, como foi já foi relatado por Soares (2000), apesar da atuação do Projeto Quelônios da Amazônia e das atividades de fiscalização realizadas na área. No entanto, ao observarmos a razão sexual funcional (indivíduos adultos), os resultados indicaram a presença de uma maior quantidade de machos na população e, de certo modo, isso deve ser visto com cuidado, pois, a redução de matrizes reprodutoras de *P. expansa* pode comprometer, em longo-prazo, a estabilidade e o futuro da população estudada, pela redução e impossibilidade de recrutamento de novos indivíduos.

Alguns estudos mostraram diferentes resultados para a razão sexual de outras espécies de quelônios amazônicos. Fachín-Terán e Vogt (2004), em um estudo realizado no rio Guaporé, no Estado de Rondônia (RO), encontraram uma razão sexual para *P. unifilis* de 8,5:1 a favor dos machos. Contudo para a mesma espécie no rio Trombetas (PA), a razão sexual foi de 1:4 (♂:♀) (FACHÍN-TERÁN, 1999). Numa amostragem de 66 indivíduos de *P. expansa*, no rio Guaporé (RO), a razão foi de 1:1 (CENAQUA/IBAMA, 1997). Fachín-Terán, Vogt e Thorbjarnarson (2003), encontraram uma razão sexual de 1,8:1 (machos:fêmeas) para *P. sextuberculata*.

Os desvios encontrados na razão sexual para as populações de quelônios podem ser explicadas pelos seguintes fatores (ou uma combinação deles): razão sexual diferencial de indivíduos recém-eclodidos; influência de fatores ambientais como temperatura, umidade e características físicas do ninho; movimentação e migração entre os sexos e variações nas taxas de mortalidade e sobrevivência entre machos e fêmeas (GIBBONS, 1990; LOVICH; GIBBONS, 1990). Portanto, além dos fatores mencionados anteriormente, para a interpretação e comparação desse tipo de resultado devem-se levar sempre em consideração os métodos de captura utilizados, a época do ano e o local onde foram feitas as amostragens, além do esforço amostral empregado, pois todas essas variáveis podem influenciar o resultado encontrado.

Bury (1979) sugeriu que uma das causas para essas variações na razão sexual é o padrão de distribuição espacial, que, por sua vez, está associado a fatores ambientais, como temperatura,

alimentação e habitat. Apesar da maioria das populações de quelônios apresentar distribuição agregada durante atividades diárias e sazonais, esse padrão pode ser atribuído à preferência de habitat. Porém, estudos específicos sobre a distribuição espacial dos indivíduos devem ser realizados, devendo-se testar a hipótese da distribuição estar relacionada com a maturidade sexual e o tamanho dos animais.

Ainda segundo Bury (1979), as populações de quelônios apresentam uma proporção variável, no entanto baixa, de jovens, enquanto que os adultos são representados por uma alta percentagem. Essas informações foram obtidas pela compilação de uma série de trabalhos para 12 populações de diferentes espécies de quelônios de água doce. Durante o nosso estudo no rio Javaés, utilizando métodos que possibilitam a captura de jovens e adultos, encontramos resultados que contrastam com o apresentado por Bury (1979): observamos uma grande diferença na proporção entre jovens e adultos ($\chi^2=20,50$; $gl=1$; $P<0,0001$), demonstrando que a população é composta predominantemente por juvenis, assim como foi sugerido por Cagle (1954) e Gibbs e Amato (2000). Uma maior proporção de jovens de *P. expansa* também foi encontrada por Hernández e Espín (2006) na Venezuela, mas deve-se considerar que esses autores avaliaram os efeitos de um programa de reintrodução, logo após a liberação de mais de 86.000 juvenis criados em cativeiro na população, o que evidencia o desvio encontrado para essa classe etária. Em compensação, em uma população em ambiente natural no Estado de Goiás, Bataus (1998) encontrou uma forte tendência para o predomínio de adultos.

Os únicos registros abordando aspectos populacionais de *P. expansa* são os dois trabalhos citados anteriormente, sendo um realizado na Venezuela e outro, no Brasil. Isso impede o conhecimento do estado de conservação das populações dessa espécie não só para o Brasil, mas também para toda sua área de ocorrência, dificultando as atividades de conservação e manejo na natureza. Portanto, devemos ressaltar a importância desse tipo de estudo e incentivarmos a realização dos mesmos em outras localidades da Amazônia, determinando quais são as condições atuais das populações dessa espécie e inferindo a efetividade dos projetos de conservação, como é o caso do Projeto Quelônios da Amazônia que é realizado há quase 30 anos na Amazônia brasileira. Esse tipo de informação também é extremamente importante para as atividades de manejo *ex situ* (criação comercial), realizado em vários estados do Brasil (LUZ, 2005; VOGT, 2008).

Observou-se que, para os anos em que tivemos amostragens somente no período

reprodutivo (2004 e 2008), a população foi caracterizada por um maior número de adultos (57,4 e 54,3%, respectivamente); e para os anos amostrados durante o período não reprodutivo (2007 e 2009), por indivíduos jovens (87,2 e 92,6%, respectivamente). Essa variação pode ser explicada pelo fato dos indivíduos adultos do gênero *Podocnemis* abandonarem o rio e se dirigirem aos lagos, igapós e áreas inundadas durante o período não-reprodutivo em busca de alimento (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; VOGT, 2008) e, logo no início da época reprodutiva, migrarem novamente para o rio à procura de áreas para reprodução e praias para desova (BATAUS, 1998; FACHÍN-TERÁN; VOGT, 2004; FACHÍN-TERÁN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003). Apesar de termos encontrado animais pequenos (fêmeas com 14,2 cm) a ausência de machos entre as classes 10-25 cm pode ser um indício de que esses animais estão ocupando habitats diferentes do restante da população, possivelmente, são áreas onde não fizemos amostragens, assim como foi observado por Fachín-Terán e Vogt (2004) para outra espécie desse gênero.

A mudança no hábito de consumo entre as classes etárias, como foi mencionado na discussão do tópico “Dados biométricos”, apresenta um aspecto relevante que deve ser comentado e de grande importância ecológica em médio e longo prazo para a população. Uma maior extração de indivíduos jovens significa comprometer a geração e o recrutamento de indivíduos no futuro, levando ao declínio e à extinção da população. Isto é ainda mais crítico quando se trata dos quelônios, por serem animais longevos, que demoram vários anos para atingir a maturidade sexual (ERNST, 1971; GIBBONS, 1968; ZUG; VITT; CALDWELL, 2001), às vezes até mais de 15 anos (HERNÁNDEZ; ESPÍN, 2006; PRITCHARD; TREBBAU, 1984). Portanto, uma maior pressão sobre os indivíduos jovens poderia levar a um declínio da população de *P. expansa* no rio Javaés em longo-prazo, sendo possível, dentro de alguns anos, encontrarmos resultados bem diferentes dos mencionados no presente estudo. Além disso, essa mudança no hábito de consumo já pode ser observada claramente com a redução do número de indivíduos entre as classes 20 e 35 cm ao longo dos anos de estudo quando consideradas as capturas durante o período reprodutivo (Figura 11).

Para amenizar esse tipo de pressão e evitar uma previsão pessimista, devemos alertar os órgãos ambientais de âmbito nacional e estadual sobre a necessidade de implantar programas de educação ambiental, assim como promover a participação de comunidades indígenas e ribeirinhas em programas de uso sustentável. Além disso, as atividades de fiscalização e apreensão devem ser intensificadas, não somente na região onde foi realizado o estudo, mas também nas cidades

ribeirinhas que recebem e consomem ilegalmente os produtos e subprodutos dos quelônios e/ou originários da fauna e flora silvestres. Ademais, deve-se considerar que a captura dos quelônios presentes no rio Javaés é realizada, em sua maioria, por indígenas (obs. pessoal e segundo comentários de moradores locais), que comercializam esses animais em cidades que estão nas margens do rio Araguaia nos estados do Pará e Mato Grosso. Nesses locais, os animais são vendidos por unidade (e não por Kg), onde os preços podem variar entre R\$ 30,00 e R\$ 70,00, de acordo com o tamanho do exemplar (com. pes. de um pescador).

2.4.4 Abundância Relativa

No presente estudo, os maiores índices de abundância relativa foram encontrados durante os meses em que o nível da água estava baixo (período reprodutivo), corroborando as informações de que esses animais permanecem no leito do rio, próximo às áreas de desova, durante o período reprodutivo (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; BATAUS, 1998). Para o período não-reprodutivo os índices foram menores (chegando a 0 animais/hora), percebendo-se facilmente que o aumento do nível d'água dificultava as capturas e possibilitava aos animais acesso a outras áreas, como lagos e igapós, assim como foi descrito por Fachín-Terán e Vogt (2004). Essa variação sazonal nos índices de abundância também foi observada por Ataídes (2009) para *P. unifilis*, na mesma área onde foi realizado nosso estudo, explicitando que todos os métodos de captura utilizados (rede malhadeira, mergulho, viração e pesca) foram mais eficientes no período reprodutivo. Cabe ressaltar que, para a região Amazônica, existem poucos estudos que fornecem informações sobre a densidade de quelônios na natureza, incluindo Magnusson et al. (1997) e Fachín-Terán, Vogt e Thorbjarnarson (2003), realizados no Estado do Amazonas, e Ataídes (2009), desenvolvido no Estado do Tocantins.

Observou-se uma variação entre os resultados de abundância para os métodos de rede malhadeira (3,5 animais/hora) e mergulho (1,7), apesar de não encontrar uma diferença estatística entre eles ($\chi^2=0,07$; gl=1; P=0,7868) mesmo quando considerado o esforço amostral (horas de captura). Possivelmente esses valores podem estar relacionados às limitações dos métodos e as características dos locais onde foram aplicados, tendo em vista que o método de mergulho é restrito a áreas onde a profundidade da água é inferior a 2 m, pela dificuldade de visualizar os animais, e o uso do método de rede malhadeira torna-se complicado em locais que possuam profundidade menor que a altura mínima da rede (3 m). Além disso, devem ser consideradas as

variações nas condições ambientais de cada ano (e.g. precipitação, turbidez da água) e a dificuldade de se empregar o método de mergulho durante o período não-reprodutivo, quando o rio atinge seu nível máximo de cheia.

Em um estudo realizado no Estado do Amazonas, Fachín-Terán, Vogt e Thorbjarnarson (2003) encontraram uma variação nos índices de abundância relativa de *P. sextuberculata*, com uma forte tendência à diminuição entre os anos. Os autores utilizaram redes transmalhas e malhadeiras para as capturas e observaram que as abundâncias variaram de 3,0 a 0,1 animais/hora, associando esse fato à exploração e à ocupação humana, à degradação do habitat e à disponibilidade de recursos alimentares. Para o rio Javaés também foram observadas variações nas abundâncias de *P. expansa*: encontramos valores de 0,4 a 8,6 animais/hora (rede malhadeira) e de 0 a 4,4 animais/hora (mergulho). Apesar dessa variação, observamos que está ocorrendo um aumento na abundância entre os anos, diferentemente do que foi observado por Fachín-Terán, Vogt e Thorbjarnarson (2003). No entanto, deve-se ressaltar que esse aumento de abundância pode estar refletindo o aprimoramento do uso da técnica de rede malhadeira, indicando que durante os anos de amostragem houve uma melhoria nas capturas, o que teria gerado essa variação nos resultados. Nossa área de estudo está localizada no entorno de uma importante unidade de conservação (Parque Nacional do Araguaia) e, por isso, poucos são os indícios de atividades antrópicas no local. No entanto, deve-se considerar a potencial perda de indivíduos da população pela exploração direta pela caça ilegal, como já foi comentado anteriormente, sendo esta a pior ameaça que a espécie pode estar sofrendo atualmente na área. Para isso, sugere-se que estudos mais detalhados sobre esses índices sejam realizados, pois somente com os resultados obtidos neste trabalho não se pode explicar o motivo dessa tendência e se a mesma pode ser aplicada para toda a população.

Na área de estudo, o Projeto Quelônios da Amazônia (IBAMA, 1989) vêm realizando suas atividades de proteção e manejo de *P. expansa* desde 1984, e, até o presente momento, já foram liberados aproximadamente 1.000.000 de filhotes no rio Javaés e seus sistemas associados (reentrâncias, remansos e igapós) (CANTARELLI, 2006). O aumento nos índices de abundância encontrado entre os anos de 2004 e 2009 pode ser uma evidência da efetividade da conservação e proteção das praias de desova e manejo dos filhotes dessa espécie, tendo em vista que o projeto vem sendo conduzido há quase 25 anos no local, podendo-se considerar que os primeiro exemplares liberados já entraram na maturidade sexual. No entanto, segundo Frazer (1997) os

melhores modelos aplicados para os quelônios indicam que os esforços para conservação devem-se estender por décadas (70 anos ou mais) antes de serem detectados incrementos substanciais na população manejada. Portanto, deve-se considerar a necessidade de um estudo de longa-duração para avaliarmos os efeitos significativos reais da conservação nessa população, assim como foi proposto por Smith, Iverson e Rettig (2006).

2.4.5 Distribuição espacial

Nos meses de setembro e outubro foi visualizada a maior quantidade de animais (N=261 e N=186, respectivamente), seguidos de uma notável redução nos meses seguintes (Figura 13), sendo o menor número de visualizações para os meses de março (N=7) e abril (N=13). Possivelmente, esses resultados estão relacionados a aspectos comportamentais do gênero *Podocnemis* em que, durante a época reprodutiva, machos e fêmeas iniciam a migração saindo dos lagos e da floresta inundada à procura de áreas para reprodução e nidificação (BATAUS, 1998; FACHÍN-TERÁN; VOGT, 2004; FACHÍN-TERÁN; VOGT; THORBJARNARSON, 2003), o que nos possibilitou visualizar um maior número de animais (setembro e outubro) no leito do rio; na época não-reprodutiva, os animais retornam para os ambientes antes ocupados (lagos, igapós, florestas inundadas) em busca de alimento (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; VOGT, 2008). Além disso, o aumento do nível d'água permite que esses animais ocupem outros habitats, reduzindo, assim, a sua densidade.

O fato de termos observado grande parte dos animais (73,7%) em um único ponto (P18) nos permite inferir sobre duas possibilidades: o local apresentava as condições ideais para os indivíduos se estabelecerem ou a espécie apresenta fidelidade na ocupação de determinadas áreas após sua migração de lagos e áreas inundadas, assim como já foi observado para tartarugas marinhas (FITZSIMMONS et al., 1997). Aparentemente, os indivíduos se concentram em locais com características semelhantes (águas pouco correntes e de grandes profundidades) durante todo o período reprodutivo, possivelmente para a cópula, alimentação ou mesmo por proteção e abrigo. Uma forma de distribuição agrupada também foi descrita por Restrepo et al. (2008), após observarem indivíduos de *P. lewyana* termorregulando nas margens das áreas drenadas pelo rio Magdalena, na Colômbia. Bataus (1998) descreveu um breve comportamento de corte para *P. expansa* em um remanso no rio Crixás-Açú (GO), onde dois machos subiam à superfície junto com uma fêmea e logo em seguida era possível escutar a emissão de sons. A autora sugere que

esse comportamento corrobora as informações de Alho, Carvalho e Pádua (1979), apontando que a cópula ocorre após a postura, e os espermatozóides depositados pelos machos são armazenados pelas fêmeas e utilizados no próximo período reprodutivo. Este armazenamento dos espermatozóides ocorre nos túbulos e dutos que estão localizados na região do albúmen e uterina do oviduto (GIST; CONGDON, 1998), possibilitando que as fêmeas continuem nidificando mesmo após estarem isoladas dos machos (EWING, 1943).

Soini (1998) sugeriu que a contagem de indivíduos que estão termorregulando nas margens dos rios pode ser considerada um método simples e de baixo custo para estimar a abundância de quelônios. Esse método (além de entrevistas e contagens de ninhos) foi utilizado por Townsend et al. (2005) no Equador para monitorar as populações de quelônios nos rios Aguarico e Zábalo; esses autores observaram um incremento na população de *P. unifilis* deste local entre os anos de 1999 e 2003. No presente estudo, os censos foram realizados apenas para averiguar como os indivíduos estavam distribuídos ao longo do rio, tendo em vista que já utilizamos o método de captura por unidade de esforço (CPUE) para estimarmos a abundância relativa dos animais e que, para o rio Javaés, essa espécie não apresenta o comportamento de termorregulação em troncos de árvores, como descrito para outras regiões da Amazônia (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; VOGT, 2008), o que inviabilizava esse tipo de avaliação.

O método de contagem diurna dos indivíduos que sobem à superfície para respirar deve ser visto como uma alternativa simples, de baixo custo e que pode ser relevante para levantamentos rápidos das populações de *P. expansa*, sendo que os maiores valores encontrados para os censos mensais ou anuais podem ser considerados como o tamanho mínimo da população local. A associação de outras técnicas (e.g. mais observadores) ou equipamentos (e.g. binóculos) com esta metodologia pode auxiliar na precisão das contagens e reduzir os possíveis erros. Além disso, uma maior atenção deve ser dada à proteção de áreas com as características citadas anteriormente, uma vez que grandes concentrações de indivíduos dessa espécie permanecem por longos períodos (entre três e quatro meses) nessas localidades, podendo ser um alvo potencial para a exploração ilegal, em função da facilidade de captura e pela quantidade de animais ali presentes. A proteção e a conservação dessas áreas são de extrema importância para a manutenção dessa população e para a permanência da espécie.

2.5 Conclusões

Um maior número de animais foi capturado durante o período reprodutivo (estação seca), sendo o método de redes malhadeiras o mais eficiente para as capturas. O método de mergulho foi favorável para a captura de fêmeas jovens, enquanto que o de rede malhadeira possibilitou uma maior captura de machos adultos e fêmeas jovens. A espécie foi encontrada, em grande parte, em reentrâncias.

As médias biométricas observadas estão dentro do padrão das medidas desse gênero, em que as fêmeas são mais pesadas que os machos para um mesmo valor de comprimento da carapaça. Observou-se que a média do comprimento da carapaça dos animais está aumentando ao longo dos anos, quando consideramos somente as capturas realizadas durante o período reprodutivo, e que, possivelmente, isto seja resultado das atividades do Projeto Quelônios que é realizado nessa área. A taxa de crescimento corpóreo das fêmeas foi maior que a dos machos, no entanto o baixo número amostral não nos permitiu especular muito sobre esses valores.

A população de *P. expansa* estudada é constituída por fêmeas jovens e machos adultos, com uma razão sexual desviada para as fêmeas (0,7:1, ♂:♀) e com a razão sexual funcional (indivíduos adultos) desviada para os machos (1,4:1, ♂:♀). Amostragens realizadas durante o período de vazante (reprodutivo) favorecem a captura de indivíduos adultos e durante o período de cheia (não-reprodutivo), de indivíduos jovens. Talvez pela exploração ilegal, o número de animais entre as classes de tamanho 20 e 35 cm, está se reduzindo ao longo dos anos.

As abundâncias de *P. expansa* variaram entre os anos de amostragem, sendo os maiores valores encontrados para os meses de menor nível d'água. Observou-se que os índices de abundância estão aumentando ao longo dos anos, o que pode estar relacionado aos efeitos do projeto de conservação que é realizado na região há quase 25 anos. No entanto, estudos mais detalhados devem ser realizados para elucidar essas tendências.

Um maior número de animais foi visualizado nos meses de setembro e outubro, os quais coincidem justamente com a época reprodutiva da espécie no rio Javaés, e que, possivelmente, pode ser explicado por aspectos comportamentais das espécies desse gênero e pelo aumento no nível da água. Durante o período reprodutivo a população apresenta uma forma de distribuição agrupada, em que grande parte dos indivíduos se concentra em poucos locais com características semelhantes, demonstrando fidelidade e seletividade para determinados ambientes que, talvez, possuem as condições ideais para esses animais.

Referências

- 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**, Ottawa, v. 60, p. 97-103, 1982.
- ALHO, C.J.R.; CARVALHO, A.E.; PÁDUA, L.F.M. Ecologia da tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo da Reserva Biológica do Trombetas. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 38, p. 29-47, 1979.
- ALHO, C.J.R.; DANNI, T.M.S.; PÁDUA, L.F.M. Influência da temperatura de incubação na determinação do sexo da tartaruga-da-amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 305-311, 1984.
- ANDREWS, R.M. Patterns growth in reptiles. In: GANS, C.; POUGH, F.H. (Ed.). **Biology of the reptilia**. London: Academic Press, 1982. p. 273-320.
- ATAÍDES, A.G. **Parâmetros populacionais, aspectos reprodutivos e importância socioeconômica de *Podocnemis unifilis* (TROSCHER, 1848) (Testudines, Podocnemididae), no entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins**. 2009. 155 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2009.
- AURICCHIO, P.; SALOMÃO, M.G. **Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos**. São Paulo: Instituto Pau Brasil de História Natural, 2002. 350 p.
- BATAUS, Y.S.L. **Estimativa de parâmetros populacionais de *Podocnemis expansa* (SCHWEIGGER, 1812) no rio Crixas-açu (GO) a partir de dados biométricos**. 1998. 58 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Faculdade de Ecologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.
- BURY, R.B. Population Ecology of freshwater turtles In: HARLESS, M.; MORLOCK, H. (Ed.). **Turtles: perspectives and research**. New York: Wiley Interscience, 1979. p. 571-602.
- CAGLE, F.R. The life history of the slider turtle, *Pseudemys scripta troostii* (Holbrook). **Ecological Monographs**, Durham, v. 20. n.1, p. 31-54, 1950.
- CAGLE, F.R. Observation on the life cycles of painted turtles (Genus *Chrysemys*). **The American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 52, p. 225-235, 1954.
- CANTARELLI, V.H. **Alometria reprodutiva da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*): bases biológicas para o manejo**. 2006. 116 p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CENAQUA/ IBAMA – Centro Nacional dos Quelônios da Amazônia/ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Rio Araguaia: A temporada da Consciência**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997. 28 p.

CENTENO, A.J. **Curso de estatística aplicada à biologia**. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico/UFG, 1990. 188 p.

CHEN, T.; LUE, K. Growth Patterns of the Yellow-Margined Box Turtle (*Cuora flavomarginata*) in Northern Taiwan. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 36, n. 2, p. 201–208, 2002.

COUTINHO, M.E.; CAMPOS, Z. A utilização de populações naturais de jacaré (*Caiman crocodilus yacare*) como mecanismo de conservação do Pantanal. In: VERDADE, L. M.; LARRIERA, A. (Ed.). **Conservação e manejo de jacarés e crocodilos da América Latina**. Piracicaba: C. N. Editoria, v. 2, 2002. p. 47-59.

CROUSE, D.T.; CROWDER, L.B.; CASWELL, H. A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. **Ecology**, Washington, v. 68, n. 5, p. 1412-1423, 1987.

DANNI, T.M.S.; ALHO, C.J.R. Estudo Histológico da Diferenciação Sexual em Tartarugas Recém Eclodidas (*P. expansa*, Pelomedusidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 365-368, 1985.

DUNHAM, A.E.; MILES, D.B.; REZNICK, D. Life history patterns in squamate reptiles. In: GANS, C.; HUEY, R. (Ed.). **Biology of the Reptilia**. New York: Alan R. Liss, 1988. p. 443-511.

ERNST, C.H. Sexual cycles and maturity of the turtle, *Chrysemys picta*. **Biological Bulletin**, Taichung, v. 140, p. 191-200, 1971.

EWING, H.E. Continued fertility in female box turtle following matting. **Copeia**, New York, n. 2, p. 112-114, 1943.

FACHÍN-TERAN, A. **Ecologia de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, 1999.

FACHÍN-TERÁN, A.; VON MÜLHEN, E.M. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* Troschell 1848 (Testudines: Podocnemididae) en la várzea del Medio Solimões, Amazonas, Brasil. **Ecología aplicada**, Lima, v. 2, n. 1, p. 125-132, 2003.

FACHÍN-TERÁN, A.; VOGT, R.C. Estrutura populacional, tamanho e razão Sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. **Phyllomedusa**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 29-42, 2004.

FACHÍN-TERÁN, A.; VOGT, R.C.; THORBJARNARSON, J.B. Estrutura populacional, razão sexual e abundância de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Podocnemididae) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brazil. **Phyllomedusa**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 43-63, 2003.

FRAZER, N. Turtle conservation and Halfway technology: What is the problem? In: ABBEMA, J.V. (Ed.). INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSERVATION, RESTORATION, AND MANAGEMENT OF TORTOISES AND TURTLES. 1997. New York. **Anais...** Turtle and Tortoise Society. 1997. p. 422-425.

FITZSIMMONS, N.N., LIMPUS, C.J., NORMAN, J.A., GOLDIZEN, A.R., MILLER, J.D.; MORITZ, C. Philopatry of male marine turtles inferred from mitochondrial DNA markers. **Proceedings of the National Academy of Science**, Tallahassee, v. 94, p. 8912–8917, 1997.

GEORGES, A.; LIMPUS, C.J.; PARMENTER, J. Natural history of the Chelonia. In: GLASBY, C.J.; ROSS, G.J.B.; BEESLEY, P.L. (Ed.). **Fauna of Australia**. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1993. p. 120-128.

GIBBONS, J.W. Reproductive potencial, activity, and cycles in the painted turtle, *Chrysemys picta*. **Ecology**, Washington, v. 49, p. 399-409, 1968.

GIBBONS, J.W. Sex ratios and their significance among turtle populations In: GIBBONS, J.W. (Ed.). **Life history and ecology of the slider turtle**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1990. p. 171-182.

GIBBS, J.; AMATO, G. Genetics and demography in turtle conservation. In: KLEMENS, M.W. (Ed.). **Turtle conservation**. Washington: Smithsonian Institution, 2000. p. 207-217.

GIST, D.H.; CONGDON, J.D. Oviductal sperm storage as a reproductive tactic of turtles. **The Journal of Experimental Zoology**, Hoboken, v. 282, p.526-534, 1998.

HERNÁNDEZ, O.; ESPÍN, R. Consumo ilegal de tortugas por comunidades locales en el Río Orinoco Medio, Venezuela. **Acta Biologica Venezuelica**, Caracas, v. 23, n. 2/3, p. 17-26, 2003.

HERNÁNDEZ, O.; ESPÍN, R. Efectos del reforzamiento sobre la población de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en el Orinoco Medio, Venezuela. **Interciencia**, Caracas, v. 31, n. 6, p. 424-430, 2006.

IBAMA. **Projeto quelônios da Amazônia 10 anos**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis: Brasília, 1989. 119 p.

INFOSTAT. **InfoStat, versión 2008**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina, 2008. Disponível em: <<http://www.infostat.com.ar>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

JOHNS, A.D. Continuing problems for Amazon river turtles. **Oryx**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 25-28, 1987.

LEGLER, J.M. Morphology and Physiology of the Chelonia. In: GLASBY, C.J.; ROSS, G.J.B.; BEESLEY, P.L. (Ed.). **Fauna of Australia**. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1993. chap.16, p.108-119.

LOVICH, J.E.; GIBBONS, J.W. Age at maturity influences adult sex ratio in the turtle *Malaclemys terrapin*. **Oikos**, Copenhagen, v. 59, p. 126-134, 1990.

LUZ, V.L.F. **Criação comercial de tartaruga e tracajá**. Cuiabá: Manual técnico. Sebrae – MT, 2005. 72 p.

MAGNUSSON, W.E.; MOURÃO, G. **Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e as análises**. Londrina: Planta, 2005. 138 p.

MAGNUSSON, W.E.; LIMA, A.C.; COSTA, V.L.; LIMA, O.P. Growth of the turtle, *Phrynops rufipes* in Central Amazonia, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 2, p. 576–581, 1997.

MALLMANN, M.T.O. **Influência da temperatura de incubação na determinação sexual em *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824) (Reptilia, Testudines, Testudinidae)**. 1994. 52 p. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MALVASIO, A.; SALERA JÚNIOR, G.; SOUZA, A.M. de; MODRO, N.R. Análise da interferência do manuseio dos ovos no índice de eclosão e no padrão de escutelação do casco e as correlações encontradas entre as medidas das covas, ovos e filhotes em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae). **Publicações avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural**, São Paulo, v. 8-9, out., p. 15-38, 2005.

MOLL, E.O.; LEGLER, J.M. The life history of a neotropical slider turtle, *Pseudemys scripta* (Schoepff), in Panama. **Bulletin of Los Angeles County Museum of Natural History**, Los Angeles, v. 11. p. 1-102, 1971.

MOLL, D.; MOLL, E.O. **The ecology, exploitation and conservation of river turtles**. New York: Oxford University Press, 2004. 420 p.

MROSOVSKY, N.; GODFREY, M. H. Manipulating sex ratios: Turtle speed ahead! **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 1, n. 3, p. 238-240, 1995.

OJASTI, J. La tortuga arrau del Orinoco. **Defensa de la Naturaleza**, Venezuela, v. 1, n. 2, p. 3-9, 1971.

OJASTI, J. **Uso y conservación de la fauna silvestre en la Amazonía**. Lima: Tratado de Cooperación Amazónica, SPT-TCA, n. 35, p. 1-216, 1995.

PEZZUTI, J.C.B. **Ecologia e Etnoecologia de Quelônios no Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brasil**. 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PONCE, M. *Podocnemis unifilis* Troschel, 1848 “taricaya” (Chelonia, Pelurodira, Pelomedusidae) en el Bosque Nacional “Alexander von Humboldt”, Loreto-Perú. 1979. 76 p. Tese (Bacharelado em Biologia) - Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 1979.

PORTELINHA, T.C.G. **Estudo das populações de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* no rio Javaés, Tocantins**. 2007. 75 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.

PRITCHARD, P.C.H.; TREBBAU, P. **The turtles of Venezuela**. Oxford, Ohio: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1984. 414 p.

REAM, C.; REAM, R. The influence of sampling methods on the estimation of population structure in painted turtles. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 75, n. 2, p. 325-338, 1966.

RESTREPO, A.; PÁEZ, V.P.; LÓPEZ, C.; BOCK, B.C. Distribution and status of *Podocnemis lewyana* in the Magdalena River drainage of Colombia. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 7, n. 1, p. 45-51, 2008.

RUEDA-ALMONACID, J.V.; CARR, J.L.; MITTERMEIER, R.A.; RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V.; MAST, R.B.; VOGT, R.C.; RHODIN, A.G.J.; OSSA-VELÁSQUEZ, J. de la; RUEDA, J.N.; MITTERMEIER, C.G. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico**. Bogotá: Editorial Panamericana, Formas e Impresos, 2007. 538 p.

SEPLAN, Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins. **Plano de Manejo: Parque Estadual do Cantão**. Palmas, Tocantins, 2001. 183 p.

SMITH, N.J.H. Quelônios aquáticos da Amazônia: um recurso ameaçado. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 87-97, 1979.

SMITH, G.R.; IVERSON, J.B.; RETTIG, J.E. Changes in a turtle community from a northern Indiana Lake: a long-term study. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 40, n. 2, p. 180-185, 2006.

SOARES, M.F.G.S. **Distribuição, mortalidade e caça de *Podocnemis expansa* (Testudines: Pelomedusidae) no rio Guaporé**. 2000. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2000.

SOINI, P. **Biología y manejo de la tortuga *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae)**. Caracas: Tratado de Cooperación Amazonica. 1997. 47 p.

SOINI, P. **Un manual para el manejo de quelonios acuáticos en la Amazonia Peruana (Charapa, taricaya y Cupiso)**. Iquitos: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Programa Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad. 1998. 54 p.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**. 3rd ed. New York: W.H. Freeman, 1995. 887 p.

SOUZA, F.L.de; ABE, A.S. Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle *P. Geoffroyanus*, in habiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. **Journal of Zoology**, London, v. 252, p. 437-446, 2000.

SPENCER, R.J. Growth patterns of two widely distributed freshwater turtles and a comparison of common methods used to estimate age. **Australian Journal of Zoology**, Collingwood, v. 50, p. 477-490, 2002.

TOWNSEND, W.R.; BORMAN, R.A.; YIYOGUAJE, E.; MENDUA, L. Cofán Indians' monitoring of freshwater turtles in Zábalo, Ecuador. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 14, p. 2743-2755, 2005.

VALENZUELA, N.; BOTERO, R.; MARTINEZ, E. Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from Colombian Amazonia. **Herpetologica**, Lafayette, v. 53, n. 3, p. 390-398, 1997.

VOGT, R.C. New methods for trapping aquatic turtles. **Copeia**, New York, n. 2, p. 368-371, 1980.

VOGT, R.C. Temperature controlled sex determination as a tool for turtle conservation. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 1, n. 1, p. 159-162, 1994.

VOGT, R.C. **Tartarugas da Amazônia**. Lima, Peru: Gráfica Biblos, 2008. 104 p.

ZUG, G.R.; VITT, L.J.; CALDWELL, J.P. **Herpetology**: an introductory biology of amphibians and reptiles. 2nd. ed. San Diego: Academic Press, 2001. 630 p.

3 ALOMETRIA REPRODUTIVA DE *PODOCNEMIS EXPANSA* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DO ARAGUAIA, TOCANTINS

Resumo

Podocnemis expansa é o maior quelônio de água doce da América do Sul, apresentando um complexo comportamento reprodutivo. Essa espécie nidifica em bancos arenosos formados durante as vazantes dos rios da Amazônia. As características do ambiente de nidificação podem influenciar o sucesso reprodutivo, o sexo e a sobrevivência de ovos e filhotes. Alguns trabalhos já demonstraram que o tamanho corporal da fêmea é determinante para as condições da ninhada (quantidade e tamanho de ovos e filhotes) e nas dimensões dos ninhos (profundidade e diâmetro) em algumas espécies de quelônios. O presente estudo investigou as relações alométricas entre o tamanho corpóreo da fêmea, seus rastros, as variáveis da ninhada e a forma dos ninhos em ambiente natural. O trabalho de campo foi realizado em uma praia de desova no rio Javaés, estado do Tocantins, no entorno do Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal), entre os meses de setembro e dezembro de 2008. Através dos resultados foi observado que o tamanho corpóreo da fêmea de *P. expansa* pode ser estimado em função do seu rastro. Fêmeas maiores deixam rastros maiores na areia, além de produzirem mais ovos (tamanho da ninhada) e com maior massa (massa da ninhada) do que fêmeas menores. As variáveis largura da carapaça da fêmea e massa da fêmea podem ser consideradas como confiáveis para estabelecer relações nos estudos de alometria com *P. expansa*.

Palavras-chave: Relações alométricas; Tartaruga-da-amazônia; Reprodução; Quelônios; Conservação

Reproductive allometry of *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae), around the Parque Nacional do Araguaia, Tocantins

Abstract

Podocnemis expansa is the largest freshwater turtle in South America, showing a complex reproductive behavior. This species nests in sandy banks formed during the dry season of the Amazon. The characteristics of the nesting environment may influence the reproductive success, the sex determination and the survival of eggs and hatchlings. Some studies have shown that female body size is crucial to determine the clutch aspects (number and size of eggs and hatchlings) and the nest form (depth and diameter) in some turtle species. This study investigated the allometric relationships between female body size, their tracks, the clutch variables and nest form in natural environment. Fieldwork was carried out on a nest beach in the Javaés River, Tocantins State, around the Parque Nacional do Araguaia (Iha do Bananal), between September and December 2008. Results indicated that *P. expansa* female body size can be estimated based on her track. Larger females leave larger foot tracks in the sand and produce more eggs (clutch size) with greater mass (clutch mass) than smaller females. Female carapace width and female body mass can be regarded as reliable to establish relationships in studies of allometry with *P. expansa*.

Keywords: Allometric relationships; Amazon river turtle; Reproduction; Chelonians; Conservation

3.1 Introdução

O estudo da diversidade biológica nunca foi tão importante como atualmente, pois qualquer projeto ligado à conservação ou ao uso sustentado exige um mínimo de conhecimentos de ecologia e sistemática de organismos e ecossistemas (SCOTT et al., 1987 apud CULLEN JÚNIOR; RUDRAN; VALADARES-PADUA, 2003). Entretanto, o tempo necessário para a obtenção desses dados, bem como os recursos logísticos e humanos disponíveis, são muito escassos, especialmente em países com grande biodiversidade (CRACRAFT, 1995 apud CULLEN JÚNIOR; RUDRAN; VALADARES-PADUA, 2003), como é o caso do Brasil. Devido à sua ampla extensão territorial, a Amazônia brasileira continua sendo pouco conhecida em vários aspectos biológicos, o que a torna um local essencial para o desenvolvimento de estudos, pois abriga importantes espécies animais, como as de quelônios, que representam um importante papel na vida dos moradores locais.

Os quelônios estão entre os animais mais explorados e utilizados no mundo (DUPRE; DEVAUX; BONIN, 2007). Por séculos, esse grupo tem sido uma fonte de proteína na dieta de populações humanas que vivem em locais hostis e ambientes isolados, e ainda hoje em várias partes do mundo. Muitas espécies são capturadas para servirem como recurso alimentar, sendo comercializadas como animais domésticos, ou para manufatura de artesanatos e artefatos domésticos (ERNST; BARBOUR, 1989; JOHNS, 1987; PEZZUTI, 1998; PRITCHARD, 1979). Dentre todos os quelônios que ocorrem na Amazônia, o gênero *Podocnemis* é o mais explorado e, por isso, desempenha um importante papel na economia regional (KLEMENS; THORBJARNARSON, 1995). Principalmente durante a estação seca, os animais, seus ovos e filhotes são capturados para servirem a diferentes fins (OJASTI, 1967; PRITCHARD; TREBBAU, 1984; SMITH, 1979). Portanto, a geração de informações a respeito dos aspectos reprodutivos e populacionais dos quelônios é de grande importância não só para elucidar a ecologia das espécies, mas também pela importância e o uso que é dado para esses animais pela população ribeirinha e indígena, possibilitando o acompanhamento da dinâmica de suas populações e fornecendo elementos para sua conservação.

Podocnemis expansa (tartaruga-da-Amazônia) é o maior quelônio de água doce da América do Sul (ERNST; BARBOUR, 1989; PRITCHARD, 1979). Essa espécie apresenta um comportamento reprodutivo bastante complexo no período de vazante dos rios da Amazônia (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; PRITCHARD; TREBBAU, 1984), desovando em bancos arenosos formados a partir da redução do nível d'água dos rios (SOINI, 1997; VANZOLINI, 1967). Após a cópula, que ocorre na água (ERNST; BARBOUR, 1989), seguem-se sete fases do comportamento reprodutivo: (1) agregação em águas rasas, (2) subida à praia, (3) deambulação (busca de um sítio para nidificar), (4) abertura da cova, (5) postura dos ovos, (6) fechamento do ninho e (7) abandono do ninho (ALHO; CARVALHO; PÁDUA, 1979; MOLINA, 1992). Os meses em que ocorre a nidificação variam conforme a localidade (VANZOLINI, 2003), e as posturas contêm em média 100 ovos (MITTERMEIER, 1978) de formato esférico e casca flexível (PRITCHARD; TREBBAU, 1984). A incubação dura cerca de 50 dias (BONACH et al., 2007; ERNST; BARBOUR, 1989), podendo variar de acordo com a composição granulométrica das praias (FERREIRA JÚNIOR; CASTRO; CASTRO, 2007).

Durante a estação seca, as fêmeas de *P. expansa* sobem as praias em grandes grupos para desovar (RUEDA-ALMONACID et al., 2007; VANZOLINI, 2001) e retornam a cada estação reprodutiva para nidificar na mesma área (MOLINA 1996; OJASTI, 1967; SOARES, 2000; VOGT, 2008). As características do habitat selecionado e o momento da desova têm efeitos diretos sobre o sexo, a sobrevivência, o tamanho e o comportamento dos filhotes (FERREIRA JÚNIOR, 2009). Esse é um fator importante para ser considerado, principalmente para espécies que possuem a determinação do sexo dependente da temperatura (DST), como é o caso de *P. expansa* (LUBIANA; FERREIRA JÚNIOR, 2009; MALVASIO, 2001; VALENZUELA; BOTERO; MARTINEZ, 1997), pois a temperatura de incubação está relacionada com as características do ninho (FERREIRA JÚNIOR; GUIMARÃES; MALVASIO, 2003).

Os estudos de alometria reprodutiva, além de fornecerem informações sobre as ninhadas que serão produzidas em relação às variáveis morfométricas da fêmea, também poderá auxiliar na compreensão das características físicas do ninho que determinarão alguns aspectos da vida dos filhotes como, sobrevivência, determinação sexual e risco de predação. Os estudos baseados na alometria reprodutiva são caracterizados por análises das relações entre as variáveis biométricas das fêmeas reprodutoras e de seus descendentes por meio de equações matemáticas (REISS, 1991). Para a maioria das espécies de quelônios, o tamanho da ninhada pode variar entre as

populações ou mesmo dentro de uma única população (CONGDON; GIBBONS, 1985). Alguns trabalhos já demonstraram a existência de relações entre o tamanho corporal da fêmea e o número e o tamanho de ovos e filhotes para espécies de quelônios norte-americanos (CLARK; EWERT; NELSON, 2001; RYAN; LINDEMAN, 2007) e sul-americanos (ALHO; PÁDUA, 1982; BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006; CANTARELLI, 2006; COSTA, 2009; HALLER; RODRIGUES, 2006; HERNÁNDEZ; BOEDE, 2008; SOUZA; GIRALDELLI; MARTINS, 2006; VALENZUELA, 2001).

Para a maioria das espécies, fêmeas de maior porte investem mais energia na ninhada, em termos absolutos, que fêmeas menores (REISS, 1991). As relações alométricas entre as fêmeas e seus filhotes possibilitariam estimar e prever o tamanho da ninhada produzida por uma fêmea a partir de suas medidas (VERDADE, 2000). No entanto, para *P. expansa* ainda não é clara a existência de relações alométricas entre o rastro das fêmeas e suas dimensões corpóreas. Os rastros deixados por uma fêmea na areia após a nidificação são bastante evidentes e de fácil mensuração (BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006), podendo ser utilizados como uma ferramenta de campo em programas de conservação e manejo. Além disso, esse método é de simples aplicação, pois é mais fácil do que medir animais vivos, causa menos estresse, por não manipular os animais, e de baixo custo, sendo possível estabelecer estimativas do tamanho das ninhadas em determinadas praias com poucos gastos.

Apesar do gênero *Podocnemis* estar presente em grandes áreas da Amazônia, sabe-se muito pouco sobre as estratégias reprodutivas de suas espécies. Portanto, para avaliar o investimento das fêmeas em seus ovos e filhotes e compreender melhor os aspectos reprodutivos de *P. expansa*, o presente estudo investigou as relações alométricas entre o tamanho corpóreo da fêmea, a forma dos ninhos e o rastro das fêmeas da espécie em ambiente natural, fornecendo subsídios para práticas de conservação e manejo.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no entorno do Parque Nacional do Araguaia (Ilha do Bananal), Estado do Tocantins, em uma praia do rio Javaés, denominada Canguçu, entre as coordenadas 9°57'-9°58' S e 50°06'-50°05' W entre setembro e dezembro de 2008, que coincide com a estação

seca na região. O ecossistema local é bem preservado, e a área é formada por um complexo ecótono que apresenta elementos do Cerrado, Floresta Amazônica e Pantanal (SEPLAN, 2001), estando localizada entre duas importantes áreas protegidas da Amazônia brasileira: o Parque Nacional do Araguaia e a Área de Proteção Ambiental Ilha do Bananal/Cantão. Dentre as 10 praias presentes na área de estudo, a Praia Canguçu foi selecionada para o estudo por apresentar um histórico de desova de alta densidade e quantidade. Dentro da área de estudo, está inserida uma das bases do Projeto Quelônios da Amazônia, que é coordenado pelo Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios (RAN) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), onde são desenvolvidas atividades de proteção e manejo das espécies *P. expansa* e *P. unifilis* durante o período de desova, incubação e nascimento dos filhotes. A caracterização da área de estudo foi feita no item “1 Introdução” (pag. 27).

3.2.2 Captura e marcação das fêmeas e identificação dos ninhos

Todos os procedimentos de campo foram autorizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), mediante emissão da licença n°16514-1.

Durante a noite (entre 00:00 e 06:00 hs), por meio de caminhadas pela praia, buscou-se localizar fêmeas com o auxílio de uma lanterna. A luz só era ligada em casos de extrema necessidade para não causar interferência durante a nidificação dos animais. Logo após ser localizada, esperava-se ao lado da fêmea a finalização de todo o processo de nidificação, e, em seguida, colocava-se o animal na posição de decúbito dorsal (viração) e procediam-se às atividades de morfometria e marcação (Figura 1). Após essa etapa, cada ninho era identificado com uma estaca de madeira de aproximadamente 60 cm de comprimento devidamente numerada, seguindo o procedimento padrão adotado pelo IBAMA (1989).

Figura 1 – Procedimentos para captura das fêmeas e marcação dos ninhos de *P. expansa*. A - busca ativa das fêmeas nas praias de desova; B - captura pelo método de viração; C – morfometria e marcação; D – marcação dos ninhos

Para a marcação dos animais, realizou-se a perfuração dos escudos marginais da carapaça, e cada escudo recebeu no máximo duas perfurações. Esses escudos representaram as unidades, dezenas, centenas e milhares, respectivamente, seguindo o sentido horário (PORTELINHA, 2007). Cabe ressaltar que os escudos marginais que unem a carapaça ao plastrão (do 4° ao 7° e do 18° ao 21°) não foram perfurados, para evitar o sangramento mais intenso do animal. A perfuração foi feita com uma furadeira elétrica portátil e brocas de diferentes diâmetros; após lavagem com álcool iodado, o animal era liberado. Foram capturadas 30 fêmeas de *P. expansa* durante três noites de amostragens em aproximadamente 18 horas. Os 30 ninhos foram marcados e manejados para a coleta de informações sobre sua morfometria, número de ovos e filhotes, assim como os rastros deixados na areia.

3.2.3 Morfometria das fêmeas

Os quelônios foram medidos com uma fita métrica com precisão de 1 mm e pesados em dinamômetro com precisão de 100 g, realizando-se medidas da carapaça e do plastrão, segundo

Mallmann (1994) e Malvasio *et al.* (2005) (Figura 2). Para isso, foram tomadas as seguintes medidas:

- Comprimento da carapaça (Ccar): é a distância curvilínea, na parte medial, que se estende desde a borda anterior da sutura que une os primeiros marginais até o final da sutura dos escudos supracaudais;
- Largura da carapaça (Lcar): é a distância curvilínea desde a borda da sutura que une o sexto e o sétimo escudos marginais do lado direito do animal até a borda da sutura que une o sexto e o sétimo escudos marginais do lado esquerdo;
- Largura do plastrão (Lpla): a medida foi feita seguindo a sutura dos escudos peitorais e abdominais até o ponto onde esses dois escudos se encontram com os escudos marginais de ambos os lados;

Figura 2 - Medidas morfométricas das fêmeas. Adaptado de Malvasio (2001)

3.2.4 Medidas dos rastros das fêmeas

Após os procedimentos de morfometria e marcação da fêmea e identificação do ninho, foram tomadas medidas retilíneas, com fita métrica de precisão de 1 mm, dos rastros deixados pela fêmea na areia da praia em dois sentidos: 1) largura do rastro entre as extremidades externas das patas (Rastro maior); e 2) largura do rastro entre as extremidades internas das patas (Rastro menor), que corresponderia a marca deixada na areia pelo plastrão do animal (BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006) (Figura 3). As medidas dos 30 rastros foram tomadas nas áreas mais planas, próximo ao ninho, e quando o caminho deixado pelo rastro estava em linha reta e estes eram claros e firmes na areia. A medida do rastro foi considerada quando conseguíamos um valor

idêntico após medirmos 3-4 pontos ao longo do caminho deixado pelos rastros (VALENZUELA, 2001).

Figura 3 – Medidas utilizadas para os rastros das fêmeas. A – medida do rastro entre as extremidades internas das patas (Rastro menor); B – medida do rastro entre as extremidades externas das patas (Rastro maior)

3.2.5 Morfometria dos ovos e características físicas dos ninhos

Para o manejo, todos os ovos foram removidos cuidadosamente dos ninhos (com cuidado para não girá-los ou danificá-los), suas superfícies foram marcadas provisoriamente com lápis para serem devolvidos ao ninho na mesma posição original ou descartados quando inviáveis (ovos não-fecundados ou danificados); em seguida, foram tomados os dados morfométricos de comprimento e largura dos ovos (Comp ovo e Larg ovo, respectivamente), com um paquímetro (precisão de 0,01 mm), e massa dos ovos (Massa ovo), com dinamômetro (precisão de 0,1 g). Após os ovos terem sido medidos e pesados, foram anotados os dados de tamanho de postura (número total de ovos no ninho), e os ovos foram recolocados no ninho e recobertos com o mesmo sedimento. Todo o procedimento foi realizado durante o período de menor intensidade solar (entre 06:00 e 09:00 hs ou 17:00 e 18:00 hs) para evitar a morte ou qualquer dano aos embriões.

Durante a biometria dos ovos, tomou-se nota das seguintes características físicas dos ninhos (Figura 4) com uma fita métrica: diâmetro da câmara dos ovos (Diam), profundidade do primeiro ovo (Prof 1), profundidade da câmara dos ovos (Prof 2), profundidade total do ninho

(Prof 3), conforme Bonach (2003).

Figura 4 – Medidas dos ninhos de *Podocnemis expansa*. Adaptado de Bonach, Piña e Verdade (2006)

3.2.6 Abertura dos ninhos e manuseio dos filhotes

Após o período de incubação natural, procedeu-se à abertura dos ninhos e efetuou-se à contagem do número de ovos não-eclodidos e do número de filhotes vivos e mortos e calculou-se o tempo de incubação, o sucesso de eclosão $[(\text{número de filhotes vivos/tamanho de postura}) \times 100]$ e a massa relativa da ninhada $[(\text{massa da ninhada/massa da fêmea}) \times 100]$. Para determinar o tempo de incubação, os ninhos foram visitados diariamente após a nidificação até a eclosão dos filhotes.

Depois de serem retirados dos ninhos, os filhotes recém-eclodidos eram armazenados provisoriamente em recipientes plásticos e transportados até o acampamento para os procedimentos de morfometria e pesagem. Para a morfometria dos filhotes, foram utilizadas as mesmas variáveis morfométricas das fêmeas (Figura 2), utilizando-se um paquímetro (precisão de 0,01 mm) e um dinamômetro (precisão de 0,1 g). Após a biometria e pesagem, foi calculada a massa da ninhada (soma das massas dos filhotes), e os filhotes foram colocados em berçários para futuramente serem liberados em pontos estratégicos do rio pelo Projeto Quelônios da Amazônia, conforme IBAMA (1989).

3.2.7 Análise dos dados

Para as relações alométricas utilizamos as variáveis morfométricas das fêmeas ($Ccar_{\text{♀}}$, $Lcar_{\text{♀}}$, $Lpla_{\text{♀}}$ e $Massa_{\text{♀}}$) e dos rastros (Rastro maior e Rastro menor) como preditoras (variáveis independentes) em relação às variáveis dos ninhos (Prof 1, Prof 2, Prof 3, Diam), das ninhadas (tamanho de postura, massa da ninhada, massa relativa da ninhada e sucesso de eclosão), dos ovos (médias do Comp ovo, Larg ovo e Massa ovo) e dos filhotes (médias do $Ccar_{\text{Fi}}$, $Lcar_{\text{Fi}}$, $Lpla_{\text{Fi}}$ e $Massa_{\text{Fi}}$). Também foram estabelecidas regressões utilizando as características físicas dos ninhos (Prof 1, Prof 2, Prof 3, Diam) como preditoras em relação às variáveis da ninhada (tamanho de postura, massa da ninhada, sucesso de eclosão). Todas as variáveis foram testadas por meio de uma regressão linear simples. Para as regressões entre os rastros (Rastro maior e Rastro menor) e as variáveis morfométricas das fêmeas, foram utilizadas somente a largura do plastrão ($Lpla_{\text{♀}}$) e a massa ($Massa_{\text{♀}}$), pois, aparentemente, estas são as variáveis mais representativas quando se pretende inferir o tamanho da fêmea. A variável largura do plastrão ($Lpla_{\text{♀}}$) foi utilizada apenas para estabelecer relações entre os rastros, devido à dificuldade de ser tomada em campo e por possivelmente causar mais estresse ao animal, pela necessidade de colocá-lo em decúbito dorsal.

Para evitar o erro do Tipo I (MAGNUSSON; MOURÃO, 2005), foi utilizada a Correção de Bonferroni (NORMAN; STREINER, 2008) para todas as variáveis preditoras. Após a Correção de Bonferroni, consideraram-se significativos os resultados com $P < 0,025$ para $Lpla_{\text{♀}}$, $P < 0,003$ para $Ccar_{\text{♀}}$, $Lcar_{\text{♀}}$ e $Massa_{\text{♀}}$ e $P < 0,008$ para Rastro maior e Rastro menor. Observações com o coeficiente de “leverage” maiores do que $4/N$ e com resíduos altos foram excluídas e os dados foram re-analizados (SOKAL; ROHLF, 1995). Os resíduos gerados pela relação entre massa da fêmea, massa do ovo e tamanho de postura foram utilizados para determinar se a relação entre tamanho de postura e massa do ovo era independente da massa da fêmea. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no programa Info Stat for Windows (INFOSTAT, 2008).

3.3 Resultados

A estatística descritiva das variáveis coletadas em campo (tamanho da amostra, média, desvio padrão, amplitude) está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Características morfométricas dos dados coletados para *P. expansa* no rio Javaés, Tocantins. (N = tamanho da amostra, SD = desvio padrão, Prof = profundidade, Comp = comprimento, Larg = largura, Ccar♀ = comprimento médio da carapaça da fêmea, Lcar♀ = largura média da carapaça da fêmea, Lpla♀ = largura média do plastrão da fêmea, Massa♀ = massa média corpórea da fêmea, Diam = diâmetro do ninho, CcarFi = comprimento médio da carapaça dos filhotes, LcarFi = largura média da carapaça dos filhotes, LplaFi = largura média do plastrão dos filhotes, MassaFi = massa média corpórea dos filhotes)

Variável	Média ± SD	Amplitude	N
Ccar♀ (cm)	71,91 ± 4,6	62,00 – 79,00	30
Lcar♀ (cm)	62,25 ± 4,4	54,00 – 69,50	30
Lpla♀ (cm)	38,50 ± 2,5	33,20 – 42,60	30
Massa♀ (Kg)	29,10 ± 5,8	19,00 – 41,00	30
Rastro maior (cm)	57,67 ± 5,8	47,00 – 67,00	30
Rastro menor (cm)	20,42 ± 5,3	15,00 – 26,00	30
Prof 1 (cm)	47,16 ± 10,0	23,00 – 64,00	30
Prof 2 (cm)	31,80 ± 5,6	23,00 – 46,00	30
Prof 3 (cm)	78,89 ± 14,1	46,00 – 101,00	30
Diam (cm)	19,80 ± 5,2	12,00 – 38,50	30
Tamanho postura (N)	106,00 ± 23,6	36,00 – 141,00	30
Massa ninhada (Kg)	3,81 ± 1,1	1,31 – 5,54	30
Massa relativa ninhada (%)	13,06 ± 2,8	6,92 – 18,77	30
Comp ovo (mm)	41,38 ± 1,5	36,54 – 43,46	1829
Larg ovo (mm)	38,81 ± 1,6	33,79 – 40,81	1829
Massa ovo (g)	36,46 ± 4,7	21,78 – 42,66	1829
CcarFi (mm)	48,16 ± 2,1	40,71 – 52,21	1688
LcarFi (mm)	44,32 ± 2,3	36,36 – 49,01	1688
LplaFi (mm)	34,61 ± 1,9	29,12 – 41,92	1688
MassaFi (g)	24,85 ± 2,9	15,70 – 28,78	1688

3.3.1 Relações entre os rastros das fêmeas e suas medidas morfométricas

Foi observado que fêmeas maiores, ou seja, com maior largura de plastrão (Lpla♀) e maior massa (Massa♀), deixam um rastro maior na areia (Tabela 2 e Figura 5). No entanto, não foi encontrada uma relação ($P > 0,05$) entre o rastro menor e as variáveis morfométricas das fêmeas (Lpla♀ e Massa♀).

Tabela 2 – Alometria reprodutiva entre o Rastro maior e as variáveis morfométricas (Lpla♀ e Massa♀) das fêmeas de *P. expansa*. N=30 para todas as variáveis analisadas; Equação da regressão linear: $Y = ax + b$. (gl = grau de liberdade)

Y	X	a	B	gl	F	P	r ² adj.
Variável							
Rastro maior (cm)	Lpla♀ (cm)	8,2	1,2	29	16,15	0,0004	0,34
Rastro maior (cm)	Massa♀ (Kg)	39,74	0,62	29	23,41	<0,0001	0,44

Figura 5 – Regressão linear entre o Rastro maior e as variáveis morfométricas das fêmeas (Lpla♀ e Massa♀)

3.3.2 Relações entre as variáveis dos ninhos e as medidas morfométricas das fêmeas e seus rastros

As dimensões do ninho (profundidade e diâmetro) não foram influenciadas pelo tamanho da fêmea ($P > 0,05$). No entanto, o tamanho de postura e a massa da ninhada (Massa nin.) mostraram-se positivamente correlacionadas com o tamanho da fêmea ($Ccar♀$, $Lcar♀$ e $Massa♀$) e do rastro (Rastro maior), como foi apresentado na Tabela 3 e Figura 6. Portanto, fêmeas maiores depositam uma maior quantidade de ovos e produzem ninhadas de maior massa. Não foi observada relação entre a massa relativa da ninhada e o tamanho da fêmea ($P > 0,05$), demonstrando que não existem diferenças no investimento energético em relação ao tamanho da fêmea, ou seja, fêmeas menores investem tanta energia em sua ninhada quanto fêmeas maiores. O sucesso de eclosão também não está relacionado ao tamanho da fêmea ($P > 0,05$).

Tabela 3 – Alometria reprodutiva entre as variáveis do ninho tamanho de postura (Tam. postura), massa da ninhada (Massa nin.) e as variáveis morfométricas (Ccar♀, Lcar♀ e Massa♀) e o Rastro maior das fêmeas de *P. expansa*. Equação da regressão linear: $Y = ax + b$. (gl=grau de liberdade)

Y	X	a	b	gl	F	P	r ² adj.	Ninhos excl.
Variável								
Tam. postura (N)	Ccar♀ (cm)	-101,98	2,90	29	13,13	0,0011	0,29	0
Tam. postura (N)	Lcar♀ (cm)	-56,09	2,63	28	12,29	0,0016	0,29	1
Tam. postura (N)	Massa♀ (Kg)	36,62	2,39	29	14,92	0,0006	0,32	0
Tam. postura (N)	Rastro maior (cm)	-15,04	2,07	28	7,07	0,0130	0,18	1
Massa nin. (Kg)	Ccar♀ (cm)	-10,16	0,19	28	39,13	<0,0001	0,58	1
Massa nin. (Kg)	Lcar♀ (cm)	-7,95	0,19	29	46,87	<0,0001	0,61	0
Massa nin. (Kg)	Massa♀ (Kg)	0,06	0,13	29	28,14	<0,0001	0,48	0
Massa nin. (Kg)	Rastro maior (cm)	-3,07	0,12	28	13,81	0,0009	0,31	1

Figura 6 – Regressão linear entre as variáveis dos ninhos (tamanho de postura e massa da ninhada) e as variáveis morfométricas (Ccar♀, Lcar♀, Massa♀) das fêmeas e o Rastro maior

3.3.3 Relações entre as características físicas dos ninhos e as variáveis das ninhadas

As características físicas dos ninhos (Prof 1, Prof 2, Prof 3, Diam) não afetam o tamanho de postura, a massa da ninhada ou o sucesso de eclosão ($P>0,05$). Portanto, camadas maiores (tamanho de postura) não estão, necessariamente, em ninhos mais profundos e mais largos, como era esperado, pois um maior número de ovos necessitaria mais espaço para serem armazenados dentro de um ninho.

3.3.4 Relações entre a morfometria dos ovos e as medidas morfométricas das fêmeas

A massa do ovo está relacionada com o comprimento e largura da carapaça ($Ccar_{\text{♀}}$, $Lcar_{\text{♀}}$) da fêmea (Tabela 4 e Figura 7). Portanto, fêmeas maiores depositam ovos mais pesados, o que possivelmente poderá influenciar alguns aspectos da vida dos embriões como a sobrevivência (pelo suprimento de reservas vitelínicas). No entanto, observou-se que o comprimento e a largura do ovo não dependem do tamanho da fêmea ($P>0,05$).

Tabela 4 – Alometria reprodutiva entre a massa do ovo e as variáveis morfométricas ($Ccar_{\text{♀}}$ e $Lcar_{\text{♀}}$) das fêmeas de *P. expansa*. Equação da regressão linear: $Y = ax + b$. (gl=grau de liberdade)

Y	X	a	b	gl	F	P	r^2 adj.	Ninhos excl.
Variável								
Massa ovo (g)	$Ccar_{\text{♀}}$ (cm)	2,02	0,48	29	7,65	0,0099	0,19	0
Massa ovo (g)	$Lcar_{\text{♀}}$ (cm)	-5,93	0,68	28	15,17	0,0006	0,34	1

Figura 7 – Regressão linear entre a massa do ovo e as variáveis morfométricas das fêmeas ($Ccar_{\text{♀}}$ e $Lcar_{\text{♀}}$)

Para avaliar o efeito da fêmea sobre a massa do ovo e o tamanho de postura, foram utilizados os resíduos dessas variáveis (Figura 8; $P=0,32$). Quando os efeitos da massa da fêmea foram removidos, não foram encontradas relações entre a massa do ovo e o tamanho de postura.

Figura 8 – Relação entre os resíduos da massa do ovo e do tamanho de postura independente da massa da fêmea

3.3.5 Relações entre a morfometria dos filhotes e as medidas morfométricas das fêmeas

Apesar de fêmeas maiores depositarem uma maior quantidade de ovos e os ovos serem mais pesados não foi encontrada relação ($P>0,05$) entre o tamanho dos filhotes e as variáveis morfométricas das fêmeas ($Ccar_{\text{f}}^{\text{f}}$, $Lcar_{\text{f}}^{\text{f}}$ e $Massa_{\text{f}}^{\text{f}}$).

3.4 Discussão

Alguns estudos apontaram que a maturidade sexual dos quelônios está relacionada ao tamanho corporal mínimo das fêmeas (CAGLE, 1950; LEGLER, 1960) e, em função disso, na maioria dos trabalhos de alometria reprodutiva o comprimento do corpo tem sido utilizado como base para as relações (PETERS, 1983). No presente estudo, foram utilizadas tanto medidas do tamanho corporal (comprimento e largura da carapaça e largura do plastrão) como a massa corpórea das fêmeas para estabelecer relações entre variáveis dos rastros, ninhos, ninhadas, ovos e filhotes. O uso de outras variáveis, como foi proposto por este trabalho, poderá elucidar relações que ainda não foram testadas para *P. expansa* como, por exemplo, da largura do rastro e o tamanho da fêmea, e os resultados poderão ser utilizados para incrementar os trabalhos de conservação e manejo dessa espécie.

De acordo com Alho e Pádua (1982) as fêmeas de *P. expansa* atingem a maturidade sexual com 50 cm de comprimento de carapaça. No presente estudo, as fêmeas capturadas possuíam uma média de comprimento da carapaça de $71,91 \pm 4,6$ cm (amplitude 62-79 cm, N=30). Valores inferiores aos encontrados foram apresentados para fêmeas adultas dessa mesma espécie por Cantarelli (2006), que conseguiu capturar animais com média de comprimento da carapaça de $64,04 \pm 3,9$ cm (52,5-69,1 cm, N=34). Além disso, foi observada uma média de $29,1 \pm 5,8$ Kg (19-41 Kg, N=30) para a massa corpórea das fêmeas. Esses valores também foram superiores ao apresentado por Cantarelli (2006) ($24,9 \pm 3,1$ Kg, 17-30 Kg, N=34), em um estudo realizado no rio Araguaia, no município de São Miguel do Araguaia (GO). Apesar da área estudada por Cantarelli (2006) estar próximo ao local onde foi realizado o presente trabalho, diferenças foram observadas tanto para o comprimento da carapaça como para a massa corpórea das fêmeas, o que possivelmente pode estar relacionado às características de cada população de *P. expansa*. Estudos utilizando marcadores genéticos poderiam elucidar melhor as variações encontradas e identificar se os animais comparados fazem parte de diferentes populações.

Neste estudo foram encontrados ninhos com média de $78,9 \pm 14,1$ cm (46-101 cm, N=30) de profundidade, da superfície da praia até o final da câmara dos ovos (Prof 3). No entanto, valores distintos foram descritos por Alho, Carvalho e Pádua (1979) (75-80 cm), Malvasio (2001) (55-87 cm), Bonach, Piña e Verdade (2006) (37,5-83 cm) e Ferreira Júnior, Castro e Castro (2007) (53,7-64,8 cm). As variações encontradas pelos autores citados anteriormente podem estar relacionadas a diferenças nas características da praia (como a composição granulométrica e a altura da praia), que poderão exercer influência na construção do ninho. Além disso, deve-se considerar o tamanho das fêmeas que estão nidificando em uma determinada área, pois trabalhos anteriores apontaram que as dimensões do ninho dependem do tamanho da fêmea (VALENZUELA, 2001). Não houve relações entre a profundidade do ninho e o sucesso de eclosão dos filhotes ($P > 0,05$), corroborando o observado por Bonach, Piña e Verdade (2006). Possivelmente isso se deva ao fato do desenvolvimento embrionário dos quelônios ser influenciado por outras variáveis do ninho, como temperatura, umidade e composição granulométrica da areia (FERREIRA JÚNIOR, 2009; FERREIRA JÚNIOR; CASTRO; CASTRO, 2007; MORRIS et al., 1983; PACKARD et al., 1999).

Os valores do diâmetro da câmara dos ovos (Diam) encontrados neste estudo (17-52 cm, N=30) foram maiores que o reportado por Alho, Carvalho e Pádua (1979) (20-25 cm) e Bonach,

Piña e Verdade (2006) (16-37,5 cm, N=10). O mesmo ocorreu para a variável altura da câmara dos ovos (Prof 2) ($31,8 \pm 5,6$ cm, 23-46 cm, N=30) quando comparada com os trabalhos citados anteriormente (13-18 cm e 10-40 cm, respectivamente). Alguns autores sugeriram que as dimensões dos ninhos estão relacionadas ao tamanho da fêmea, pois fêmeas menores teriam limitações para construir ninhos mais largos e profundos (EHRHART, 1995; MORJAN, 2003). Neste estudo, não foram observadas relações ($P > 0,05$) entre as dimensões do ninho (Prof 1, Prof 2, Prof 3 e Diam) e o tamanho da fêmea ($Ccar_{\text{f}}$, $Lcar_{\text{f}}$ e $Massa_{\text{f}}$), demonstrando que fêmeas maiores e menores podem construir tanto ninhos profundos e largos quanto superficiais e estreitos. Este foi o primeiro estudo que relacionou diretamente as variáveis corpóreas das fêmeas de *P. expansa* com as dimensões dos ninhos e, talvez por isso, não foram encontradas relações entre essas variáveis, assim como foi observado por Bonach, Piña e Verdade (2006) e Valenzuela (2001), que utilizaram o rastro para inferir sobre o tamanho da fêmea.

A temperatura de incubação é um dos fatores ambientais que mais exerce efeitos no desenvolvimento embrionário de *P. expansa* (VALENZUELA, 2004), sendo a determinação do sexo um deles (BONACH, 2003; LUBIANA; FERREIRA JÚNIOR, 2009; VALENZUELA; BOTERO; MARTINEZ, 1997). Já foi demonstrado que a temperatura no interior dos ninhos dessa espécie está diretamente relacionada com a profundidade, podendo aumentar (BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006) ou diminuir (VALENZUELA, 1999) de acordo com a distância da superfície. Ademais, além de a profundidade estar relacionada com a temperatura do ninho, trabalhos prévios encontraram também um maior índice de predação para os quelônios que desovam em ninhos mais rasos (BURGER, 1976; FERREIRA JÚNIOR; CASTRO, 2006; FERREIRA JÚNIOR; GUIMARÃES; MALVASIO, 2003; SALERA JÚNIOR; MALVASIO; PORTELINHA, 2009; TINKLE; CONGDON; ROSEN, 1981). Portanto, estudos futuros testando a relação entre essas variáveis devem ser realizados para investigar se as dimensões dos ninhos são realmente dependentes do tamanho da fêmea de *P. expansa*, pois poderiam existir diferentes intensidades de predação nos ninhos em uma mesma praia de desova, além de possíveis desvios na razão sexual da população em longo prazo.

Foram encontradas variações no rastro maior de 47 a 67 cm (média de $57,7 \pm 5,8$ cm, N=30) e no rastro menor de 15 a 26 cm (média de $20,4 \pm 5,3$ cm, N=30). Valores semelhantes dos rastros desta espécie já foram descritos por Bonach, Piña e Verdade (2006) (média de $50,4 \pm 3,6$ cm, 43,0-55,5 cm para o maior rastro e média de $21,9 \pm 2,5$ cm, 18,5-26,5 cm para o menor

rastró, N=14) e Valenzuela (2001) (média de $54,8 \pm 4,3$ cm, 44-66 cm para o maior rastró, N=88). Em *P. expansa*, medidas dos rastros já foram utilizados em outros trabalhos, comprovando a importância dessas variáveis nas relações alométricas e sugerindo que estudos futuros testassem regressões entre os rastros e os tamanhos corpóreos das fêmeas (BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006; VALENZUELA, 2001). No presente estudo foram encontradas relações positivas entre as medidas dos rastros (Rastró maior e menor) e o tamanho corpóreo das fêmeas ($L_{car}^{\text{f}} \text{ e } \text{Massa}^{\text{f}}$), como foi observado na Tabela 2 e Figura 5. Além disso, foi encontrada uma relação positiva entre o Rastró maior e o tamanho de postura, sugerindo que fêmeas maiores depositam mais ovos que fêmeas menores (Tabela 3 e Figura 6), assim como já foi descrito para esta espécie (BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006; VALENZUELA, 2001).

Diversos trabalhos apontaram para uma relação positiva entre o tamanho de postura e o tamanho corpóreo da fêmea para quelônios norte-americanos (CLARK; EWERT; NELSON, 2001; RYAN; LINDEMAN, 2007; WALDE et al., 2007) e sul-americanos (ALHO; PÁDUA, 1982; BONACH; PIÑA; VERDADE, 2006; CANTARELLI, 2006; COSTA, 2009; HALLER; RODRIGUES, 2006; HERNÁNDEZ; BOEDE, 2008; SOUZA; GIRALDELLI; MARTINS, 2006; VALENZUELA, 2001). No presente estudo encontramos uma forte relação positiva entre o tamanho de postura e a massa da ninhada com todas as variáveis morfométricas das fêmeas, inclusive o Rastró maior (Tabela 3 e Figura 6). Isso demonstra que fêmeas maiores tendem a produzir maiores ninhadas e com ovos mais pesados, assim como já foi observado para outros quelônios amazônicos (HALLER; RODRIGUES, 2006; VALENZUELA, 2001) e algumas espécies de crocodilianos (LARRIERA et al., 2004; THORBJARNARSON, 1996; VERDADE, 2001). No entanto, apesar do modelo gerado poder explicar mais de 60% (Tabela 3) dessas relações para algumas variáveis, outros fatores, como densidade populacional, estado nutricional, idade e tamanho das fêmeas (JAMES; WHITFORD, 1994; LARRIERA et al., 2004), e variáveis climáticas, como a precipitação anual (SIMONCINI et al., 2008), devem ser levadas em consideração nos estudos com répteis, pois podem influenciar o tamanho de postura e a massa da ninhada.

A espécie *P. expansa* deposita grandes quantidades de ovos. Soares (1996) e Bonach, Piña e Verdade (2006) encontraram valores médios semelhantes para o tamanho de postura (ovos/ninho) dessa espécie, 105 e $103 \pm 18,2$ ovos respectivamente, em diferentes regiões da Amazônia brasileira. Hildebrand et al. (1988) observaram uma média de 105 ovos por ninho para

a população dessa espécie no rio Caquetá (Colômbia), um valor semelhante ao que foi descrito por Valenzuela (2001) ($103 \pm 23,7$ ovos). Iverson et al. (1993) sugeriram que variações no tamanho de postura de uma mesma espécie podem estar associadas a diferenças latitudinais, assim como já foi observado em quelônios (LITZGUS; MOUSSEAU, 2006) e crocodilianos (SIMONCINI; PIÑA; SIROSKI, 2009; WILKINSON, 1983). A média de ovos por ninho encontrada no presente estudo ($106 \pm 23,6$ ovos, 36-141, N=30) é similar aos valores descritos para diferentes populações dessa espécie em diferentes regiões da Amazônia, independentemente da variação latitudinal. No entanto, o tamanho das fêmeas que estão nidificando na área deve ser uma variável a se considerar, pois seu tamanho corpóreo determina o tamanho da ninhada, assim como foi observado no presente estudo.

Os resultados sugerem que, assim como as fêmeas adultas de *P. expansa* aumentam seu tamanho, elas também armazenam mais energia (em termos absolutos) para a reprodução, como sugerido pelo aumento na massa da ninhada com o tamanho corpóreo da fêmea (Tabela 3 e Figura 6). Além disso, os dados indicam que fêmeas maiores investem na produção não só de uma maior quantidade de ovos, como também de maior massa, como foi observado por Valenzuela (2001). Apesar disso, não foram encontradas relações entre o tamanho corpóreo da fêmea e a massa relativa da ninhada ($P > 0,05$), que seria traduzida como a energia investida na reprodução. Isso indica que não existe uma diferença no investimento energético entre fêmeas de diferentes classes de tamanho (ou idades), ao contrário do que foi observado por Cantarelli (2006) para *P. expansa* e em algumas espécies de crocodilianos (THORBJARNARSON; HERNÁNDEZ, 1993; LARRIERA et al., 2004; VERDADE, 2001).

A reserva energética (vitelínica), prevista pelos ovos, é um dos fatores responsáveis pelo sucesso e pela sobrevivência dos filhotes de quelônios (BOBYN; BROOKS, 1994; CONGDON et al., 1999). Tendo em vista a relação positiva entre as variáveis do tamanho corpóreo da fêmea e o tamanho de postura e a massa da ninhada encontrada no presente estudo, e levando em consideração o investimento energético da fêmea na reprodução, estudos futuros deveriam avaliar a composição nutricional dos ovos (e.g. lipídios, albumina e aminoácidos), comparando fêmeas de diferentes tamanhos, para averiguar se a energia investida pela fêmea pode ser detectada diretamente através dos ovos e, além disso, se os ovos com maior massa fornecerão mais vitelo para os filhotes, podendo exercer influência sobre sua sobrevivência.

As dimensões (comprimento, largura e massa) encontradas para os ovos de *P. expansa* no presente estudo ($41,3 \pm 1,5$ mm, $38,8 \pm 1,6$ mm e $36,4 \pm 4,7$ g) foram similares aos valores mencionados por Salera Júnior (2005) (42,3 mm, 39,2 mm e 39,0 g), na mesma área de estudo, e menores do que os observados por Ojasti (1971) (46,0 mm, 40,0 mm e 40,0 g) em seu trabalho no rio Orinoco (Venezuela). Essa variação poderia ser explicada pela afirmação de Vanzolini (1997) de que, além da quantidade de ovos, valores como dimensões e massa dos ovos podem ser afetados por variações latitudinais, e que se deve considerar a existência de uma relação inversa entre a latitude e as dimensões dos ovos, assim como já foi observado em crocodilianos (SIMONCINI; PIÑA; SIROSKI, 2009). Segundo Smith e Fretwell (1974), quando há um aumento substancial nas dimensões dos ovos, este é normalmente acompanhado por uma redução no tamanho de postura. No presente estudo esse fato não foi observado, tendo em vista que em ninhos com maior quantidade de ovos também foram encontrados ovos mais pesados, evidenciando a ausência de um “trade-off” entre o tamanho da ninhada e a massa do ovo para a população estudada. No entanto, a hipótese proposta por Smith e Fretwell (1974) deveria ser testada entre diferentes populações de uma mesma espécie, pois isso pode ser uma resposta individual de cada fêmea.

Não foram encontradas relações entre as variáveis morfométricas do filhote (CcarFi, LcarFi e MassaFi) e o tamanho corpóreo da fêmea. Alguns estudos mostraram que o tamanho dos filhotes pode estar relacionado à sua sobrevivência (MORRIS et al., 1983; PACKARD, 1999) e a alguns aspectos de sua ecologia espacial (FINCKLER; KNICKERBOCKER; CLAUSSEN, 2000). A hipótese de que filhotes maiores têm maiores condições de sobrevivência é conhecida como teoria do “maior é melhor”, já tendo sido postulada para quelônios por Janzen, Tucker e Paukstis (2000) e Haskell et al. (1996). Além disso, Congdon et al. (1999) e Bobyn e Brooks (1994) sugeriram que, além do tamanho dos filhotes, a reserva energética (vitelínica) também é um fator limitante para sua sobrevivência. Variações na taxa de sobrevivência podem beneficiar o recrutamento exercido pelas maiores fêmeas da população, tendo em vista que no presente estudo foi demonstrado que fêmeas maiores produzem ovos com maior massa (Tabela 4 e Figura 7), que teoricamente devem proporcionar maior reserva vitelínica aos filhotes, podendo influenciar a sobrevivência dos mesmos.

As variáveis do tamanho corpóreo da fêmea (Ccar♀, Lcar♀ e Massa♀) apresentaram relações positivas com as outras variáveis testadas, podendo ser utilizadas como boas preditoras

para elucidar alguns aspectos reprodutivos (tamanho de postura, massa da ninhada e massa do ovo) de *P. expansa*. Portanto, nos estudos de ecologia populacional e alometria reprodutiva de quelônios, sempre que possível, deve-se considerar a coleta de informações sobre essas medidas, devendo-se testar futuramente suas relações alométricas para outras espécies. Além disso, foi comprovado que as medidas do rastro podem gerar estimativas precisas para o tamanho da fêmea de *P. expansa*.

A possibilidade de estabelecer relações entre as dimensões do rastro, do tamanho e quantidade de ovos e filhotes, das características físicas dos ninhos e da fêmea reprodutora, contribuirá positivamente para as técnicas de manejo dos programas de conservação *in situ* e *ex situ* (criatórios) (IBAMA, 1989) dessa espécie, tornando as estimativas de quantidades de ovos por praia mais fáceis, possibilitando priorizar a proteção das ninhadas mais produtivas e esclarecendo o potencial reprodutivo de cada indivíduo (como a curva de fecundidade da população; ver BEGON; MORTIMER, 1996). Além disso, essas informações também poderão auxiliar nas tomadas de decisões dos órgãos governamentais, fornecendo subsídios para a conservação da espécie e, nos momentos de fiscalização, possibilitar a escolha das matrizes reprodutoras mais relevantes no recrutamento da população e estimar a perda que o sistema ecológico possui com as atividades ilegais de extração desses indivíduos da natureza.

3.5 Conclusões

As características físicas (profundidades e diâmetro) dos ninhos de *P. expansa* foram superiores aos valores já descritos para essa espécie. Possivelmente, esse fato deve estar relacionado às diferenças entre o tamanho das fêmeas que estão se reproduzindo na área, já que alguns estudos demonstraram a relação entre as dimensões do ninho e o tamanho das fêmeas, ou pelas características geomorfológicas (composição granulométrica e altura) de cada praia de nidificação.

As medidas dos rastros encontrados no presente estudo estão dentro do padrão relatado por outros autores para *P. expansa*. A partir das relações positivas encontradas entre os rastros e as dimensões da fêmea, pode-se inferir que o tamanho corpóreo da fêmea de *P. expansa* pode ser estimado em função do seu rastro. Além disso, fêmeas maiores de *P. expansa* deixam rastros maiores na areia, o que nos permite inferir sobre alguns aspectos de sua ninhada.

Foi encontrada uma forte relação entre o tamanho da fêmea e alguns aspectos da ninhada (tamanho de postura e massa da ninhada). Portanto, para *P. expansa*, fêmeas de maior tamanho corpóreo produzem um maior número de ovos (tamanho da ninhada) e também com maior massa (massa da ninhada) do que fêmeas menores, assim como já foi observado para algumas espécies de quelônios e crocodilianos. No entanto, outras variáveis como, a densidade populacional, o estado nutricional, a idade e o tamanho das fêmeas e as variáveis climáticas, como a precipitação anual, devem ser testadas para averiguar sua influência no tamanho de postura e massa da ninhada.

Não foram encontradas relações entre o tamanho corpóreo da fêmea e a massa relativa da ninhada, que seria traduzida como a energia investida pela fêmea na reprodução. Portanto, para o presente estudo, observamos que fêmeas menores investem tanta energia em sua ninhada quanto fêmeas maiores, diferentemente do que já foi relatado para *P. expansa*.

As dimensões encontradas para os ovos de *P. expansa* foram inferiores ao descrito em um estudo realizado na Venezuela com esta mesma espécie. Essa variação pode ser uma resposta a diferenças latitudinais, assim como já foi encontrado para algumas espécies de quelônios e crocodilianos. Além disso, fêmeas maiores produzem ovos com maior massa, o que pode proporcionar uma maior reserva vitelínica aos filhotes, aumentando sua taxa de sobrevivência.

As variáveis largura da carapaça da fêmea ($L_{car♀}$) e massa da fêmea ($Massa♀$) podem ser consideradas como confiáveis para estabelecer relações nos estudos de alometria reprodutiva para a espécie *P. expansa*. A medida do rastro maior das fêmeas deveria ser utilizada pelos programas de conservação e manejo desta espécie como uma ferramenta de campo para auxiliar nas estimativas da quantidade de ovos por praia, na identificação dos ninhos prioritários para proteção (em função do tamanho das ninhadas) e na compreensão de quais fêmeas contribuem mais intensamente para o recrutamento de indivíduos naquela população.

Referências

- 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**, Ottawa, v. 60, p. 97-103, 1982.
- ALHO, C.J.R.; CARVALHO, A.E.; PÁDUA, L.F.M. Ecologia da tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo da Reserva Biológica do Trombetas. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 38, p. 29-47, 1979.
- BEGON, M., MORTIMER, M. **Population Ecology: A Unified Study of Animals and Plants**. Oxford: Blackwell Science, 1996. 247 p.
- BOBYN, M.L.; BROOKS, R.J. Incubation conditions as potential factors limiting the northern distribution of snapping turtles, *Chelydra serpentina*. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 72, n. 1, p. 28-37, 1994.
- BONACH, K. **Manejo de ninhos da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*)**. 2003. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- BONACH, K.; PIÑA, C.I.; VERDADE, L.M. Allometry of reproduction of *Podocnemis expansa* in Southern Amazon basin. **Amphibia-Reptilia**, Boston, v. 27, p. 55-61, 2006.
- BONACH, K.; LEWINGER, J. F.; SILVA, A.P. da; VERDADE, L.M. Physical characteristics of giant Amazon Turtle (*Podocnemis expansa*) nests. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 6, n. 2, p. 252-255, 2007.
- BURGER, J. Behavior of hatchling diamondback terrapins (*Malaclemys terrapin*) in the field. **Copeia**, New York, v. 4, p. 742-749, 1976.
- CAGLE, F.R. The life history of the slider turtle, *Pseudemys scripta troostii* (Holbrook). **Ecological Monographs**, Durham, NC, v. 20, n.1, p. 31-54, 1950.
- CANTARELLI, V.H. **Alometria reprodutiva da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*): bases biológicas para manejo**. 2006. 116 p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- CLARK, J.P.; EWERT, A.M.; NELSON, E.C. Physical apertures as constraints on egg size and shape in the common musk turtle, *Sternotherus odoratus*. **Functional Ecology**, New York, v. 15, p. 70-77, 2001.
- CONGDON, J.D.; GIBBONS, J.W. Egg components and reproductive characteristics of turtles: relationship to body size. **Herpetologica**, Emporia, v. 41, n. 2, p.195-205, 1985.

CONGDON, J.D.; NAGLE, R.D.; DUNHAM, A.E.; BECK, C.W.; YEOMANS, S.R. The relationship of body size to survivorship of hatchling snapping turtles (*Chelydra serpentina*): an evaluation of the “bigger is better” hypothesis. **Oecologia**, Berlin, v. 121, n. 2, p. 224-235, 1999.

COSTA, S.F. **Ecologia reprodutiva e análise de viabilidade de uma população do cágado *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP.** 2009. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CULLEN JR., L; PÁDUA, C.V.; RUDRAN, R. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** Curitiba: Editora da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. 665 p.

DUPRE, A.; DEVAUX, B.; BONIN, F. **Turtles of the world.** London: A & C Black Publishers , 2007. 416 p.

EHRHART, L.M. A Review of Sea Turtle Reproduction. In: BJORN DAL, K.A. (Ed.). **Biology and conservation of sea turtles.** Washington: Smithsonian Institution Press, 1995. p. 29-38.

ERNST, C.H.; BARBOUR, R.W. **Turtles of the world.** Washington: Smithsonian Institution Press, 1989. 313 p.

FERREIRA JÚNIOR, P.D. Efeitos de fatores ambientais na reprodução de Tartarugas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 319-334, 2009.

FERREIRA JÚNIOR, P.D.; CASTRO, P.T.A. Thermal environment characteristics of *Podocnemis expansa* and *Podocnemis unifilis* Nesting Areas on the Javae’s River, Tocantins, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 5, n. 1, p. 102-107, 2006.

FERREIRA JÚNIOR, P.D.; GUIMARÃES, O.S.; MALVASIO, A. The influence of geological factors on reproductive aspects of *Podocnemis unifilis* (Testudines, Pelomedusidae), on the Javae’s river, Araguaia National Park, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 4, n. 3, p. 626-634, 2003.

FERREIRA JÚNIOR, P.D.; CASTRO, A.Z.; CASTRO, P.T.A. The Importance of nidification environment in the *Podocnemis expansa* and *Podocnemis unifilis* phenotypes (Testudines: Podocnemididae). **South American Journal of Herpetology**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 39-46, 2007.

FINCKLER, M.S.; KNICKERBOCKER, D.L.; CLAUSSEN, D.L. Influence of hydric conditions during incubation and population on overland movement of neonatal snapping turtles. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 34, n. 3, p. 452-455, 2000.

HALLER, E.C.P.; RODRIGUES, M.T. Reproductive biology of the six-tubercled amazon river turtle *Podocnemis sextuberculata* (Testudines: Podocnemididae), in the biological reserve of rio Trombetas, Pará, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Leominster, v. 5, n. 2, p. 280–284, 2006.

HASKELL, A.; GRAHAM, T.E.; GRIFFIN, C.R.; HESTBECK, J.B. Size related survival of headstarted redbelly turtles (*Pseudemys rubriventris*) in Massachusetts. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 30, p. 524-527, 1996.

HERNÁNDEZ, O.; BOEDE, E.O. Relación entre el tamaño de hembra y la producción de huevos en el Marrocoy Sabanero *Geochelone (Chelonoidis) carbonaria* (Spix, 1928) en un zoocriadero comercial de Venezuela. **Interciencia**, Caracas, v. 33, n. 6, p. 461-466, 2008.

HILDEBRAND, P., SÁENZ, C., PEÑUELA, M.C., CARO, C. Biología reproductiva y manejo de la tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*) en el Bajo Río Caqueta. **Colombia Amazonica**, Bogotá, v. 3, n. 1, p. 89-102, 1988.

IBAMA. **Projeto quelônios da Amazônia 10 anos**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1989. 119 p.

INFOSTAT. **InfoStat, versión 2008**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina, 2008. Disponible em: <<http://www.infostat.com.ar>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

IVERSON, J.B.; BALGOOYEN, C.P.; BYRD, K.K.; LYDDAN, K.K. Latitudinal variation in egg and clutch size in turtles. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 71, p. 2448-2461, 1993.

JAMES, C.D.; WHITFORD, W.G. An experimental study of phenotypic plasticity in the clutch size of a lizard. **Oikos**, Sweden, v. 70, p. 49-56, 1994.

JANZEN, F.J.; TUCKER, J.K.; PAUKSTIS, G.L. Experimental analysis of an early life-history stage: selection on size of hatchling turtles. **Ecology**, Washington, v. 81, n. 8, p. 2290-2304, 2000.

JOHNS, A.D. Continuing problems for Amazon river turtles. **Oryx**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 25-28, 1987.

KLEMENS, M.W.; THORBJARNARSON, J.B. Reptiles as a food source. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 4, p.281-298, 1995.

LARRIERA, A.; PIÑA, C.I.; SIROSKI, P.; VERDADE, L.M. Allometry of reproduction in wild Broad-Snouted Caimans (*Caiman latirostris*). **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 38, n. 2, p. 301-304, 2004.

LEGLER, J.M. Natural history of the ornate box turtle, *Terrapene ornata ornata* Agassiz. **Miscellaneous Publications of Natural History Museum, University of Kansas**, Lawrence, v. 11, p. 527-669, 1960.

LITZGUS, J.D.; MOUSSEAU, T.A. Geographic variation in reproduction in a freshwater turtle (*Clemmys gutata*). **Herpetologica**, Lafayette, v. 62, n. 2, p. 132-140, 2006.

LUBIANA, A.; FERREIRA JÚNIOR, P.D. Pivotal temperature and sexual dimorphism of *Podocnemis expansa* hatchlings (Testudines: Podocnemididae) from Bananal Island, Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 26, n. 3, p. 527-533, 2009.

MAGNUSSON, W.E.; MOURÃO, G. **Estatística sem matemática**: a ligação entre as questões e as análises. Londrina: Planta, 2005. 138 p.

MALLMANN, M.T.O. **Influência da temperatura de incubação na determinação sexual em *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824) (Reptilia, Testudines, Testudinidae)**. 1994. 52 p. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MALVASIO, A. **Aspectos do mecanismo alimentar e da biologia reprodutiva em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812), *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) e *P. sextuberculata* (Cornalia, 1809) (Testudines, Pelomedusidae)**. 2001. 199p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Faculdade de Zoologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MALVASIO, A.; SALERA JÚNIOR, G.; SOUZA, A.M. de; MODRO, N.R. Análise da interferência do manuseio dos ovos no índice de eclosão e no padrão de escutelação do casco e as correlações encontradas entre as medidas das covas, ovos e filhotes em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae). **Publicações avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural**, São Paulo, v. 8-9, p. 15-38, 2005.

MITTERMEIER, R.A. South America's river turtles; saving them by use. **Oryx**, Cambridge, n. 14, p. 222-230, 1978.

MOLINA, F.B. O comportamento reprodutivo de quelônios. **Biotemas**, Florianópolis, v. 5, p. 61-70, 1992.

MOLINA, F.B. Biologia e comportamento reprodutivo de quelônios. **Anais de Etologia**, Uberlândia, v. 14, p. 211-221, 1996.

MORJAN, C.L. Variation in nesting patterns affecting nest temperatures in two populations of painted turtles (*Chrysemys picta*) with temperature-dependent sex determination. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v. 53, p. 254-261, 2003.

MORRIS, K.A.; PACKARD, G.C.; BOARDMAN, T.J.; PAUKSTIS, G.L.; PACKARD, M.J. Effects of the hydric environment on growth of embryonic snapping turtles (*Chelydra serpentina*). **Herpetologica**, Emporia, v. 39, n. 3, p. 272-285, 1983.

NORMAN, G.R.; STREINER, D.L. **Biostatistics**: The bare essentials. 3rd ed. Shelton: People's Medical Publishing House, 2008. 408 p.

OJASTI, J. Consideraciones sobre la ecología y conservación de la Tortuga *Podocnemis expansa* (Chelonia; Pelomedusidae). **Atlas do Simpósio Sobre a Biota Amazônica**, CNPq, v. 7, p. 201-206, 1967.

OJASTI, J. La tortuga arrau del Orinoco. **Defensa de la Naturaleza**, Venezuela, v. 1, n. 2, p. 3-9, 1971.

PACKARD, G.C. Water relations of chelonian eggs and embryos: is wetter better? **American Zoologist**, Cary, v. 39, p. 289-303, 1999.

PACKARD, G.C., MILLER, K., PACKARD, M.J., AND BIRCHARD, G.F. Environmentally induced variation in body size and condition in hatchling snapping turtles (*Chelydra serpentina*). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 77, p. 278–289, 1999.

PETERS, R.H. **The ecological implications of body size**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. 329 p.

PEZZUTI, J.C.B. **Reprodução de iacá, *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil**. 1998. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, concentração em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas - INPA/UA, Manaus, 1998.

PORTELINHA, T.C.G. **Estudo das populações de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* no rio Javaés, Tocantins**. 2007. 75 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.

PRITCHARD, P.C.H. **Encyclopedia of Turtles**. New Jersey: T. F. H. Publications, 1979. 285 p.

PRITCHARD, P.C.H.; TREBBAU, P. **The turtles of Venezuela**. Oxford, Ohio: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 1984. 414 p.

REISS, M.J. **The allometry of growth and reproduction**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 200 p.

RUEDA-ALMONACID, J.V.; CARR, J.L.; MITTERMEIER, R.A.; RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V.; MAST, R.B.; VOGT, R.C.; RHODIN, A.G.J.; OSSA-VELÁSQUEZ, J. de la; RUEDA, J.N.; MITTERMEIER, C.G. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico**. Bogotá: Editorial Panamericana, Formas e Impresos, 2007. 538 p.

RYAN, K.M.; LINDEMAN, P.V. Reproductive allometry in the common map turtle, *Graptemys geographica*. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 158, p. 49–59, 2007.

SALERA JR, G. **Avaliação da biologia reprodutiva, predação natural e importância social em quelônios com ocorrência na bacia do Araguaia**. 2005. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2005.

SALERA JR, G.; MALVASIO, A.; PORTELINHA, T.C.G. Avaliação da predação de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Javaés, Tocantins. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 1, p. 197-204, 2009.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins. **Plano de Manejo:** Parque Estadual do Cantão. Palmas, Tocantins, 2001. 183 p.

SIMONCINI, M.; PIÑA, C.I. SIROSKI, P.; CRUZ, F.B.; LARRIERA, A. Proporción de sexos de neonatos de *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae) producidos en la naturaleza. In: Aceñolaza, F.G. (Ed.). **Temas de la Biodiversidad del Litoral III**. Tucuman: Insugeo – Miscelánea, 2008. p. 231-237.

SIMONCINI, M.S.; PIÑA, C.I.; SIROSKI, P.A. Clutch size of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae) varies on a latitudinal gradient. **North-Western Journal of Zoology**, Oradea, v. 5, n. 1, p. 191-196, 2009.

SMITH, N.J.H. Quelônios aquáticos da Amazônia: um recurso ameaçado. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 87-97, 1979.

SMITH, C.C.; FRETWELL, S.D. The optimal balance between size and number of offspring. **American Naturalist**, Manhattan, v. 108, n. 962, p. 499-506, 1974.

SOARES, M.F.G.S. **Distribuição, mortalidade e caça de *Podocnemis expansa* (Testudines: Pelomedusidae) no rio Guaporé**. 2000. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2000.

SOARES, M.F.G.S. Biometria de fêmea de *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae) em atividade de desova no rio Guaporé, Rondônia, Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 18, n. 2, p.93-101, 1996.

SOINI, P. **Biología y manejo de la tortuga *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae)**. Caracas: Tratado de Cooperación Amazonica, 1997. 47 p.

SOUZA, F.L; GIRALDELLI, G.R.; MARTINS, T.A. Reproductive aspects of brazilian side-necked-turtles (Chelidae). **Boletín de La Asociación Herpetológica Española**, Logroño, v. 17, n. 1, p. 28-34, 2006.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**. 3rd ed. New York: W. H. Freeman, 1995. 887 p.

THORBJARNARSON, J.B. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. **Herpetologica**, Emporia, v. 52, p. 8-24, 1996.

THORBJARNARSON, J.B., HERNÁNDEZ, G. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and clutch relationships. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 27, p. 363-370, 1993.

TINKLE, D.W.; CONGDON, J.D.; ROSEN, P.C. Nesting frequency and success: implications for the demography of painted turtles. **Ecology**, Washington, v. 62, n. 6, p. 1426-1432, 1981.

VALENZUELA, N. **Temperature-dependent sex determination and ecological genetics of the Amazon river turtle *Podocnemis expansa***. Dissertation (Unpublished Ph.D.). 1999. State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, 1999.

VALENZUELA, N. Maternal effects on life-history traits in the Amazonian giant river turtle *Podocnemis expansa*. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 35, n. 3, p. 368-378, 2001.

VALENZUELA, N. Evolution and maintenance of temperature-dependent sex determination. In: VALENZUELA, N.; LANCE, V.A. (Ed.). **Temperature-dependent sex determination in Vertebrates**. Washington: Smithsonian Books, 2004. p.131-147.

VALENZUELA, N.; BOTERO, R.; MARTINEZ, E. Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from Colombian Amazonia. **Herpetologica**, Lafayette, v. 53, n. 3, p. 390-398, 1997.

VANZOLINI, P.E. Notes on the nesting behavior of *Podocnemis expansa* in the Amazon Valley (Testudines, Pelomedusidae). **Papéis Avulsos Zoologia**, São Paulo, v. 20, n. 17, p. 191-215, 1967.

VANZOLINI, P.E. A note on the reproduction of *Trachemys dorbigni* (Testudines, Testudinidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 2, p. 165-175, 1997.

VANZOLINI, P.E. On the eggs of brasilian *Podocnemis* (Testudines, Podocnemididae). **Biologia Geral e Experimental**, Manaus, v. 2, n. 2, p. 3-17. 2001.

VANZOLINI, P.E. On clutch size and hatching success of the South American turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 75, n. 4, p. 415-430, 2003.

VERDADE, L.M. Regressions equations between body and head measurements in the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 469-482, 2000.

VERDADE, L.M. Allometry of reproduction in Broad-Snouted Caiman (*Caiman latirostris*). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 61, p. 431-435, 2001.

VOGT, R.C. **Tartarugas da Amazônia**. Lima, Peru: Gráfica Biblos, 2008. 104 p.

WALDE, A.D.; BIDER, J.R.; MASSE, D.; SAUMURE, R.A.; TITMAN, R.D. Nesting ecology and hatching success of the wood turtle, *Glyptemys insculpta*, in Québec. **Herpetological Conservation and Biology**, Oregon, v. 2, n. 1, p. 49-60, 2007.

WILKINSON, P. M. **Nesting ecology of the american alligator in coastal south Carolina**. South Carolina: South Carolina Wildlife and Marine Resources Department, Study Completion Report, 1983. 113 p.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados indicam que o método de redes malhadeiras é o mais eficiente para a captura de *P. expansa*, devendo ser aplicado em ambientes profundos e com pouca correnteza. Além disso, em um estudo de ecologia populacional, sempre deve-se considerar o método e a estação do ano na qual será aplicado, pois esses podem causar um desvio nos dados da população amostrada. Também foi observado que um maior esforço de captura deve ser empregado durante o período não-reprodutivo para esclarecer o comportamento e as tendências da população durante essa época do ano. O censo de quelônios, além de elucidar aspectos da ecologia espacial de *P. expansa*, poderá auxiliar na determinação de áreas prioritárias para a conservação.

A área estudada está localizada no entorno de duas importantes áreas de conservação: o Parque Nacional do Araguaia e o Parque Estadual do Cantão. No entanto, as alterações observadas na estrutura da população de *P. expansa* ao longo dos anos podem estar relacionadas à caça realizada na região, demonstrando que esta prática ilegal pode ocorrer mesmo em áreas protegidas. Portanto, estudos de longa-duração deveriam ser realizados para monitorar as populações de *P. expansa* não só em áreas habitadas por populações humanas, como também em áreas de preservação, como é o caso do presente estudo. Além disso, avaliações sobre o consumo e o tráfico nas cidades próximas ao rio poderiam identificar as rotas do comércio ilegal e as classes etárias mais consumidas (compradas) pela população.

A alometria reprodutiva demonstrou que é possível inferir sobre alguns aspectos da ninhada e, em conjunto com o estudo de estrutura populacional, poderíamos prever as condições reprodutivas e inferir mais precisamente sobre o futuro da população local de *P. expansa*. Estudos avaliando as relações alométricas entre as fêmeas, rastros e dados da ninhada deveriam ser realizados tanto para *P. expansa* em outras regiões da Amazônia como para as outras espécies de quelônios, gerando novas informações sobre as estratégias reprodutivas desse grupo.

O rastro demonstrou ser uma variável confiável para estimar o tamanho da fêmea, podendo ser utilizado para prever algumas características da sua ninhada. O presente estudo forneceu uma nova ferramenta de campo que poderá ser empregada pelos programas de conservação e manejo de *P. expansa* para auxiliar nas estimativas do número de ovos por praia e na identificação dos ninhos prioritários para proteção (em função do tamanho das ninhadas). Além disso, poderá ajudar nas tomadas de decisões dos órgãos governamentais, fornecendo

subsídios para a conservação da espécie e, nos momentos de fiscalização, possibilitar a escolha das matrizes reprodutoras mais relevantes no recrutamento da população e estimar a perda que o sistema ecológico possui com as atividades ilegais de extração desses indivíduos da natureza.