UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE *PODOCNEMIS EXPANSA* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO BAIXO RIO XINGU, PARÁ, BRASIL

CRISTIANE COSTA CARNEIRO

Orientador: Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti

BELÉM - PARÁ

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

CRISTIANE COSTA CARNEIRO

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE *PODOCNEMIS EXPANSA* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO BAIXO RIO XINGU, PARÁ, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requesito para obtenção do título de Doutora em Ecologia Aquática e Pesca

Orientador: Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti

BELÉM - PARÁ

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CARNEIRO, CRISTIANE COSTA CARNEIRO
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE PODOCNEMIS EXPANSA (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO BAIXO RIO XINGU, PARÁ, BRASIL / CRISTIANE COSTA CARNEIRO CARNEIRO. — 2017
97 f. : il. color

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em biotecnologia (PPGBIOTEC), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.
Orientação: Prof. Dr. JUAREZ CARLOS BRITO PEZZUTI PEZZUTI

1. QUELÔNIOS. 2. MIGRAÇÃO. 3. ECOLOGIA REPRODUTIVA. 4. RIO XINGU. 5. RIO AMAZONAS. I. PEZZUTI, JUAREZ CARLOS BRITO PEZZUTI, *orient.* II. Título

---

CDD 591.7

CRISTIANE COSTA CARNEIRO

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE *PODOCNEMIS EXPANSA* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO BAIXO RIO XINGU, PARÁ, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requesito para obtenção do título de Doutora em Ecologia Aquática e Pesca

Orientador:

Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti (NAEA/UFPA)

Examinadores:

Dra. Marina Teófilo Pignati (UNIFAP)

Dr. Jackson Pantoja (UFAM)

Dr. Ronaldo Barthem (PPGEAP/UFPA)

Drª. Jonathan Stuart (PPGEAP/UFPA)

Suplentes:

Dra.Renata Coelho Rodrigues Noronha (PPGEAP/UFPA)

Dr. Marcelo Costa Andrade (PPGEAP/UFPA)

BELÉM - PARÁ

2017

AGRADECIMENTOS

PROPESP
Pró-Reitoria de Pesquisa
e Pós-Graduação | UFPA

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO
DE PROTEÇÃO À NATUREZA

Instituto
Socioambiental

CAPES

Esta tese é dedicada a minha família.
Pelo apoio incondicional de sempre...

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço à minha família que sempre me apoiou e não mediu esforços para que eu corresse atrás dos meus sonhos. Tudo isto não seria possível se não fosse vocês.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado. Agradeço à Universidade Federal do Pará – Altamira e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Senador José Porfírio pelo apoio logístico. À Propesp, Pro-equipamento, Instituto Socioambiental e a Fundação Boticário pelos financiamentos.

À Universidade Federal do Pará, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca.

Ao meu orientador Dr. Juarez Pezzuti, pelas oportunidades e por compartilhar comigo todo seu conhecimento sobre os quelônios.

Aos professores da banca Drª.Marina Pignati, Dr. Jackson Pantoja, Dr. Ronaldo Barthem e Dr.Jonathan Ready pelas críticas construtivas e as valiosas sugestões para a finalização desta tese.

Às professoras Dra. Jussara Martinelli e Dra Rossineide Rocha por todo apoio ao longo do mestrado e doutorado.

À família que ganhei no tabuleiro nestes dez anos, em especial ao Luiz, Tuica e Piranabu.

Aos amigos que fiz em Belém, que tornaram este período longe de casa muito mais prazeroso.

Aos companheiros de república: Tanatos, Milton, Ana e Lenize.

Ao meu amigo Allan Jamesson.

E, finalmente, agradeço ao meu querido rio Xingu e as tartarugas guerreiras aqui representadas pela Gumercinda, Angelina, Dany, Cris, Carmela, Lucia, Tereza e Maria.

RESUMO

Os esforços para a conservação de quelônios amazônicos têm sido direcionados para a proteção e, frequentemente, com manipulação e transferência de ninhos, sem que se leve em consideração a influência das variáveis do ninho e do clima sobre características básicas da biologia deste grupo. Além disto, existem lacunas críticas quanto ao conhecimento da ecologia básica que seriam essenciais para o planejamento e execução de estratégias de conservação eficientes. Um aspecto crítico se refere ao comportamento destes animais fora do período reprodutivo, principalmente quanto ao uso de ambientes, e migratório das fêmeas antes e depois das desovas. Neste contexto, a região do baixo rio Xingu encontra-se um dos maiores tabuleiros de desova da *Podocnemis expansa* da bacia amazônica, protegido pelo Estado desde a década de 1970. Mesmo assim, pouco se sabe sobre o comportamento destas fêmeas após a desova, assim como os impactos das variações climáticas sobre seu sucesso reprodutivo. O presente trabalho tem como objetivos descrever o padrão espaço-temporal das migrações pré e pós reprodutivas e avaliar os fatores que influenciam no sucesso reprodutivo de *P. expansa*, e assim subsidiar medidas de manejo. Entre outubro de 2013 iniciamos o monitoramento da rota migratória de 8 fêmeas de tartaruga que nidificam no baixo rio Xingu. Oito fêmeas de tartaruga foram rastreadas por períodos que variaram entre 143 a 1383 dias. O deslocamento total médio variou entre 85 a 1.316 km (média =729, n=8). O tempo médio gasto pelas fêmeas no percurso da área de alimentação até a área de reprodução no rio Xingu variou de 2 a 75 dias (média =44,2, n=9). Identificamos três padrões migratórios e cinco áreas de alimentação. As fêmeas monitoradas por mais de um ciclo reprodutivo apresentaram fidelidade ao sitio de alimentação e desova, realizando migrações sazonais com rotas semelhantes entre anos. Identificamos que as praias do baixo Xingu recebem no período reprodutivo tartarugas que migram da foz e do baixo amazonas. Investigamos por nove anos o efeito das variáveis do clima sobre o sucesso de eclosão nesta grande área de desova. A taxa de eclosão diferiu entre os anos e entre as praias. A praia alteada apresentou uma menor taxa de eclosão em todos os anos que foram comparados com praias naturais, indicando que o efeito do manejo realizado foi o oposto do pretendido, com menor produção de filhotes. A cota do rio e as temperaturas máximas, médias e mínimas afetaram negativamente a taxa de eclosão. Por outro lado, a precipitação e a umidade influenciaram positivamente a taxa de eclosão. A taxa de eclosão nas praias naturais não diferiu entre os anos, mas estas foram monitoradas por um número reduzido

de estações reprodutivas. Recomenda-se o monitoramento continuado dos referidos parâmetros nas principais áreas onde se investe na proteção de sítios reprodutivos de quelônios na Amazônia.

ABSTRACT

The efforts for the amazonian chelonians conservation have been directed towards the protection and transference of nests, without considering the influence of nest and weather variables on the basics characteristics of this group biology. Moreover, there are critical gaps when it comes to the knowledge of basic ecology of this group that otherwise would be fundamental for the planning and execution of effective conservation strategies. A important aspect relates to the behavior of the animals while not on reproductive period, mainly regarding the use of environments, and migratory of females before and after spawning. In this context, on the low Xingu river region is placed one of the biggest spawning tray of *Podocnemis expansa* on the amazon basin, protected by the state since the 1970s. Nevertheless, little is known about the behavior of this females before the spawning, as well as the impacts of climate variations upon their reproductive success. Considering the current scenario, the present paper aims to describes the spatio-temporal pattern of pre and post reproductive migrations and evaluate the factors that influence reproductive success, contributing to increase knowledge about the species, to thereby subsidize management measures. From October of 2013 we began monitoring the migratory route of 8 female turtles nesting on the low Xingu River. The eight female turtles were tracked for periods ranging from 143 to 1383 days. The average total displacement ranged from 85 to 1316 km (average =729, n=8). The average time spent by the females in the course of the feeding area to the breeding area in the Xingu River ranged from 2 to 75 days (average =44,2, n=9). We identified three migratory patterns and five feeding areas. Females showed fidelity to the feeding and reproductive site. We identified that the beaches of the low Xingu receive in the reproductive period turtles that migrate from the mouth and the low Amazon. We investigated for nine years the effect of climate variables on hatching success in this large spawning area. The data show that the hatching rate differed between the years and between the beaches. The raised beach presented a lower hatching rate in all the years compared to natural beaches, indicating that the effect of the management procedures were opposite of what was intended. The total precipitation, the river quota and the maximum and minimum temperatures negatively affected the hatch rate. The hatch rate of natural beaches did not differ between

the years. The results attest to the variation in hatching success between reproductive seasons and spawning beaches. It is recommended the continued monitoring of these parameters in the main areas where it is invested in the protection of reproductive sites of chelonians in the Amazon.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1.

Figura 1. Localização da área de estudo.

Figura 2: A- Deslocamento fêmea T2; B- Deslocamento fêmea T4; C- Deslocamento fêmea T5; D- Deslocamento fêmea T1; E- Deslocamento fêmea T3; F- Deslocamento fêmea T6; G- Deslocamento fêmea T7; H- Deslocamento fêmea T8.

Figura 3: Localização das áreas de alimentação

CAPÍTULO 2.

Figura 1. Localização da área de estudo.

Figura 2. Variação do sucesso da eclosão entre as estações reprodutivas dos ninhos naturais de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil.

Figura 3. Relação entre as variáveis ambientais (Profundidade e temperatura do ar máxima) e a taxa de eclosão dos ninhos naturais de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil.

Figura 4. Variação do sucesso da eclosão entre as estações reprodutivas dos ninhos em ambiente alteado de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil**.**

Figura 5. Relação entre as variáveis ambientais (altura, cota do rio, temperatura do ar média, temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, umidade relativa do ar e precipitação e a taxa de eclosão dos ninhos depositados na Praia do Juncal (ambiente alteado) de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1.

Tabela 1: Tabela contendo o número de dias monitorados, data de saída da área de desova e alimentação, data de chegada na área de desova e alimentação, tempo de permanência na área de desova e alimentação, tempo de deslocamento até a área de desova e alimentação e distância total percorrida.

CAPÍTULO 2.

Tabela 1. Variáveis descritivas da taxa de eclosão dos ninhos de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil. (Médias; desvio padrão; tamanho da amostra; amplitude).

Tabela 2. Sumário do Modelos Lineares Generalizados (GLM) avaliando o efeito da altura, profundidade, temperatura do ar média, temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, umidade relativa do ar, precipitação e cota do rio sobre a taxa de eclosão em ninhos naturais de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil

Tabela 3. Sumário do Modelos Lineares Generalizados (GLM) avaliando o efeito da altura, profundidade, temperatura do ar média, temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, umidade relativa do ar, precipitação e cota do rio sobre a taxa de eclosão em ninhos de *Podocnemis expansa* depositados na Praia do Juncal (ambiente alteado), no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil

Sumário

RESUMO viii
ABSTRACT ix
LISTA DE FIGURAS x
LISTA DE TABELAS xi
APRESENTAÇÃO DA TESE 15
CAPÍTULO I 16
INTRODUÇÃO GERAL 16
OBJETIVO GERAL DA TESE 19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19
CONCLUSÕES GERAIS 19
REFERÊNCIAS 20
CAPÍTULO II 27
INTRODUÇÃO 27
Rio Xingu 30
Matérias e Métodos 31
Captura e instalação dos rádios transmissores 31
Monitoramento das fêmeas 32
RESULTADOS 32
Padrões de deslocamento 32
Áreas de alimentação 37
Fidelidade às áreas de alimentação 38
Fidelidade ao sítio reprodutivo 38
DISCUSSÃO 38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42
CAPÍTULO III 52
RESUMO 52
INTRODUÇÃO 53
MATERIAL E MÉTODOS 54
Área de Estudo 54
Coleta de Dados 57
Análises 57
RESULTADOS 58
DISCUSSÃO 63

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67
CONSIDERAÇÕES FINAIS 73
APÊNDICES 75
Apêndice 1 76
Note: Podocnemis expansa post-reproductive migration. HERPETOLOGICAL REVIEW .. 76

APRESENTAÇÃO DA TESE

Esta tese, intitulada **"Ecologia e Conservação de P*odocnemis expansa* (testudines, podocnemididae) no baixo rio Xingu, Pará, Brasil"**, foi elaborada a partir da junção de capítulos, seguindo as orientações do Regimento Geral do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (resolução nº 4.094/2011, Art. 66). O primeiro capítulo apresenta uma Introdução Geral, Objetivos, Conclusão Geral e as Referências Bibliográficas. O segundo e o terceiro capítulo referem-se aos dois artigos científicos produtos da tese. Sendo eles:

O capítulo II, intitulado **"Movimentos sazonais e fidelidade às áreas de alimentação e reprodução em *Podocnemis expansa* (Tartaruga da Amazônia) na bacia Amazônica, Pará, Brasil"**, objetivou descrever o padrão espaço-temporal das migrações pré e pós reprodutivas, mapeando as áreas de alimentação e rotas migratórias das fêmeas que nidificam no baixo rio Xingu.

O capítulo II intitulado "**Fatores que afetam a taxa de eclosão em uma grande colônia de nidificação de *Podocnemis expansa* (Reptilia, Podocnemididae) no baixo Rio Xingu, Brasil",** traz o monitoramento, ao longo de nove anos, das taxas de eclosão e da influência das características do ninho e do clima sobre o sucesso reprodutivo das fêmeas de tartaruga que utilizam o Tabuleiro do Embaubal para nidificação.

Finalizamos com as considerações finais da tese, com o intuito de interligar os resultados dos dois artigos e apresentar recomendações para o manejo e proteção da espécie.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

Os quelônios amazônicos, em especial a família Podocnemididae, representam, desde o período pré-colombiano até os dias atuais, uma fonte segura de alimento para as populações ribeirinhas ao longo dos rios amazônicos (Bates, 1892; Smith, 1974; Mittermeier, 1975; Rebêlo e Lugli, 1996; Rebêlo e Pezzuti, 2000). Durante o período de exploração comercial, a Tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812) se tornou um animal raro, chegando quase ao esgotamento dos estoques na maior parte de sua distribuição (Bates, 1892; Johns, 1987).

Durante os últimos 36 anos, o governo brasileiro vem desenvolvendo atividades de proteção aos quelônios da Amazônia. Entre suas principais iniciativas está a criação, em 1979, do Programa Quelônios da Amazônia (PQA), que tem como principal ação de manejo a proteção de praias de desova da Tartaruga da Amazônica (IBAMA 1989). O Programa Quelônios da Amazônia (PQA), conduzido anteriormente pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (o extinto IBDF) e posteriormente pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), vem sendo conduzido com fragilidade devido à escassez de recursos físicos, financeiros e humanos.

Estas ações, ainda carecem de bases técnico-científicos básicos para subsidiar estratégias mais eficientes e que considerem a história natural e a ecologia destas espécies, sobretudo quanto ao uso de ambientes ao longo do ano e da área de vida dos adultos.

No geral, os padrões de movimento, o uso do ambiente e a área de vida dos quelônios de água doce são pouco conhecidos (Fachín-Terán *et al.*, 2006; Ely, 2008; Vogt, 2008; Pantoja-Lima, 2012; Souza, 2012; Costa, 2013). Os poucos estudos desenvolvidos com os Podocnemidideos indicam que o ciclo hidrológico tem forte influência sobre tais parâmetros (Alho e Pádua, 1982; Fachín-Terán *et al.*, 2006; Castelblanco-Martínez *et al.*, 2006; Bernhard, 2010). O conhecimento dos padrões de movimento, o uso do ambiente e a área de vida dos quelônios possibilitam mapear os ambientes mais susceptíveis para a espécie e compreender a história de vida e a ecologia geral destes animais (Edge *et al.*, 2010).

Em áreas onde ainda existem grandes concentrações de fêmeas desta espécie, protegidas por equipes de fiscalização quando agrupadas junto às áreas de desova, existe

forte pressão de captura, justamente quando os animais se deslocam para dentro e para fora do perímetro onde as patrulhas são mais ou menos constantes (IBAMA, 1989; Pantoja-Lima, 2012; Pezzuti *et al.,* 2008). Além disto, os esforços de proteção dos quelônios na região do baixo Xingu ocorrem esporadicamente ao longo do período de desova, contemplando apenas as proximidades das principais praias. Contudo, estudos indicam que não basta proteger áreas de desovas, pois fêmeas e juvenis são capturados a mais de 500 km de distância do local de nascimento (Pantoja-Lima, 2012). O Tabuleiro do Embaubal, localizado no baixo rio Xingu, constitui uma das mais importantes áreas de desova da Tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812), com uma produção anual superior a um milhão de ovos (Carneiro, dados não publicados). Esta espécie, classificada como Dependente de Conservação (IUCN, 1996), teve sua reclassificação recomendada para Criticamente Ameaçada pelo Grupo de Especialistas (Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group/TFTSG – SSG/IUCN), em função do alto grau de vulnerabilidade das populações remanescentes.

O comportamento migratório e reprodutivo dos Podocnemidídeos amazônicos também está fortemente relacionado ao ciclo hidrológico (Alho e Pádua, 1982; Fachín-Terán, 1992; Pezzuti e Vogt, 1999), pois a desova ocorre na estação mais seca do ano, quando as águas dos rios estão nos níveis mais baixos e as praias estão expostas (Alho e Pádua, 1982; Soini, 1995). O clima e diversas outras características biofísicas também afetam a sobrevivência, o desenvolvimento e o sexo dos embriões (Mortimer, 1990; Souza & Vogt, 1994; Pezzuti & Vogt, 1999; Félix-Silva, 2009; Pantoja-Lima *et al.*, 2009; Pignati *et al.,* 2013). O ambiente de nidificação exerce forte influência sobre os parâmetros biológicos destes animais. Os quelônios possuem dois principais mecanismos de determinação do sexo: determinação sexual dependente da temperatura de incubação (DST) e determinação sexual genotípica (DSG) (Bull & Charnov, 1988; Ferreira Júnior, 2009). Na determinação sexual genotípica, o sexo é determinando geneticamente. Na determinação do sexo dependente da temperatura de incubação, o sexo é determinado por fatores ambientais como temperatura e umidade (Bull, 1980; Pieau & Dorizzi, 2004). A temperatura de incubação influencia a sobrevivência, o tamanho dos filhotes ao nascer, o crescimento, a emergência do ninho, o desempenho locomotor dos filhotes e a termorregulação dos juvenis e adultos (Mrosovsky, 1980; Marcovaldi *et al.*, 1997; Janzen, 1993; Rhen *et al.,* 1999; Packard, 1999; Andrews, 2004). Estudos mostram que

temperaturas acima de 37 °C ou abaixo de 28 °C são letais para os embriões de *P. expansa* (Lubiana & Ferreira Júnior, 2009). Além disso, quando a temperatura de incubação se aproxima dos limites de tolerância térmica, leva a diminuição no sucesso de eclosão (Godley *et al.*, 2001; Steyermark & Spotila, 2001; Garrett *et al.*, 2010; Valverde *et al.*, 2010; Patino-Martinez *et al.*, 2011).

Assim, as características físicas do sítio de nidificação (granulometria do sedimento e perfil da praia) e do ninho (altura e profundidade do ninho) e as propriedades do clima (temperatura do ar e precipitação), determinam as temperaturas de incubação dos ovos durante o desenvolvimento embrionário, e assim, a razão sexual das ninhadas e a sobrevivência dos embriões (Mortimer, 1990; Mrosovsky & Provancha, 1992; Souza & Vogt, 1994; Wilson, 1998; Naro-Maciel *et al.*, 1999; Valenzuela, 2001; Malvasio *et al.*, 2002; Matsuzawa *et al.*, 2002; Ferreira Júnior, 2003; Ferreira Júnior & Castro, 2003; Margaritoulis, 2005; Booth & Freeman, 2006; Santidrián Tomillo *et al.*, 2009; Rafferty *et al.*, 2011). Consequentemente, mudanças na composição do sedimento, bem como, alterações climáticas, têm um poder potencialmente crítico sobre o ciclo reprodutivo dos quelônios amazônicos.

Embora nas últimas décadas o número de pesquisa a respeito da influência das mudanças climáticas sobre os quelônios tenha aumentado (Janzen, 1994; Mitchell & Janzen, 2010), estudos reprodutivos de longa duração levando em consideração a influência do ambiente sobre os parâmetros biológicos, principalmente ao que se refere a sobrevivência dos embriões, são praticamente inexistentes para as espécies amazônicas. Esta é uma lacuna importante, pois as variações anuais no clima e no ciclo hidrológico têm forte influência em fatores críticos, como a sobrevivência e o sucesso reprodutivo (Pignati *et al.*, 2013).

Diante deste cenário, o conhecimento detalhado desses aspectos contribui para a implementação de medidas bem sucedidas de manejo e conservação dos quelônios amazônicos (Pantoja-Lima, 2012).

Com base nessas evidências, formulamos as seguintes hipóteses:

1- As fêmeas de *Podocnemis expansa* que nidificam no tabuleiro do embaubal apresentam fidelidade ao sitio de desova;

2- No baixo Xingu, a taxa de eclosão é influenciada pelas características biofísicas do ambiente de nidificação e entre as temporadas reprodutivas.

OBJETIVO GERAL DA TESE

Descrever o padrão espaço-temporal das migrações pré e pós reprodutivas e avaliar os fatores que influenciam no sucesso reprodutivo, contribuindo para o aumento do conhecimento sobre a espécie, para assim subsidiar medidas de manejo e conservação.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a migração pré e pós-reprodutiva;
- Descrever a frequência do uso dos ambientes ao longo de um ano;
- Mapear as rotas migratórias;
- Verificar se existe fidelidade ao sítio de desova (se as fêmeas retornam à mesma praia no ano seguinte);
- Verificar se existe fidelidade ao sítio de alimentação (se as fêmeas também usam as mesmas áreas ciclos de dispersão subsequentes);
- Investigar a influência do ambiente de nidificação (altura do ninho em relação ao nível do rio e profundidade final) sobre a taxa de eclosão dos filhotes recém-eclodidos;
- Investigar a influência das variáveis ambientais (cota do rio, precipitação, temperatura média do ar, temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar e unidade relativa do ar) sobre a taxa de eclosão recém-eclodidos;
- Avaliar taxa de eclosão diferem entre os anos e entre as praias de desova e quais os fatores estão relacionados a estas diferenças;

CONCLUSÕES GERAIS

- As fêmeas de tartaruga que nidificam no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, podem permanecer nas ilhas do arquipélago ou migrarem para áreas de alimentação ao longo do baixo Amazonas e do seu estuário;
- As fêmeas de tartaruga permanecem a maior parte do ano nas áreas de invernadas;

- As fêmeas de tartaruga que migram do rio Amazonas chegam na região do abuleiro entre a segunda e a terceira semana de setembro;
- As fêmeas de tartarugas monitoradas por mais de um ciclo hidrológico anual apresentam fidelidade à área de reprodução, voltado todos os anos para as praias do Tabuleiro do Embalbal para nidificarem;
- As fêmeas de tartaruga monitoradas por mais de um ciclo hidrológico apresentam fidelidade as áreas de alimentação, retornando todos os anos para a mesma ilha de invernada;
- O sucesso de eclosão variou entre as categorias de praias, sendo que a taxa de eclosão é maior na praia natural;
- O sucesso de eclosão na praia alteada variou entre os nove anos monitorados;
- As variáveis climáticas consideradas têm forte influência sobre o sucesso reprodutivo das tartarugas;

REFERÊNCIAS

Alho, C.J.R., Pádua, L.F.M. 1982. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. **Canadian J. Zoology,** 60:97-103.

Andrews, R.M. 2004. Patterns of embryonic development. In: Deeming, D.C. (Eds.). Reptilian Incubation: Environment, Evolution and Behaviour. **Nottingham: Nottingham University Press**, pp. 75-102.

Bates, W.H. 1892. *A Naturalist on the River Amazon*. London, **Murray**. 395 p.

Bernhard, R. 2010. **Dinâmica populacional de *Podocnemis erythrocephala,* no rio Ayuanã, Amazonas, Brasil**. Tese doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 106pp.

Booth, D.T., Freeman, C. 2006. Sand and nest temperatures and an estimate of hatchling sex ratio from the Heron island green turtle (*Chelonia mydas*) rookery, southern Great Barrier Reef. **Coral Reefs**. 25:629-633

Bull, J.J. 1980. Sex determination in reptiles. **Quaterly Review of Biology** 55:3-21.

Bull, J.J., Charnov, E.L. 1988. How fundamental are Fisherian sex ratios? **Oxford Surveys inevolutionary biology** 5:96-135.

Castelblanco-Martínez, D.N., Vogt, R.C., Klein, G. 2006. Resultados preliminares do estudo de telemetria de *Podocnemis expansa* no rio Trombetas. In. **VII Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinamérica, Ilhéus**. p. 101.

Costa, S.F. 2013. **Área de vida, movimentação e seleção de habitat do cágado *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP.** Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 104 pp.

Edge, C.B., Steinberg, B.D., Brooks, R.J., Litzgus, J.D. 2010. Habitat selection by Blanding's Turtles (Emydoidea blandingii) in a relativ ely pristine landscape. **Ecoscience** 17:90–99.

Ely, I. 2008. **Área de vida, movimentos e hábitats utilizado por *Trachemys adiutrix Vanzolini*, 1995 (Testudines, Emydidae) na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 69pp.

Fachín-Téran, A. 1992. Desove y uso de playas para nidificacion de taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el rio Samiria. Loreto-Peru. **Boletin de Lima** 79:65-75.

Fachín-Terán, A., Vogt, R.C., Thorbjarnarson, J.B. 2006. Seasonal movements of *Podocnemis sextuberculata* (Testudines:Podocnemididae) in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology** 5:18-24.

Félix-Silva, D. 2009. **Ecologia e Conservação de *Podocnemis unifilis Troschel* 1848 (Testudines, Podocnemididae) no Reservatório da UHE Tucuruí, Pará-Brasil.** Tese de doutorado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 274pp.

Ferreira Júnior, P.D. 2003. **Influência dos processos sedimentológicos e geomorfológicos na escolha das áreas de nidificação de *Podocnemis expansa***

(tartaruga-da-amazônia) e *Podocnemis unifilis* (tracajá), na do Rio Araguaia. Tese de doutorado, Fundação Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 296pp.

Ferreira Júnior, P.D. 2009. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. **Acta Amazonica** 39:139-154.

Ferreira Júnior, P.D., Castro, P.T.A. 2003. Geological control of *Podocnemis expansa* and *Podocnemis unifilis* nesting areas in Rio Javaés, Bananal Island, Brazil. **Acta Amazônica** 33:445-468.

Ferreira Júnior, P.D., Castro, P.T.A. 2010. Nesting ecology of *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae) in the Javaés River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 70:85-94.

Garrett, K., Wallace, B.P., Garner, J., Paladino, F.V. 2010. Variations in leatherback turtle nest environments: consequences for hatching success. **Endangered Species Research** 11:147-155.

Godley, B.J., Broderick, A.C., Mrosovsky, N. 2001. Estimating hatchling sex ratios of loggerhead turtles in Cyprus from incubation durations. **Marine Ecology Progress Series** 210:195-201.

IBAMA. 1989. *Projeto Quelônios da Amazônia - 10 anos*. **Inst. Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis XVI.** Brasília - DF.

IUCN 2006. IUCN, Red List of Threatened Species.

Janzen, F.J. 1993. The influence of incubation temperature and family on eggs, embryos, and hatchlings of the smooth softshell turtle (*Apalone mutica*). **Physiol. Zool.** 66:349-373.

Janzen, F.J. 1994. Vegetational cover predicts the sex ratio of hatchling turtles in natural nests. ***Ecology*** 75:593-599.

Johns, A. 1987. Continuing problems for Amazonian river turtles. **Oryx** 21(1): 25-28.

Lubiana, A., Ferreira Júnior, P.D. 2009. Pivotal temperature and sexual dimorphism of *Podocnemis expansa* hatchlings (Testudines: Podocnemididae) from Bananal Island, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 26:527-533.

Malvasio, A., Souza, A.M., Ferreira Júnior, P.D., Arruda S.F.A., Reis, S.E. 2002. Temperatura de incubação dos ovos e granulometria dos sedimentos das covas relacionadas a determinação sexual em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Pelomedusidae). **Publicações avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural** 5:11-25.

Marcovaldi, M.Â., Godfrey, M.H., Mrosovsky, N. 1997. Estimating sex ratios of loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. **Canadian Journal of Zoology** 75:755-770.

Margaritoulis, D. 2005. Nesting activity and reproductive output of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, over 19 seasons (1984–2002) at Laganas Bay, Zakynthos, Greece: the largest rookery in the Mediterranean. **Chelonian Conservation and Biology** 4:916-929.

Matsuzawa, Y., Sato, K., Sakamoto, W., Bjorndal, K.A. 2002. Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. **Marine Biology** 140:639-646.

Mitchell, N.J., Janzen, F.J. 2010. Temperature-dependent sex determination and contemporary climate change. **Sexual Development** 4:129-140.

Mittermeier, R.A. 1975. A Turtle in Every Pot - a Valuable South American Resource Going to Waste. **Animal Kingdom**, april-may: 9-14.

Mortimer, J.A. 1990. The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Chelonia mydas*). **Copeia** 1990:802-817.

Mrosovsky, N. 1980. Thermal biology of sea turtle. **American Zoologist** 20:531-547.

Mrosovsky, N., Provancha, J. 1992. Sex ratio of hatchling loggerhead sea turtles: data and estimates from a 5-year study. **Canadian Journal of Zoology** 70:530-538.

Naro-Maciel, E., Mrosovsky, N., Marcovaldi, M.A. 1999. Thermal profiles of sea turtle hatcheries and nesting areas at Praia do Forte, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology** 3:407-413.

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

Pantoja-Lima, J. 2012. **Integração de conhecimento ecológico tradicional e da ecologia de populações para a conservação de quelônios (Testudines:Podocnemididae) No Rio Purus, Amazonas, Brasil.** Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Manaus, Amazonas.123pp.

Pantoja-Lima, J., Pezzuti, J.C.B., Teixeira, A.S., Félix-Silva, D., Rebêlo, G.H., Monjeló, L.A.S., Kemenes, A. 2009. Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios *Podocnemis* no baixo Rio Purus, Amazonas, Brasil. **Revista Colombiana de Ciencia Animal** 1:37-59.

Patino-Martinez, P., Marco, A., Quinônes, L., Hawkes, L. 2011. A potential tool to mitigate the impacts of climate change to the caribbean leatherback sea turtle. **Global Change Biology** 18:401-411.

Pezzuti, J.C.B., Felix-Silva, D., Barboza, R.S.L., Barboza, M.S.L., Barboza, R.S.L., Fernandes, L., Alcântara, A., Carneiro, C.C. 2008. Quelônios e Crocodilianos. Diagnóstico do Meio Biótico na área de influência do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte. **MPEG/UFPA**, Belém, 186p.

Pezzuti, J.C.B., Vogt, R. 1999. Nesting ecology of *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae) in the Japurá River, Amazonas, Brazil. **Chelonian Conservation Biology** 3:419-424.

Pieau, C., Dorizzi, M. 2004. Oestrogens and temperature-dependent sex determination in reptiles: all is in the gonads. **Journal of Endocrinology**, 181: 367–377.

Pignati, M.T., 2011. **Ecologia reprodutiva de *Podocnemis unifilis troschel,* 1848 (Testudines: Podocnemididae) em uma área de várzea do baixo rio Amazonas,**

Santarém, Pará, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Bélem, 117pp.

Pignati, M.T., Fernandes, L.F., Miorando, P.S., Ferreira-Junior, P.D., Pezzuti, J.C.B. 2013. Site and Hatching Success of (Testudines: Podocnemididae) in a Floodplain Area in Lower Amazon River, Pará, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 8, p. 175-185.

Rafferty, A.R., Tomillo, S.P., Spotila, J.R., Paladino, F.V., Reina, R.D. 2011. Embryonic Death Is Linked to Maternal Identity in the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*). **PLoS OnE** 6:1-7.

Rebêlo, G., Pezzuti, J.C.B. 2000. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: sustentabilidade e alternativas ao manejo atual. **Ambiente e Sociedade**, 3(6/7): 85-104

Rebêlo, G.H., Lugli, L. 1996. The Conservation of Freshwater and the Dwellers of the Amazonian Jaú National Park (Brazil). Etnobiology in Human Welfare. Ed. S.K. Jain, Deep Publications, **New Delhi**.: pp. 253-358.

Rhen, T., Willingham, E., Sakata, J., Crews, D. 1999. Incubation temperature influence sex-steroid levels in juvenile red-eared slider turtles, *Trachemys scripta*, a specie with temperature-dependent sex determination. **Biology of Reproduction** 61:1275-1280.

Santidrián Tomillo, P., Sass, J.S., Wallace, B.P., Magrini, K.D., Blanco, G., Paladino, F. V., Spotila, J.R. 2009. Influence of emergence success on the annual reproductive

Smith, N.J.H. 1974. Destructive exploitation of the South American River Turtle. **Yearbook of the Association of Pacifiic Coast Geographers**, 36:85-120.

Soini, P. 1995. Estudio y manejo de quelonios acuáticos, 1987. Informe No 26. PP: 279-287, In: Soini, P. *et al.* 1995 (Eds), **Reporter Pacaya-Samiria. Investigaciones en Cahuana**: 1980-1994. CDC-UNALM/FPCN/TC. Lima, Perú.

Souza, M.M. 2012. **Movimentação e uso do ambiente por subadultos de *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) na Reserva Biológica do Rio**

Trombetas, Pará. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 85pp.

Souza, R.R.D., and Vogt, R.C. 1994. Incubation temperature influences sex and hatchling size in the neotropical turtle *Podocnemis unifilis.* **Journal of Herpetology**, 28, 453-464.

Steyermark, A.C., Spotila, J.R. 2001. Effects of maternal identity and incubation temperature on snapping turtle (*Chelydra serpentina*) growth. **Funct. Ecol.** 15:624-632.

Valenzuela, N. 2001. Constant, shift and natural temperature effects on sex determination in *Podocnemis expansa* turtles. **Ecology** 82: 3010–3024.

Valverde, R.A., Wingard, S., Gómez, F., Tordoir, M.T., Orrego, C.M. 2010. Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. **Endangered Species Research** 12:77-86.

Vogt, R. C. 2008. *Tartarugas da Amazônia*. 1. ed. Lima: **Biblos**, 104p.

Wilson, D. 1998. Nest-site selection: microhabitat variation and its effects on the survival of turtle embryos. **Ecology** 79:1884-1892.

CAPÍTULO II

Movimentos sazonais e fidelidade às áreas de alimentação e reprodução em *Podocnemis expansa* (Tartaruga da Amazônia) na região do baixo Xingu, Pará, Brasil

RESUMO

Mesmo com pelo menos três séculos de exploração intensa e de posteriores quatro décadas de esforços no sentido de recuperar populações, permanecemos com uma falta crítica de informações fundamentais para subsidiar a conservação dos quelônios amazônicos. Uma destas principais lacunas é relativa aos movimentos sazonais. Neste estudo, nós investigamos os movimentos sazonais das fêmeas de *Podocnemis expansa* que utilizam as praias do baixo Xingu para reprodução. Oito fêmeas tiveram transmissores modelo KiwiSat 101 instalados em suas carapaças e rastreadas por períodos de 143 a 1383 dias. O deslocamento total variou entre 85 a 1.316 km (média =729, n=8). O tempo gasto pelas fêmeas no percurso da área de alimentação até a área de reprodução no rio Xingu variou de 2 a 75 dias (média =44,2, n=9). Identificamos padrões migratórios e cinco áreas de alimentação. As fêmeas que foram monitoradas por mais de um ciclo reprodutivo anual apresentaram fidelidade ao sitio de alimentação e de desova, com trajetos similares entre os anos. Identificamos que as praias do baixo Xingu recebem, no período reprodutivo, tartarugas que migram do Baixo Amazonas e do seu estuário. Considerando que os esforços de fiscalização se restringem às áreas de desova e redondezas, recomenda-se a implementação de estratégias de conservação desta espécie que considerem os ambientes utilizados ao longo de sua área de vida, sobretudo em pontos onde a captura ilegal destinada ao tráfico ilegal ocorre de forma intensa.

Palavras-Chave: Comportamento ecológico; Migração; ecologia reprodutiva, rio Amazonas;

INTRODUÇÃO

A exploração insustentável e a degradação de habitat têm levando muitas espécies de quelônios ao declínio (Moll & Moll, 2004). Na Amazônia em particular, há um longo histórico de exploração intensa e que permanece ocorrendo (Carvajal, 1955; Bates, 1892;

Smith 1974; Johns, 1987; Rebêlo e Lugli, 1996; Rebêlo e Pezzuti, 2000; Pezzuti et al., 2004), associado a projetos de infraestrutura que afetam diretamente o funcionamento dos ambientes aquáticos, como barragens para geração de energia hidrelétrica que têm contribuído sobremaneira para uma situação crítica de conservação.

As ações de conservação desenvolvidas para os quelônios de maneira geral, e para Amazônia em particular, se restringem à proteção de praias de desova (Portal et al., 2007; Andrade, 2012; Pantoja, 2012), o que já se mostrou insuficiente (Fagundes, 2015). Diante da vulnerabilidade destas populações, torna-se necessário adotar medidas de proteção para os indivíduos na fase adulta, com base em estudos criteriosos e de monitoramento em longo prazo (Crouse at al., 1987). Neste sentido, para a elaboração de estratégias de conservação eficazes, é imprescindível conhecer aspectos básicos do comportamento migratórios e de uso do ambiente das espécies alvo (Fachín-Terán *et al*., 2006; Leite, 2010; Maxwell et al., 2011; Souza, 2012).

A movimentação dentro e entre populações é fundamental para compreender as razões ecológicas e evolutivas para a migração e dispersão dos indivíduos de uma espécie (Gibbons *et al*., 1990). A migração é um evento sazonal realizado pelos animais em períodos reprodutivos ou de invernada (Hatase et al., 2002; Plotkin & Spotila 2002; Godley et al., 2003; Craig et al., 2004; Moll & Moll, 2004; Broderick et al., 2007; Whiting et al., 2007; Girard et al., 2009; Souza, 2012; Bellini et al., 2016). Os poucos estudos sobre movimentação, desenvolvidos com os quelônios do gênero *Podocnemis,* apontam que estes indivíduos possuem movimentos e padrões de atividades intimamente relacionados ao ciclo hidrológico (Fachin-Terán, 1999; Souza, 2004; Fachin-Terán et al., 2006; Andrade, 2012; Souza, 2012; Ponce de Leão, 2015).

Podocnemis expansa, popularmente conhecida como tartaruga da Amazônia, é a maior espécie do gênero *Podocnemis*, chegando a medir 109 cm de comprimento e a pesar 90 kg (Vogt, 2008). Ocorre ao longo das bacias hidrográficas dos rios Orinoco e Amazonas (Pritchard & Trebbau, 1984). A migração sazonal da tartaruga foi pouco estudada (Moreira & Vogt, 1990; Castelblanco-Martínez et al., 2006; Vogt et al,. 2006; Souza, 2012), mas já se sabe que os padrões de deslocamentos estão relacionados principalmente com o ciclo reprodutivo (Padua e Alho 1982; Fachın-Teran 1992), na estação de seca, as tartarugas migram dos lagos e igapós depositando os seus ovos de

forma gregária, em agrupamentos frequentemente numerosos, em praias localmente conhecidas como *tabuleiros* (Vanzolini, 2003).

O Tabuleiro do Embaubal é um dos principais sítios de desova dos quelônios do gênero *Podocnemis* da bacia amazônica. As atividades de manejo e proteção aos quelônios na região tiveram início em 1979, com o Projeto Quelônios da Amazônia (PQA, atualmente denominado Programa Quelônios da Amazônia). Durante o período de 1979 a 2016, estimou-se uma produção de quase 10.000.000 filhotes de quelônios. Contudo, pouco se sabe sobre os padrões migratórios das tartarugas que utilizam a região para nidificarem. Desta forma, o presente trabalho pretendeu compreender o padrão espaço-temporal das migrações pré e pós reprodutivas das fêmeas de *P. expansa*, para uma melhor compreensão da sua ecologia e relação com os ambientes aquáticos amazônicos e o ciclo hidrológico, e também para a melhor efetivação das ações de conservação.

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo está sendo desenvolvido na região do Baixo Xingu (Figura 1).

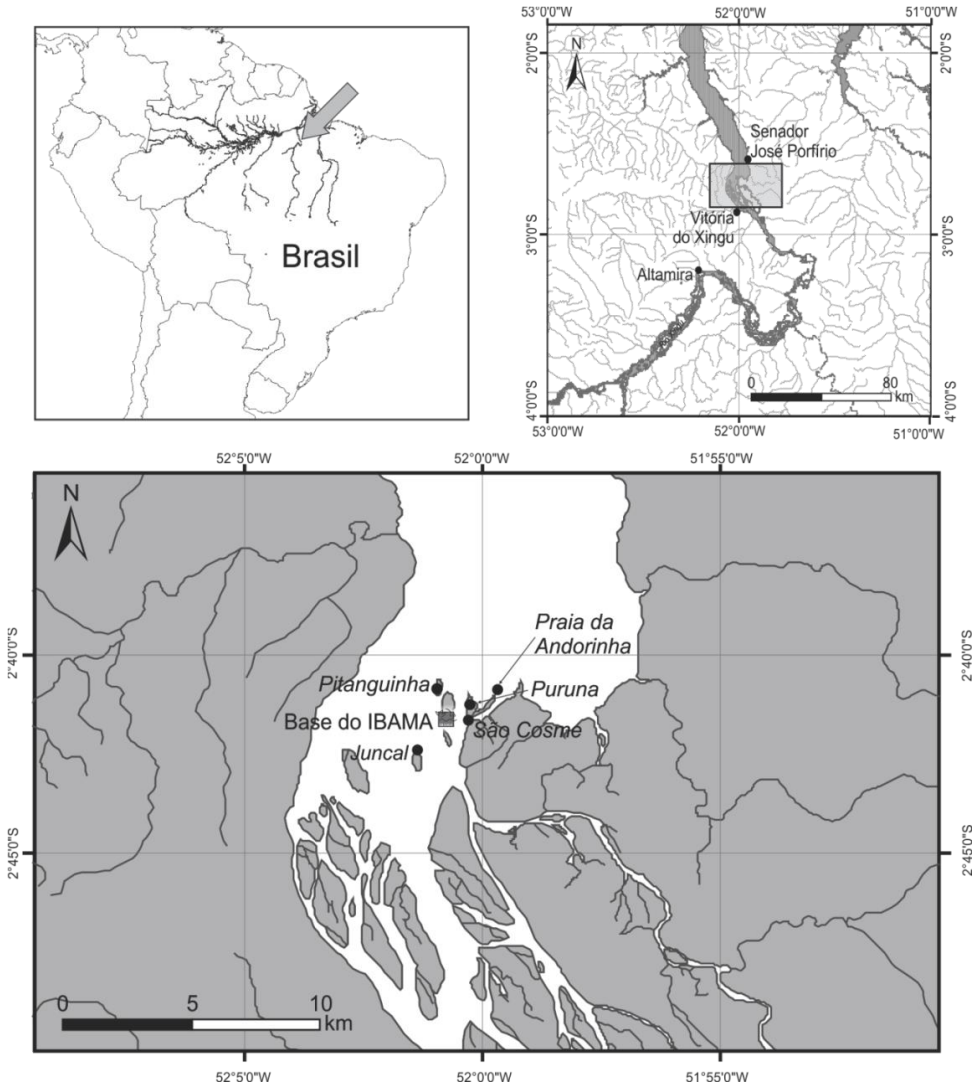


Figura 1. Localização da área de estudo.

Rio Xingu

O rio Xingu pertence à bacia hidrográfica amazônica, sendo um dos maiores afluentes da margem direita do rio Amazonas. A bacia do rio Xingu possui uma área de drenagem de aproximadamente 504.000 km^2 e uma vazão média de 9.700m^3/s (Latrubesse at al., 2005). O Baixo Xingu é uma região de difícil navegação, sua declividade é baixa e semelhante a do rio Amazonas. A influência da maré se faz sentir em praticamente todo o trecho até o início das cachoeiras, depois da localidade conhecida como Belo Monte (Perota e Botelho, 1994). O rio apresenta-se largo e forma um ambiente com características semelhantes às de um lago, denominado Lago de Ria (Sioli, 1991). O clima da região é quente e úmido, com temperaturas médias de 32ºC no verão e 26,5ºC no inverno. Os registros de precipitação média anual variam de 2.000 a 2.500 mm, apresentando sazonalidade de pluviosidade bem definida, com um período mais chuvoso

entre janeiro e junho e outro de menor incidência de chuvas entre julho e dezembro (Eletronorte, 2009).

A vegetação é composta principalmente de floresta ombrófila densa e floresta ombrófila aluvial, que se modifica conforme a sua distribuição espacial (Ivanauskas *et al.*, 2008). Entre as espécies mais comuns no estrato de terra firme estão a castanheira (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), o amarelão (*Apuleia mollaris*, Caesalpiniaceae) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae). Na área aluvional a floresta é rica em palmeiras jauari (*Astrocaryum jauari*), açaí (*Euterpe oleracea*) e caranã (*Mauritiella armata*), além disto, ao longo da faixa marginal do rio, em áreas permanentemente inundadas, pode ser encontrado extensa formação arbustiva conhecida por "aningal", dominada pela espécie *Montrichardia arborecens* Schott., (Perota e Botelho, 1994; Salomão *et al.*, 2007; Watrin, 2009). Evidenciam-se ainda, neste trecho, expressivas áreas de campos naturais inundados, compostas de formações herbáceas ou arbustivo/herbáceas, presentes em continuidade com as florestas de transição (Watrin, 2009).

O Baixo Xingu possui um rico patrimônio biológico, sendo considerado área de prioridade extremamente alta para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA, 2007). Com o intuito de proteger os quelônios do baixo Xingu, foram criadas as Unidades de Conservação Estadual Refúgio da Vida Silvestre Tabuleiro do Embaubal e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Vitória de Souzel, ambas localizadas na região conhecida como Tabuleiro do Embaubal, município de Senador José Porfírio (Semas, 2013).

Matérias e Métodos

Captura e instalação dos rádios transmissores

Durante o período de 9 de outubro a 5 de novembro de 2013 foram capturadas 8 fêmeas adultas após a nidificação na Praia do Juncal, rio Xingu. As capturas aconteceram no período da madrugada (00:00 às 5:00h), período de maior intensidade de desova. Ao encontrar a fêmea desovando, aguardamos a finalização de todo processo de nidificação, e em seguida capturamos a fêmea para realização da biometria (ver Capítulo 2). Posteriormente, cada indivíduo teve um transmissor de satélite KiwiSat 101 PTTs com frequência UHF (Ultra high Frequency), instalado na carapaça. Os aparelhos foram aderidos na carapaça do animal com massa epóxi Turbolit®. Os animais foram soltos no

mesmo local da captura após 24 horas, para garantir o completo endurecimento da massa que prende o transmissor à carapaça.

Monitoramento das fêmeas

Os animais foram monitorados através da radiotelemetria por satélite. As localizações dos animais foram captadas por satélite através do sistema ARGOS (www.argos-system.org). O Sistema Argos e composto por quatro segmentos: a) segmento espacial (satélites da NOAA); b) segmento terrestre de aquisição e processamento dos dados; c) segmento das plataformas transmissoras (transmissores PTTs), e d) segmento de distribuição dos dados aos usuários (CLS/Argos) (Mantovani *et al.*, 2003). Os dados das posições geográficas são inseridos em uma planilha de dados do Excel. Posteriormente, as localizações dos animais são plotadas em uma base de dados georreferenciada.

Os dados Argos possuem classes de localização (LC) como uma estimativa de precisão, que inclui LC3 (± 150 m), LC2 (± 350 m), LC1 (± 1000 m) e LC0 (>1000 m) e as classes de localização adicionais (LCA e LCB) que têm sua precisão desconhecida (Argos 1996). O presente estudo incluiu na análise de deslocamento e das rotas migratórias para todas as classes de localização, sendo contudo, excluídos pontos outliers. A distância máxima foi expressa pela maior distância entre os pontos de localização. Para avaliar a fidelidade à área de reprodução foram considerados os indivíduos cujos transmissores permaneceram ativos por mais de 320 dias e que permitiram comparar percursos pré e pós desova sucessivos. Para avaliar a fidelidade à área de alimentação foram considerados os animais cujos transmissores seguiram emitindo sinais por mais de 350 dias, seguindo os mesmos critérios, permitindo assim, avaliar se os animais retornaram aos mesmos locais. Foram elaborados mapas das rotas migratórias, áreas de alimentação e desova de cada animal, utilizando a extensão Points to Paths do programa QGIS 2.1.

RESULTADOS

Padrões de deslocamento

Padrão Xingu

Uma fêmea (T1) permaneceu nas ilhas do baixo Xingu próximas à área de reprodução. No dia 23 de julho de 2014, o animal iniciou a saída da área alagada e seguiu para o canal do rio, permanecendo com uma movimentação ativa entre a praia de desova e o canal do rio até o final do mês de agosto. Após esse período o animal permaneceu exclusivamente às margens da praia do Juncal (Figura 2). Consideramos que este animal retornou ao sítio de desova utilizado no ano anterior.

Padrão baixo Amazonas

Duas fêmeas (T2 e T6) migraram para a região do baixo Amazonas. As fêmeas iniciaram a migração no início do mês de novembro de 2013, descendo o Xingu e em seguida subindo o rio Amazonas. Sendo que a fêmea T2 migrou até o município de Almeirim e a fêmea T6 realizou sua migração até o município de Monte Alegre (Figura 2). A fêmea T2 monitorada por dois ciclos reprodutivo repetiu o mesmo padrão de deslocamento ao longo do estudo.

Padrão estuário

Cinco fêmeas migraram para o estuário amazônico (T3,T4,T5,T7 e T8). As fêmeas iniciaram a migração nos meses de outubro e novembro de 2013, descendo o Xingu e em seguida descendo o rio Amazonas. Duas fêmeas (T3 e T8) migraram para o município de Gurupá e três (T4,T5 e T7) migraram para o município de Afuá (Figura 2). As fêmeas repetiram o mesmo padrão de deslocamento ao longo do estudo.

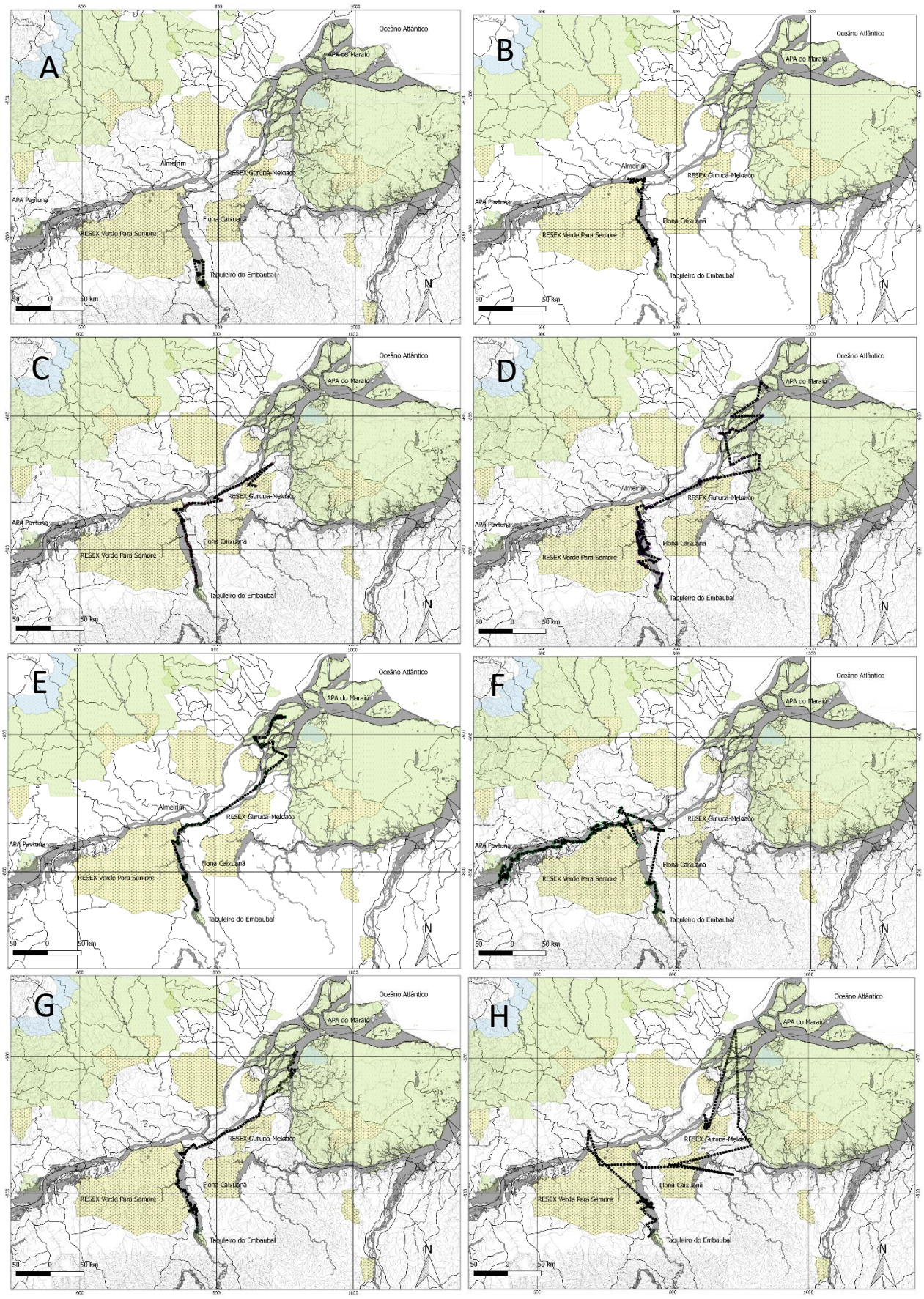

A
B
C
D
E
F
G
H
Oceâno Atlântico
APA do Maraú
Almeirim
RESEX Gurupá-Melgaço
APA Paytuna
Flona Caxiuanã
RESEX Verde Para Sempre
Taipuleiro do Embaubal
N
50 km

Figura 2: A- Deslocamento fêmea T1; B- Deslocamento fêmea T2; C- Deslocamento fêmea T3; D- Deslocamento fêmea T4; E- Deslocamento fêmea T5; F- Deslocamento fêmea T6; G- Deslocamento fêmea T7; H- Deslocamento fêmea T8.

As oito fêmeas de tartaruga foram rastreadas por períodos que variaram entre 143 a 1080 dias (tabela 1). O tempo gasto pelas fêmeas no percurso da área de reprodução até as áreas de alimentação variou de 8 a 94 dias (média =28, n=8). O deslocamento total variou entre 85 a 1.316 km (média =729, n=8). O tempo gasto pelas fêmeas no percurso da área de alimentação até a área de reprodução no rio Xingu variou de 2 a 75 dias (média =45,7, n=6) (Tabela 1). Todas as fêmeas perfizeram seus movimentos no sentido de retornar ao mesmo sítio de desova, e todas cujo transmissor permaneceu emitindo sinais por período suficiente, de fato retornaram e repetiram a desova na Praia do Juncal. As fêmeas cujos transmissores emitiram sinais por mais ciclos completos repetiram o mesmo padrão de deslocamento.

Tabela 1: Tabela contendo o número de dias monitorados, data de saída da área de desova e alimentação, data de chegada na área de desova e alimentação, tempo de permanência na área de desova e alimentação, tempo de deslocamento até a área de desova e alimentação e distância total percorrida.

Transmissor	Número de dias monitorados	Ano	Data de saída da área de desova	Data de chegada na área de alimentação	Data de saída da área de alimentação	Data de chegada na área de desova	Tempo de permanência na área de reprodução (dias)	Tempo de deslocamento da área de reprodução até a região da área de alimentação (dias)	Tempo de permanência na área de alimentação (dias)	Tempo de deslocamento da área de alimentação até região da área de reprodução (dias)	Distancia total percorrida (Área de reprodução até a área de alimentação
107236 (T1)	316	2013	27/10/2013					8			85
		2014			23/07/2014	23/07/2014			306	2	
107240 (T2)	778	2013	03/11/2013	03/12/2013				38			363
		2014			31/08/2014	25/09/2014	38		268	25	362
		2015	03/11/2014	11/12/2014					184**		
107241 (T3)	340	2013	17/10/2013	27/10/2013				10			404
		2014			19/07/2014	10/09/2014			278	52	
107235 (T4)	321	2013	15/10/2013	01/11/2013				18			972
		2014			19/06/2014				258	45*	
107237 (T5)	347	2013	11/10/2013	19/10/2013				9			629
		2014			19/06/2014	13/09/2014		30	263	75	
107242 (T6)	143	2013	06/11/2013					62			1.212
		2014		04/01/2014					81***		
107243 (T7)	1383	2013	12/11/2013	30/11/2013				18			854
		2014			28/07/2014	15/09/2014	47	18	238	50	645
		2014	01/11/2014	18/11/2014							
		2015			03/08/2015	23/09/2015	31	13	256	50	
		2015	24/10/2015	05/11/2015							
		2016			26/07/2016	09/09/2016	40	13	261	46	
		2016	19/10/2016	31/10/2016							589
		2017			06/08/2017	08/09/2017					
		2017	05/10/2017				27		315	32	
107244 (T8)	325	2013	11/10/2013					94			1.316
		2014		15/01/2014	08/07/2014	14/09/2014			165	66	

* o radiotransmissor parou de emitir sinal quando o animal estava no deslocamento para a área de reprodução

**o radiotransmissor parou de emitir sinal por um período

***o radiotransmissor parou de emitir sinal

Áreas de alimentação

Identificamos cinco áreas de alimentação (Figura 3). A primeira (I) é uma grande área localizada no Arquipélago do Marajó, que inclui as ilhas da Conceição, Salvador e Jurupari, pertencentes a Área de Proteção Ambiental do Marajó, município de Afuá. A segunda (II) está localizada na Reserva Extrativista Gurupá-Melgaço, no igarapé Marajoí, município de Gurupá, Arquipélago do Marajó. A terceira (III) contempla a Ilha do Comandaí, localizada no município de Almeirim, baixo amazonas. A quarta (IV) inclui o lago grande de Monte Alegre, dentro da Área de Proteção ambiental de Paytuna, município de Monte Alegre, baixo amazonas. A quinta (V) é uma grande área que inclui todas as ilhas do Arquipélago do Tabuleiro do Embaubal, dentro da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Vitória de Souzel, município de Senador José Porfírio, baixo Xingu.

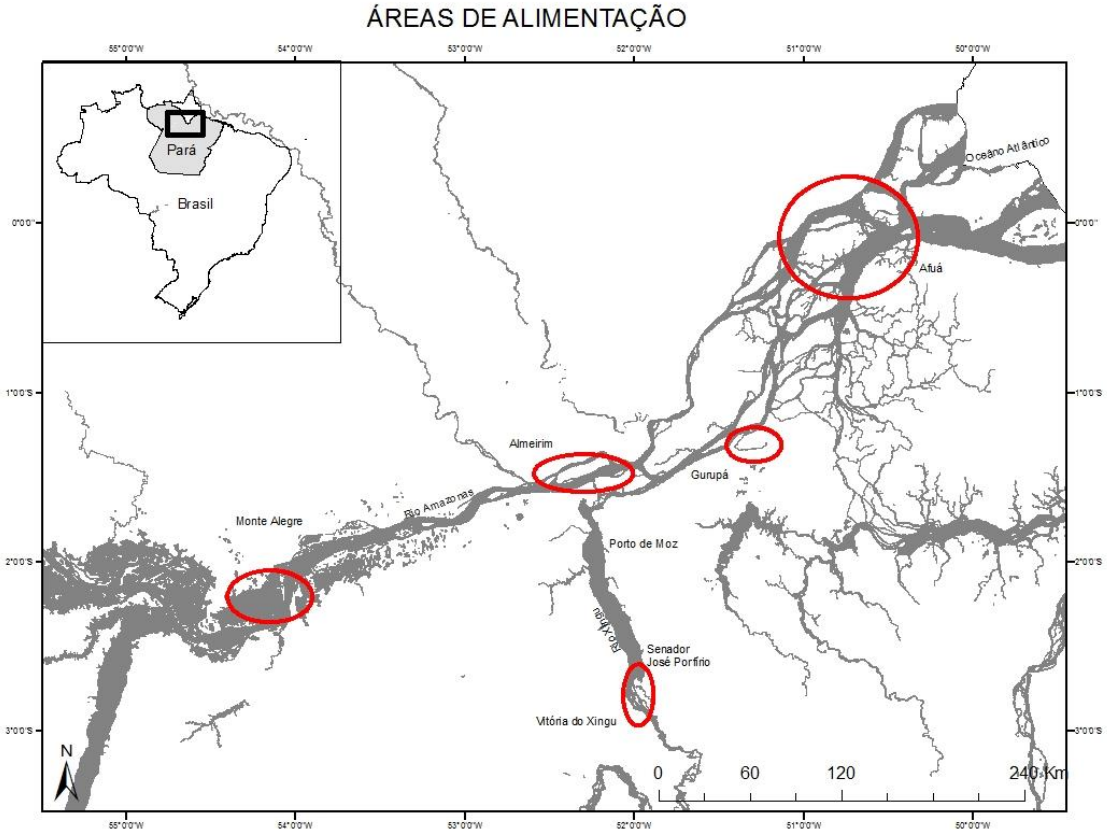


Figura 3: Localização das áreas de alimentação

Fidelidade às áreas de alimentação

Três fêmeas (T3, T4 e T7) monitoradas por mais de 345 dias apresentaram fidelidade as áreas de alimentação, voltando exatamente para as mesmas ilhas, nos anos subsequentes, após a nidificação na praia do rio Xingu. Destas, as fêmeas T3 e T4 rastreadas por dois anos, repetiram o deslocamento para a mesma área de alimentação em 2014 e 2015, em um dos casos avistamos o animal em sua área de alimentação. A fêmea T7 rastreada por quatro anos repetiu o deslocamento para a mesma área de alimentação durante os períodos de enchente e cheia entre 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017. As fêmeas T1, T2, T5, T6 e T8 foram monitoradas por apenas um ciclo (incompleto, no caso de T1), não sendo possível fazer esta avaliação para as mesmas.

Fidelidade ao sítio reprodutivo

Todas as fêmeas (T2, T3, T4, T5, T7 e T8) monitoradas por mais de 321 dias apresentaram fidelidade ao sítio reprodutivo, retornando para o Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, em todas as temporadas reprodutivas monitoradas. Destas, quatro fêmeas (T2, T3, T5 e T8) monitoradas por uma temporada reprodutiva retornaram em 2014. A fêmea T4 monitorada por duas temporadas reprodutivas retornou em 2014 e 2015 e a fêmea T7 monitorada por quatro temporadas reprodutivas retornou em 2014, 2015, 2016 e 2017. No caso da fêmea T1, não foi possível monitorar até a chegada na área de desova, pois o radiotransmissor parou de funcionar em um percurso subindo o rio Amazonas, sugerindo que a fêmea também estava retornando para o rio Xingu em 2014.

DISCUSSÃO

O deslocamento máximo encontrado neste estudo foi muito superior aos documentados para a mesma espécie (65 km, Moreira & Vogt, 1990; 22,7 km, Castelblanco-Martínez et al., 2006; 65 km, Vogt et al,. 2006; 73,8 km, Souza, 2012) e outras espécies do gênero *Podocnemis*, como *P. unifilis* (22,5 km, Ponce de Leão, 2015; 8,7 km, Andrade, 2012) e *P. sextuberculata* (26,9 km, Fachin-Terán, 1999). Nossos resultados apontaram que fêmeas de *P. expansa* podem realizar grandes migrações, semelhantes às documentadas para tartarugas marinhas (Hirth, 1997; Papi et al., 1997; Pandav & Choudhury 1998; Luschi et al., 1998; Cheng, 2000; Limpus & Limpus 2001; Hatase et al., 2002; Godley et al., 2003; Craig et al., 2004; Broderick et al., 2007; Hawkes

et al., 2007; Zbinden et al., 2007; Whiting et al., 2007; Girard et al., 2009; Bellini et al., 2016).

Na Amazônia, entre os estudos sobre deslocamento dos quelônios de água doce já realizados estão: *Phrynops rufipes* (Magnusson *et al*., 1997); *P. dumerilianus* (De La Ossa, 2007; Castro 2013); *P. expansa* (Alho e Pádua, 1982 a, b; Moreira e Vogt, 1990; Castelblanco-Martínez *et al*., 2006; Vogt *et al*., 2006; Leite, 2010; Souza, 2012); *P. sextuberculata* (Fachín-Téran *et al*., 2006); *P. erythrocephala* (Bernhard, 2010; Leite, 2010) e *P.unifilis* (Félix-Silva, 2009; Leite, 2010; Andrade, 2012; Ponce de Leão, 2015). Ambos estudos mostraram que os padrões de deslocamento dos quelônios amazônicos estão relacionados com o pulso de inundação (Junk, 1984; Junk et al., 1989), sugerindo um deslocamento em direção ao interior dos igapós à medida que o nível do rio subia (Fachin-Terán *et al*, 2006; Leite, 2010; Souza, 2012; Ponce Leão, 2015). Tais relações já foram descritas também para outros animais da fauna aquática, como peixes (Hoeinghaus *et al*., 2003; Fabré & Barthem, 2005; Barthem & Goulding, 1997), peixe-boi-amazônico (Arraut *et al.*, 2009) e jacarés (Da Silveira *et al*., 2010; Da Silveira *et al*., 2011)

Souza (2012), monitorando os deslocamentos de indivíduos subadultos de *P.expansa* no rio Trombetas, observou que os animais permaneceram os períodos de enchente e cheia no interior da floresta de igapó. As fêmeas iniciaram a saída das florestas alagadas para a área de desova entre os meses de junho e agosto, portanto em período semelhante às do Xingu, o que sugere que a migração sazonal desta espécie não se restringe aos adultos (Alho e Pádua, 1982b; Pritchard e Trebau, 1984; Souza, 2012). De acordo com Fachín-Téran *et al*., (2006), as fêmeas de *P. sextuberculata* fazem migrações anuais, os animais deixam a inundada floresta (várzea), lagos e marés no início da vazante, movendo-se para as praias de desova. Com o início da vazante as florestas de igapó, em sua maioria, secam forçando o deslocamento dos animais (Fachín-Terán *et al*., 2006; Vogt, 2008; Leite, 2010; Souza, 2012; Ponce de Leão, 2015), contudo, algumas espécies respondem de forma diferente, por exemplo, a espécie *Podocnemis unifilis*, em que algumas fêmeas permanecem nos lagos que secam no verão, realizando as desovas em suas margens, enquanto outras migram para o rio para aninhar em praias de areia (Fachín-Téran *et al*., 2006).

Com exceção da fêmea que permaneceu nas ilhas do baixo Xingu após a desova, todas as tartarugas que migraram do rio Amazonas chegaram à área de reprodução, entre a segunda e a terceira semana do mês de setembro, iniciando o comportamento de agregação em frente as praias do tabuleiro. Este é um fenômeno conhecido para a espécie e documentado para os Rios Trombetas (Vanzolini, 1967; Alho e Pádua, 1982a; Ferrara, 2012) e Purus (Pantoja-Lima et al., 2009; 2013). Como o nível do rio continuava a descer, as fêmeas iniciaram o comportamento de termorregulação, com o intuito de aumentar sua taxa metabólica e completar o processo de ovulação (Vogt, 2008). No baixo Xingu as desovas têm duração de 45 a 60 dias, iniciando na segunda quinzena do mês de setembro e se estendendo até o mês de novembro (Carneiro, dados não publicados). Identificamos que todas as fêmeas migraram para suas respectivas áreas de alimentação logo após a desova, não permanecendo próximo às áreas de desova até a eclosão como descrito por Ferrara et al. (2012).

Segundo Gibbons *et al*., (1990) padrões migratórios ocorrem de forma não aleatória, sendo um deslocamento regular e previsível, e os ambientes mais ocupados são aqueles que propiciam maiores e melhores disponibilidades de recursos, tais como abrigo, alimentos, parceiros sexuais e sítios de desova.

Nossos dados apontam que as fêmeas que migraram, após a desova, para o rio Amazonas passam pouco tempo na área de reprodução, ficam quase o ano todo nas áreas de invernada. Este comportamento pode refletir vantagens adaptativas. A abundância de recurso alimentar pode ser um dos fatores determinantes para a migração destas tartarugas, uma vez que o estuário amazônico e as áreas de várzeas alagadas do baixo Amazonas suportam uma alta produtividade biológica (Junk, 1984; Barthem & Goulding, 1997). Adicionalmente, as variações temporais e espaciais do alagamento das áreas de invernadas do estuário amazônico favorecem o acesso ao recurso alimentar o ano todo, uma vez que a influência do ciclo hidrológico é menor nessa região. Além disso, a influência das marés propicia um período de alagamento diário no arquipélago estuarino (Barthem & Goulding, 1997), mesmo em períodos onde, no Xingu, as áreas alagáveis ficam emersas por vários meses.

Um estudo comparativo da ecologia trófica, a partir de analises de isótopos estáveis, mostrou que indivíduos de *P. unfilis* apresentam uma maior amplitude de nicho

na várzea do baixo Amazonas, quando comparado a indivíduos coletados em um rio de água clara, refletindo uma utilização de maior diversidade de fontes autotróficas nesta área (Miorando, 2016). Desta forma, pode ser vantajoso para as fêmeas migrarem para áreas mais distantes, com maior disponibilidade de alimento.

Neste estudo, mostramos que fêmeas de tartarugas apresentam altos níveis de fidelidade às áreas de alimentação e invernada, tanto dentro de um ano como após sucessivas migrações pós-reprodutivas. Este é o primeiro estudo que aponta que fêmeas de tartarugas da Amazônia apresentam fidelidade às áreas de alimentação, o que é bem conhecido apenas para tartarugas marinhas (Cheng, 2000; Avens et al., 2003; Broderick et al., 2007; Marcovaldi et al., 2010).

Nosso estudo mostrou pela primeira vez que *P. expansa* desova todos os anos e apresenta forte fidelidade ao sitio de desova. Tais resultados corroboram com os estudos desenvolvidos com outras espécies de quelônios de água doce (Spencer e Thompson, 2003; Janzen e Morjan, 2001; Andrade et al. 2008) e para tartarugas marinhas (Kamel e Mrosovsky, 2004).

Nos limites da rota migratória destes animais, existe uma importante área de desova desta mesma espécie, conhecida como Arquipélago do Camaleão (Portal et al., 2007). Observamos que nenhuma das fêmeas que permaneceu perto deste tabuleiro de desova utilizou essa área para nidificar, escolhendo migrar mais de 700 quilômetros até a área de reprodução no rio Xingu. Uma das possíveis vantagens para a migração das tartarugas para se reproduzirem no Xingu é a menor influência das marés sobre o ambiente de desova.

A tartaruga da Amazônia se encontra seriamente ameaçada e sofre forte pressão em grande parte da sua área de ocorrência (Moll & Moll, 2004). A proteção da população de indivíduos adultos se restringe à proteção de praias no período reprodutivo, mas a maior parte das capturas ocorrem ao longo da rota migratória destes animais, que estão fora dos limites das áreas efetivamente protegidas (Pantoja-Lima et al., 2012). Observamos que, com exceção de uma área de alimentação localizada no município de Almeirim, todas as demais estão dentro de Unidades de Conservação, assim como a praia de desova utilizada pelas fêmeas. Contudo, parte do território utilizado ao logo do deslocamento da área de alimentação para a área de reprodução não é protegido, levando

a grandes capturas. É sabido que as UCs brasileiras, e na Amazônia em particular, contam com infraestrutura e recursos financeiros e humanos totalmente insuficientes. Além disso, o consumo de quelônios é um hábito culturalmente arraigado na cultura dos povos ribeirinhos da Amazônia (Murrieta, 1998; Rebêlo e Pezzuti, 2000; Pezzuti et al., 2010), e seu uso para subsistência é um direito assegurado por lei (Decreto 6040/2007). Desta forma, é imprescindível traçar estratégias conjuntas entre as comunidades ribeirinhas e os órgãos ambientais Federal, Estadual e Municipais para garantir a conservação desta população.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa. À Fundação Boticário e o Instituto Socioambiental pelo financiamento. Aos pescadores por toda ajuda no trabalho de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Alho, C.J.R., Pádua, L.F.M. 1982b. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. **Canadian J. Zoology** 60:97-103.

Andrade, P, C. M. (Org.) 2008. *Criação e manejo de quelônios no Amazonas.* Manaus: **Ibama, Provárzea**, 528p.

Andrade, P, C. M. (Org.) 2012. Manejo Comunitário de Quelônios (Família Podocnemididae - *Podocnemis unifilis*, *P.sextuberculata*, *P.expansa*, *P.erythrocephala*) no Médio Rio Amazonas. 1ª edição. Manaus/AM.

Argos. 1996. User's manual. **CLS/Service Argos**, Toulouse.

Arraut, E. M. Marmontel, M. Mantovani, J.E. Novo, E.M.L.M. Macdonald, D.W. Kenward, R. E. 2009. The lesser of two evils: seasonal migrations of Amazonian manatees in the Western Amazon. **Journal of Zoology**, 1-10.

Avens L, Braun-McNeill J, Epperly S, Lohmann K.J. 2003 Site fidelity and homing behavior in juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). **Mar. Biol.** 143, 211–220.

Barthem, R. E Goulding, M. 1997. Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos – Tefé, AM: **Sociedade Civil Mamirauá**; Brasília: CNPq, 140 p.

Bates, H.W. 1892. The naturalist on the river Amazon**. London**, Murray, 395 pp.

Bellini, C.; Santos, E. A. P.; Camargo, F. S.; Ramos, R. Santos, A. J. B. 2016 Migração Pós-Reprodutiva de Fêmeas de Tartarugas Marinhas Eretmochelys imbricata no Litoral do Rio Grande do Norte – Temporada 2014/2015 In: **Congresso Brasileiro de Oceanografia**, Salvador, BA.

Bernhard, R. 2010. **Dinâmica populacional de *Podocnemis erythrocephala*, no rio Ayuanã, Amazonas, Brasil.** Tese doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 106pp.

Broderick A. C., Coyne M., Fuller W. J., Glen F., Godley B. J. 2007. Fidelity and over-wintering of sea turtles. **Proc. R. Soc.** B 274, 1533–1538

Carvajal, G. 1955. Relación del nuevo descubrimiento del famoso Rio Grande de las Amazonas. **Fondo de Cultura Econômica**, 1ª edición de 1955, México. 157p.

Castelblanco-Martínez, D.N., Vogt, R.C., Klein, G. 2006. Resultados preliminares do estudo de telemetria de *Podocnemis expansa* no rio Trombetas. In. **VII Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinamérica**, Ilhéus. p. 101.

Castro, N. G. D. 2013. **Movimentação e área de uso de adultos de *Peltocephalus dumerilianus* (Testudines: Podocnemididae) na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará.** Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 33p.

Cheng, I.J. 2000. Post-nesting migrations of green turtles (Chelonia mydas) at Wan-An Island, Penghu Archipelago, Taiwan. **Mar Biol** 137:747–754

Craig P., Parker D.M., Brainard R., Rice M., Balazs G.H. 2004 Migrations of green turtles in the central South Pacific. Biol. **Conserv.** 116, 433–438

Crouse, D.T.; Crowder, L.B.; Caswell, H. 1987. A stage-base population model for loggerhead sea turtle and implications for conservation. **Ecology,** 68(5): 1412-1423.

Da Silveira, R. Ramalho, E. E. Thorbjarnarson, J. B. Magnusson, W. E. 2010. Depredation by Jaguars on Caimans and Importance of Reptiles in the Diet of Jaguar. **Journal of Herpetology,** 44: 418-424.

Da Silveira, R. Amaral, J. V. da ; Magnusson, W. E. Thorbjarnarson, J.B. 2011. *Melanosuchus niger* (Black Caiman): Long distance movement. *Herpetological Review*, v. 42, p. 424-425, De la Ossa, J. L. V. 2007. **Ecologia e Conservação de *Peltocephalus dumerilianus* (Testudines Podocnemididae) em Barcelos, Amazonas, Brasil.** Tese de Doutorado, INPA/UFAM/ Programa de Pós-Graduação e Biologia Tropical e Recursos Naturais, Manaus, Brasil, 179 p.

Eletronorte, 2009. *Avaliação Integral Avançada da Bacia do Rio Xingu*. **Arcardis**. São Paulo.

Fachín-Téran, A. 1992. Desove y uso de playas para nidificacion de taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el rio Samiria. Loreto-Peru. **Boletin de Lima** 79:65-75.

Fachín-Terán, A. 1999. **Ecologia de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil.** Tese de Doutorado - Manaus: INPA/UFAM. 189 p.

Fachín-Terán, A., Vogt, R.C., Thorbjarnarson, J.B. 2006. Seasonal movements of *Podocnemis sextuberculata* (Testudines:Podocnemididae) in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology** 5:18-24.

Fagundes, C. K. 2015. **Estratégias e áreas prioritárias à conservação de quelônios aquáticos e semi-aquáticos na Amazônia.** Tese de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia – INPA, Manaus, 179 p.

Félix-Silva, D. 2009. **Ecologia e Conservação de *Podocnemis unifilis Troschel 1848 (Testudines, Podocnemididae)* no Reservatório da UHE Tucuruí, Pará-Brasil.** Tese de doutorado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 274pp.

Ferrara, C. R. 2012. **Comunicação acústica de tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812), Testudines: Podocnemididae) na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará.** Tese de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia – INPA, Manaus, 110 p.

Ferrara, C.R., Vogt, R.C., Sousa-Lima, R.S., 2012. Turtle vocalizations as the first evidence of posthatching parental care in chelonians. **J Exp Psychol Anim** 2012, 1–9.

Gibbons. 1990. Temporal and spatial movement patterns of sliders and other turtles, p. 201-216. In: Gibbons (ed.). Life History and Ecology of the Slider Turtle. J. W. Smithsonian **Institute Press**, Washington, DC, USA.

Girard, C., Tucker, A. D. & Calmettes, B. 2009. Post-nesting migrations of loggerhead sea turtles in the Gulf of Mexico: dispersal in highly dynamic conditions. **Marine Biology**, 156, 1827 e 1839.

Godley B.J, Lima E, Åkesson S, Broderick A. C and others. 2003. Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. **Mar Ecol Prog Ser** 253:279–288;

Hatase H, Matsuzawa Y, Sakamoto W, Baba N, Miyawaki I. 2002. Pelagic habitat use of an adult Japanese male loggerhead turtle *Caretta caretta* examined by the Argos satellite system. **Fish Sci** 68:945–947

Hawkes L.A, Broderick A.C, Coyne M.S, Godfrey M.H, Godley B.J. 2007. Only some like it hot: quantifying the environmental niche of the loggerhead sea turtle. **Divers Distrib** 13:447–457.

Hirth H.F. 1997. Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). **USFWS Biological Report** 97(1).

Hoeinghaus, D.J. Layman, C.A. Arrington, D.A Winemiller, K.O. 2003. Movement of *Cichla* species (Cichlidae) in a Venezuelan floodplain river. **Neotropical Ichthyology**, 1(2): 121-126.

Ivanauskas , N.M., Monteiro, R., Rodrigues, R.R. 2008. Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu. **Acta Amazônica** 38:387-402.

Janzen, F.J.; Morjan, C.L. 2001. Repeatability of microenvironment-specific nesting behaviour in a turtle with environmental sex determination. ***Anim. Behav.,*** 62(1): 73-82.

Johns, A., 1987. Continuing problems for amazonian river turtles. **Oryx** 21(1): 25-28.

Junk, W. J. 1984. Ecology, fisheries and fich culture in Amazonia. In: Sioli, H. (ed.). The Amazon, Limnology and landscape ecology of a mighty tropical fiver and its basin. Dr. W. Junk, **Dordrecht**: 443-476.

Junk, W.J. Bayley, P.B. Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *In:* Dodge, D.P. (ed). ***Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publications in Fisheries and Aquatic Sciences**, 106: 110-127.

Kamel, S.J., Mrosovsky, N., 2004. Nest site selection in leatherbacks, Dermochelys 577 coriacea: individual patterns and their consequences. **Animal Behaviour** 68, 357-366.

Latrubesse, E., Stevaux, J.C., Sinha, R. 2005. Tropical Rivers. **Geomorphology**, 70, 187-206.

Leite, U.R. 2010. **Composição, distribuição, utilização de ambientes e variação sazonal na densidade de quelônios aquáticos do Lago Verde, Alter do Chão, Santarém, Pará, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, 63pp.

Limpus C.J, Limpus D.J. 2001. The loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Queensland: breeding migrations and fidelity to a warm temperate feeding area. **Chelonian Conserv Biol** 4:142–153

Luschi P, Hays G.C. Del, S. Marsh, R, Papi, F. 1998. The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry. **Proc R Soc Lond B Biol Sci** 265:2279–2284.

Magnusson, W.E. Lima, A. C. Costa, V.L. Vogt, R.C. 1997. Home Range of the Turtle, *Phrynops rufipes*, in an Isolated Reserve in Central Amazônia, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, n.2, v. 4: 494-499.

Mantovani, J.E., Santos, J.E., Pires, J.S.R. 2003. Rastreamento via satélite de animais: performance do sistema Argos em diferentes situações. In: **XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2003, Belo Horizonte. anais do XI SBSR. Sao Jose dos Campos: INPE. p. 589-594.

Marcovaldi M.Â. Lopez G.G. Soares, L; Lima, E.H.S.M, Thomé, J.C.A. Almeida, A.P. 2010. Satellite-tracking of female loggerhead turtles highlights fidelity behaviour in northeastern Brazil. **ESR** 12:263–272.

Maxwell, S. M., G. Breed, B. Nickel, J. Makanga-Bahouna, E. Pemo-Makaya, R. Parnell, A. Formia, S. Ngouessono, B. Godley, D. Costa and M. Coyne (2011) Using Satellite Tracking to Optimize Protection of Long-Lived Marine Species: Olive Ridley Sea Turtle Conservation in Central Africa. ***PLoS ONE*** 6(5): e19905.

Miorano, P. S. 2016. **Ecologia comparada do tracajá, *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae), em água branca e clara na bacia Amazônica**/ Tese de doutorado – Universidade Federal do Pará, 111p.

MMA. 2007. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - **Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007**. Brasília, MMA.

Moll, D., Moll, E.O. 2004. The ecology, exploitation, and conservation of river turtles. **Oxford University Press**. New York, pp.393.

Moreira, G.; Vogt, R. C. 1990. Movements of *Podocnemis expansa* before and after nesting in the Trombetas River, Brazil. In: **Abstracts of the 38th Annual Meeting Herpetologists League and the 33rd Annual Meeting of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles**, Tulane University, New Orleans, Louisiana. 79p.

Pádua, L.F.M. & Alho, C.J.R. 1982. Comportamento de nidificação da tartaruga-da-amazônia, *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae), na Reserva Biológica do rio Trombetas, Pará. **Brazil Florestal** 12:33–44.Padua, 1981.

Pandav, B.; Choudhury, B. C. 1998. Olive ridley tagged in Orissa recovered in the coastal waters of eastern Sri Lanka. **Mar. Turtle Newsl**., v. 82, p. 9-10.

Pantoja-Lima, J. 2012. **Integração de conhecimento ecológico tradicional e da ecologia de populações para a conservação de quelônios (Testudines: Podocnemididae) No Rio Purus, Amazonas, Brasil.** Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Manaus, Amazonas.123pp.

Pantoja-Lima, J., Pezzuti, J.C.B., Teixeira, A.S., Félix-Silva, D., Rebêlo, G.H., Monjeló, L.A.S., Kemenes, A. 2009. Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios *Podocnemis* no baixo Rio Purus, Amazonas, Brasil. **Revista Colombiana de Ciencia Animal** 1:37-59.

Papi F, Luschi P, Crosio E, Hughes GR (1997) Satellite tracking experiments on the navigational ability and migratory behaviour of the loggerhead turtle Caretta caretta. **Mar Biol** 129:215–220.

Perota, C., Botelho, W.C. 1994. Os sambaquis do Guará e as variações climáticas no Holoceno. **Revista do departamento de Geografia** 7:49-59.

Pezzuti, J.C.B, Rebêlo, G.H.; Felix-Silva, D.; Pantoja-Lima, J.; Ribeiro, M.C. 2004. A caça e a pesca no Parque Nacional do Jaú, Amazonas. p:213-228. In: Borges SH, Durigan CC, Iwanaga S (Eds.) **Janelas para a Biodiversidade**. Fundação Vitória amazônica, Manaus.

Plotkin, P.T. Spotila, J.R. 2002. Post-nesting migrations of loggerhead turtles *Caretta caretta* from Georgia, USA: conservation implications for a genetically distinct recovery unit. **Oryx** 36:396–399.

Ponce de Leão, S. E. G. M. 2015. **Movimentação e uso do espaço por adultos de *Podocnemis unifilis* Troschel, 1848, na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará, Brasil** / Dissertação de Mestrado - INPA- Manaus/AM, 90p.

Portal, R.R.; Cardoso, B.B.; Bonach, K.; Esteves, F.C.C. 2007 Ecologia e conservação da tartaruga verdadeira, *Podocnemis expansa* Scheigger, 1812 (Chelonia, Pelomedusidade), no Arquipélogo dos Camaleoes, Afuá – PA, Brasil. **Boletim. Técnico. Científico.** Cepnor [online], v.7 n. 1, p. 55-69.

Pritchard, P.C.H.; Trebbau, P. 1984. Turtles of Venezuela. Society for the study Amphibians and Reptiles. **Contributions to Herpetology**, n.2, 403p.

Rebelo, G.H. & L. Lugli, 1996. The Conservation of Freshwater Turtles and the Dwellers of the Amazonian Jaú National Park. **Etnobiology in Human Welfare. Ed.S.K. Jain, Deep Publications, New Delhi.** pp. 253-358.

Rebelo, G.; & J.C.B. Pezzuti, 2000. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: sustentabilidade e alternativas ao manejo atual. **Ambiente e Sociedade**,3(6/7): 85-104.

Salomão, R.P., Vieira, I.C.G., Rosa, N.A., Almeida, S.S., Amaral, D.D., Menezes, M.P.M. 2007. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazonia Oriental. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**. Ciências Naturais 2:5-153.

Semas - Secretaria de estado do meio ambiente. 2013. Diagnóstico ambiental, socioeconômico e fundiário para criação de unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável Tabuleiro do Embaubal, Município de Senador José Porfírio, Pará. Belém – PA, v. 1, p. 1-187.

Sioli, H. 1991. Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Vozes, Petropolis, 86p.

Smith, N.J.J. 1974. Destructive exploitation of the South American River Turtle. **Yearbook of the Association of Pacifiic Coast Geographers**, 36:85-120.

Souza, F.L. 2004. Uma revisão sobre atividades, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). **Phyllomedusa**. n.3, v.1: 15-27.

Souza, M.M. 2012. **Movimentação e uso do ambiente por subadultos de *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará.** Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 85pp.

Spencer, R.J.; M.B. Thompson. 2003. The significance of predation in nest site selection of turtles: an experimental consideration of macro-an microhabitat preferences. **Oikos**, 102: 592-600.

Vanzoline, P.E. 1967. Notes on the nesting behaviour of *Podocnemis expansa* in the Amazon Valley (Testudines, Pelomedusidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, 20. 17: 191 – 215.

Vanzolini, P.E. 2003. 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**, 75(4): 415-430.

Vogt, R. C. 2008. Tartarugas da Amazônia. 1. ed. Lima: **Biblos**, 104p.

Vogt, R. C.; CastelBlanco-Martínez, N.; Cruz, O. F. 2006. Satellite transmitters are tracking *Podocnemis expansa* to their non-nesting habitat in the Rio Trombetas, Brazil. In Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists. **University of New Orleans**, New Orleans, EUA. 131p.

Watrin, O.S. 2009. Levantamento do uso e cobertura da terra em área da reserva extrativista Verde para Sempre, Porto de Moz, PA. **Embrapa Amazônia Oriental** 36pp.

Whiting, S.D. Long, J.L. Coyne, M. 2007. Migration routes and foraging behaviour of olive ridley turtles Lepidochelys olivacea in northern Australia. **Endang Species Res** 3:1–9.

Zbinden JA, Aebischer A, Margaritoulis D, Arlettaz R (2007) Insights into the management of sea turtle internesting area through satellite telemetry. **Biol Conserv** 137: 157–162.

CAPÍTULO III

Fatores que afetam a taxa de eclosão em uma grande colônia de nidificação de *Podocnemis expansa* (Reptilia, Podocnemididae) no baixo Rio Xingu, Brasil

RESUMO

Foram investigados o efeito do ambiente de nidificação e do clima sobre a taxa de eclosão dos filhotes de *Podocnemis expansa* no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil, de 2007 a 2016, com exceção de 2009. As praias foram monitoradas entre setembro e janeiro, com o acompanhamento dos ninhos marcados desde o dia de postura, em cada ciclo reprodutivo. Foram utilizadas as séries históricas de dados meteorológicos. A taxa da eclosão geral, considerando a praia alteada e a natural, diferiu significativamente entre os anos (Pseudo F = 15,16; p < 0,001; Permidisp, F= 2.77, p< 0.002). A taxa de eclosão variou entre as categorias de praias (Pseudo F = 56,08; p < 0,001). A praia natural apresentou uma maior taxa de eclosão em todos os anos em que foi comparada com a praia alteada. A taxa de eclosão na praia natural não diferiu entre os anos (Pseudo F = 1,648; p < 0,124), sendo influenciada positivamente pela profundidade final do ninho e negativamente pela temperatura do ar máxima. A taxa de eclosão na praia alteada diferiu entre os anos (Pseudo F = 12,00; p < 0,001), sendo influenciada positivamente pela altura do ninho em relação ao nível do rio, a precipitação e a umidade relativa, por outro lado, a cota do rio, as temperaturas máximas, médias e mínimas afetaram negativamente a taxa de eclosão. Os resultados demonstram que há variação no sucesso de eclosão entre as temporadas reprodutivas e as praias de desova, e há influência de variáveis ambientais sobre o sucesso reprodutivo. Os resultados podem subsidiar tanto o manejo, direcionando o uso para ninhos com alta probabilidade de perda por causas naturais, como medidas de intervenção eficazes e que não tenham impactos indesejáveis. Recomenda-se o monitoramento continuado dos referidos parâmetros nas principais áreas onde se investe na proteção de sítios reprodutivos de quelônios na Amazônia, sobretudo no Xingu, considerando o barramento do rio com a construção da hidrelétrica de Belo Monte e seus efeitos a jusante.

PALAVRAS CHAVE: Podocnemis, ambiente termal, variação climática, rio Xingu.

INTRODUÇÃO

A exploração comercial das populações quelônios de água doce da Amazônia, principalmente os da família Podocnemididae (Smith, 1974; Rebêlo e Lugli, 1996; Rebêlo e Pezzuti, 2000), levou os órgãos governamentais na década de 70 à desenvolverem ações de proteção das principais áreas de reprodução destas espécies. Mesmo com essa estratégia de conservação muitas populações de quelônios vêm sendo reduzidas, mostrando que a proteção de praias não é suficiente, precisando incluir nas estratégias de conservação e manejo fatores biológicos, geomorfológicos e climatológicos (Eisemberg *et al*, 2015).

A seleção do sítio de nidificação constitui um aspecto crucial na reprodução dos quelônios (Kamel e Mrosovsky, 2004). O local selecionado pelas fêmeas para depositar os seus ovos afetará diretamente nas condições físico-químicas de incubação durante todo o desenvolvimento embrionário (Pezzuti e Vogt, 1999; Valenzuela, 2001), com reflexos na sobrevivência (Pignati, 2011), no tamanho do filhote ao nascer (Packard, 1999), no crescimento posterior (Spencer e Janzen, 2011) e no sexo dos filhotes (Alho *et al.* 1984; Souza e Vogt, 1994).

As variáveis microclimáticas do ambiente, como temperatura e umidade do substrato, estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento embrionário (Ackerman, 1997). Estas variáveis podem diferir entre as áreas de nidificação disponíveis em função de características como o perfil da praia (Ferreira Júnior, 2003), a profundidade dos ninhos (Wilson, 1998; Valenzuela, 2001), a granulometria do substrato (Mortimer, 1990; Souza e Vogt, 1994; Naro-Maciel *et al.* 1999) e a cobertura vegetal (Wilson, 1998). Estes fatores também variam entre as estações reprodutivas, devido à variação nas condições climáticas entre os anos (Margaritoulis, 2005; Rafferty *et al.* 2011). A sobrevivência e o desenvolvimento são um produto das características do local, da variação anual do clima e da temperatura crítica a que os embriões estão submetidos (Souza e Vogt, 1994; Pignati, 2011).

Podocnemis expansa (tartaruga-da-amazônia), apresenta uma ampla distribuição geográfica na América do Sul, ocupando os principais rios e afluentes da região amazônica (Pritchard e Trebbau, 1984). As fêmeas depositam os seus ovos de forma gregária, em agrupamentos frequentemente numerosos, em praias localmente conhecidas

como *taboleiros* (Pantoja-Lima *et al.* 2009). O Tabuleiro do Embaubal está localizado na região do baixo rio Xingu. A região abriga uma das maiores populações do gênero *Podocnemis* da bacia amazônica. Contudo, não há até o momento, nesta área de desova, trabalhos voltados às relações das características do ambiente de nidificação e das variações climáticas com a sobrevivência dos filhotes. Desta forma, o presente trabalho pretendeu compreender como as características do ambiente e do clima afetam o sucesso reprodutivo neste tabuleiro, para melhor subsidiar as práticas de manejo que vêm sendo aplicadas, tanto no baixo Xingu como em diversos outros locais onde ocorrem desovas agregadas desta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Os dados foram coletados em uma extensa barra arenosa que emerge no período de seca do rio Xingu (2º41'S; 52º00'W). Este banco arenoso forma uma ilha que informalmente é denominada de Tabuleiro do Embaubal, na região do Baixo rio Xingu, estado do Pará, Brasil (Figura 1). Na região do tabuleiro, o rio é largo, e a pequena velocidade do fluxo levou à denominação de Lago de Ria (Sioli, 1991). Por se localizar na região do Baixo Xingu, a influência da maré se faz sentir em praticamente todo o trecho até o início do trecho de cachoeiras, situadas a cerca de 65 km a montante. É neste trecho encachoeirado, a montante, que está sendo construída a Usina Hidroelétrica de Belo Monte que deverá regular o fluxo do rio Xingu, com consequências previsíveis para a dinâmica sedimentar no Tabuleiro do Embaubal. É uma região fracamente navegável e sua declividade é baixa e semelhante à do rio Amazonas (Perota and Botelho, 1994).

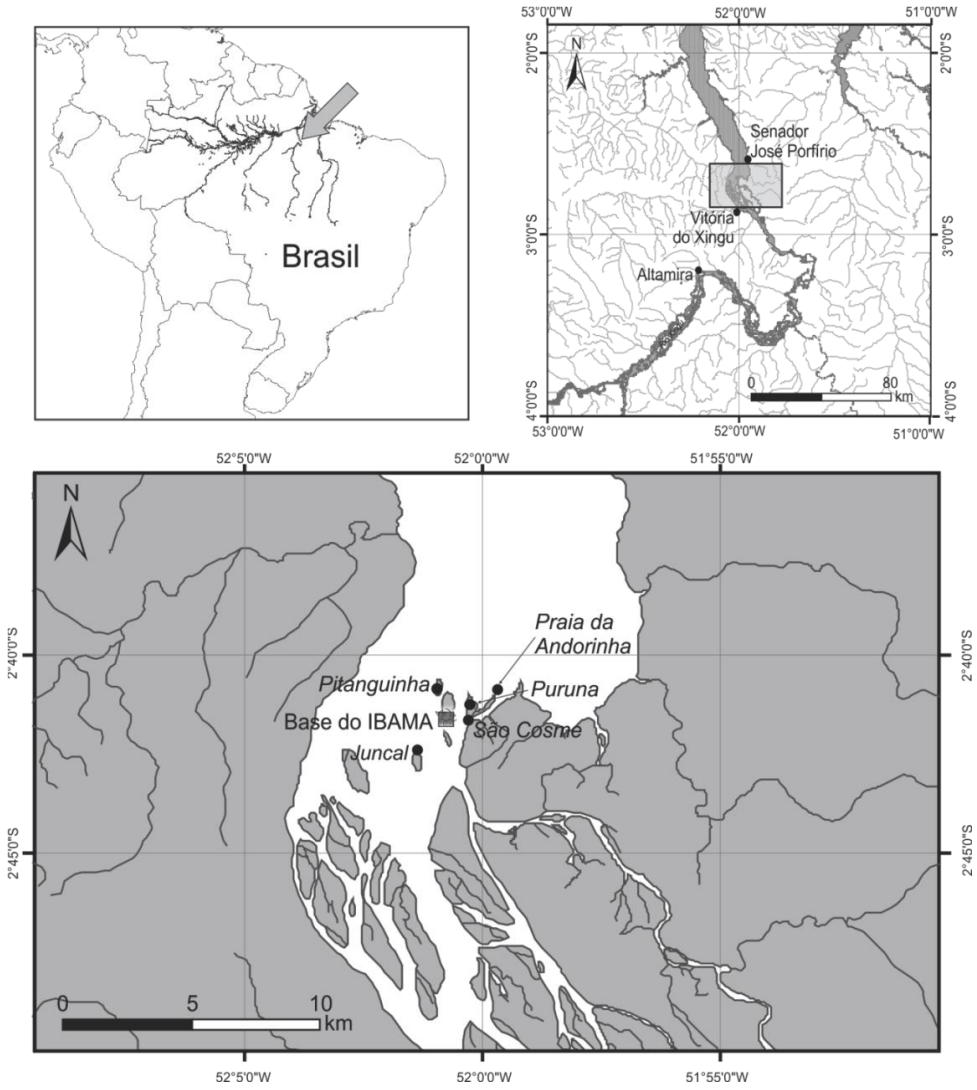


Figura 1. Localização da área de estudo.

As atividades de manejo e proteção aos quelônios na região tiveram início em 1979 com o Projeto Quelônios da Amazônia (PQA, atualmente denominado Programa Quelônios da Amazônia). Durante o período de 1979 a 2016, estimou-se uma produção total de mais de 10.000.000 filhotes de quelônios. Esta área abriga uma das maiores populações do gênero *Podocnemis* de toda a Amazônica, que se reproduz num conjunto de praias da região.

Nos últimos 10 anos, as principais praias utilizadas por *P. expansa* para nidificar no Tabuleiro do Embaubal foram a praia do Pterussu e a praia do Juncal. Entre os anos de 2004 a 2010, as fêmeas concentraram suas desovas na praia do Juncal. No entanto, as equipes responsáveis pelo manejo da área começaram a registrar altíssimas taxas de perda

de ninhos por alagamento, provocado pelas marés de sizígia, sobretudo em novembro e dezembro, estando também associado a diminuição da altura da praia. Como medida mitigatória, o órgão gestor (na época o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal e em seguida o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis/IBAMA) adotaram o processo de alteamento da praia, através da dragagem da areia do canal do rio com o auxílio de balsas, e do lançamento desta areia sobre a praia, aumentando a altura total do tabuleiro com este procedimento (figura 2). Tal medida foi adotada pela última vez em 2009, quando foi realizado o alteamento da praia do Juncal. Entretanto, a granulometria do substrato da praia foi modificada com o processo do alteamento, pois a areia depositada sobre o tabuleiro foi dragada do canal onde a correnteza tende a carrear os sedimentos mais finos, ficando apenas a areia mais pesada. A partir do ano de 2011, as matrizes se dividiram entre as praias do Juncal e do Pterussu. A praia do Pterussu é uma praia natural que nunca sofreu nenhum tipo de alteamento. Sendo assim, ao longo do texto iremos nos referir a praia do Juncal como praia alteada e a praia do Pterussu como praia natural.

Figura 2. Dragagem da areia do canal do rio com o auxílio de balsas, e do lançamento desta areia sobre a praia do Juncal para realizar o alteamento.

Coleta de Dados

Foram monitoradas as desovas de *Podocnemis expansa* nas estações reprodutivas de 2007 a 2016, com exceção de 2009. Para fazer um comparativo entre a praia alteada e a praia natural foram amostrados, a partir de 2011, ninhos nas praias do Juncal e Pterussu. Os ninhos foram marcados durante a madrugada, logo após a desova da fêmea. Cada ninho teve a sua posição marcada com uma estaca numerada e foi georeferenciado utilizando-se um aparelho de GPS (Etrex Legend, Garmin, Olathe, USA). Para cada ninho encontrado foram registradas a data de oviposição, a profundidade final (distância entre a superfície e a base da câmara de ovos), medida em milímetros, e a altura do ninho em relação ao nível da água no dia da desova (em milímetros), com auxílio de régua.

Para os nove anos foram contabilizados, para cada ninho monitorado, o número de filhotes vivos, o número de embriões mortos, o número de ovos não fecundados e o número de ovos atrésicos (ovos fecundados, mas sem desenvolvimento), possibilitando assim o cálculo da taxa de eclosão (número de filhotes eclodidos vivos em cada ninho divididos pelo número de ovos do mesmo).

Utilizamos as séries históricas de cota do nível do rio da Agência Nacional de Águas (ANA) e os dados meteorológicos (temperatura do ar máxima, temperatura do ar média, temperatura do ar mínima, umidade relativa e precipitação) da base de dados do Instituto nacional de Meteorologia (INMET) para relacionar com o parâmetro biológico (Taxa de eclosão). Os dados utilizados correspondem ao período de incubação dos ovos (final de outubro a dezembro) em cada ano.

Análises

Para avaliar se as características dos ninhos (altura do ninho com relação ao nível do rio e profundidade da câmara de ovos) e a variável biológica (sucesso da eclosão da eclosão) diferiram entre as duas categorias de praia: alteada (Juncal) e natural (Pterussu), aplicamos uma Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA). Para verificar a influência das variáveis dos ninhos (altura do ninho com relação ao nível do rio e profundidade final) e as variáveis ambientais (temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, temperatura do ar média, precipitação, cota do rio e umidade) no sucesso da eclosão foi utilizado um Modelo Linear Generalizdo (GLM) entre as duas

categorias de praia. As análises estatísticas foram realizadas de acordo com Gail et al., (2011) e Anderson (2001, 2006), utilizando os programas Primer e R (R Development Core Team 2015).

RESULTADOS

A taxa de eclosão variou entre as categorias de praias (Pseudo F = 56,08; p < 0,001). A praia natural apresentou uma maior taxa de eclosão em todos os anos em que foi comparada com a praia alteada. A taxa de eclosão na praia natural não diferiu entre os anos (Pseudo F = 1,648; p < 0,124) (Fig.3, 4; Tab.1). A taxa de eclosão foi influenciada positivamente pela profundidade final do ninho e negativamente pela temperatura do ar máxima (Tabela 3).

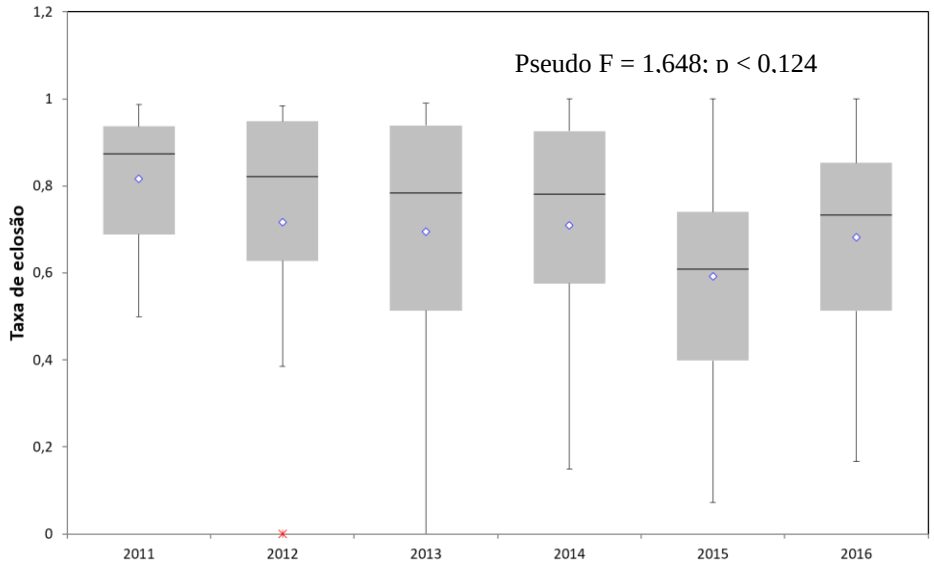


Figura 3. Variação do sucesso da eclosão entre as estações reprodutivas dos ninhos naturais de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil.

Tabela 1. Sumário do Modelos Lineares Generalizados (GLM) avaliando o efeito da altura, profundidade, temperatura do ar média, temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, umidade relativa do ar, precipitação e cota do rio sobre a taxa de eclosão em ninhos naturais de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil

Variável	F-valor	p-valor
Altura	-0.147	0.883
Profundidade	3.418	**0.00**
Temperatura do ar média	-1.239	0.216
Temperatura do ar máxima	-2.004	**0.04**
Temperatura do ar mínima	0.666	0.506
Umidade relative do ar	0.682	0.495
Precipitação média	1.141	0.255
Cota do rio	-1.253	0.211

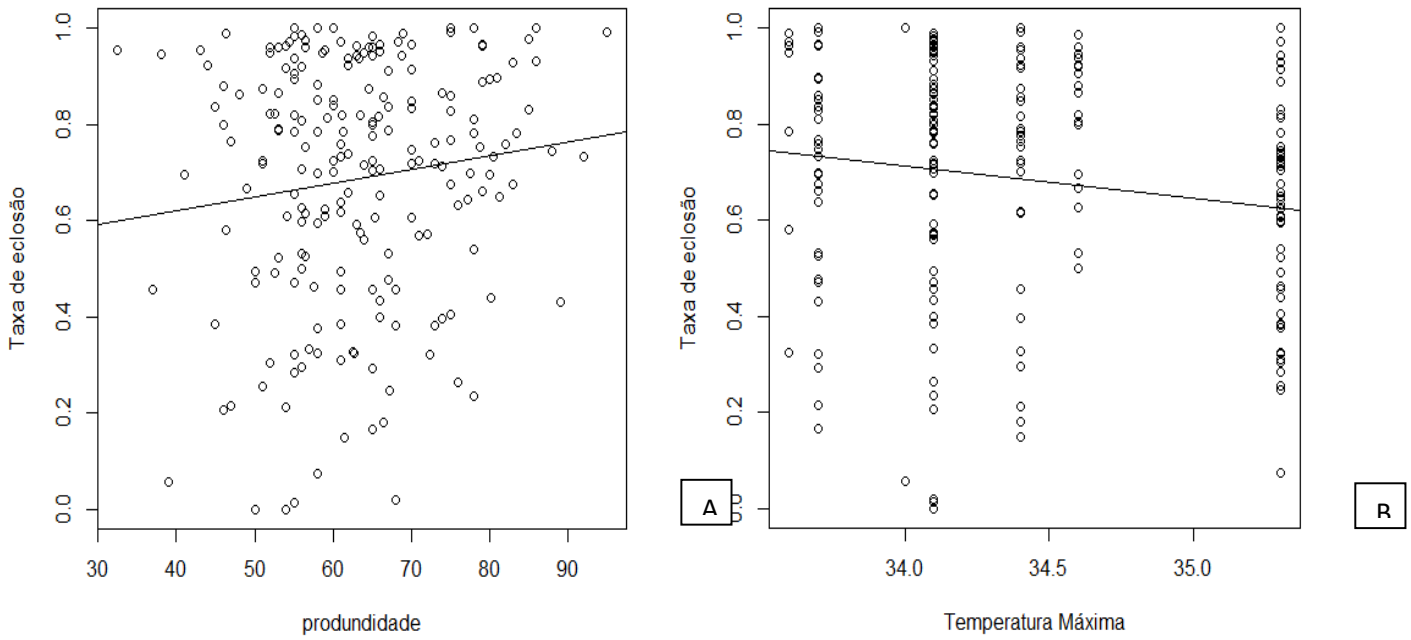


Figura 4. Relação entre as variáveis ambientais (Profundidade e temperatura do ar máxima) e a taxa de eclosão dos ninhos naturais de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil.

A taxa de eclosão na praia alteada diferiu entre os anos (Pseudo F = 12,00; p < 0,001) (Fig.5,6; Tab.2), sendo influenciada positivamente pela altura do ninho em relação ao nível do rio (Pseudo F = 2,130; p < 0,03). A cota do rio, as temperaturas máximas, média e mínimas afetaram negativamente a taxa de eclosão. Por outro lado, precipitação total e a umidade relativa influenciaram positivamente na taxa de eclosão (Tabela 2). Portanto, os anos com maiores cotas e picos de temperaturas muito elevadas ou muito baixas apresentaram um menor sucesso de eclosão, e anos com maiores precipitações e umidade relativa mostraram um maior sucesso de eclosão.

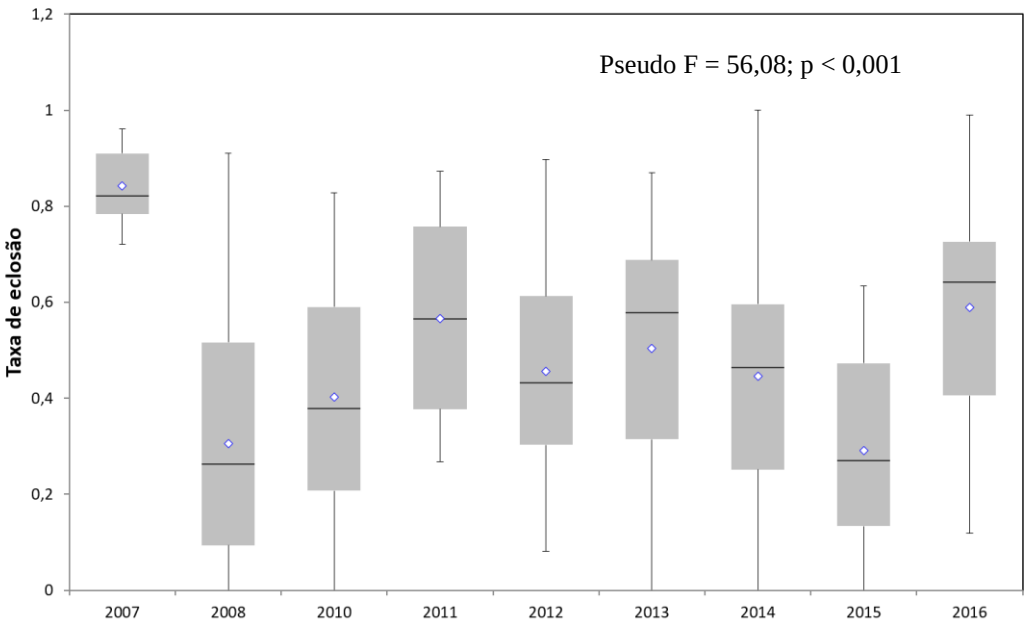
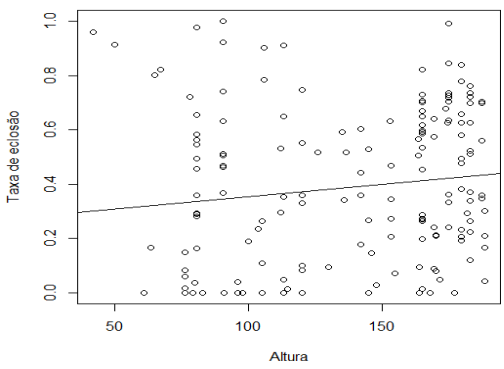
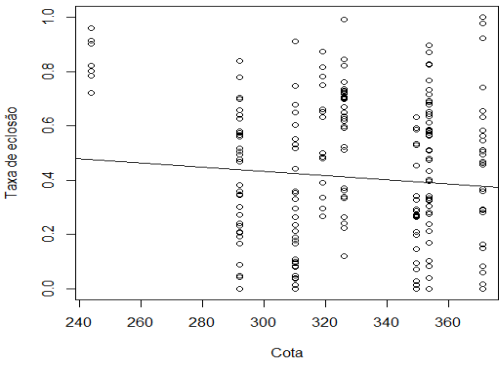


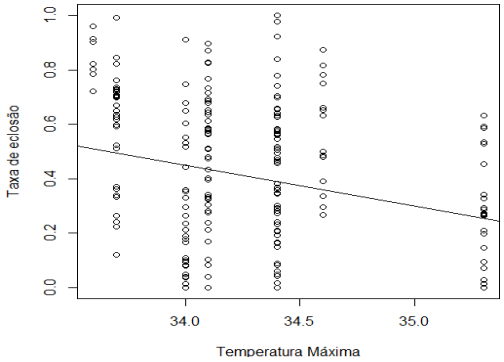
Figura 5. Variação do sucesso da eclosão entre as estações reprodutivas dos ninhos depositados na Praia do Juncal (ambiente alteado) de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil**.**

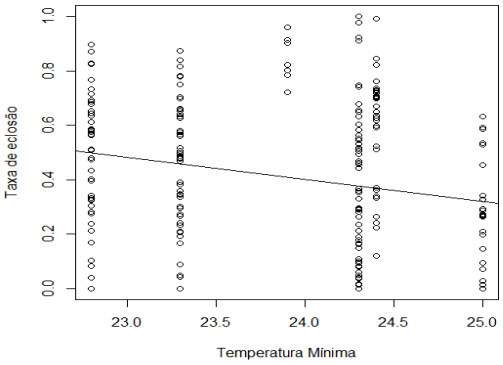
Tabela 2. Sumário do Modelos Lineares Generalizados (GLM) avaliando o efeito da altura, profundidade, temperatura do ar média, temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, umidade relativa do ar, precipitação e cota do rio sobre a taxa de eclosão dos ninhos depositados na Praia do Juncal (ambiente alteado) de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil

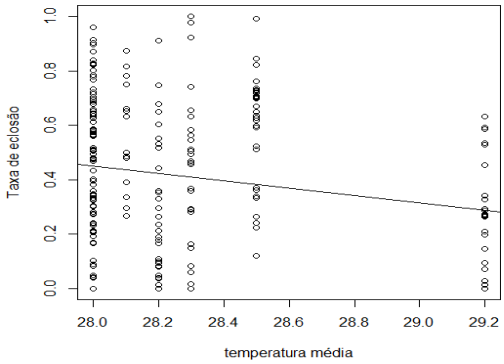
Variável	F-valor	p-valor
Altura	2,130	**0,03**
Profundidade	1.453	0.147
Temperatura do ar média	-5.975	**0,00**
Temperatura do ar máxima	-6.671	**0,00**
Temperatura do ar mínima	-3.851	**0,00**
Umidade relativa do ar	3.807	**0,00**
Precipitação média	3.372	**0,00**
Cota do rio	-5.124	**0,00**

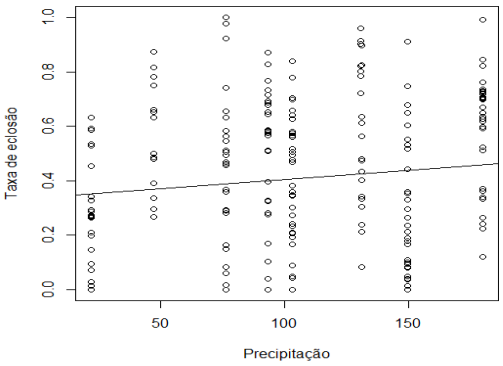

Taxa de eclosão
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
50
100
150
Altura


Taxa de eclosão
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
240
260
280
300
320
340
360
Cota


Taxa de eclosão
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
34.0
34.5
35.0
Temperatura Máxima


Taxa de eclosão
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
23.0
23.5
24.0
24.5
25.0
Temperatura Mínima


Taxa de eclosão
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
28.0
28.2
28.4
28.6
28.8
29.0
29.2
temperatura média


Taxa de eclosão
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
50
100
150
Precipitação

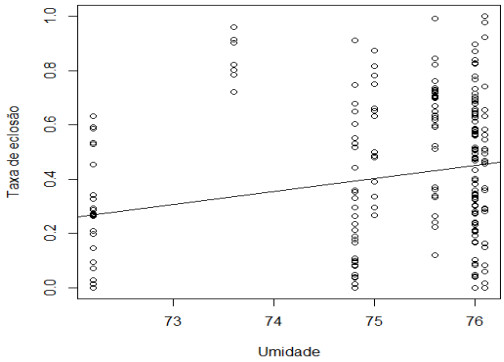

Taxa de eclosão
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
73
74
75
76
Umidade

Figura 6. Relação entre as variáveis ambientais (altura, cota do rio, temperatura do ar média, temperatura do ar máxima, temperatura do ar mínima, umidade relativa do ar e precipitação e a taxa de eclosão dos ninhos depositados na Praia do Juncal (ambiente alteado) de *Podocnemis expansa* monitorados no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará, Brasil.

DISCUSSÃO

Em geral, ninhos depositados em pontos mais altos apresentaram maiores taxas de eclosão, como observado no presente estudo para a praia alteada, sugerindo que fêmeas selecionam os pontos mais altos para desovar, minimizando as chances de que os ninhos sejam atingidos pelo repiquete (Vanzolini,1967; Fachin, 1992; Pezzuti e Vogt, 1999; Pantoja et al., 2009). A temporada reprodutiva de 2008 foi caracterizada por oscilações no regime pluviométrico, em que os meses de outubro e dezembro apresentaram chuvas prolongadas e fortes repiquetes (subida repentina do nível rio), o que acarretou no alagamento dos ninhos e, consequentemente, o menor sucesso reprodutivo ao longo dos nove anos monitorados. Além disto, a praia estava muito baixa e, no ano seguinte, passou pelo processo de alteamento. No tabuleiro do Abufari, no Amazonas, Pantoja et al., (2009) observou que no ano de 2004, a subida do nível do rio foi tão abrupta que não permitiu estimar o número de ninhos perdidos pelo alagamento. Soini (1995), na Amazônia Peruana, registrou uma variação de 1% (1979) a 100% (1985) na perda anual de ninhos de *Podocnemis* pela enchente do rio. Em 1980, Alho & Pádua (1982), registraram a perda de 99% de embriões no rio Trombetas pela subida repentina da água. No rio Caquetá, Colômbia, Hildebrand et al. (1988) concluíram que ocorre uma variação anual (1983-1987) de 0 a 100% na perda de ninhos de *P. expansa* por inundação.

Quanto ao efeito positivo da profundidade sobre o sucesso de eclosão dos ninhos localizados na praia natural, sabe-se que ninhos profundos estão menos suscetíveis às oscilações térmicas (Wilson, 1998), pois as variações diárias da temperatura são pequenas em maiores profundidades (Booth & Freman, 2006), podendo evitar que as temperaturas a que os embriões estão submetidos atinjam níveis letais. Contudo, estudos desenvolvidos por Carneiro (2012) na temporada reprodutiva de 2008, mostrou uma relação inversa para ninhos de *P. expansa* depositados na praia alteada, em que o sucesso de eclosão diminuiu com o aumento da profundidade dos ninhos. Como já foi relatado, a

temporada reprodutiva de 2008 foi marcado por fortes repiquetes, e a praia do Juncal estava muito baixa, assim, com o aumento da profundidade os ninhos, estes estavam mais sujeitos ao alagamento. No entanto, estudos mostram que os ninhos mais profundos apresentaram uma maior proteção quanto a perdas de embriões em situação de estresse hídrico e temperaturas extremas (Packard, 1999; Booth & Freman,2006).

Os dados mostram que as modificações provocadas pelo alteamento reduziram as perdas pelo alagamento, contudo, os picos de temperatura podem ser letais para os animais e reduzir também o sucesso de eclosão (Carneiro, 2012). A importância das características sedimentológicas da área de desova (da forma da praia ao tamanho das partículas que a compõe) não devem ser desprezadas nas ações de manejo que envolvem o alteamento das praias, e devem ser consideradas nas ações futuras, voltadas a mensurar o impacto da barragem da UHE de Belo Monte no transporte e suprimento de sedimento para esta importante área de desova de *P. expansa*.

A praia natural apresentou maiores taxas de eclosão em todos os anos em comparação com a praia alteada. Esse resultado está relacionado com as mudanças na composição granulométrica do sedimento ocorrido na praia alteada. Estudos desenvolvidos por Carneiro (2012), na praia do Juncal, mostraram que a granulometria da praia variou entre os anos de 2007 e 2010, e isto se deve ao alteamento da praia que foi realizado em 2009. O mesmo estudo indicou uma menor taxa de eclosão em ninhos de *P. expansa,* em ambientes com sedimentos mais grossos. Outros estudos demonstraram que ninhos localizados em ambientes com sedimentos mais finos tiveram maior sucesso de eclosão, em *P. expansa* (Ferreira Júnior & Castro, 2010), *P. unifilis* (Souza & Vogt, 1994; Pignati, 2011), *Caretta caretta* (Naro-Maciel *et al*, 1999) e *Chelonia mydas* (Mortimer, 1990). Sedimentos mais finos retêm mais umidade (Mortimer, 1990), permitem menores trocas de calor, e consequentemente, menores temperaturas (Souza & Vogt, 1994; Ferreira Júnior & Castro 2006; Pignati et al., 2013).

Observamos que as taxas de eclosão de *P. expansa* é altamente sensível às variáveis climáticas e dos ninhos. Nos dias atuais, um dos principais problemas enfrentados pelos quelônios são as mudanças climáticas globais (Janzen, 1994; Hawkes et al., 2009; Eisemberg et al., 2016). Na Amazônia, anomalias nos índicies de temperatura e precipitação anual são geralmente associadas aos eventos de *el niño* e à *la niña* (Foley

et al., 2002; Nobre et al. 2007), que consequentemente têm efeito sobre os níveis dos rios amazônicos (Guimberteau et al., 2013; Dalognol et al., 2017).

Nossos resultados apontam o aumento da cota do rio, da temperatura do ar média, máxima e mínima como as principais variáveis ambientais a influenciar o sucesso de eclosão *de P. expansa*. Anos com grandes cheias tendem a aumentar as perdas de ninhos por alagamento (Alho & Pádua, 1982; Hildebrand et al. 1988; Pantoja et al., 2009), afetando drasticamente a produção anual de filhotes. Por outro lado, em anos com ocorrência de El Niño, o baixo nível de precipitação e as altas temperaturas do ar diminui o sucesso reprodutivo *(Matsuzawa et al., 2012; Valverde et al., 2010).* Estudos desenvolvidos com *Podocnemis unifílis*, no Tabuleiro da Água Preta, encontraram diferença no sucesso de eclosão entre as temporadas reprodutivas. Para a autora, a variação anual nas condições de temperatura, umidade e pluviosidade influenciaram esse resultado (Pignati et al., 2013). Estudos desenvolvidos por Houghton et al., (2007), mostraram variações no sucesso reprodutivo da tartaruga de couro (*Dermochelys coriácea*) no Pacífico Oriental, em decorrência do El Niño). O aumento das temperaturas máxima e mínima reduziram o sucesso de eclosão na praia alteada. Segundo Lubiana & Ferreira Júnior (2009), temperaturas acima de 37 °C ou abaixo de 28 °C são letais para os embriões de *P. expansa*. Além disso, quando a temperatura de incubação se aproxima dos limites de tolerância térmica, ocorre a diminuição no sucesso de eclosão (Steyermark & Spotila, 2001; Patino-Martinez *et al,* 2011), como relatado também para as tartarugas marinhas (Godley *et al,* 2001; Garrett *et al,* 2010; Valverde *et al,* 2010). Tais estudos corroboram com os resultados observados no presente estudo para os anos de 2010 e 2015, sobre influência do El Niño. *Adicionalmente, as projeções climáticas apontam que anos com temperatura máxima mais alta e níveis de precipitação mais baixos levaram a uma redução no sucesso de eclosão (*Tomillo *et al.*, 2015).

As variáveis climáticas exercem efeitos diferentes sobre as categorias de praia. Por exemplo, a precipitação anual e a umidade relativa do ar aumentaram o sucesso de eclosão na praia alteada, mas não exerceram influência sobre as praias naturais. Estudos desenvolvidos com *Dermochelys coriácea* observou que a precipitação teve um efeito positivo na produção de filhotes em áreas com estresse climático devido secas prolongadas (Tomillo et al., 2015), além disto, a umidade é decisiva nas trocas hídricas e gasosas entre os ovos e o meio, exercendo forte influência sobre o desenvolvimento do

embrião (Ferreira Júnior, 2009). No presente estudo, possivelmente, o aumento da precipitação e da umidade diminui a temperatura interna do ninho, favorecendo o sucesso de eclosão na praia com sedimentos mais grosso e consequentemente maiores temperaturas de incubação dos ovos (Carneiro, 2012).

Historicamente, os programas de manejo dos quelônios realizados na Amazônia vêm adotando práticas de transferência de ninhos de áreas onde sofrem ameaças para áreas protegidas (Portal et al., 2005; Bonach et al., 2003; Andrade, 2015). Contudo, nossos resultados mostram que essa prática deve ser analisada com cautela e requer uma série de cuidados a fim de garantir maior sucesso no nascimento dos filhotes (Andrade, 2015). *P. expansa* aparentemente está vulnerável às mudanças do ambiente e às flutuações do clima na região. Nossos resultados indicam que é necessário repensar as medidas de manejo relacionadas as praias de desova. Considerando que o Tabuleiro do Embaubal abriga uma das maiores populações do gênero *Podocnemis* da bacia Amazônica, enfatizamos a importância de práticas de manejo adequadas para a conservação destas espécies, levando em consideração o comportamento reprodutivo e a biologia reprodutiva.

À medida que começamos a entender como os efeitos das variações climáticas podem afetar as populações dos quelônios amazônicos, devemos começar a incorporar esse impacto nas avaliações de espécies. Adicionalmente, as diferenças do efeito regional do clima mostram que diferentes locais de nidificação responderão de forma diferente em condições de mudança climática. Portanto, a proteção das áreas de desova não deve ser restrita ao sítio de postura principal, sendo importante abranger praias menores, mas com altura suficiente para garantir a incubação completa e a eclosão dos ovos. Estas praias podem apresentar características térmicas peculiares que podem afetar o sucesso reprodutivo destas espécies e desempenhar um importante papel para a manutenção da população de *P. expansa*. Desta forma, enfatizamos a importância do monitoramento continuado do ciclo reprodutivo das espécies de *Podocnemis* no Baixo Xingu, e de garantir a proteção de outras praias, a serem igualmente monitoradas.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa. À Universidade Federal do Pará – Altamira e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Senador José Porfírio pelo apoio logístico. Aos pescadores por toda ajuda no trabalho de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ackerman R.A. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles. In: Lutz P.L., Musick, J.A. (Eds.). **The biology of sea turtles**. CRC, Boca Raton, pp. 83-106.

Alho, C.J.R., Danni, T.M.S., Pádua, L.F.M. 1984. Influência da temperatura de incubação na determinação do sexo da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa,* Testudinata: Pelomedusidae). **Revista Brasileira de Biologia** 44:305-311.

Alho, C.J.R., Pádua, L.F.M. 1982. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. **Canadian J. Zoology** 60:97-103.

Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology** 26:32-46.

Anderson, M.J. 2006. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. **Biometrics** 62:245-253.

Andrade, P.C.M. 2015. Manejo Comunitário de Quelônios (Família Podocnemididae - *Podocnemis unifilis, P.sextuberculata, P.expansa, P.erythrocephala*) no Médio Rio Amazonas e Juruá. **UFAM/UNISOL**. 1ª edição. Manaus, 323p.

Bonach, K.; Miranda-Vilela, M.P.; Alves, M.C. & Verdade, L.M. 2003. Effect of translocation on egg viability of the giant Amazon river turtle *(Podocnemis expansa).* ***Chelonian Conservation Biology*** 4(3):712-715.

Booth, D.T., Freeman, C. 2006. Sand and nest temperatures and an estimate of hatchling sex ratio from the Heron island green turtle (*Chelonia mydas*) rookery, southern Great Barrier Reef. **Coral Reefs** 25:629-633.

Carneiro, C.C. 2012. Influência do ambiente de nidificação sobre a taxa de eclosão, a duração da incubação e a determinação sexual em Podocnemis (Reptilia, Podocnemididae) no Tabuleiro do Embaubal Rio Xingu, Pará. **Dissertação (Mestrado em ecologia aquática e pesca) UFPA**, Belém. 52p.

Dalagnol, R. Borma, L.S. Mateus, P. Rodriguez, D. A. 2016. Assessment of climate change impacts on water resources of the Purus Basin in the southwestern Amazon. **Acta Amazonica,** 47(3): 213 – 226.

Eisemberg, C.C.; Balesta, R. A. M.; Famelli, S. Pereira, F.F. Bernardes, V.C.D. Vogt, R.C. (2016). Vulnerability of Giant South American Turtle (Podocnemis expansa) nesting habitat to climate-change-induced alterations to fluvial cycles. **Tropical Conservation Science** October-December : 1–12

Fachín-Téran, A. 1992. Desove y uso de playas para nidificacion de taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el rio Samiria. Loreto-Peru. **Boletin de Lima** 79:65-75.

Ferreira Júnior, P.D. 2003. Influência dos processos sedimentológicos e geomorfológicos na escolha das áreas de nidificação de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia) e *Podocnemis unifilis* (tracajá), na do Rio Araguaia. **Tese de doutorado, Fundação Universidade Federal de Ouro Preto**, Ouro Preto, 296pp.

Ferreira Júnior, P.D. 2009. Efeitos de fatores ambientais no processo reprodutivo das tartarugas. **Acta Amazonica** 39:319-334.

Ferreira Júnior, P.D., Castro, P.T.A. 2006. Thermal environment characteristics of *Podocnemis expansa* and *Podocnemis unifilis* nesting areas on the Javaés River, Tocantins, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology** 5:102-107.

Ferreira Júnior, P.D., Castro, P.T.A. 2010. Nesting ecology of *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae) in the Javaés River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 70:85-94.

Foley, I. A. et al. 2002. The El Niño-Southern Oscillation and the climate ecosystem and river of Amazônia. G. **Biogeochemical Cycles**, v.16, p. 1132-1144.

Gail, M. Krickeberg, K. Samet, J.M. Tsiatis, A. Wong, W. 2011. Statistics for Biology and Health. **Series Editors**. 549p.

Garrett, K,. Wallace, B.P., Garner, J., Paladino, F.V. 2010. Variations in leatherback turtle nest environments: consequences for hatching success. **Endangered Species Research** 11:147-155.

Godley, B.J., Broderick, A.C., Mrosovsky, N. 2001. Estimating hatchling sex ratios of loggerhead turtles in Cyprus from incubation durations. **Marine Ecology Progress Series** 210:195-201.

Guimberteau, M., J. Ronchail, J. Espinoza, M. Lengaigne, B. Sultan, J. Polcher, G. Drapeau, J.-L. Guyot, A. Ducharne, e P. Ciais. 2013. Future changes in precipitation e impacts on extreme streamflow over Amazonian sub-basins. **Environmental Research Letters** 8:014035.

Hawkes, L.A. Broderick, A.C. Goldrey, H.G. Godley, B.J. 2009. Climate change and marine turtles. **Endangered Species Research** 7: 137–154.

Hildebrand, P.; Saenz, C.; Pehuela, M.C.; Caro, C. 1988. Biologia reproductiva y manejo de la tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*) en el bajo rio Caqueta. **Colombia Amazonica**, 3(1):89-102.

Houghton, J.D., Myers, A.E., Lloyd, C., King, R.S., Isaacs, C., Hays, G.C. 2007. Protracted rainfall decreases temperature within leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) clutches in Grenada, West Indies: ecological implication for a species displaying temperature dependent sex determination. **Journal of experimental marine biology and ecology** 345:71-77.

Janzen, F.J. 1994. Vegetational cover predicts the sex ratio of hatchling turtles in natural nests. **Ecologv** 75:593-599.

Kamel, S.J., Mrosovsky, N. 2004. Nest site selection in leatherbacks, Dermochelys coriacea: individual patterns and their consequences. **Animal Behaviour**. 68:357-366.

Lubiana, A., Ferreira Júnior, P.D. 2009. Pivotal temperature and sexual dimorphism of *Podocnemis expansa* hatchlings (Testudines: Podocnemididae) from Bananal Island, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 26:527-533.

Margaritoulis, D. 2005. Nesting activity and reproductive output of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, over 19 seasons (1984–2002) at Laganas Bay, Zakynthos,

Greece: the largest rookery in the Mediterranean. **Chelonian Conservation and Biology** 4:916-929.

Matsuzawa, Y., K. Sato, W. Sakamoto., K.A. Bjorndal. 2002. Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. **Marine Biology** 140:639-646.

Mortimer, J.A. 1990. The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Chelonia mydas*). **Copeia** 1990:802-817.

Naro-Maciel, E., Mrosovsky, N., Marcovaldi, M.A. 1999. Thermal profiles of sea turtle hatcheries and nesting areas at Praia do Forte, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology** 3:407-413.

Nobre, C. A., G. Sampaio, e L. Salazar. 2007. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura** 59:22-27.

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

Pantoja-Lima, J., Pezzuti, J.C.B., Teixeira, A.S., Félix-Silva, D., Rebêlo, G.H., Monjeló, L.A.S., Kemenes, A. 2009. Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios *Podocnemis* no baixo Rio Purus, Amazonas, Brasil. Revista Colombiana de **Ciência Animal** 1:37-59.

Patino-Martinez, P., Marco, A., Quinônes, L., Hawkes, L. 2011. A potential tool to mitigate the impacts of climate change to the caribbean leatherback sea turtle. **Global Change Biology** 18:401-411.

Perota, C., Botelho, W.C. 1994. Os sambaquis do Guará e as variações climáticas no Holoceno. **Revista do departamento de Geografia** 7:49-59.

Pezzuti, J.C.B., Vogt, R. 1999. Nesting ecology of *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae) in the Japurá River, Amazonas, Brazil. **Chelonian Conservation Biology** 3:419-424.

Pignati, M. T. Fernandes, L.F. Ferreira Júnio, P.D. Pezzuti, J.C.B. 2013. Effects of the Nesting Environment on Embryonic Development, Sex Ratio, and Hatching Success in Podocnemis unifilis (Testudines: Podocnemididae) in an Area of Várzea Floodplain on the Lower Amazon River in Brazil. **Copeia**, v. 2013, n. 2, p. 303–311.

Pignati, M.T., 2011. Ecologia reprodutiva de *Podocnemis unifilis* troschel, 1848 (Testudines: Podocnemididae) em uma área de várzea do baixo rio Amazonas, Santarém, Pará, Brasil. **Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará**, Bélem, 117pp.

Portal, R. R.; Luz, V. L. F. e Mendonça, J. E. L. 2005. Avaliação do processo de nidificação das espécies do gênero *Podocnemis – P.expansa e P.unifilis* na região estuarina do Amapá e Pará. **Série Quelônios. IBAMA/RAN, Macapá**. Vol.1, N.1. 30 p.

Pritchard, P.C.H., Trebbau, P. 1984. The Turtles of Venezuela. **Athens: Society for the Study of Amphibians and Reptiles**, 403 pp.

Rafferty, A. R., Tomillo, S. P., Spotila, J. R., Paladino, F. V., Reina, R. D. 2011. Embryonic Death Is Linked to Maternal Identity in the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*). **PLoS OnE** 6:1-7.

Rebêlo, G., Pezzuti, J.C.B. 2000. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: sustentabilidade e alternativas ao manejo atual. **Ambiente e Sociedade**, 3(6/7): 85-104.

Rebêlo, G.H., Lugli, L. 1996. The Conservation of Freshwater and the Dwellers of the Amazonian Jaú National Park (Brazil). Etnobiology in Human Welfare. Ed. S.K. Jain, Deep Publications, **New Delhi**.: pp. 253-358.

Sioli, H. 1991. Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. **Vozes**, Petropolis, 86p.

Soini, P. 1995. Investigaciones en la Estación Biológica Cahuana. Reporte Pacaya-Samiria, **Universidad Nacional Agraria La Molina**. 435p.

Souza, R.R.D., Vogt, R.C. 1994. Incubation temperature influences sex and hatchling size in the neotropical turtle *Podocnemis unifilis.* **Journal of Herpetology** 28:453-464.

Smith, N.J.H. 1974. Destructive exploitation of the South American River Turtle. **Yearbook of the Association of Pacifiic Coast Geographers**, 36:85-120

Spencer, R.J., Janzen, F.J. 2011. Hatching behavior in turtles. ***Integrative and*** **Comparative Biology** 51:100-110.

Steyermark, A.C., Spotila, J.R. 2001. Effects of maternal identity and incubation temperature on snapping turtle (*Chelydra serpentina*) growth. **Funct. Ecol**. 15:624-632.

Tomillo P.S. Saba, V.S. Lombard, C.D. Valiulis, J.M. Robinson, N.J. Paladino, F.V. Spotila, J.R. Fernadez, C. Rivas, M.L. Tucek, J. Nel, R. Oro, D. 2015. Global analysis of the effect of local climate on the hatchling output of leatherback turtles. **Scientific Reports**, 5: 16789.

Valenzuela, N. 2001. Constant, shift and natural temperature effects on sex determination in *Podocnemis expansa* turtles. **Ecology** 82:3010–3024.

Valverde, R.A., Wingard, S., Gómez, F., Tordoir, M.T., Orrego, C.M. 2010. Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. **Endangered Species Research** 12:77-86.

Vanzolini, P.E. 1967. Notes on the nesting behaviour of *Podocnemis expansa* in the Amazon Valley (Testudines, Pelomedusidae). **Papéis Avulsos de Zool**, 20(17):191-215.

Wilson, D. 1998. Nest-site selection: microhabitat variation and its effects on the survival of turtle embryos. **Ecology** 79:1884-1892.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Historicamente o manejo das populações de quelônios do gênero Podocnemis na Amazônia vem sendo baseado na proteção de ninhos. Contudo, a redução populacional desta espécie, em algumas regiões amazônicas, expõe a necessidade de rever as estratégias de manejo e conservação adotados.

Este estudo evidenciou que está espécie realiza grandes migrações reprodutivas, se tornando intensamente vulneráveis ao longo do trajeto. As ações de fiscalização desenvolvidas no baixo Xingu se restringem ao período em que as tartarugas permanecem nas praias de desova, muitas vezes se limitando ao entorno das praias de desova. Contudo, a partir da saída das fêmeas das áreas alagadas, para iniciar suas migrações, estes animais são extremamente capturados. O artigo mostrou a importância do Baixo Xingu para tartarugas do Xingu, foz e Baixo amazonas. A área de vida destas fêmeas inclui o território de sete municípios, quatro Unidades de Conservação Estaduais e duas Federais.

No cenário atual com inúmeras usinas hidrelétricas projetadas para os rios amazônicos, chamamos atenção para o isolamento das populações através da interrupção do fluxo migratório. No âmbito da Usina de Belo Monte destacamos a retenção dos sedimentos que alimentam as praias de desova do Baixo Xingu.

Estrategicamente, os programas de manejo diminuem as perdas de ninhos por predação, coleta e alagamento através da transferência de ninhos para praias artificiais ou "chocadeiras". Nossos resultados indicam que essa estratégia precisa ser discutida. A intervenção realizada em uma das principais praias de desova do baixo Xingu vem comprometendo a produção anual de filhotes. O artigo também nos faz refletir sobre as consequências que as mudanças climáticas exerce sobre a espécie, mostramos que as variáveis do clima têm influência direta sobre o sucesso de eclosão.

No cenário das mudanças climáticas se faz necessário adotar medidas eficazes para diminuir a redução do sucesso de eclosão em anos mais quentes, do mesmo modo, proteger os bancos de areia mais altos, pode aumentar as chances de sobrevivência dos embriões em anos com grandes cheias. Nossos resultados apontam que estudos de longo prazo precisam ser realizados para compreender como tais mudanças no clima afetarão as populações de tartaruga nos próximos anos.

Os dados aqui apresentados começaram a subsidiar o plano de fiscalização e manejo das Unidades de Conservação Refugio da Vida Silvestre Tabuleiro do Embaubal e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Vitória de Souzel, contudo, se faz necessário aumentar essa rede de proteção.

Portanto, destaca-se a extrema relevância do planejamento integrado em os gestores municipais, estaduais e federal, orientando o planejamento das atividades de manejo e conservação adotados para proteger a espécie.

Entre as recomendações para as ações de manejo e conservação das tartarugas, citamos:

1. Que a fiscalização na região do baixo Xingu seja traçada de forma conjunta, entre os atores envolvidos devem estar: Gestor da Unidade de Conservação Federal Verde para Sempre, Gerente das Unidades de conservação Estaduais Refúgio da Vida Silvestre Tabuleiro do Embaubal, Reserva de Desenvolvimento Sustentável Vitória de Souzel e os Secretários de Meio Ambiente dos Municípios de Vitória do Xingu, Senador José Porfírio e Porto de Moz.
2. As ações de fiscalização no baixo Xingu devem iniciar no mês de julho e se estender até dezembro, das ilhas do tabuleiro até a confluência do Xingu com o rio Amazonas;
3. Na região do Arquipélago do Marajó as ações devem ser realizadas em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) de Macapá, o Gestor da Unidade de Conservação Federal Gurupá Melgaço, Gerente das Unidades de conservação Estadual Área de Proteção Ambiental do Marajó.
4. As associações de ribeirinhas e as colônias de pesca dos municípios que estão dentro da área de uso das tartarugas devem participar das ações de conservação.
5. As ações de proteção de praia não podem se restringir a praia do Juncal, é necessário traçar estratégia de proteção para as tartarugas se sentirem seguras em outras praias da região do baixo Xingu, principalmente na praia do Pterussu.
6. Ações de manejo devem ser direcionadas para aumentar o sucesso de eclosão na praia do Juncal, para manter as temperaturas dentro da tolerância térmica.

APÊNDICES

Apêndice 1

Note: ***Podocnemis expansa*** **post-reproductive migration.**
HERPETOLOGICAL REVIEW

318	F	6/3/1991	28	6/13/2013	50
57	F	5/23/1990	28	6/6/2013	51
317	F	6/1/1991	28	6/13/2014	51
701	F	5/28/1992	29	6/9/2014	51
29	F	5/16/1990	28	6/13/2014	52
332	F	6/1/1991	29	6/13/2014	52
342	F	6/1/1991	32	6/13/2014	55

North American Amphibians and Reptiles. Van Nostrand Co., Inc., New Jersey. 359 pp.).

We thank the Fond du Lac Resource Management Division, Minnesota Department of Natural Resources, U.S. Forest Service, and private landowners for supporting *G. insculpta* research and monitoring activities. Turtles were originally marked under Minnesota Department of Natural Resources special permits 5412, 6098, and 6922.

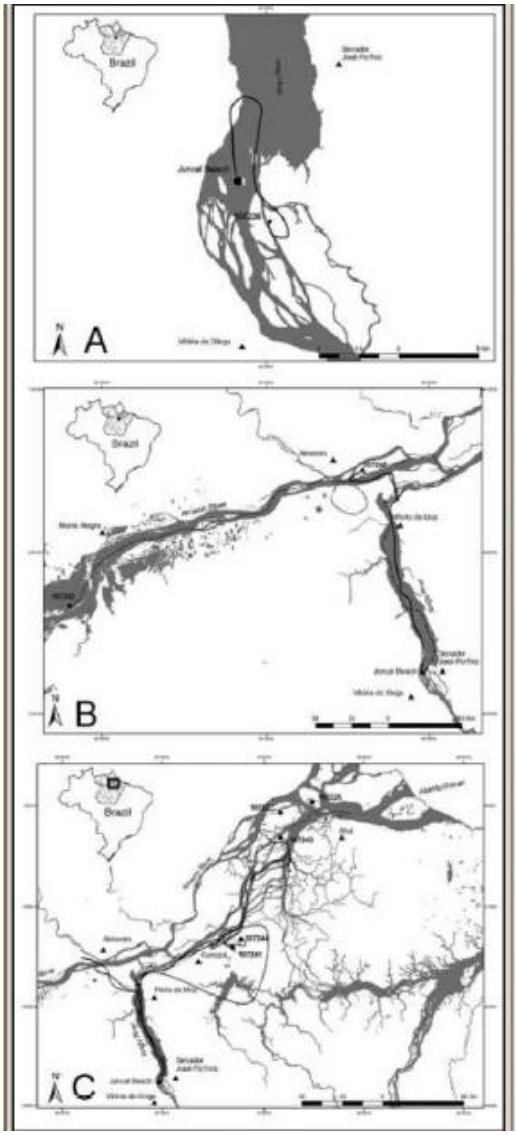
DONALD J. BROWN, University of Wisconsin-Madison, Department of Forest and Wildlife Ecology, Madison, Wisconsin 53706, USA (e-mail: djb.ecology@gmail.com); **MIKE SCHRAGE**, Fond du Lac Resource Management Division, Cloquet, Minnesota 55720, USA (e-mail: mikeschrage@fdlrez.com); **DAN RYAN**, U.S. Forest Service, Superior National Forest, Aurora, Minnesota 55705, USA (e-mail: dcryan@fs.fed.us); **RON A. MOEN**, University of Minnesota-Duluth, Natural Resources Research Institute, Duluth, Minnesota 55811, USA (e-mail: rmoen@d.umn.edu); **MARK D. NELSON**, U.S. Forest Service, Northern Research Station, St. Paul, Minnesota 55108 USA (e-mail: mdnelson@fs.fed.us); **RICHARD R. BUECH**, U.S. Forest Service (retired), Forestry Sciences Lab, Grand Rapids, Minnesota 55744, USA (e-mail: dmbuech@gmail.com).

GOPHERUS POLYPHEMUS **(Gopher Tortoise). BURROW ASSOCIATE.** Gopher Tortoises are considered a keystone species due to their characteristic burrows; many vertebrate species temporarily occupy these burrows, including nearly all the venomous

heavily occupied by a tortoise, however, the burrow had a well maintained entrance and fresh sand was visible on the apron. The snake appeared to be posed in the characteristic ambush posture of pitvipers (Fig. 1). That this is the first report of *A. contortrix* in the burrow of *G. polyphemus* is not entirely unexpected; the habitat preferences of these animals do not generally overlap. However, at this site, upland *Pinus palustris* (Longleaf Pine) and *Aristida stricta* (Wiregrass) habitats are immediately adjacent to mesic hardwood forests and bottomlands, potentially bringing both species in close proximity.

SEAN P. GRAHAM, Department of Biology, Geology, and Physical Sciences, Sul Ross State University, Alpine, Texas, 79830, USA (e-mail: sean.graham@sulross.edu); **DAVID A. STEEN,** Department of Biological Sciences, Auburn University, Auburn, Alabama, 36849, USA; **DAVID PRINTISS**, The Nature Conservancy, North Florida Program, Bristol, Florida, 32321, USA.

PODOCNEMIS EXPANSA **(Giant Amazon River Turtle). POST-REPRODUCTIVE MIGRATION.** *Podocnemis expansa* is a large herbivorous turtle that moves into inundated floodplains to feed during the rainy season. Here we provide preliminary data on the post-nesting movements of adult females in the Lower Xingu River, Amazon Basin, Brazil. Between 9 October and 5 November 2013, eight adult females were captured after completing their nests on Juncal Beach, Xingu River (2.706204°S, 52.022879°W, WGS 84). Satellite transmitters (UHF KiwiSat 101 PTT) were installed on the posterior margin of their shells using Turbolit epoxy. These individuals were then released after 24 hours, at the point of capture. Subsequent positions were recorded daily by the ARGOS (www.argos-system.org) satellites system and processed by CLS (Collecte Localisation Satellites, www.cls.fr). One individual was monitored for 143 days, five individuals for 320 days, and two other individuals were still transmitting signals at this writing. We identified three different routes of dispersion: 1) five females migrated to the Amazon estuary in the Delta Archipelago



The average duration of uninterrupted movement from the nesting beaches to the feeding areas in the floodplain was 36.4 ± 20.59 days (9 – 81, N = 7), and the average distance travelled was 405.1 ± 114.7 km (196–725, N = 7). After the initial movements described above, all monitored individuals significantly reduced their movements and remained in the floodplains of the Lower Xingu River (N = 1), Lower Amazon (N = 2), or the Delta Archipelago (N = 5). These findings have important conservation implications, because almost all protective efforts are now restricted to the nesting beaches and surroundings. Conservation policy for Amazon River turtles, and especially for *Podocnemis expansa*, should consider the entire home range of the nesting populations. Considering the size of the area used by the turtles, and also the relatively high density of the human population along the river margins, it will be important to use innovative approaches to turtle conservation that include local communities.

CRISTIANE COSTA CARNEIRO (e-mail: criskbio@yahoo.com.br), and **JUAREZ PEZZUTI***, Universidade Federal do Pará, R. Augusto Correa 01, CEP 66075-110, Belém, Pará Brazil (e-mail: juca@ufpa.br). *Corresponding author.

STERNOTHERUS ODORATUS **(Eastern Musk Turtle). HOME RANGE.** *Sternotherus odoratus* is a small, highly aquatic freshwater turtle, ranging from the southeastern United States north into the Canadian provinces of Ontario and Quebec (Ernst and Lovich 2009. Turtles of the United States and Canada. The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, Maryland. 827 pp.).

We surveyed for species-at-risk turtles on the Trent Severn Waterway in Ontario, Canada, from Peterborough (44.3°N, 78.3°W; WGS84) to Trenton (44.1°N, 77.6°W), from May 2007 to May 2009. During this time, we captured and marked 86 *S. odoratus* (51 adult males, 31 adult females, and 4 juveniles). We attached VHF transmitters to four adult turtles (2 males, 2 females) in the Otonabee River (44.16° N, 78.236° W) in the spring and summer of 2008, and radio-located them approximately once per week until September 2008. We calculated home range size as the minimum convex polygon (100% MCP) and home range length (shortest straight line distance between two farthest locations). We also calculated an average daily distance moved as the mean straight line distance between two consecutive locations, divided by the number of days between them. Home range size calculations for *S. odoratus* ideally remove terrestrial habitat from their estimates (e.g., Picard, Carrière, and Blouin-Demers 2011. Amphibia-Reptilia 32:83–92). Thus we removed terrestrial area (not classified as water or wetland in the 1:10000 Ontario Base Map) from MCPs and recalculated area. Results were as follows:

Female (150.643): Followed from 5 June–28 August 2008 (N = 17 locations). Mass = 231 g, midline carapace length = 10.58 cm. Home range: 100% MCP – 17.2 ha, MCP - land – 15.8 ha, length = 657.9 m. Average daily distance moved (range) = 37.0 m (range: