

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS EM CARAPAÇA E PLASTRÃO DE
Podocnemis erythrocephala (PODOCNEMIDIDAE) NO MÉDIO RIO NEGRO,
AMAZONAS, BRASIL**

MOISES DIAS CLARINDO

**TEFÉ, AM
- 2024 -**

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS EM CARAPAÇA E PLASTRÃO DE
Podocnemis erythrocephala (PODOCNEMIDIDAE) NO MÉDIO RIO NEGRO,
AMAZONAS, BRASIL**

MOISES DIAS CLARINDO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao colegiado de
Ciências Biológicas como requisito
para obtenção do grau de licenciado
em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rafael
Bernhard

TEFÉ, AM
- 2024 -

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS EM CARAPAÇA E PLASTRÃO DE
Podocnemis erythrocephala (PODOCNEMIDIDAE) NO MÉDIO RIO NEGRO,
AMAZONAS, BRASIL**
, apresentado por Moisés Dias Clarindo, em 22 de fevereiro de 2024.

Banca de Avaliação

Prof. Dra. Eloá Arevalo Gomes

Nome da Instituição _____

Prof. Dr. Rafael Bernhard

Nome da Instituição _____

Prof. Dra. Silvia Regina Sampaio Freitas

Nome da Instituição _____

**TEFÉ, AM
- 2024 -**



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TEFÉ- CEST
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ATA DE AVALIAÇÃO DE TCC - ARTIGO

Dados de Identificação

Nome da Aluno: **Moses Dias Clarindo**

Título do trabalho: *Caracterização das anomalias em carapaça e plastrão de **Podocnemis erythrocephala** (PODOCNEMIDIDAE) no médio rio Negro, Amazonas, Brasil*

Nome do Professor (a) Orientador (a): **Dr. Rafael Bernhard**

Ano/Semestre: **2023/2.**

Turma: **8º Período**

Artigo (Resultado Final)
0,0 -10,0
9,7

COMISSÃO EXAMINADORA

Silvia R.S. Freitas

RAFAEL BERNHARD

Elza Azevedo Gomes Freixo

Data: **22/02/2024.**

Moses

Coordenadora do curso de Ciências Biológicas

Maria dos Anjos da

Secretária Geral

Moses Dias Clarindo

Aluno(a)

UEA
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DO
AMAZONAS

Universidade do Estado do Amazonas - Reitoria
www.uea.edu.br
Centro de Estudos Superiores de Tefé - CEST/UEA,
Estrada do Bexiga, 1085 - Jerusalém
Fone/Fax: (97) 3343-3461/3343-3396
CEP: 69552-315 - Tefé/Amazonas

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
METODOLOGIA	10
RESULTADO	12
DISCUSSÃO	14
CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESUMO

Este estudo investigou a ocorrência de anomalias no casco da espécie *Podocnemis erythrocephala*, conhecida como irapuca, na região do médio Rio Negro, na Amazônia brasileira. A presença de tais anomalias pode ser influenciada por uma variedade de fatores, incluindo fatores genéticos e ambientais. Os objetivos deste trabalho foram diagnosticar a incidência e descrever as anomalias no casco desta espécie, bem como verificar se existem diferenças na proporção de anomalias entre machos, fêmeas e indivíduos imaturos. A metodologia empregada envolveu a análise de 442 espécimes capturados nos rios Ayuanã e Jurubaxi, no médio Rio Negro, utilizando *trammel nets* para capturar e posterior marcação individual e registro fotográfico para documentar as anomalias no casco. Os resultados indicaram que 12,2% dos espécimes apresentavam alguma irregularidade nos escudos do casco, com a maioria dessas anomalias localizadas na carapaça. Não houve diferença estatisticamente significativa na incidência de anomalias entre machos, fêmeas e indivíduos imaturos. Esses resultados indicam uma interação complexa de fatores que influenciam na formação dessas anomalias, destacando a plasticidade e adaptação desses animais a diferentes condições. Este estudo contribui para o entendimento dos mecanismos subjacentes à formação de anomalias no casco e ressalta a importância da continuação da pesquisa nessa área.

Palavras-chave: *Podocnemis erythrocephala*, anomalias no casco, Amazônia brasileira, fatores genéticos, fatores ambientais.

ABSTRACT

This study investigated the occurrence of anomalies in the shell of the species *Podocnemis erythrocephala*, known as irapuca, in the middle Rio Negro region of the Brazilian Amazon. The presence of such anomalies can be influenced by a variety of factors, including genetic and environmental factors. The objectives of this study were to diagnose the incidence and describe the anomalies in the shell of this species, as well as to verify if there are differences in the proportion of anomalies between males, females, and immature individuals. The methodology involved the analysis of 442 specimens captured in the Ayuanã and Jurubaxi rivers, in the Middle Rio Negro, using *trammel nets* for capture and subsequent individual marking to document the anomalies in the shell. The results indicated that 12.2% of the specimens presented some irregularity in the shell shields, with most of these anomalies located in the carapace. There was no statistically significant difference in the incidence of anomalies between males, females, and immature individuals. These results indicate a complex interaction of factors influencing the formation of these anomalies, highlighting the plasticity and adaptation of these animals to different conditions. This study contributes to the understanding of the underlying mechanisms of anomaly formation in the shell and emphasizes the importance of continuing research in this area.

Keywords: *Podocnemis erythrocephala*, turtle shell anomalies, Amazon, genetic factors, environmental factors.

INTRODUÇÃO

Os quelônios possuem uma estrutura extremamente especializada e adaptada para fornecer proteção eficaz contra choques mecânicos e predação: o casco. Composta por uma combinação de placas ósseas revestidas por placas córneas, proporciona a esses indivíduos uma estrutura resistente e rígida. O casco é dividido em duas partes: a carapaça, que constitui a parte dorsal, formada pela fusão das costelas, vértebras e de diversos elementos de ossificação dérmica; e o plastrão, que constitui a parte ventral, é formado por clavículas e interclavículas e, posteriormente, por costelas abdominais. O número típico de escudos carapaciais dos quelônios é de cinco escudos vertebrais, quatro pares costais e doze pares de escudos marginais. Qualquer desvio desse padrão representa anomalia, e esses indivíduos são modelos excelente para estudos da instabilidade do seu desenvolvimento (FARKE et al., 2015; KARDONG, 2010; VELO-ANTÓN et al., 2011).

A espécie *Podocnemis erythrocephala*, popularmente conhecida como irapuça, é considerada a menor espécie do gênero *Podocnemis*, que inclui outras três espécies proeminentes na Amazônia: *Podocnemis expansa*, *Podocnemis sextuberculata* e *Podocnemis unifilis*. A espécie *P. erythrocephala* possui uma distribuição restrita a rios de água preta, localizados nas regiões amazônicas colombiana, venezuelana e brasileira, sendo encontrado principalmente em lagos e pequenos rios. Chega a atingir um comprimento de até 32 cm de carapaça. Na fase adulta, os machos são menores, com caudas mais longas e mantêm uma coloração vermelha ou alaranjada na cabeça, enquanto as fêmeas são maiores, possuem cauda mais curta e sua coloração na cabeça se transforma em um tom de marrom claro. O sexo dos filhotes depende da temperatura e das condições ambientais que se encontra o ninho estabelecido (BERNARDES et al., 2014; VOGT, 2008).

As causas de anomalias nos escudos supranumerários e na redução no número de escudos presentes nas populações selvagens ainda não são bem compreendidas, mas diversos fatores são considerados como contribuintes. Alguns estudos sugerem que a temperatura e umidade durante a incubação podem desempenhar um papel importante, com temperaturas elevadas podendo ocasionar em escudos irregulares ou

outras deformidades, embora a influência da umidade seja debatida (KAZMAIER; ROBEL, 2001; ZIMM et al., 2017).

Fatores genéticos também podem desempenhar um papel importante, com relatos de anomalias causadas por herança genética (DAVY; MURPHY, 2009; VELO-ANTÓN et al., 2011). O manuseio de ovos durante a realocação também pode afetar o desenvolvimento de tartarugas imaturas (JAFFÉ et al., 2008). Os estudos supracitados têm sido propostos como as principais causas de anormalidade na carapaça de quelônios; entretanto, influências ambientais como poluição, desequilíbrio nutricional, doenças e infecções têm sido propostas por outros autores como possíveis causas (FARKE et al., 2015).

Compreender a gravidade das deformidades e seu potencial impacto na saúde e na dinâmica populacional dos quelônios é necessário. Deformidades na carapaça variam em gravidade e podem afetar significativamente a forma e o tamanho da carapaça. Deformidades graves podem ser letais, reduzindo a probabilidade de sobrevivência ou capacidade reprodutiva dos indivíduos afetados. Isso pode ter um impacto na dinâmica populacional, especialmente se a frequência dessas deformidades for bastante alta dentro da população. Pequenas deformidades, por outro lado, provavelmente não têm um impacto tão significativo no condicionamento físico ou capacidade reprodutiva dos quelônios. Nenhuma evidência sugere que deformidades menores sejam indicadores de aptidão reprodutiva reduzida (DAVY; MURPHY, 2009).

Na região amazônica brasileira, estudos importantes têm investigado a ocorrência de anomalias na carapaça de quelônios do gênero *Podocnemis*. Em um estudo conduzido por Salera-junior et al., (2009), foi analisada a incidência de irregularidades no padrão de escutelação no casco de *P. expansa* e *P. unifilis*. Dos 14.378 indivíduos avaliados de *P. expansa*, 13% apresentavam algum tipo de anomalia na carapaça, enquanto 4% dos 1.329 indivíduos de *P. unifilis* exibiram irregularidades. Esses dados sugerem uma diferença na prevalência de anomalias entre as duas espécies.

Desse modo, para analisar a influência da irregularidade carapacial numa população selvagem, é necessário conhecer as variações e tipos de anomalias presente nesses indivíduos. Portanto, este estudo foi realizado com o objetivo de diagnosticar a incidência e descrever as anomalias no casco da espécie *P. erythrocephala*.

Secundariamente, verificar se existe diferença na proporção de machos, fêmeas e indivíduos imaturos.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado entre os dias 22 de janeiro e 13 de fevereiro de 2008 nos rios Ayuanã e Jurubaxi, localizados no município de Santa Isabel do Rio Negro, no médio Rio Negro, Amazonas (Figura 1). Classificado como um rio de água preta e com baixo pH (WOOD et al., 2003). O nível da água do Rio Negro na região segue um padrão de estação de cheia e seca, com variação significativa ao longo do ano, podendo oscilar mais de sete metros (WALTER, 1986). A temperatura média anual na região é de 27°C (BATISTELLA; VOGT, 2008). A quantidade média anual de chuvas varia de 1844 a 2957mm/ano, com a maior incidência entre março e abril, e menos chuvosos entre agosto e setembro. A vegetação ao redor inclui floresta alagada, campinas e florestas de igapó, com ambientes aquáticos como lagos, remansos e paranás (BERNHARD; VOGT, 2012).

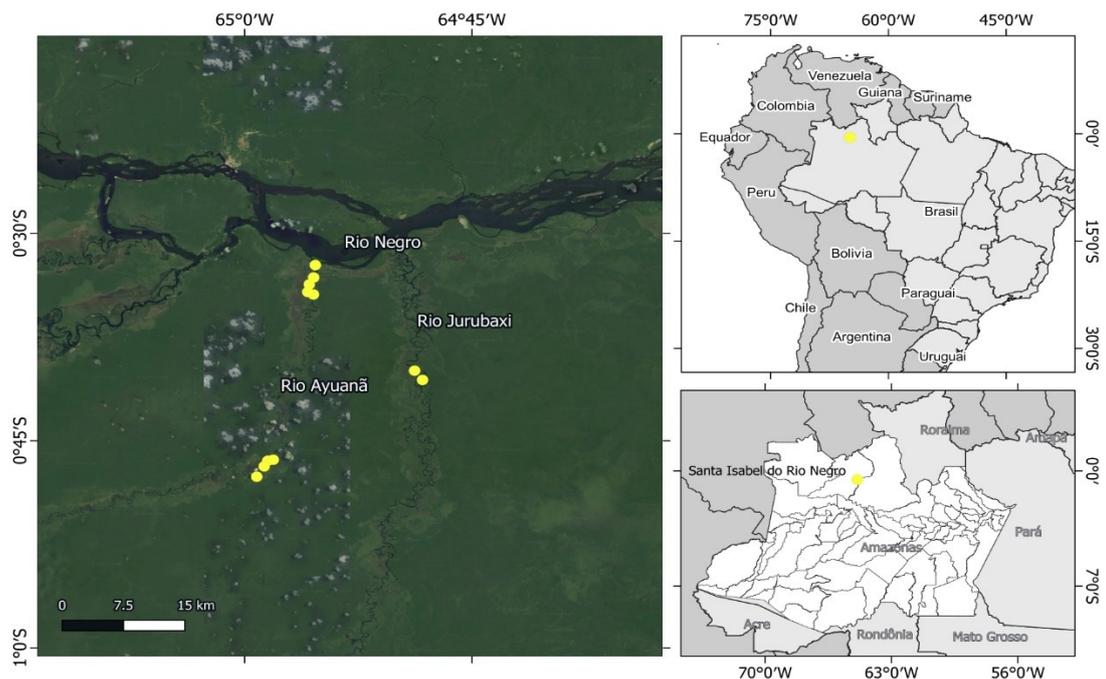


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo: Rio Ayuanã e Jurubaxi, Santa Isabel do Rio Negro, Amazonas, Brasil, e dos pontos amostrados (círculos amarelos).

Foram utilizadas *trammel nets* para as capturas, que consistem em malhadeiras com 100 metros de comprimento por dois metros de altura, compostas por duas malhas: externas, brancas e maiores, e uma malha interna azul escura, menor

(BERNHARD; VOGT, 2012). As *trammel nets* foram colocadas em 45 locais com pouca ou nenhuma correnteza, entre as 06:00 e 18:00, revisadas a cada três horas. Os animais capturados foram medidos em seu comprimento retilíneo da carapaça (CMRC) e fotografados dorsal e ventralmente. Eles foram classificados com machos ou fêmeas por características de dimorfismo sexual, como cabeça vermelha, cauda maior nos machos. Fêmeas com menos de 221 mm CMRC e machos menores do que 161 mm CMRC, foram caracterizados como imaturo (BERNHARD; VOGT, 2012).

Todos foram marcados individualmente com entalhes e furos nos escudos marginais na carapaça. Documentamos quaisquer anormalidades no casco como redução ou escudos supranumerários. Considerou-se para esse estudo somente casos de anomalias no casco, ou seja, deformações na cabeça, cauda, patas e demais estruturas não foram analisadas. Para verificar se a probabilidade de ocorrer anomalias no casco difere entre machos, fêmeas e imaturos foi utilizado uma regressão logística com o programa RStudio 2023.09.1+494 (RStudio, inc., 2023). Nesta análise indivíduos com alguma anomalia (1) ou sem anomalia (0) foram a variável dicotômica dependente e sexo (macho, fêmea, imaturo) foram a variável independente.

Todas as etapas do estudo foram realizadas com a mais alta consideração e em estrita conformidade com as diretrizes éticas estabelecidas e pelas regulamentações relacionadas à pesquisa com animais. Medidas foram adotadas para minimizar o estresse e o desconforto dos animais durante a captura, medição e marcação. Comprometemo-nos a relatar de forma transparente todos os aspectos relacionados ao uso de animais na pesquisa, garantindo assim a integridade científica e o respeito pelos animais em nosso estudo.

RESULTADO

Foram examinados 442 espécimes, incluindo machos, fêmeas e indivíduos imaturos da espécie *Podocnemis erythrocephala*. Os machos tiveram um comprimento médio de 209,8mm CMRC (DP=12,2; 163-237mm). As fêmeas mediram em média 256,2mm CMRC (DP=18,1; 222-302mm). Os indivíduos imaturos mediram em média 176,7mm CMRC (DP=40,6; 107-221mm). Verificamos que 54 (12,2%) exibiam uma disposição irregular dos escudos do casco, sendo que a maioria dessas irregularidades estava localizada na carapaça (Tabela 1). Dos 92 machos, 238 fêmeas e 112 imaturos analisados, a maior incidência ocorreu entre as fêmeas, com 32 (13,4%) casos registrados. Nos machos, foram identificados 10 (10,9%) casos, e nos imaturos, 12 (10,7%) casos, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles (Tabela 2). O número de anomalias variou de uma a quatro em um único indivíduo.

Tabela 1: Ocorrência de anomalias no casco de *Podocnemis erythrocephala* do médio Rio Negro, por sexo e maturidade.

presença de anomalia	Sexo						total	
	Machos		Fêmeas		imaturos		N	%
	N	%	N	%	N	%		
Sim	10	10,9	32	13,4	12	10,7	54	12,2
Não	82	89,1	206	86,6	100	89,3	388	87,8
Total	92	100,0	238	100,0	112	100,0	442	100,0

Tabela 2: Resultado da análise de regressão logística testando o modelo: anomalia ~ comprimento da carapaça + sexo.

Coefficientes	Estimativa	erro padrão	valor Z	P
Intercepto	-1,955403	1.5428319	-1,267	0.205
comprimento da carapaça	0.0003639	0.0059734	0.061	0.951
sexo imaturo	-0.2292654	0.5939018	-0.386	0.699
sexo macho	-0.2250705	0.4749007	-0.474	0.636

O tipo de anomalia mais comum foi a de escudos marginais supranumerários esquerdos, com 17 (25,00%) casos, e nos escudos costais supranumerários esquerdos

com 15 (22,05%) casos (Tabela 3). Por outro lado, o escudo supranumerário humeral do plastrão ocorreu em apenas um indivíduo.

Tabela 3: Descrição e frequência das anomalias dos escudos da carapaça e plastrão de *Podocnemis erythrocephala* do médio Rio Negro, separadas por sexo e maturidade.

	macho	fêmea	imaturo	total	%
escudos marginais					
supranumerário direito	3	3	1	7	10,29%
supranumerário	3	11	4	17	25,00%
esquerdo					
reduzido direito	3	3	1	7	10,29%
reduzido esquerdo	1	3	1	5	7,35%
escudos costais					
supranumerário direito	2	8	0	10	14,70%
supranumerário	3	5	7	15	22,05%
esquerdo					
reduzido direito	0	0	0	0	0,00%
reduzido esquerdo	0	0	0	0	0,00%
escudos vertebrais					
supranumerário direito	0	5	1	6	8,82%
reduzido direito	0	0	0	0	0,00%
escudos plastrão					
supranumerário	0	1	0	1	1,47%
humeral					
				68	100%

DISCUSSÃO

A afirmação de que os quelônios são excelentes modelos para estudar a instabilidade do desenvolvimento, devido à facilidade de detecção de anomalias em seu casco, conforme mencionado por Velo-antón et al., (2011) foi confirmada pelos resultados deste estudo. A análise revelou que uma parte significativa dos indivíduos examinados apresentava algum tipo de irregularidade, correspondendo a 12% das amostras. Embora tenha sido observada uma ligeira predominância de casos em fêmeas em comparação com machos e imaturos, essa diferença não atingiu significância estatística. Esses achados indicam que a ocorrência de anomalias no casco da espécie pode ser influenciada por uma variedade de fatores, além do sexo e da idade. A hipótese de que variações genéticas, fatores ambientais ou eventos aleatórios podem desempenhar um papel significativo nesse fenômeno é apoiada pelos resultados deste estudo, conforme sugerido por Zimm et al., (2017).

A ausência de pesquisas sobre anomalias no casco da espécie *P. erythrocephala* destaca a importância do trabalho de Salera-junior et al., (2009), que se destaca como um dos poucos estudos realizados na Amazônia brasileira e sobre o gênero *Podocnemis*. No entanto, embora existam poucos estudos específicos sobre *P. erythrocephala*, há uma quantidade significativa de pesquisas que documentam anomalias em tartarugas que ocorrem em regiões tropicais e temperadas. Os trabalhos de Kazmaier & Robel, (2001), KOBAYASHI et al., (2017) e MAFFUCCI et al., (2020) são exemplos disso, destacando a ocorrência generalizada dessas anomalias em diferentes espécies de tartarugas tropicais e temperadas.

Ao compararmos os resultados de nossa pesquisa com estudos anteriores, como os de Clique aqui para inserir texto. Bujes & Verrastro, (2007) e Salera-junior et al., (2009) observamos uma semelhança significativa na baixa incidência de quelônios com algum tipo de anomalia nos escudos. Além disso, constatamos que as anomalias não apresentaram diferenças significativas entre os indivíduos machos, fêmeas e imaturos, corroborando os resultados desses estudos anteriores.

Por outro lado, ao examinar pesquisas como a de Velo-antón et al., (2011) e [Clique aqui para inserir texto.](#) Brown & Davy (2021), identificamos uma variação considerável nas taxas de anomalias observadas. Enquanto Velo-antón et al., (2011) relataram casos que variaram de 3% a 68% na população local de *Emis orbicularis*, Brown & Davy (2021) apresentaram uma taxa alarmante de 82% de casos de anomalias examinados. Constatou-se que os autores consideraram além de fatores internos, fatores externos como injúrias. É importante ressaltar que nossa linha de pesquisa se concentra especificamente em anomalias presentes nos animais desde a embriogenia, como os escudos irregulares supracitados.

A observação de Parés-casanova et al., (2020) sobre a menor suscetibilidade à ocorrência de anomalias nos escudos presentes no plastrão, como evidenciado em seu estudo com as espécies *Chelonidis carborina* e, Bujes & Verrastro (2007) com *T. dorbignyi*, está alinhada com os resultados de nossa pesquisa. Assim como observado em nossos resultados, houve uma predominância de casos de anomalias na carapaça em comparação com o plastrão, sendo que apenas um escudo humeral apresentou anomalia.

Essa consistência nos achados sugere uma semelhança nos padrões de ocorrência de anomalias entre diferentes espécies de tartarugas. Além disso, o estudo de Ozdemir & Turkozan (2005) com a tartaruga verde *Chelonia mydas* identificou variáveis constantes nos padrões de escudos vertebrais, costais e marginais, com maior variação na população. Esses resultados ressaltam a importância de considerar não apenas a presença ou ausência de anomalias, mas também a distribuição e padrões específicos de ocorrência dessas anomalias nos diferentes escudos do casco das tartarugas.

Embora a modificação no número de escudos epidérmicos seja uma ocorrência frequente em Testudines, como afirmado por Cherepanov, (2014), as variações nos padrões dos escudos são consideradas a malformação mais comum. No entanto, o pesquisador ressalta que não há evidências de que essas variações afetem significativamente a sobrevivência dos quelônios. Essa observação destaca a plasticidade e adaptação desses animais a diferentes condições ambientais, mesmo quando apresentam anomalias morfológicas.

O relato de Bujes & Verrastro (2007) sobre a associação de diversos fatores ambientais que atuam no desenvolvimento embrionário das tartarugas, possivelmente responsáveis pela alteração do padrão de escutelação, complementa nossa compreensão dos possíveis mecanismos subjacentes à formação de anomalias no casco. De acordo com os resultados de nosso estudo, as anomalias observadas provavelmente se formaram durante a embriogênese das tartarugas. Essa constatação reforça a importância de investigar os estágios iniciais do desenvolvimento embrionário para compreender melhor a origem e a natureza das anomalias observadas no casco das tartarugas.

A afirmação de Magalhães et al., (2017) sobre a escassez de informações embrionárias das espécies amazônicas ressalta a lacuna de conhecimento que ainda existe nesse campo de estudo. No entanto, estudos recentes, como o de Martín-del-campo et al., (2021), têm contribuído para preencher essa lacuna ao descrever a etiologia de diferentes malformações no desenvolvimento embrionário de tartarugas. Em sua pesquisa, identificou que 45% dos indivíduos analisados apresentavam defeitos na carapaça.

O estudo de Telemeco et al., (2013) examinou os efeitos do desenvolvimento embrionário em *Chrysemys picta* em ninhos naturais, revelando que ninhos expostos a temperaturas extremamente quentes por um período prolongado produziram mais filhotes com anomalias do que ninhos expostos a temperaturas quentes por um período mais curto. Além disso, não foi observado nenhum efeito da temperatura fria extrema sobre os filhotes com anomalias. Esses resultados evidenciam a influência das condições ambientais, especialmente a temperatura, no desenvolvimento embrionário e na ocorrência de anomalias nas tartarugas.

Os estudos na Bacia do Rio Negro com a espécie *Podocnemis erythrocephala*, conforme abordados por Batistella & Vogt, (2008), exploram possíveis casualidades que possam afetar a sobrevivência dos ovos, filhotes e seu desenvolvimento. No entanto, não relacionam diretamente com a ocorrência de anomalias. Além disso, os estudos sobre poliandria, conduzidos por Fantin et al., (2010), e bioacumulação de mercúrio, realizados por Roulet et al., (2001) e Schneider et al., (2009), na espécie *P. erythrocephala*, também não parecem estar diretamente associados à ocorrência de anomalias no casco. Embora o mercúrio possa afetar o comportamento dos animais e

comprometer o sucesso da eclosão dos ovos, não parece haver evidências de que isso resulte em anomalias específicas no desenvolvimento do casco das tartarugas.

Como proposto por Ozdemir & Turkozan (2005), neste estudo reconhecemos que o aparecimento de placas supranumerárias em quelônios não pode ser atribuído exclusivamente a um único fator, mas sim a uma interação complexa de diferentes fatores ambientais durante o desenvolvimento embrionário. Isso ressalta a complexidade dos processos envolvidos na formação morfológica das tartarugas e a influência de uma variedade de fatores ambientais na determinação de sua morfologia. A variação dos escudos da carapaça parece não afetar o desenvolvimento dos indivíduos, porém não se modificam ao longo da vida adulta a senescência.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, verificamos que tanto machos quanto fêmeas, ambos em atividade reprodutiva, apresentaram escudos supranumerários. Isso sugere que a presença dessas anomalias não está restrita a um único grupo de indivíduos, mas sim que pode ser observada em diferentes segmentos da população, independentemente do sexo ou do estado reprodutivo.

Essa pesquisa é a primeira envolvendo a espécie, seria valioso expandir o estudo para investigar mais profundamente as causas subjacentes das anomalias no casco de *Podocnemis erythrocephala* e das espécies do gênero presente na Amazônia brasileira. Isso pode incluir análises genéticas para identificar possíveis variantes associadas a essas características morfológicas, bem como estudos experimentais para avaliar o impacto de diferentes condições ambientais durante o desenvolvimento embrionário. Além disso, seria interessante realizar monitoramentos de longo prazo das populações de tartarugas para avaliar as consequências das anomalias dos escudos irregulares na sobrevivência, reprodução e saúde geral dos indivíduos.

CONCLUSÃO

Em conclusão, os estudos revisados e os resultados apresentados neste trabalho destacam a complexidade dos fatores que influenciam na formação de anomalias no casco de *Podocnemis erythrocephala*. A investigação das causas subjacentes à ocorrência de anomalias como escudos irregulares, revelou uma interação multifacetada entre fatores genéticos, ambientais e comportamentais durante o desenvolvimento embrionário e além.

Observamos que diferentes estudos abordaram uma variedade de fatores que podem influenciar o desenvolvimento do animal, desde a exposição a condições ambientais extremas até fatores genéticos e comportamentais. Enquanto alguns estudos destacaram a influência da temperatura durante a incubação dos ovos, outros investigaram os efeitos de poluentes ambientais, como o mercúrio, na formação de anomalias.

Além disso, notamos que a presença de anomalias no casco, como escudo supranumerárias e reduzidos, não parece estar restrita a um único grupo de indivíduos, mas pode ser observada em toda a população, independentemente do sexo ou do estado reprodutivo. Isso sugere que essas anomalias podem ser uma característica comum, mas complexa, com múltiplos fatores contribuindo para sua ocorrência. Portanto, é essencial continuar investigando as causas de anomalias nos escudos carapacial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTELLA, A. M.; VOGT, R. C. Nesting Ecology of *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae) of the Rio Negro, Amazonas, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 7, n. 1, p. 12–20, ago. 2008.
- BERNARDES, V. C. D. et al. Abundance and Population Structure of *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae) in the Unini River, Amazonas. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 13, n. 1, p. 89–95, jul. 2014.
- BERNHARD, R.; VOGT, R. C. Population Structure of the Turtle *Podocnemis erythrocephala* in the Rio Negro Basin, Brazil. **Herpetologica**, v. 68, n. 4, p. 491–504, dez. 2012.
- BROWN, L. J.; DAVY, C. M. Evaluation of spot patterns and carapace abnormalities of an Endangered freshwater turtle, *Clemmys guttata*, as a potential tool for population assignment. **Endangered Species Research**, v. 45, p. 159–167, 2021.
- BUJES, C. S.; VERRASTRO, L. Supernumerary epidermal shields and carapace variation in Orbigny's slider turtles, *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 3, p. 666–672, 2007.
- CHEREPANOV, G. O. Patterns of scute development in turtle shell: Symmetry and asymmetry. **Paleontological Journal**, v. 48, n. 12, p. 1275–1283, 4 dez. 2014.
- DAVY, C. M.; MURPHY, R. W. Explaining patterns of deformity in freshwater turtles using macCulloch's hypothesis. **Canadian Journal of Zoology**, v. 87, n. 5, p. 433–439, maio 2009.
- FANTIN, C. et al. Short Communication Polyandry in the red-headed river turtle *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae) in the Brazilian Amazon. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 1, p. 435–440, 2010.
- FARKE, C. M.; DISTLER, C.; BAREJ, M. F. Ontogeny and abnormalities of the tortoise carapace: a computer tomography and dissection study. v. 51, n. 3, p. 231–244, 2015.
- JAFFÉ, R.; PEÑALOZA, C.; BARRETO, G. R. Monitoring an endangered freshwater turtle management program: effects of nest relocation on growth and locomotive performance of the giant South American turtle (*Podocnemis expansa*, podocnemididae). **Chelonian Conservation and Biology**, v. 7, n. 2, p. 213–222, dez. 2008.

KARDONG, K. V. **Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução**. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010.

KAZMAIER, R. T.; ROBEL, R. J. Scute Anomalies of Ornate Box Turtles in Kansas. **TRANSACTIONS OF THE KANSAS ACADEMY OF SCIENCE**, v. 104, n. 4, p. 178–182, 2001.

KOBAYASHI, S. et al. Sex Differences and the Heritability of Scute Pattern Abnormalities in the Green Sea Turtle from the Ogasawara Archipelago, Japan. **Zoological Science**, v. 34, n. 4, p. 281–286, 1 ago. 2017.

MAFFUCCI, F. et al. Carapace scute pattern anomalies in the loggerhead turtle: are they indicative of hatchling's survival probability? **Journal of Zoology**, v. 310, n. 4, p. 315–322, 1 abr. 2020.

MAGALHÃES, M. S. et al. Embryonic development of the Giant South American River Turtle, *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae). **Zoomorphology**, v. 136, n. 4, p. 523–537, 20 dez. 2017.

MARTÍN-DEL-CAMPO, R. et al. **Congenital malformations in sea turtles: Puzzling interplay between genes and environment**. **Animals**. MDPI AG, , 1 fev. 2021.

PARÉS-CASANOVA, P. M. et al. Scutation asymmetries in red-footed tortoise *Chelonoidis carbonaria* Spix, 1824 (Testudines: Testudinidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 60, p. e20206039, 28 ago. 2020.

ROULET, M.; GUIMARÃES, J.-R. D.; LUCOTTE, M. Methylmercury Production and Accumulation in Sediments and Soils of an Amazonian Floodplain – Effect of Seasonal Inundation. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 128, n. 1/2, p. 41–60, 2001.

RStudio, inc. **RStudio Desktop: Integrated Development Environment for R**. Versão 2023.09.1+494. 2023. Disponível em: <https://www.rstudio.com/>. Acesso em: 16 fev. 2024.

SALERA-JUNIOR, G.; MALVASIO, A.; PORTELINHA, T. C. G. Avaliação de padrão irregular dos escudos do casco em *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 429–436, 2009.

SCHNEIDER, L. et al. Mercury bioaccumulation in four tissues of *Podocnemis erythrocephala* (Podocnemididae: Testudines) as a function of water parameters. **Science of The Total Environment**, v. 407, n. 3, p. 1048–1054, 15 jan. 2009.

TELEMECO, R. S. et al. Extreme developmental temperatures result in morphological abnormalities in painted turtles (*Chrysemys picta*): a climate change perspective. **Integrative Zoology**, v. 8, n. 2, p. 197–208, 4 jun. 2013.

TÜRKOZAN, O.; ÖZDEMİR, B.; TÜRKOZAN, O. **Carapacial Scute Variation in Green Turtle, *Chelonia mydas* Hatchlings in Northern Cyprus**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/236982021>>.

VELO-ANTÓN, G.; BECKER, C. G.; CORDERO-RIVERA, A. Turtle carapace anomalies: The roles of genetic diversity and environment. **PLoS ONE**, v. 6, n. 4, 2011.

VOGT, R. C. **Tartarugas da Amazônia**. 1. ed. Peru: INPA, 2008.

WALTER, H. Vegetação e zonas climáticas: **Tratado de ecologia**. São Paulo: EPU, 1986.

WOOD, C. M. et al. Protection by Natural Blackwater against Disturbances in Ion Fluxes Caused by Low pH Exposure in Freshwater Stingrays Endemic to the Rio Negro. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 76, n. 1, p. 12–27, jan. 2003.

ZIMM, R. et al. **Environmental causation of turtle scute anomalies in ovo and in silico**. Integrative and Comparative Biology. **Anais...**Oxford University Press, 1 dez. 2017.