



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

ANA KARLA GONÇALVES KAGUEIAMA

**CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO
SEXUAL DE *Podocnemis expansa*, TARTARUGA-DA-
AMAZÔNIA.**

Palmas/TO
2023

ANA KARLA GONÇALVES KAGUEIAMA

**CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO
SEXUAL DE *Podocnemis expansa*, TARTARUGA-DA-
AMAZÔNIA.**

Artigo apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de bacharel.

Orientadora: Adriana Malvasio

Palmas/TO
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- K11c Kagueiama, Ana Karla Gonçalves.
Caracterização dos ninhos e identificação sexual de *Podocnemis expansa*,
Tartaruga-da-Amazônia. / Ana Karla Gonçalves Kagueiama. – Palmas, TO,
2023.
40 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2023.
Orientadora : Adriana Malvasio
1. Determinação sexual. 2. Temperatura de Incubação. 3. Quelônios. 4.
Morfometria Geométrica. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA KARLA GONÇALVES KAGUEIAMA

CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO SEXUAL DE *Podocnemis expansa*, TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA.

Artigo foi avaliado e apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de bacharel e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Adriana Malvasio, UFT

Profa. Dra. Rose Mary Gondim Mendonça, UFT

Profa. Dra. Vanessa Bezerra de Menezes Oliveira, UFT

Palmas/TO
2023

EPIGRAFE

“Espero que doravante, mesmo quando eu não estiver mais aqui, as pessoas no poder possam demonstrar criatividade, coragem e liderança. Que elas se disponham a enfrentar o desafio do desenvolvimento sustentável e não ajam em interesse próprio, mas em prol do bem comum.” – Stephen Hawking

AGRADECIMENTOS

A vida é feita de fases, elas passam e delas ficam as pessoas. Por tudo durante essa fase que foi a graduação:

Agradeço à minha família, por sempre ser o suporte que eu preciso. À minha mãe Marilene, minha confidente, melhor amiga, meu neurônio, meu sustento. Ao meu pai Carlos que sempre me proporcionou tudo e acima de qualquer coisa sempre me ensinou que merecemos viver plenamente, e que a vida perto da natureza é sempre viva. Aos meus irmãos, Joyce, Vívian, Viktor, Bruno Henrique, e ao meu saudoso irmão Bruno Victor. Sem o apoio de vocês eu não teria chegado aqui.

Agradeço aos professores do colegiado de Engenharia Ambiental, por me transformarem na profissional que hoje sou com um pouquinho do conhecimento de cada. Em especial à três mulheres inspiradoras que compõem minha banca: minha orientadora Adriana Malvasio por tanta sabedoria compartilhada, paciência e por despertar em mim o amor pelas tartaruguinhas e pela pesquisa. À professora que se tornou uma amiga do coração, Vanessa Bezerra, que chegou no finalzinho para ficar pra sempre, foi amizade e admiração à primeira vista. E à professora Rose Mary Gondim, por desde o primeiro período nos mostrar o amor e dedicação pelo curso e cuidado com os alunos.

Agradeço aos amigos que a ambiental me deu, aos quais tenho certeza que vão permanecer. Taís Dias, Maria Angélica, Bianca Monteiro, Alecsander Brito e Joelson Júnior. Obrigada pelos momentos de ajuda, descontração, noites de estudo em claro, indicações e surtos compartilhados. Vocês foram essenciais.

Agradeço ao meu amor e companheiro, Carlos Henrique, meu exemplo de resiliência, meu conselheiro de dilemas da vida profissional. Obrigada por me incentivar a todo momento e por me mostrar que somos forte o suficiente para querer e conseguir.

Agradeço ao grupo de pesquisa CroQue (Quelônios e Crocodilianos da Região Norte) e Equipe LABECZ, em especial à minha amiga Mikaella Milhomem, e ao meu coorientador do PIBIC Heitor Campos, amigos que a pesquisa me deu.

Agradeço à UFT por todas as experiências vividas. Ao CNPq – Brasil, pelas bolsas de iniciação científica concedidas entre os anos de 2019 a 2021. À Norte Energia S. A. pela parceria no projeto que inspirou esse Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço ao meu Deus por me guiar até essa conquista, por colocar cada uma dessas pessoas no meu caminho e por me sustentar até aqui, à Ele toda Glória.

A todos que me ajudaram e torceram por mim,

Muito obrigada!

RESUMO

As alterações climáticas e os impactos que o planeta vem sofrendo com as ações humanas, tornam os monitoramentos ecológicos e da biodiversidade imprescindíveis. Estudos sobre determinação sexual dependente da temperatura de incubação dos ovos, em quelônios, apresentam vários desafios, sendo um deles relacionado à identificação sexual dos filhotes. As características morfológicas externas dos recém-eclodidos de *Podocnemis expansa*, que evidenciam o dimorfismo sexual, só vão ser perceptíveis após alguns anos de vida. O estudo histológico das gônadas é um meio confiável para diferenciar machos e fêmeas em filhotes. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de aspectos físicos e geomorfológicos dos ninhos de *P. expansa* e relacioná-los com a determinação sexual da espécie nas praias do Rio Xingu/PA. A análise histológica resultou na razão sexual de 0,17:1 machos/fêmeas, totalizando 103 machos, 609 fêmeas e 60 não identificados. Áreas de nidificação com frações granulométricas menores (fina/média fina) e temperatura média de incubação mais baixa, apresentaram maior número de machos. Houve predominância de fêmeas em temperaturas mais altas, onde a fração granulométrica foi maior (média/grossa). A morfometria geométrica da carapaça dos filhotes identificou diferenças morfométricas entre machos e fêmeas, resultados que podem diminuir a quantidade de filhotes eutanasiados, destinados à histologia.

Palavras-chaves: Determinação sexual, Temperatura de Incubação, Quelônios.

ABSTRACT

Climate change and the impacts that the planet has been suffering from human actions make ecological and biodiversity monitoring essential. Studies on egg incubation temperature-dependent sex determination in turtles present several challenges, one of which is related to the sexual identification of hatchlings. The external morphological characteristics of newly hatched *Podocnemis expansa*, which show sexual dimorphism, will only be noticeable after a few years of life. Histological study of the gonads is a reliable way to differentiate males and females in hatchlings. This study aimed to evaluate the influence of physical and geomorphological aspects of *P. expansa* nests and relate them to the sex determination of the species on the beaches of the Rio Xingu/PA. Histological analysis resulted in a sex ratio of 0.17:1 males/females, totaling 103 males, 609 females and 60 unidentified. Nesting areas with smaller particle size fractions (fine/fine average) and lower average incubation temperature had a higher number of males. There was a predominance of females at higher temperatures, where the particle size fraction was higher (medium/coarse). Geometrical morphometry of the hatchlings's carapace identified morphometric differences between males and females, results that may reduce the number of euthanized offspring destined for histology.

Key-words: Sexual Determination, Incubation Temperature, Chelonians.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------------|---|
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| EIA | Estudo de Impacto Ambiental |
| ELETOBRAS | Centrais Elétricas Brasileiras |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis |
| MW | Megawatt |
| <i>P. expansa</i> | <i>Podocnemis expansa</i> |
| RIMA | Relatório de Impacto Ambiental |
| UHE | Usina Hidrelétrica |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 Objetivos..... | 12 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 12 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 12 |
| 1.2 Estrutura da Monografia..... | 12 |
| 1.3 Referências | 13 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 15 |
| 2.1 <i>Podocnemis Expansa</i>..... | 15 |
| 2.2 Ninhos de <i>P. Expansa</i> | 15 |
| 2.3 Determinação sexual em quelônios | 16 |
| 2.4 Influência das UHE nos ninhos e a importância de programas de monitoramento | 17 |
| 2.5 Referências | 20 |
| 3 ARTIGO..... | 22 |
| CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO SEXUAL DE <i>PODOCNEMIS</i> | |
| <i>EXPANSA</i>, TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA | 22 |
| APÊNDICE | 32 |
| APÊNDICE A – Trajetória Acadêmica..... | 32 |
| APÊNDICE B – Página de publicação do artigo na Revista Desafios, QUALIS A4..... | 34 |
| APÊNDICE C – Complementação de Material e Métodos | 35 |
| REFERÊNCIAS | 39 |

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é o maior bioma brasileiro, com importante diversidade biótica, clima tropical tipicamente quente e alta pluviosidade (Embrapa, 2006). A combinação de diferentes fitofisionomias e relevos resulta em uma variedade de ambientes que permitem uma herpetofauna com alta biodiversidade (ICMBio, 2012). Estima-se a ocorrência de 240 espécies de répteis só para a região da Amazônia brasileira (Morato et al., 2018), totalizando 36 espécies de quelônios brasileiros, dentre esses 18 são amazônicos (Balestra, 2016). As tartarugas, répteis da ordem *Testudines* ou *Chelonia*, podem ser encontradas nos mais diferentes ambientes como: mares, rios, lagos, florestas e desertos, sendo algumas espécies adaptadas à vida exclusivamente aquática e outras terrestre (Malvasio et al., 2012).

Podocnemis expansa, conhecida popularmente por Tartaruga-da-amazônia é a maior espécie do gênero *Podocnemis*, essencialmente aquática, possui coloração marrom, cinza e verde-oliva e tem carapaça achatada e mais larga na região posterior (Vogt, 2008) e pode atingir 107 cm de comprimento e pesar 90kg de acordo com Ernst & Barbour (1989, p. 6) conforme citado por Malvasio et al. (2019, p. 78). Na estação seca, os animais que já atingiram a idade adulta (maturidade sexual) dão início à migração em busca dos sítios de nidificação (Vanzolini, 2003).

O período de desova dos quelônios é controlado pelos níveis de água, variando de acordo com a localidade. No rio Xingu as desovas ocorrem em outubro, em nidificação agregada, preferencialmente nas praias altas e de areia grossa (Vogt et al., 2015). Em média são depositados 100 ovos, o período de incubação também depende da localidade, podendo variar de 45 a 55 dias (Ferrara et al., 2017).

Na década de 1960 constatou-se que a vulnerabilidade dos répteis se encontra desde antes da eclosão dos ovos e tem momentos críticos durante a incubação. Com isso foi possível iniciar um novo campo de pesquisa, que inclui alguns fatores climáticos como determinantes da razão sexual em várias espécies do grupo de acordo com Charnier (1966). Hoje, sabe-se que a temperatura durante a incubação é o elemento principal da determinação sexual de inúmeras espécies de quelônios. Essa temperatura tem relação com algumas características do ninho, como por exemplo, as geomorfológicas, destacando-se a granulometria dos sedimentos que o compõe. Uma determinada faixa de temperatura pode produzir apenas machos e outra, somente fêmeas, existindo um intervalo em que ambos os sexos são gerados igualmente, intervalo

esse denominado temperatura pivotal. Em *P. expansa*, a temperatura pivotal encontrada foi de 32,9°C (Ferreira Junior, 2009).

Estudos sobre a determinação sexual dependente da temperatura de incubação dos ovos, em quelônios, apresentam vários desafios, sendo um deles relacionado à identificação sexual dos filhotes. As características morfológicas externas dos recém-eclodidos de *Podocnemis expansa*, que evidenciam o dimorfismo sexual, só vão ser perceptíveis após alguns anos de vida. Logo o estudo histológico das gônadas é o meio mais confiável para diferenciar machos e fêmeas em filhotes (Ferreira Junior, 2009).

Diante das dificuldades apresentadas, despertou-se o interesse do presente estudo em avaliar a influência de aspectos físicos, microclimáticos e geomorfológicos dos ninhos de *P. expansa* e relacioná-los com a determinação sexual da espécie nas praias do Rio Xingu, na região de entorno a Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de aspectos físicos e geomorfológicos dos ninhos de *P. expansa* e relacionar com a determinação sexual da espécie nas praias do Rio Xingu, na região de entorno da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

1.1.2 Objetivos Específicos

- I. Verificar a temperatura e a granulometria dos sedimentos dos ninhos naturais de *P. expansa*;
- II. Realizar a identificação sexual de filhotes de *P. expansa* e verificar se a proporção de machos e fêmeas se relaciona com as características dos ninhos (temperatura e granulometria dos sedimentos).

1.2 Estrutura da Monografia

O trabalho está organizado em *três* capítulos correlacionados:

- O Capítulo 1 apresenta a Introdução que contextualiza o tema proposto e os objetivos geral e específicos do trabalho, proporcionando uma visão clara do tema abordado.
- O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, contribuindo com embasamento científico necessário para o desenvolvimento do tema proposto por meio da apresentação de informações já existentes.
- O Capítulo 3 apresenta o artigo “CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO SEXUAL DE *Podocnemis expansa*, TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA”, realizado pelos autores. O capítulo está configurado com as normas estipuladas para monografia. O artigo obedece às normas da revista a qual foi publicado.
 - Apêndice I – Trajetória Acadêmica
 - Apêndice II – Página de publicação do artigo na Revista Desafios, Qualis A4.
 - Apêndice III – Complementação de Material e Métodos

1.3 Referências

BALESTRA, R. A. M. **Manejo Conservacionista e Monitoramento Populacional de Quelônios Amazônicos**. 2 ed. Brasília: Ibama, 2016. 136 p.

CHARNIER, M. Action de la temperature sur la sex-ratio chez l'embryon d'Agamma agama (*Agamidae, Lacertilien*). **Soc. Biol. Ouest Afric**, v. 160, n. 3, p. 620-622, 1966.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **A Embrapa nos biomas brasileiros**. Brasília: EMBRAPA, 2006.

FERRARA, C. R.; FAGUNDES, C. K.; MORCATTY, T. Q.; VOGT, R. C. **Quelônios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição**. Manaus: WCS, 2017. 182 p.

FERREIRA JUNIOR, P. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 139-154, 2009.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Plano de Manejo Participativo Reserva Extrativista Rio Xingu**. Altamira, 2012. Ministério do Meio Ambiente. 164 p.

MALVASIO, A.; SEGUNDO, J. P. B. S.; JÚNIOR, G. S.; ATAÍDES, S. G.; MONTELO, K. M.; KARAJÁ, A. I. D. A.; LOPES, T. K. M.; PRADO, T. R. L.; PORTELINHA, T. C. G. Biologia populacional e reprodutiva de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* no Parque Nacional do Araguaia, Tocantins: um histórico entre os anos de 2004 e 2012. *In*: PINHEIRO, R. T. (org). **Biodiversidade na Região da Ilha do Bananal/Cantão**. Palmas: EDUFT, 2019. cap 5, p. 77-102.

MALVASIO, A.; MOREIRA, J.; DIAS, H.; GOMES, A.; COSTA, T. Morfometria e histologia das gônadas de machos e fêmeas recém-eclodidos de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). **Act Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 1, p. 105-112, 2012.

MORATO, S.; FERREIRA, G.; SCUPINO, M. **Herpetofauna da Amazônia Central: Estudos da FLONA de Saracá-Taquera**. 1 ed. Curitiba: MRN/STCP, 2018. 210 p.

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

VOGT, R. C.; FAGUNDES, C. K.; BATAUS, Y. S. L.; BALESTRA, R. A. M.; BATISTA, F. R. W.; UHLIG, V. M.; SILVEIRA, A. L.; BAGER, A.; BATISTELLA, A. M.; SOUZA, F. L.; DRUMMOND, G. M.; REIS, I. J.; BERNHARD, R.; MENDONÇA, S. H. S. T.; LUZ, V. L. F. 2015. **Avaliação do Risco de Extinção de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) no Brasil**. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-deconservacao/7431-repteis-podocnemis-expansa-tartaruga-da-amazonia2.html>

VOGT, R. **Tartarugas da Amazônia**. Lima: Inpa, 2008. 104 p.

CAPÍTULO 2

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Podocnemis expansa*

Os quelônios estão entre os répteis mais antigos que habitam o planeta Terra, seu corpo é formado por um casco constituído por uma carapaça (parte superior) e um plastrão (parte inferior), recoberto por escudos córneos de origem epidérmica, o que o torna muito resistente. Esses escudos, que são as subdivisões que conseguimos visualizar no casco, possuem um padrão de arranjo e disposição de 37 escudos na carapaça e 13 no plastrão para *P. expansa* de acordo com Ibama (1989) conforme citado por Salera-Junior (2009).

Os diversos serviços ecossistêmicos prestados por esses animais são fundamentais para o equilíbrio do meio em que vivem, como a dispersão de sementes, ciclagem de matéria orgânica e predação de plantas, fungos e animais. Dentre as espécies amazônicas, grande parte desses animais são onívoros, ou seja, a alimentação desses indivíduos varia de acordo com a disponibilidade do ambiente em que vivem afirma Ferrara *et al.* (2017).

A maior espécie aquática do gênero *Podocnemis*, a Tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), possui carapaça achatada e mais larga na região posterior, com cor marrom, cinza ou verde-oliva e seu comprimento pode chegar a 109 cm em fêmeas (Vogt, 2008). De acordo com Ferrara *et al.* (2017) ao analisar características morfológicas em *P. expansa* observa-se nos machos cauda mais comprida e larga, carapaça mais circular, formato de “U” na abertura do escudo anal e apresenta manchas amarelas na cabeça. Enquanto as fêmeas possuem a carapaça mais ovalada, abertura do escudo anal em “V” e a coloração da cabeça marrom escuro, essa diferenciação de características entre machos e fêmeas, denomina-se dimorfismo sexual. Entretanto, só é possível distinguir essas particularidades em indivíduos adultos.

Habitam rios de grande porte, florestas alagadas e lagos, a utilizações desses habitats variam de acordo com o ciclo hidrológico, no período chuvoso adentram florestas alagadas para se alimentar (Ibama, 2019). Sua distribuição é ampla, no Brasil ocorre em todos os estados banhados pela Bacia Amazônica (Ferrara *et al.*, 2017).

2.2 Ninhos de *P. expansa*

As fêmeas que já atingiram a idade adulta (maturidade sexual), no período de seca, entre setembro e outubro, migram nos rios em busca de áreas para preparação dos ninhos (nidificação) e desova (Balestra, 2016). No momento da escolha do local as fêmeas consideram

características como teor de umidade e tipo de substrato. Na região do Xingu, nota-se a preferência por praias de areia mais grossa de acordo com Ferrara *et al.* (2017).

A granulometria dos sedimentos exerce influência na temperatura interna dos ninhos, sedimentos mais grossos atingem temperaturas maiores por apresentar contato vazio maior entre os grãos, permitindo a circulação de fluidos. Enquanto sedimentos mais finos, devido sua maior superfície de contato e dificuldade na circulação de fluidos, apresentam temperaturas mais baixas (Marinho Lopes, 2016).

A declividade das praias arenosas está diretamente ligada ao tamanho e composição de seus dos grãos (Peixoto, 2012). Marinho Lopes (2016) demonstrou em seu estudo com *P. expansa* a preferência da espécie por fazer seus ninhos em bancos de areia que variam entre 2,5m a 4,0m de altura, planos com leve inclinação a qual permita o escoamento de águas pluviais.

Os ninhos de *P. expansa* podem alcançar em torno de um metro de profundidade (Malvasio, *et al.*, 2005). São postos em média 94 ovos por ninho. O tempo de duração da incubação dos ovos varia de acordo com a localidade, mas dentro de um intervalo de 40 a 60 dias (Malvasio *et al.*, 2002b).

2.3 Determinação sexual em quelônios

Durante esse período de incubação, a temperatura do ninho é o fator determinante do sexo dos filhotes, a 30,5°C estima-se o nascimento apenas de machos, enquanto, se a temperatura alcança 34,5°C ocorrem somente fêmeas (Ferrara *et al.*, 2017). No intervalo de aproximadamente 32,5°C são gerados indivíduos machos e fêmeas igualmente, este intervalo denomina-se temperatura pivotal segundo Lance *et al.* (1992), conforme citado por Ferreira Júnior (2009).

Estudos realizados por Danni & Alho (1985) *apud* Ferreira Júnior (2009) indicam que filhotes e recém-eclodidos de *P. expansa* não apresentam dimorfismo sexual. Após analisar métodos de identificação sexual em quelônios que ainda não atingiram a idade adulta, Malvasio *et al.* (2002a) constatou que a avaliação histológica das gônadas (órgão produtor de células sexuais) é a metodologia mais confiável. Dentre os diversos projetos inclinados à preservação desses animais, destaca-se a importância de conhecer a proporção entre machos e fêmeas (razão sexual) que está sendo devolvida à natureza, assegurando assim o acasalamento e perpetuação da espécie.

Atestada por Valenzuela *et al.* (2004), uma metodologia alternativa menos invasiva e onerosa ao estudo histológico das gônadas, mas que ainda são utilizadas em complemento uma

à outra, é a morfometria geométrica. Consiste em utilizar marcos anatômicos no objeto de estudo, neste caso fotos da carapaça dos filhotes, e a partir desses marcos são geradas coordenadas (x, y) que possibilitam a análise da variação de sua forma por meio de testes estatísticos.

Essa metodologia proposta por Valenzuela *et al.* (2004) mostrou-se eficaz em estudos de identificação sexual em quelônios em trabalhos como de Valenzuela *et al.* (2004) com *P. expansa* e *Chrysemys picta* e de Lubiana e Ferreira Júnior (2009) com *P. expansa*.

Segundo Gomes (2019) a morfometria geométrica necessita de estudos mais aprofundados e variados, pois as condições microclimáticas de ninhos naturais podem provocar alterações na carapaça dos espécimes, interferindo nos resultados estatísticos de diferenciação morfológica entre machos e fêmeas, sugerindo então novos estudos com outras populações em ninhos naturais e artificiais para validação da ferramenta.

Valenzuela *et al.* (2004) destaca a importância de realizar diversos estudos com populações de diferentes localidades e gerações, até que seja possível obter uma função discriminante capaz de diferenciar o sexo dos filhotes, tendo em vista que a metodologia ainda só possibilita diferenciar grupos com diferentes formas anatômicas geradas a partir das coordenadas dos marcos, e então a partir disto é feita a comparação com os resultados histológicos.

2.4 Influência das UHE nos ninhos e a importância de programas de monitoramento

O Rio Xingu forma uma bacia hidrográfica de 51,1 milhões de hectares, símbolo da diversidade biológica e cultural brasileira, situada entre os estados do Mato Grosso e Pará e desemboca na margem direita do Rio Amazonas. Percorre áreas de dois ricos biomas brasileiros, o Cerrado e Floresta Amazônica, os quais dispõem recursos naturais aos povos indígenas que habitam as proximidades do rio e vivem do extrativismo e caça sustentável há milhares de anos, sem prejudicar o equilíbrio do meio (Velasquez et al., 2010).

Os problemas de conservação enfrentados pela Tartaruga-da-Amazônia tiveram início no século 18 com a exploração descontrolada dos indivíduos, quando os comerciantes portugueses despertaram interesse ao perceber que nos meses de água baixa (setembro e outubro) a desova dessa espécie ocorria em abundância. De maneira desregrada, dos ovos extraíam óleo de tartaruga (também conhecido como manteiga de tartaruga) para cozinhar, iluminar e impermeabilizar materiais de madeira, após a postura dos ovos as fêmeas eram retidas para aproveitamento da carne, suas carapaças eram utilizadas como recipiente e tinham sua pele utilizada como matéria prima de acessórios (Smith, 1979).

Ferrara *et al.*, (2017) reforça que apesar de *P. expansa* ser uma das espécies mais bem estudadas na Amazônia, a realização de estudos de longo prazo sobre a estrutura e dinâmica populacional, são essenciais para compreensão de aspectos biológicos da espécie, bem como dos impactos relacionados à intensidade do tráfico, implantação de hidrelétricas e do aquecimento global nas populações desses animais.

Interferências antrópicas que acarretem um desequilíbrio nesse meio, resulta em um, ou mais, impactos. A Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define como impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais (Brasil, 1986).

Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW, enquadram-se em atividades modificadoras do meio ambiente que necessitam da elaboração de um EIA/RIMA, e submissão deste estudo e relatório à aprovação do órgão estadual competente e do IBAMA, para a obtenção do licenciamento ambiental da atividade, conforme inciso XI do artigo 2º da Resolução CONAMA 001 de janeiro de 1986 (Brasil, 1986).

A Avaliação Ambiental Integrada de Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia do Rio Xingu apresentado pela Eletrobrás (2009b) antevê um conjunto de impactos decorrentes da implantação de empreendimentos hidrelétricos nesta bacia, dentre eles, as alterações microclimáticas, sobrelevação do nível d'água, aumento de processos erosivos a jusante, aumento do processo de deposição a montante, perda de habitats de transição (matas de igarapés, ilhas, pedrais, barrancos), interferência em áreas de interesse conservacionista, aumento da pressão antrópica no entorno e alterações das comunidades aquáticas a jusante, são alguns dos impactos que podem influenciar direta e indiretamente nas populações de quelônios.

Alguns trechos do Rio Xingu possuem condições ecológicas distintas do restante, onde apresenta ictiofauna similar à do rio Amazonas, com presença de tabuleiros de desova de tartarugas, bem como ocorrência de botos. Ocorre também a formação de praias e ilhas na região próxima à Vitória do Xingu que define ambientes pouco comuns no restante do rio (Eletrobras, 2009b).

Um dos impactos mencionados no RIMA publicado pela Eletrobrás (2009a) que compõe os estudos para a implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte é a mudança de fauna como consequência da perda de ambientes naturais. As medidas mitigadoras apresentadas foram:

Para acompanhar os impactos sobre a fauna, um conjunto de programas dos Planos de Conservação dos Ecossistemas Terrestres e dos Ecossistemas Aquáticos serão colocados em prática (Eletrobrás, 2009a, p. 98).

Diante de todas as vulnerabilidades constatadas, existem diversos programas voltados à conservação de quelônios, principalmente *Podocnemis expansa*. Ibama (2019) destaca o monitoramento em longo prazo como parte integrante de medidas efetivas de conservação orientadas pela pesquisa e pelo manejo.

2.5 Referências

BALESTRA, R. A. M. **Manejo Conservacionista e Monitoramento Populacional de Quelônios Amazônicos**. 2 ed. Brasília: Ibama, 2016. 136 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

ELETROBRÁS. **Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte - Relatório de Impacto Ambiental - RIMA**. São Paulo: Leme, 2009a.

ELETROBRÁS. **Avaliação Ambiental Integrada (AAI) - Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu**. São Paulo: Arcadis Tetraplan 2009b.

FERRARA, C. R.; FAGUNDES, C. K.; MORCATTY, T. Q.; VOGT, R. C. **Quelônios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição**. Manaus: WCS, 2017. 182 p.

FERREIRA JUNIOR, P. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 139-154, 2009.

GOMES, W. P. B. S. **Análise do dimorfismo sexual em recém-eclóidos de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812)**. 2019. 34 f. Dissertação (Mestrado em Biologia, Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2019.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Quelônios Amazônicos**. Brasília: Ibama, 2019, 192 p.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Projeto Quelônios da Amazônia - 10 anos**. Brasília: Ibama, 1989. 119 p.

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

MALVASIO, A.; SOUZA, A. M.; REIS, E. S.; FARIAS, E. C. Morfologia dos órgãos reprodutores de recém-eclóidos de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Pelomedusidae). **Publicações Avulsas do Instituto Pau Brasil**, n. 5, p. 27-37, jul. 2002a.

MALVASIO, A.; SOUZA, A. M.; JÚNIOR, P. D. F.; REIS, E. S.; SAMPAIO, F. A. A. 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**, n. 5, p. 11-25, 2002b.

MALVASIO, A.; SALERA JÚNIOR, G.; SOUZA, A. M.; MODRO, N. R. Análise da interferência do manuseio dos ovos no índice de eclosão e no padrão de escutelação do casco e as correlações encontradas entre as medidas das covas, ovos e filhotes em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae). **Publicações Avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural**, v. 08, n. 9, p. 15-38, 2005.

MARINHO LOPES, T. K. **Estudo da Característica Estrutural das Praias de Nidificação de Podocnemis expansa e dos Impactos Potenciais Decorrentes da Atividade Antrópica em Áreas Ribeirinhas na Bacia do Araguaia - TO**. 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016.

PEIXOTO, J. R. V.; HORN FILHO, N. O.; CASTELANI, T. T. Variação Granulométrica das Praias Arenosas da Costa Leste da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Gravel**, v. 10, n. 1, p. 13-21, 2012.

SALERA-JUNIOR, G.; MALVASIO, A.; PORTELINHA, T. C. G. Avaliação do padrão irregular dos escudos do casco em *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 431-438, 2009.

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

VALENZUAELA, N.; ADAMS, D.; BOWDEN, R.; GAUGER, A. Geometric Morphometric Sex Estimation for Hatchling Turtles: A Powerful Alternative for Detecting Subtle Sexual Shape Dimorphism. **Copeia**, v. 2004, n. 4, p. 735-742, 2004.

VELASQUES, C.; QUEIROZ, H.; BERNASCONI, P. **FIQUE POR DENTRO: a bacia do Rio Xingu em Mato Grosso**. São Paulo: Instituto Socioambiental. 2010.

VOGT, R. **Tartarugas da Amazônia**. Lima: Inpa, 2008. 104 p.

CAPÍTULO 3

3 ARTIGO

CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO SEXUAL DE *PODOCNEMIS EXPANSA*, TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA

NESTS CHARACTERIZATION AND SEXUAL IDENTIFICATION OF *PODOCNEMIS EXPANSA*, AMAZON TURTLE

CARACTERIZACIÓN DE NIDOS E IDENTIFICACIÓN SEXUAL DE *PODOCNEMIS EXPANSA*, TORTUGA AMAZONICA

Ana Karla Gonçalves Kagueiama, Adriana Malvasio, Heitor Campos de Sousa, Fábio de Jesus Castro Adson Gomes de Ataídes, Roberto Leandro da Silva

¹Laboratório de Ecologia e Zoologia, Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Zoologia, Docente do Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

³Laboratório de Ecologia e Zoologia, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

⁴Docente do Curso de Biologia a distância, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

⁵Laboratório de Ecologia e Zoologia, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

⁶Coordenador de Fauna, Norte Energia S. A., Vitória do Xingu, PA, Brasil.

*Correspondência: Laboratório de Ecologia e Zoologia da UFT, Universidade Federal do Tocantins, Av. NS 15, 109 Norte, Palmas, Tocantins, Brasil. CEP:77.010-090.



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

RESUMO

As alterações climáticas e os impactos que o planeta vem sofrendo com as ações humanas, tornam os monitoramentos ecológicos e da biodiversidade imprescindíveis. Estudos sobre determinação sexual dependente da temperatura de incubação dos ovos, em quelônios, apresentam vários desafios, sendo um deles relacionado à identificação sexual dos filhotes. As características morfológicas externas dos recém-eclodidos de *Podocnemis expansa*, que evidenciam o dimorfismo sexual, só vão ser perceptíveis após alguns anos de vida. O estudo histológico das gônadas é um meio confiável para diferenciar machos e fêmeas em filhotes.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de aspectos físicos e geomorfológicos dos ninhos de *P. expansa* e relacioná-los com a determinação sexual da espécie nas praias do Rio Xingu/PA. A análise histológica resultou na razão sexual de 0,17:1 machos/fêmeas, totalizando 103 machos, 609 fêmeas e 60 não identificados. Áreas de nidificação com frações granulométricas menores (fina/média fina) e temperatura média de incubação mais baixa, apresentaram maior número de machos. Houve predominância de fêmeas em temperaturas mais altas, onde a fração granulométrica foi maior (média/grossa). A morfometria geométrica da carapaça dos filhotes identificou diferenças morfométricas entre machos e fêmeas, resultados que podem diminuir a quantidade de filhotes eutanasiados destinados à histologia.

Palavras-chave: Determinação Sexual, Temperatura de Incubação, Quelônios.

ABSTRACT

Climate change and the impacts that the planet has been suffering from human actions make ecological and biodiversity monitoring essential. Studies on egg incubation temperature-dependent sex determination in turtles present several challenges, one of which is related to the sexual identification of hatchlings. The external morphological characteristics of newly hatched *Podocnemis expansa*, which show sexual dimorphism, will only be noticeable after a few years of life. Histological study of the gonads is a reliable way to differentiate males and females in hatchlings. This study aimed to evaluate the influence of physical and geomorphological aspects of *P. expansa* nests and relate them to the sex determination of the species on the beaches of the Rio Xingu/PA. Histological analysis resulted in a sex ratio of 0.17:1 males/females, totaling 103 males, 609 females and 60 unidentified. Nesting areas with smaller particle size fractions (fine/fine average) and lower average incubation temperature had a higher number of males. There was a predominance of females at higher temperatures, where the particle size fraction was higher (medium/coarse). Geometrical morphometry of the hatchlings's carapace identified morphometric differences between males and females, results that may reduce the number of euthanized offspring destined for histology.

Keywords: Sexual Determination, Incubation Temperature, Chelonians.

RESUMEN

El cambio climático y impactos que viene sufriendo el planeta por acción humana hacen imprescindible estudios ecológicos. Investigaciones sobre la determinación del sexo dependiente de la temperatura de incubación de los huevos en tortugas presentan varios desafíos, uno de ellos es relacionado con la identificación sexual de la descendencia. Las

características morfológicas externas de *Podocnemis expansa* recién nacidas, que muestran dimorfismo sexual, solo se notarán después de algunos años de vida. El estudio histológico de las gónadas es una forma confiable de diferenciar machos y hembras en la descendencia. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de aspectos físicos y geomorfológicos en nidos de *P. expansa* y relacionarlos con la determinación del sexo de la especie, en las playas del Río Xingu/PA. El análisis histológico resultó en una proporción de 0.17: 1 machos/hembras. Las áreas de anidación con fracciones de tamaño de partícula más pequeñas y una temperatura de incubación promedio más baja tuvieron un mayor número de machos. Predominó las hembras a temperaturas más altas, donde la fracción de tamaño de partícula fue mayor. La morfometría geométrica del caparazón identificó diferencias morfométricas entre machos y hembras, resultados que pueden reducir el número de crías sacrificadas destinadas para histología.

Descriptor: Determinación sexual, Temperatura de incubación, Quelonios

INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é o maior bioma brasileiro, com importante diversidade biótica, clima tropical tipicamente quente e alta pluviosidade (Embrapa, 2006). A combinação de diferentes fitofisionomias e relevos resulta em uma variedade de ambientes que permitem uma herpetofauna (répteis e anfíbios) com alta biodiversidade (ICMBio, 2012). Estima-se a ocorrência de 240 espécies de répteis só para a região da Amazônia brasileira (MORATO et al., 2018), sendo 36, considerando os quelônios amazônicos (Balestra, 2016).

Podocnemis expansa, conhecida popularmente por Tartaruga-da-Amazônia é a maior espécie do gênero *Podocnemis*, essencialmente aquática, possui coloração marrom, cinza e verde-oliva e tem carapaça achatada, mais larga na região posterior (Vogt, 2008) e pode atingir 107 cm de comprimento e pesar 90kg de acordo com Ernst & Barbour (1989, p. 6) conforme citado por Malvasio et al. (2019, p. 78). No final da estação seca, os animais que já atingiram a idade adulta (maturidade sexual) vão para as praias de rios em busca de sítios de nidificação (Vanzolini, 2003).

Ao descobrir que a determinação sexual do lagarto *Agama agama* é controlada pela temperatura de incubação dos ovos, estudos da década de 1960 constataram que a vulnerabilidade dos répteis se encontra desde antes da eclosão e tem momentos críticos durante a incubação. Com isso foi possível iniciar um novo campo de pesquisa, que inclui alguns fatores climáticos como determinantes da razão sexual em várias espécies do grupo (Charnier, 1966). Hoje, sabe-se que a temperatura durante a incubação é o elemento principal da determinação sexual de inúmeras espécies de quelônios. Essa temperatura tem relação com algumas

características do ninho, como por exemplo, as geomorfológicas, destacando-se a granulometria dos sedimentos que o compõe. Uma determinada faixa de temperatura pode produzir apenas machos e outra, somente fêmeas, existindo um intervalo em que ambos os sexos são gerados igualmente, intervalo esse denominado temperatura pivotal. Em *P. expansa*, a temperatura pivotal encontrada foi de 32,9°C (Ferreira Junior, 2009).

Estudos sobre determinação sexual dependente da temperatura de incubação dos ovos, em quelônios, apresentam vários desafios, sendo um deles relacionado à identificação sexual dos filhotes. As características morfológicas externas dos recém-eclodidos de *Podocnemis expansa*, que evidenciam o dimorfismo sexual, só vão ser perceptíveis após alguns anos de vida. O estudo histológico das gônadas é o meio mais confiável para diferenciar machos e fêmeas em filhotes (Ferreira Junior, 2009).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de aspectos físicos e geomorfológicos dos ninhos de *P. expansa* e relacioná-los com a determinação sexual da espécie nas praias do Rio Xingu no Pará, próximas a Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do estudo ocorreu em praias do Rio Xingu, especialmente no Tabuleiro do Embaubal, localizado no município de Altamira e Senador José Porfírio, PA (2°54'01,2''S 51°54'21,1''O 2°35'44,6''S 51°59'39,9''O). Durante o desenvolvimento embrionário dos filhotes da temporada reprodutiva de 2018, foram utilizados termógrafos (dataloggers) para registrar temperatura, um registrador por ninho, com o sensor inserido na porção lateral da câmara de ovos, no meio da câmara, considerando a altura, sendo 30 ninhos no total. Para a análise geomorfológica, amostras de sedimentos coletados na lateral dos ninhos passaram pelo processo de peneiramento a fim de se obter a granulometria baseando-se nas oito seguintes classes granulométricas: seixo (>4,0mm), grânulo (4,0mm a 2,0mm), areia muito grossa (2,0mm a 1,0mm), areia grossa (1,0mm a 0,5mm), areia média (0,5mm a 0,25mm), areia fina (0,25mm a 0,125mm), areia muito fina (0,125mm a 0,065mm) e silte e argila (<0,065mm), segundo Folk (1974) como citado por Malvasio (2002). Estes dados de temperatura e granulometria foram fornecidos pela Norte Energia pela parceria no projeto já existente.

A metodologia utilizada para o levantamento de dados no Laboratório de Ecologia e Zoologia da UFT durante os anos de 2019 e 2020, consistiu na dissecação dos indivíduos (sendo aproximadamente 30 representantes de cada ninho, totalizando 845 filhotes de *P. expansa*) já capturados e eutanasiados, abrindo o plastrão com bisturi e com o auxílio de uma pinça para

visualizar e identificar as gônadas. Após a identificação da gônada, esta foi retirada com o mínimo de manuseio possível, para que não houvesse nenhum dano ao tecido.

Logo após a retirada das gônadas, foi realizado o procedimento histológico para o preparo das lâminas, utilizando-se a coloração de Hematoxilina e Eosina de acordo com Behmer (1976) in Malvasio et al. (2012). Em seguida foram envolvidas em papel filtro, reservadas em um cassete e por fim conservadas em formalina 10%. O estudo das lâminas histológicas em microscópio seguiu os procedimentos de Malvasio et al. (2012), sendo que os parâmetros para a identificação sexual dos espécimes foram a presença de folículos ovarianos em fêmeas e de túbulos seminíferos em machos.

Associado ao estudo histológico das gônadas, foi realizada a análise da morfometria geométrica da carapaça dos filhotes submetidos a essa avaliação histológica. Neste estudo, a partir das fotos de 560 filhotes de *P. expansa*, foram marcados 30 pontos em cada uma, seguindo uma ordem simétrica, nas junções dos escudos que formam essa carapaça (Figura 1) e posteriormente analisada as distâncias entre esses pontos, constatando se haviam diferenças entre machos e fêmeas, de acordo com Valenzuela (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados correspondentes aos ninhos dos indivíduos de *P. expansa*.

Tabela 1 - apresentação da quantidade de machos e fêmeas por ninho e as classes granulométricas identificadas em cada um deles.

| | NINHOS | MACHOS | FÊMEAS | SEXO NÃO IDENTIFICADO | GRAN. DA AREIA |
|----|--------|--------|--------|-----------------------|----------------|
| 1 | E3554 | 1 | 13 | 7 | fina/media |
| 2 | E3685 | - | 28 | 1 | média/grossa |
| 3 | E3686 | - | 17 | 1 | média/grossa |
| 4 | JC01 | - | 10 | 4 | média/fina |
| 5 | E3189 | 11 | 11 | 2 | média/fina |
| 6 | E3772 | - | 3 | 2 | média/grossa |
| 7 | E3809 | 1 | 13 | 1 | média/grossa |
| 8 | PB09 | 2 | 25 | 3 | média/grossa |
| 9 | PB10 | 6 | 22 | 2 | média/grossa |
| 10 | PB11 | 1 | 28 | 1 | média/grossa |
| 11 | PB12 | 10 | 15 | 5 | média/grossa |
| 12 | PB13 | - | 26 | - | média/grossa |
| 13 | PB14 | 14 | 13 | 2 | média/grossa |
| 14 | PB15 | 3 | 25 | 2 | média/grossa |
| 15 | PB16 | - | 30 | - | média/grossa |
| 16 | PB17 | 1 | 28 | - | média |
| 17 | PB18 | 2 | 6 | 1 | média/grossa |
| 18 | PB19 | 1 | 27 | - | média/grossa |

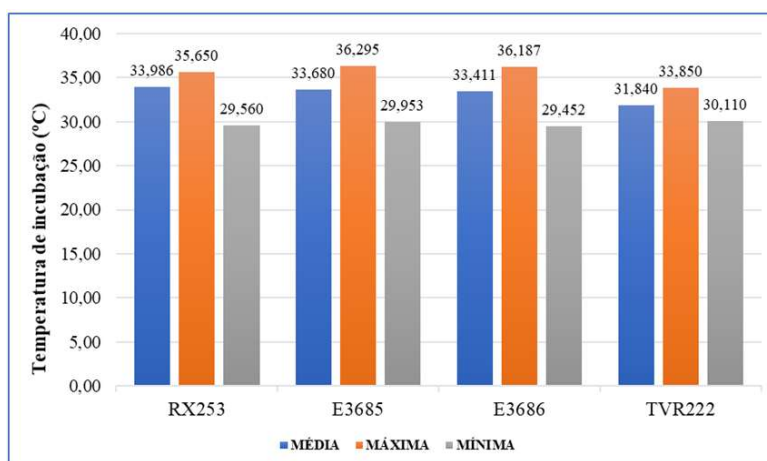
| | | | | | |
|----|--------|----|----|----|-----------------|
| 19 | PB20 | 1 | 27 | 1 | média/grossa |
| 20 | PB21 | 7 | 21 | 2 | média/grossa |
| 21 | PB22 | - | 27 | - | média/grossa |
| 22 | PB23 | - | 24 | 3 | média/grossa |
| 23 | PB24 | - | 30 | - | média/grossa |
| 24 | PB25 | 2 | 19 | 6 | média/grossa |
| 25 | PB26 | - | 27 | - | média/grossa |
| 26 | PB27 | 4 | 24 | 2 | média/grossa |
| 27 | PB28 | 5 | 8 | 10 | média/grossa |
| 28 | PB29 | 2 | 28 | - | média/fina |
| 29 | RX253 | 1 | 27 | 1 | média/fina |
| 30 | TVR222 | 28 | 1 | 1 | fina/muito fina |

Foi realizado o estudo microscópico de 772 lâminas histológicas, dentre elas, identificamos o total de 103 machos, 609 fêmeas e 60 não identificados. Portanto, a razão sexual foi de 0,17:1 (em média) machos/fêmeas, sendo a produção de fêmeas 6 vezes maior que a de machos.

É importante ressaltar que um maior número de fêmeas nas populações pode contribuir positivamente em termos de conservação, pois um macho pode copular com mais de uma fêmea. Vale apontar também que as fêmeas adultas estão mais expostas ao risco de predação tanto natural quanto antrópica na época reprodutiva, pois saem dos rios para nidificar no ambiente terrestre, facilitando a captura (Salera Jr et al., 2009; Portelina et al., 2014) *in* Malvasio et al. (2019, p. 86).

Dentre os ninhos que apresentavam termógrafos instalados, foi possível analisar os registros de temperatura de quatro deles (Gráfico 1) sendo que apresentavam os códigos RX253, E3685, E3686 e TVR222.

Gráfico 1 - Dados de temperaturas médias, máximas e mínimas alcançadas durante incubação dos ovos de *P. expansa* por ninhos.

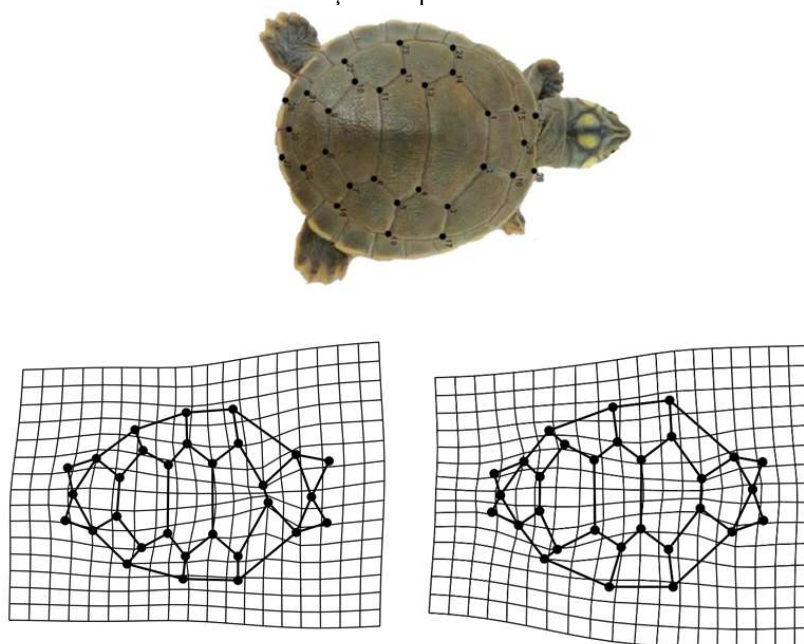


Ao relacionar os dados granulométricos apresentados na Tabela 1, com os dados de temperatura no Gráfico 1, tendo como base a temperatura pivotal (intervalo no qual ocorre a produção de machos e fêmeas igualmente) de 32,9°C de acordo com Ferreira Junior (2009), pode-se observar um resultado condizente com a literatura. Numa temperatura média de incubação menor onde se encontra granulometria fina/muito fina, ocorre um maior número de indivíduos machos. Enquanto nas demais áreas houve predominância de fêmeas, onde as médias de temperatura de incubação são mais altas em frações granulométricas (média/grossa) maiores. Foi possível então demonstrar a influência das diferenças de temperatura entre as faixas granulométricas e na razão sexual de *P. expansa*.

No estudo da morfometria geométrica da carapaça dos filhotes submetidos à análise histológica, identificou-se dimorfismo sexual relevante nos indivíduos. Os machos tendem a apresentar o primeiro escudo vertebral e o primeiro par de escudos marginais mais compridos do que as fêmeas. E as fêmeas terem a sutura que une o quarto e o quinto escudos vertebrais mais alargada do que machos (Figura 1).

Tal técnica mostra-se adequada para a identificação sexual de filhotes de quelônios recém-eclodidos, mas a validação desses resultados ainda depende de uma confirmação por histologia das gônadas de pelo menos um subconjunto desses espécimes (VALENZUELA, 2004). Esta metodologia, se consolidada, permitirá um estudo menos invasivo e uma redução significativa no número de filhotes eutanasiados para o estudo histológico.

Figura 1 - Representação dos marcos nos escudos da carapaça de um espécime de *P. expansa*. Os planos geométricos na parte inferior demonstram o dimorfismo sexual identificado, fêmeas (esquerda) e machos (direita). Ambas imagens apresentam mesmo sentido de marcação dos pontos.



CONCLUSÃO

Foi possível então demonstrar a influência das diferenças de temperatura entre as faixas granulométricas e na razão sexual de *P. expansa*. A técnica de morfometria geométrica se mostrou adequada para a identificação sexual de filhotes de quelônios recém-eclodidos, e mesmo que ainda necessite de uma validação histológica para esses resultados, se consolidada essa metodologia, um estudo menos invasivo e uma redução significativa no número de filhotes eutanasiados será possível.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil. Agradeço também à Norte Energia S.A. pelo apoio logístico e autorização de uso dos dados.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

BALESTRA, R. A. M. **Manejo Conservacionista e Monitoramento Populacional de Quelônios Amazônicos**. 2 ed. Brasília: Ibama, 2016. 136 p.

CHARNIER, M. Action de la temperature sur la sex-ratio chez l'embryon d'*Agamma agama* (Agamidae, Lacertilien). **Soc. Biol. Ouest Afric**, v. 160, n. 3, p. 620-622, 1966.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **A Embrapa nos biomas brasileiros**. Brasília: EMBRAPA, 2006.

FERREIRA JUNIOR, P. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 139-154, 2009.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Plano de Manejo Participativo Reserva Extrativista Rio Xingu**. Altamira, 2012. Ministério do Meio Ambiente. 164 p.

MALVASIO, A.; SEGUNDO, J. P. B. S.; JÚNIOR, G. S.; ATAÍDES, A. G.; MONTELO, K. M.; KARAJÁ, A. I. D. A.; LOPES, T. K. M.; PRADO, T. R. L.; PORTELINHA, T. C. G. Biologia populacional e reprodutiva de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* no Parque Nacional do Araguaia, Tocantins: um histórico entre os anos de 2004 e 2012. In: PINHEIRO, R.T. (org). **Biodiversidade na Região da Ilha do Bananal/Cantão**. Palmas: EDUFT, 2019. Cap 5, p. 77-102.

MALVASIO, A.; MOREIRA, J.; DIAS, H.; GOMES, A.; COSTA, T. Morfometria e histologia das gônadas de machos e fêmeas recém-eclodidos de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 1, p. 105-112, 2012.

MALVASIO, A.; SOUZA, A. M.; JÚNIOR, P. D. F.; REIS, E. S.; SAMPAIO, F. A. A. 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**, n. 5, p. 11-25, 2002.

MORATO, S.; FERREIRA, G.; SCUPINO, M. **Herpetofauna da Amazônia Central: Estudos da FLONA de Saracá-Taquera**. 1 ed. Curitiba: MRN/STCP, 2018. 210 p.

VALENZUELA, N.; ADAMS, D.; BOWDEN, R.; GAUGER, A. Geometric Morphometric Sex Estimation for Hatchling Turtles: A Powerful Alternative for Detecting Subtle Sexual Shape Dimorphism. **Copeia**, v. 2004, n. 4, p. 735-742, 2004.

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

VOGT, R. **Tartarugas da Amazônia**. Lima: Inpa, 2008. 104 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Trajetória Acadêmica

Ingressar no curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins – UFT, foi a primeira conquista de muitas nos últimos 5 anos. Dentre as diversas experiências vivenciadas, não restam dúvidas de que a felicidade das realizações superou qualquer momento de dificuldade.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido ao longo de 4 anos, dos 5 anos que o curso contempla. Em setembro do ano de 2018, durante a aula prática da disciplina de Ecologia tive a certeza de que o estágio no Laboratório de Ecologia e Zoologia (LABECZ) da UFT era minha nova meta.

Tive a oportunidade de me tornar orientada da professora Adriana Malvasio em março de 2019, quando iniciei as atividades no LABECZ como voluntária, e rapidamente tomei apreço pela pesquisa e pelo trabalho socioambiental desenvolvido por ela e pelo grupo de pesquisa CroQue (Quelônios e Crocodilianos da Região Norte), o qual passei a fazer parte poucos meses depois quando fui contemplada com uma bolsa de iniciação científica financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Durante a vigência do PIBIC (Programa Institucional e Bolsas de Iniciação Científica) 2019/2020 desenvolvi o projeto de pesquisa “Caracterização dos ninhos e identificação sexual de *Podocnemis expansa*, Tartaruga-da-amazônia” em parceria com a Norte Energia, S. A., no monitoramento ambiental que a empresa realiza com quelônios na região de entorno da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. E durante os anos de 2020/2021 permaneci estagiando no LABECZ, fui contemplada com renovação da bolsa pelo CNPq, e desenvolvi o trabalho “Relação da Razão Sexual de *Podocnemis expansa* (Tartaruga-da-Amazônia) com microambiente dos ninhos na Bacia do Xingu”. Submetidos e apresentados no XVI e XVII Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal do Tocantins, respectivamente nos anos de 2020 e 2021, para o encerramento de vigência das bolsas. Ambos os trabalhos foram premiados com menção honrosa na área de Ecologia.

Os trabalhos premiados no ano de 2020 foram convidados para publicação como artigo na Revista Desafios – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, nota Qualis A4. Este foi publicado no dia 10/04/2022. Mais uma realização indescritível que a UFT me proporcionou, com oportunidade e reconhecimento. Apresento esse artigo como meu

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental com muita gratidão e orgulho.

APÊNDICE B – Página de publicação do artigo na Revista Desafios, QUALIS A4

O artigo intitulado “Caracterização dos ninhos e identificação sexual de *P. expansa*, Tartaruga-da-Amazônia” foi publicado na Revista Desafios (QUALIS A4) – v. 8, páginas Especial – PIBIC, 2021. (DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uftsupl2021-12549>)

DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins
Q Buscar

Início / Arquivos / v. 8 n. Especial (2021): Suplemento - Premiados no Seminário de Iniciação Científica da UFT / Artigos

CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO SEXUAL DE PODOCNEMIS EXPANSA, TARTARUGA DA AMAZÔNIA

Ana Karla Gonçalves Kaguelama
Universidade Federal do Tocantins

Adriana Malvasio

Heitor Campos de Sousa

Fábio de Jesus Castro

Adson Gomes de Ataídes

Roberto Leandro da Silva

DOI: <https://doi.org/10.20873/uftsupl2021-12549>

Resumo

As alterações climáticas e os impactos que o planeta vem sofrendo com as ações humanas, tornam os monitoramentos ecológicos e da biodiversidade imprescindíveis. Estudos sobre determinação sexual dependente da temperatura de incubação dos ovos, em quelônios, apresentam vários desafios, sendo um deles relacionado à identificação sexual dos filhotes. As características morfológicas externas dos recém-eclodidos de *Podocnemis expansa*, que evidenciam o dimorfismo sexual, só vão ser perceptíveis após alguns anos de vida. O estudo histológico das gônadas é um meio confiável para diferenciar machos e fêmeas em filhotes. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de aspectos físicos e geomorfológicos dos ninhos de *P. expansa* e relacioná-los com a determinação sexual da espécie nas praias do Rio Xingu/PA. A análise histológica resultou na razão sexual de 0,17:1 machos/fêmeas, totalizando 103 machos, 609 fêmeas e 60 não identificados. Áreas de nidificação com frações granulométricas menores (fina/média fina) e temperatura média de incubação mais baixa, apresentaram maior número de machos. Houve predominância de fêmeas em temperaturas mais altas, onde a fração granulométrica foi maior (média/grossa). A morfometria geométrica da carapaça dos filhotes identificou diferenças morfométricas entre machos e fêmeas, resultados que podem diminuir a quantidade de filhotes eutanasiados destinados à histologia.

PDF

Publicado
2022-04-10

Como Citar
Gonçalves Kaguelama, A. K., Malvasio, A., Campos de Sousa, H., de Jesus Castro, F., Gomes de Ataídes, A., & Leandro da Silva, R. (2022). CARACTERIZAÇÃO DOS NINHOS E IDENTIFICAÇÃO SEXUAL DE PODOCNEMIS EXPANSA, TARTARUGA DA AMAZÔNIA. DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, 8(Especial), 85-91. <https://doi.org/10.20873/uftsupl2021-12549>

Formatos de Citação

Edição
[v. 8 n. Especial \(2021\): Suplemento - Premiados no Seminário de Iniciação Científica da UFT](#)

Seção
Artigos

Licença

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

1. Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Creative Commons Attribution License \(CC BY-NC 4.0\)](#), permitindo o compartilhamento do trabalho com

Open Journal Systems

Enviar Submissão

Idioma

Português (Brasil)

Español (España)

English

Informações

Para Leitores

Para Autores

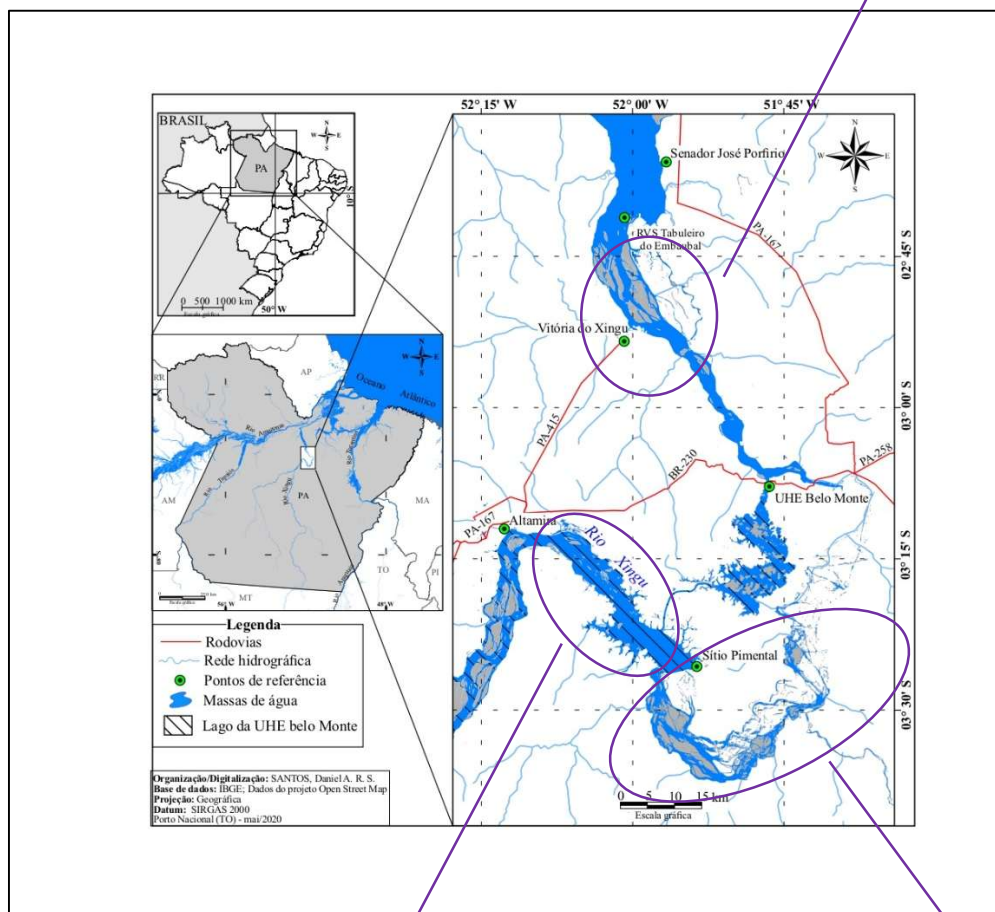
Para Bibliotecários

APÊNDICE C – Complementação de Material e Métodos

A coleta de dados em campo, em praias do Rio Xingu, consistiu em instalar termógrafos (*datalogger*) para registrar a temperatura interna dos ninhos e coletar amostras de sedimentos, para obtenção das granulometrias dos grãos. O monitoramento foi realizado no período reprodutivo de 2018 para três espécies diferentes de *Podocnemis* e foram instalados no total 45 termógrafos. Dentre os termógrafos instalados nos ninhos de *P. expansa*, apenas 11 foram recuperados devido furto e problemas técnicos de registro com o restante, alguns apresentaram os ninhos preparados e outros alagados.

Visto isso foi possível verificar a temperatura, registradas de 10 em 10 minutos, conforme programado anteriormente, ao longo de todo o período de incubação, e compará-las com a granulometria somente dos ninhos TVR222 localizado no Trecho de Vazão Reduzida, RX 253 localizado no Reservatório do Xingu, E685 e E686 localizados no Tabuleiro do Embaubal na Praia Peteruçu de baixo, representadas no mapa abaixo:

Mapa 1 - Localização das áreas de estudo



Fonte: Santos (2020).

Reservatório do Xingu

Trecho de vazão reduzida

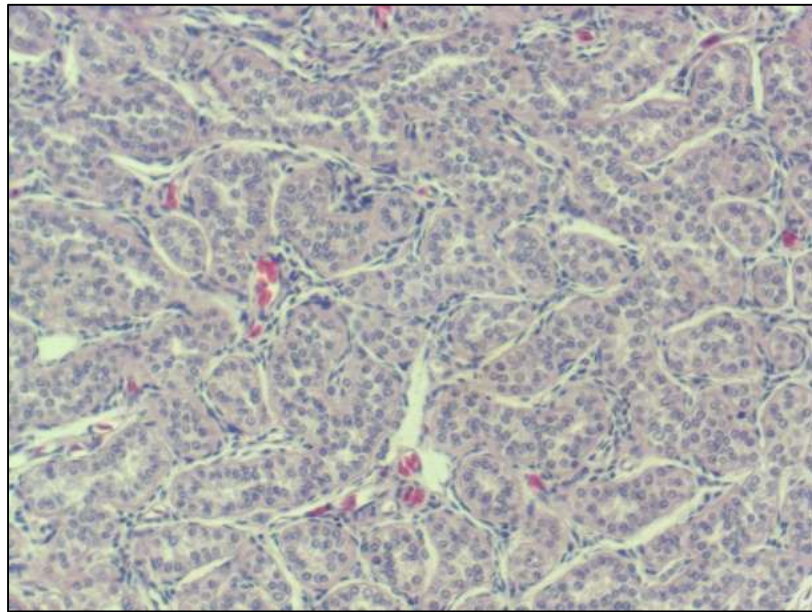
Tabuleiro do Embaubal

A etapa de obtenção de dados em laboratório foi realizada no Laboratório de Ecologia e Zoologia da UFT no município de Palmas – Tocantins, onde foi realizada a dissecação de 845 espécimes filhotes de *P. expansa*. Os filhotes, já capturados e eutanasiados foram enviados pela equipe de monitoramento de fauna da Norte Energia, devidamente identificados com códigos de acordo com as praias e ninhos. Em decúbito dorsal cada indivíduo teve seu plastrão aberto com um bisturi e com o auxílio de uma pinça foi retirado estômago, intestino e fígado, possibilitando visualizar as gônadas.

O preparo das lâminas histológicas, seguiu o procedimento de Malvasio *et al.* (2012). Após localizar as gônadas do espécime, foram retiradas, embebidas em Eosina e fixadas em formalina a 10%. As etapas seguintes consistiram nos procedimentos convencionais histológicos de desidratação com álcool etílico para permitir a penetração da parafina. Diafanização com xilol substituindo o álcool por um material que a parafina tenha afinidade. Impregnação com parafina para dispor ao material rigidez suficiente para a realização dos cortes fino. Microtomia para se obter uma seção bem fina do tecido, recomenda-se uma espessura entre 4 a 6 micrômetros. Coloração com hematoxilina para corar os núcleos das células e eosina para corar o citoplasma das células. E por fim a montagem da lâmina histológica cobrindo-a com uma lamínula e colando com resina líquida (Nunes; Cinsa, 2016).

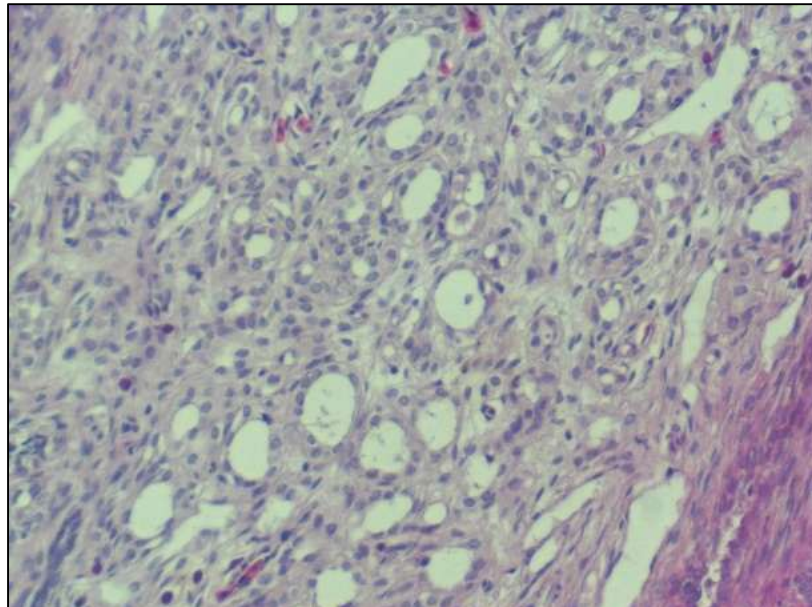
O estudo das lâminas histológicas seguiu mais uma vez o Malvasio *et al.* (2012). Nesta etapa foram lidas 722 lâminas histológicas em microscópio ótico, sendo o parâmetro para identificação sexual a presença de túbulos seminíferos em machos (Figura 2) e folículos ovarianos em fêmeas (Figura 3).

Figura 2 – Túbulos seminíferos em machos de quelônios sob o aumento de 100x no microscópio ótico



Fonte: autores.

Figura 3 – Folicúlos ovarianos em fêmeas de quelônios sob o aumento de 100x no microscópio ótico

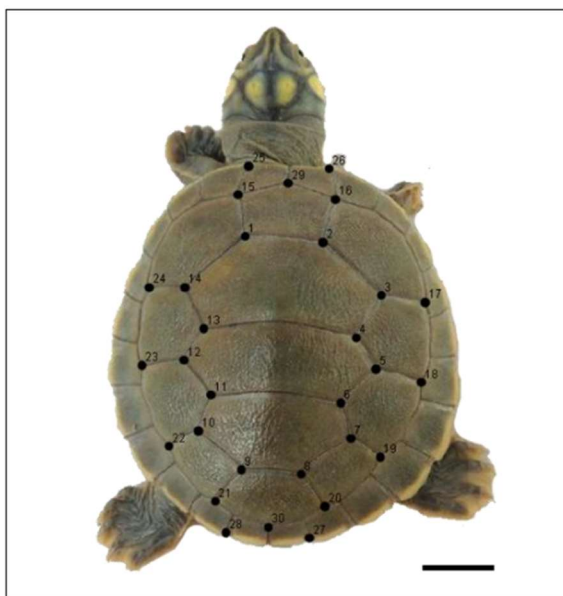


Fonte: autores.

A análise morfométrica da carapaça dos filhotes seguiu Valenzuela *et al.* (2004). Foram utilizadas 560 fotos da carapaça dos filhotes submetidos ao estudo histológico das gônadas. As fotos foram tiradas assim que os espécimes foram capturados para que condições externas não influenciassem nas características morfológicas, foram registradas sob papel quadriculado de modo que uma escala seja definida na etapa seguinte.

As imagens foram utilizadas nos programas de computador: TPSUtil, TPSDig2 e TPSRelw, criados por F. James Rohlf. TPSUtil (Rohlf, 2018a) cria um arquivo de formato TPS a partir de todas as imagens utilizadas, possível de acessar pelos outros programas. No TPSDig2 (Rohlf, 2018b) definiu-se uma escala e foram digitalizados os 30 marcos nas junções dos escudos da carapaça em todas as imagens, seguindo a mesma sequência (Figura 4), estas ações são salvas no mesmo arquivo TPS. Posteriormente o TPSRelw (Rohlf, 2018) usou do arquivo TPS para fornecer uma matriz de dados contendo as coordenadas “x” e “y” de cada marco e as variáveis de formas através da sobreposição dos marcos anatômicos. As coordenadas de pontos foram submetidas a uma transformação a qual possibilita identificar formas, denominada coordenadas Procrustes.

Figura 4 – Demonstração da sequência dos marcos anatômicos na carapaça de um espécime de *P. expansa*



Fonte: Gomes (2019).

Para a análise estatística foi utilizado o pacote *Geomorph* no software *R* (Baken, 2021; Adams, 2023). Foram identificadas diferenças na morfometria geométrica de machos e fêmeas

em *P. expansa* ($F = 11,257$; $GL = 1$; $P = 0,001$), onde P representa hipótese nula, demonstrando que foi possível identificar essas diferenças morfométricas.

Análises lineares discriminantes foram realizadas para testar o poder de acurácia na classificação dos sexos com base nas posições dos pontos de encontro dos escudos das carapaças. A eficiência dos modelos é maior para fêmeas, já que há maior proporção de fêmeas. Avaliando a eficiência dos modelos para classificar as observações, registrou-se uma eficiência de: 96% de fêmeas e 45% de machos. Avaliando a eficiência dos modelos com o método de validação cruzada de *Jackknife*, observou-se uma eficiência de: 93% de fêmeas e 33% de machos. E por último, pelo método de *Bootstrap*, observou-se um erro de classificação do sexo de 16,65%.

REFERÊNCIAS

ADAMS, D.; COLLYER, M.; KALIONTZOPOULOU, A.; BAKEN, E. “**Geomorph**: Software for geometric morphometric analyses. R package version 4.0.6.” <https://cran.r-project.org/package=geomorph>. 2023.

BAKEN, E.; COLLYER, M.; KALIONTZOPOULOU, A.; ADAMS, D. Geomorph version 4.0 and gmShiny: enhanced analytics and a new graphical interface for a comprehensive morphometric experience. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 12, p. 2355-2363, 2021.

GOMES, W. P. B. S. **Análise do dimorfismo sexual em recém-eclóidos de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812)**. 2019. 34 f. Dissertação (Mestrado em Biologia, Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2019.

MALVASIO, A.; MOREIRA, J.; DIAS, H.; GOMES, A.; COSTA, T. Morfometria e histologia das gônadas de machos e fêmeas recém-eclodidos de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 1, p. 105-112, 2012.

NUNES, C. S; CINSA, L. A. Princípios do processamento histológico de retina. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, v. 8, n. único, p. 31-40, 2016.

VALENZUAELA, N.; ADAMS, D.; BOWDEN, R.; GAUGER, A. Geometric Morphometric Sex Estimation for Hatchling Turtles: A Powerful Alternative for Detecting Subtle Sexual Shape Dimorphism. *Copeia*, v. 2004, n. 4, p. 735-742, 2004.

ROHLF, F. J. **TpsUtil for Windows**. Version 1.74. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, 2018a. Disponível em: <<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>> Acessado em: 24 jan. 2019.

ROHLF, F. J. **TpsDig2 for Windows**. Version 2.30. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, 2018b. Disponível em: <<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>> Acessado em: 09 abr. 2020.

ROHLF, F. J. **TpsRelw for Windows**. Version 1.69. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, 2018c. Disponível em: <<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>> Acessado em: 09 abr. 2020.