

# Aspectos biométricos de ovos e embriões da tartaruga amazônica (*Kinosternon scorpioides* - Testudines: Kinosternidae) acompanhados em incubatório com temperatura controlada

Carlos Alailson Licar Rodrigues<sup>1</sup>, Almerinda Macieira Medeiros<sup>2</sup>, Lígia Tchaicka<sup>3</sup>, Lianne Polianne F. Araújo Chaves<sup>4</sup>, Soraia Alves Buarque<sup>5</sup>, Alana Lislea de Sousa<sup>6\*</sup>

**Submitted:** 08/02/2023

**Accepted:** 07/07/2023

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA, 65.055-310, Brasil, ORCID: 0000-0002-5426-1121.

<sup>2</sup>Rede Bionorte, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, MA, 65.080-805, ORCID: 0000-0002-3808-2035.

<sup>3</sup>Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA, 65.055-310, Brasil, ORCID: 0000-0003-1993-1377.

<sup>4</sup>Rede Bionorte, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA, 65.055-310, Brasil, ORCID: 0000-0002-3935-299X.

<sup>5</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA, 65.055-310, Brasil, ORCID: 0000-0003-3749-7084.

<sup>6</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Rede Bionorte, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA, 65.055-310, Brasil, ORCID: 0000-0002-0920-2560.

Email para correspondência: [alislea@hotmail.com](mailto:alislea@hotmail.com)

**Resumo:** Objetivou-se descrever os aspectos biométricos de ovos e embriões de *K. scorpioides* em diferentes estágios de desenvolvimento acompanhados em incubatório. A pesquisa foi conduzida em criadouro científico, acompanhando-se o desenvolvimento de 38 ovos incubados de modo artificial em temperaturas controladas a 26 e 30°C, num total de 19 estágios. Aferiu-se com paquímetro de precisão 0.01mm, comprimento, largura e peso do ovo e, comprimento, largura de carapaça e plastrão (CC/CP/LC/LP), além de altura e peso do embrião. A eclosão foi em 175 dias. Encontrou-se correlações significativas com variações na intensidade e magnitude entre a biometria dos ovos e dos embriões com o período embrionário. Os coeficientes demonstraram correlação negativa do peso do ovo ( $r = -0.45$ ) e positiva para o peso do embrião ( $r = 0.90$ ), ambos com a idade. O comprimento do ovo apresentou correlação positiva de nível fraco com o período ( $r = 0.14$ ). Documentou-se correlações positivas de níveis moderado e forte entre CC ( $r = 0.84$ ), LC ( $r = 0.72$ ), CP ( $r = 0.82$ ), LP ( $r = 0.62$ ) e altura ( $r = 0.75$ ) com as fases do desenvolvimento. Apesar dessas diferenciações, entende-se que elas foram significativas e confirmaram serem elementos essenciais do desenvolvimento embrionário. Conclui-se que a variável peso do ovo segue desproporcionalmente com a intensidade do desenvolvimento embrionário relacionados aos aspectos peso e dimensões corpóreas. Esses conhecimentos podem ser instrumentos simples e úteis em programas de reprodução, conservação, manejo e monitoramento aplicáveis ao *K. scorpioides* ex situ, além de ser referência em estudos subsequentes com essa espécie.

**Palavras-chaves:** embriologia; fauna silvestre; incubação; morfometria; tartaruga-do-lodo.

## 1. Introdução

*Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) é uma tartaruga conhecida vulgarmente no Brasil como jurará ou muçuã. A espécie tem ocorrência na Argentina, Belize, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guiana Francesa, Guatemala, Guiana, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Trinidad e Venezuela. No Brasil, há registros nos Estados do Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rondônia, Sergipe e Tocantins (Berry e Iverson, 2001; Carvalho-Jr *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2010; Silveira *et al.*, 2011; Acosta *et al.*, 2013; Moura *et al.*, 2014; Cristo, 2016; Andrade, 2019). Esse táxon apresenta ampla tolerância ecológica e pode ser encontrado em corpos d'água permanentes, semipermanentes e temporários, além de locais antropizados. Possui um importante valor ecológico e é fonte alimentar para diversas famílias ribeirinhas (Berry e Iverson, 2011; Costa *et al.*, 2015). No Brasil, é facilmente encontrado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, incluindo os biomas Caatinga, Cerrado e Amazônia, tendo esse como preferência de habitat (Iverson, 1992).

Quando adulto, o padrão morfológico de *K. scorpioides* é identificado por meio de caracteres associados ao hábito de vida e comportamental *in situ*. Os machos são maiores que as fêmeas, apresentando plastrão extenso e côncavo, cabeça larga, carapaça, e cauda preênsil longa relativamente maiores. Nas fêmeas, a carapaça e o plastrão geralmente são mais altos e largos. O plastrão é normalmente mais claro que a carapaça, com variação no padrão de cor. De modo geral, a carapaça normalmente apresenta-se oval, com coloração do marrom ao verde oliva ou preta, além de possuir três quilhas longitudinais proeminentes no dorso. Os escudos dérmicos centrais apresentam um entalhe posterior que se distingue na fase adulta e a cor da pele varia de cinza, marrom ou preto e normalmente apresenta manchas amareladas na cabeça com coloração marrom, cinza ou preta. Curiosamente, presume-se que o epíteto específico “*scorpioides*” se refere à cauda preênsil longa e pontiaguda semelhante à de um escorpião (Marques, 2008; Silva *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2015).

A temperatura é um fator ambiental importante para *K. scorpioides*, sobretudo aos demais répteis, pois a incubação dos ovos e a determinação sexual são controlados por essa variável, indicando que machos são desenvolvidos em temperaturas próximas a 26°C e as fêmeas a 30°C (Ferreira-Júnior, 2009; Viana *et al.*, 2013). Desse modo, a incubação de ovos e o desenvolvimento pós-

eclosão de *K. scorpioides* em criadouro tem sido descrito no Brasil, especialmente no Estado do Pará por Guimarães *et al.* (2017) e Silva; Ferreira (2017). Dados biométricos de indivíduos recém-eclodidos, juvenis e adultos dessa espécie também foram documentados por Costa *et al.* (2017) e Silva *et al.* (2021). Em estudos sobre a morfometria de embriões de 10 a 26 semanas foi evidenciado por Braga *et al.* (2021) o comprimento, largura e altura da carapaça e plastrão, além da largura do olho e cabeça.

Embora tenha na literatura informações referentes à biometria de embriões de *K. scorpioides*, mesmo assim, há lacunas a esclarecer em relação aos parâmetros morfométricos de ovos quando correlacionados ao desenvolvimento. Dessa forma, faz-se pertinente, novos estudos com o intuito de contribuir para a implantação de programas de reprodução, conservação e manejo da espécie *ex situ*.

Os dados deste estudo sobre a biometria dos embriões em 19 estágios de desenvolvimento são os primeiros a serem descritos para este táxon. Baseando-se nisso, pergunta-se: as medidas corporais dos embriões de *K. scorpioides* apresentam correlações significativas com o tempo embrionário? Há diferenças morfométricas evidentes dos embriões durante as fases de desenvolvimento? Portanto, na busca das respostas, objetivou-se descrever os aspectos biométricos de ovos e embriões de *K. scorpioides* em diferentes estágios de desenvolvimento acompanhados em incubatório.

## 2. Material e Métodos

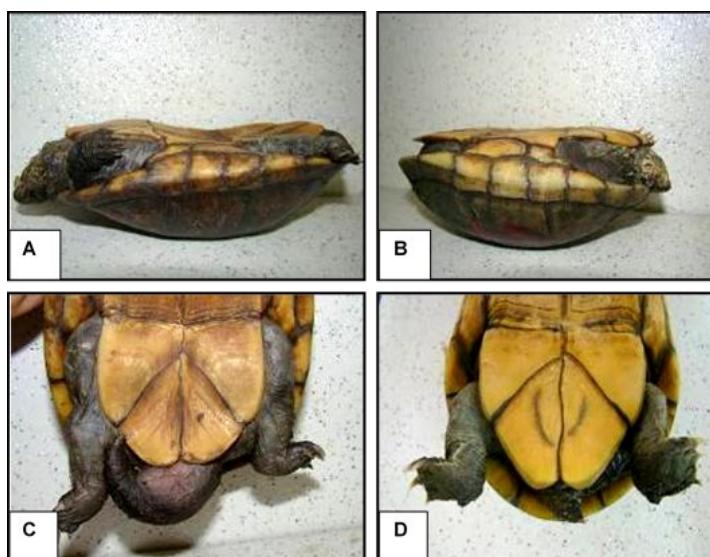
### 2.1. Área de estudo e aspectos éticos legais

Os animais deste estudo são oriundos do criadouro científico para a espécie *K. scorpioides* mantidos sob autorização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA-MA), nº.1899339/2008 e por meio de licenciamento do Sistema de Informação e Autorização em Biodiversidade – SISBIO para coleta de animais *in situ*, registro nº 47635-4/2016. Nos procedimentos, seguiu-se todos os princípios de bem-estar animal recomendados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), protocolo nº 20/2016.

### 2.2. Descrição do criadouro científico e caracterização dos animais

O criadouro dispõe de uma área de 159.92 m<sup>2</sup>, composto por um complexo de cinco baías de paredes teladas em ferro galvanizado, incluindo o teto. Cada baia possui um espaço de 13,94 m<sup>2</sup>, sendo parte de uma área total construída de 91 m<sup>2</sup>, tendo ainda uma parte livre com 68 m<sup>2</sup>, tanques com rampas de acesso aos animais, água disponível e escoamento de drenagem. Na parte interna, há árvores, cascalho, areia e ampla área aberta com ventilação natural de modo a permitir uma ambiência próxima ao habitat da espécie. Os animais adultos foram manejados em dias alternados com renovação da água, acompanhados quanto a sua sanidade e apresentavam marcações individuais de identificação e alimentados uma vez ao dia, preferencialmente no turno da manhã. Durante os procedimentos de higiene do recinto, evitou-se utilizar produtos de limpeza e todos os animais são retirados das baías para esse fim.

Nesta pesquisa, acompanhou-se durante 12 meses o ciclo reprodutivo de 112 espécimes de *K. scorpioides*, sendo 81 fêmeas e 31 machos. Os dados amostrais, bem como a identificação do sexo foram realizados considerando o dimorfismo sexual da espécie, entre eles a morfologia do plastrão e tamanho da cauda (Figura 1A-D). Durante o monitoramento, identificou-se 10 ninhos com realização de vistorias diárias por meio de observações macroscópicas no período da manhã. Cada ninho apresentou entre 4 a 6 ovos, sendo enumerados, pesados e incubados artificialmente em temperaturas controladas a 26 e 30°C.



**Figura 1** – Dimorfismo sexual de *K. scorpioides*: machos (A e C) e fêmeas (B e D). Em A e B mudança na concavidade do plastrão; B e D modificação do tamanho da cauda.

### 2.3. Coleta e biometria dos ovos e embriões

Foram utilizados 38 ovos provenientes do criadouro científico. Durante a incubação, selecionou-se dois ovos em intervalos regulares de uma semana, totalizando 19 estágios embrionários. Após isso, aferiu-se o comprimento (cm), largura (cm) e peso do ovo (g), com tomada desses dados em dois momentos: o primeiro, durante a coleta dos ovos nos ninhos e o segundo, antes da abertura deles. Essas medidas foram aferidas em balança digital 0,1 g e paquímetro de precisão 0,01 mm.

Para obtenção dos embriões, as cascas dos ovos foram rompidas cuidadosamente com o auxílio de pinça cirúrgica, com o conteúdo depositado em placa de Petri para a identificação do embrião e seus anexos. Após remoção desses anexos, com auxílio de lupa e tesoura cirúrgica oftálmica, separou-se o embrião e aferiu-se o comprimento (CC) e largura da carapaça (LC), comprimento (CP) e largura do plastrão (LP), peso (g) e altura.

### 2.4. Análise estatística

Os dados foram analisados mediante estatística descritiva com determinação da média, desvio-padrão, valores mínimos e máximos, matriz de correlação e análise de tendência quadrática dos parâmetros biométricos por meio do software BioEstat 5.0, com licença de uso gratuito.

## 3. Resultados e Discussão

As condições sincronizadas pela sazonalidade podem exercer grande influência no ciclo reprodutivo de *K. scorpioides*, assim como na determinação do sexo, na biometria dos embriões e em espécimes juvenis (Costa *et al.*, 2017). A atividade dos animais de vida livre acontece pela manhã, já os criados em cativeiro, durante a noite (Castano e Forero, 2002). Diante da influência ambiental e sazonal no ciclo reprodutivo da espécie, infere-se que machos do Maranhão e fêmeas do Pará, por exemplo, dificilmente poderiam cruzar, uma vez que esses Estados possuem sazonalidade diferenciada, que afetam diretamente nas épocas de cruzamento e nidificação. Os estudos existentes nessa natureza são insuficientes, e ainda se sabe pouco sobre plasticidade entre populações de *K. scorpioides*. Diante da inexistência de trabalhos sobre plasticidade em *K. scorpioides*, há descrições na literatura com uma espécie próxima, a exemplo de *Phrynops geoffroanus*, em estudos de Martins *et al.* (2010) e Ferreira-Júnior *et al.* (2011), que demonstraram haver grande plasticidade em sua dieta. Isso ocorre por ela não possuir predadores naturais diretos e realizar ovipostura em praia aberta, rios, barrancos ou áreas com vegetação. Além de compartilhar o mesmo nicho, *K. scorpioides* também apresenta um padrão de atividade similar ao dessa espécie em ambiente natural.

A área do criadouro científico permitiu melhor dispersão e riqueza dos animais. 112 espécimes foram computados e a proporção sexual entre machos e fêmeas favoreceu a produtividade, havendo uma razão de 1:2 (um macho para duas fêmeas) aumentando as chances de acasalamento, construção de ninhos, competição por alimento e disputa por fêmeas. Na natureza, dados descritos com 97 animais (59 machos e 38 fêmeas de *K. scorpioides*) em uma zona costeira no Maranhão indicaram uma proporção de 1,3 Machos: 1,0 Fêmeas (Barreto *et al.*, 2020), esse padrão de proporcionalidade de acasalamento tem sido documentado também por Forero-Medina *et al.* (2007) para *K. scorpioides albogulare*. Em ambiente natural, não são comuns desvios na razão sexual para quelônios brasileiros, ela normalmente se encontra equilibrada entre machos e fêmeas, o mais próximo de 1:1 (Rodrigues e Silva, 2015), a alteração no quantitativo das populações pode estar relacionada ao ataque aos ninhos das tartarugas por predadores não naturais, pisoteio animal e interferência antrópica.

O comportamento agonístico entre os indivíduos foi evidente, sendo observada disputa por alimentos e de machos pelas fêmeas no recinto controlado, tendo isso, influência direta no comportamento dos indivíduos, além de efeitos biológicos, pois esse tipo de comportamento ocasiona lesões e óbitos, afetando na proporção populacional sexual e consequentemente na reprodução. Essas observações corroboram com as relatadas por Schineider *et al.* (2010), que reportaram esse comportamento como sendo comum na reprodução, podendo ocorrer durante todo o ano. Isso é caracterizado pelas disputas por comidas, espaços e por fêmeas para o acasalamento. Por outro lado, Silva (2011), em seu estudo sobre aspectos reprodutivos de muçuãs, descreveu uma proporção diferente das relatadas no presente estudo, apresentando uma razão sexual de 1:3 e 1:4 entre machos e fêmeas de cativeiro, havendo forte influência do meio interno e externo.

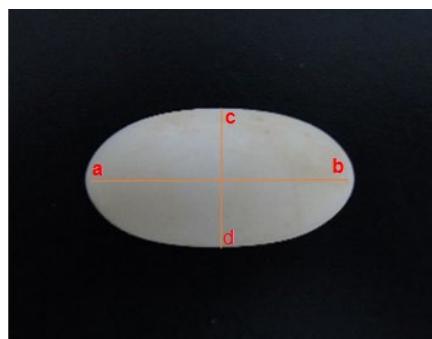
A manutenção de *K. scorpioides* em criadouro não substitui o manejo tradicional de espécies silvestres. Isso possibilita o desenvolvimento de novas formas de reprodução, produção e estratégia de criação *ex situ*, além de estimular o desenvolvimento de pesquisas científicas controladas, visando o seu manejo e conservação. Sendo assim, Filho *et al.* (2020) destacaram o criadouro como principal modelo de criação de quelônios, tendo em sua estrutura berçários para os filhotes, tanques monitorados e terrário para a reprodução, simulando o ambiente natural.

O período de incubação dos ovos de *K. scorpioides* controlados desta pesquisa teve o tempo médio de eclosão de 175 dias. Eles apresentaram formato alongado, com casca rígida de coloração branca (Figura 2). O peso médio deles foi o esperado para a espécie (Tabela 1) e os dados são comparáveis aos descritos por Castro (2006) para esta mesma espécie em criadouro, com pesos variando entre 7.4 – 13.5 g/Média = 9.8 DP = 1.0 e do mesmo modo, é relatado por Costa *et al.* (2017) peso de 1.60 – 13.40 g/Média = 7.90 DP = 1.15 em animais *in situ*. A biometria do ovo registrada neste estudo, quando comparadas a de outros autores, apresentaram valores próximos aos descritos por Costa *et al.* (2017) com tendência de comprimento e largura de 3.75 e 2.20 cm e 3.45 e 1.80 cm respectivamente. Araújo (2009) registrou comprimento de 3.81 cm e 2.33 cm de largura do ovo. Enquanto Silva (2011), obteve medidas de comprimento e largura de 2.90 – 4.70 cm e 1.75 – 2.30 cm respectivamente.

Parâmetro	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Peso	6.97	1.18	3.54	9.14
Comprimento	3.41	0.29	2.24	4.06
Largura	1.92	0.13	1.75	3.38

**Tabela 1** – Variáveis biométricas (peso, comprimento e largura) de 38 ovos de *K. scorpioides* coletados em criadouro científico, São Luís, Maranhão, Brasil.

Ao analisar a biometria de ovos e embriões de *K. scorpioides* e relacioná-las com o período embrionário, as medidas evidenciaram que o peso do ovo e a idade apresentaram correlações significativas com níveis variáveis na magnitude. Os resultados deste estudo permitiram inferir que as correlações e as magnitudes entre a biometria dos ovos, quando comparadas à idade do embrião, foram significativas, oscilando entre positivas e negativas (Tabela 2). Além disso, a intensidade da correlação foi reduzida e, apesar das diferenciações entre as variáveis, há pontos fortes nesses grupos que chamam atenção: o primeiro é a correlação positiva forte entre o peso do embrião e a idade ( $r = 0.90$ ). Isso demonstrou que quanto mais prolongado for o tempo embrionário, maior é o peso do embrião e a segunda, correlação negativa de nível fraco entre o peso do ovo e do embrião ( $r = -0.24$ ). O sentido inverso da correlação entre as variáveis peso do embrião e o peso do ovo indicaram que não há relações diretas entre elas e a idade. Observou-se que os embriões se encontravam em crescimento, além da redução do peso do ovo ao longo do tempo, apresentando uma tendência de diminuição no período embrionário, comprovando que as substâncias que os compõe são utilizadas pelos embriões para o crescimento.



**Figura 2** – Ovo de *K. scorpioides* coletado no criadouro científico em São Luís, Maranhão. Tomada de dados biométricos de a-b comprimento e de c-d largura. Observar a tonalidade da casca.

Constatou-se correlações positivas significantes com níveis de magnitude fraco, moderado e forte entre o peso e idade e negativas de nível fraco e moderado. (Tabela 2). Observações macroscópicas dos ovos e as aferições durante o experimento permitiram concluir que o peso foi maior nas primeiras semanas, com decréscimo ao longo do tempo. Isso foi confirmado pela existência de vitelo nos embriões de 2<sup>a</sup> – 9<sup>a</sup> semana em desenvolvimento. Essas variações são esperadas e podem estar relacionadas tanto à quantidade de ovos durante a postura quanto à existência de conteúdo embrionário nos ovos.

O peso do ovo apresentou correlação positiva de nível fraco com o comprimento ( $r = 0.14$ ) e positiva de nível moderado com a largura ( $r = 0.48$ ). Apesar das amostras serem provenientes de criadouro controlado, esses dados diferem estatisticamente dos relatados por Costa (2016) que, em investigação semelhante, encontrou correlação com nível moderado entre peso e o comprimento ( $r = 0.61$ ) e fraco entre peso e largura ( $r = 0.36$ ) dos ovos. Analisando-se a correlação entre as características biométricas de comprimento e largura com o peso do ovo, não se constatou influência significativa entre os parâmetros estudados ( $p \geq 0.0001$ ).

Parâmetro	Idade	Comprimento	Largura	Peso/ovo
comprimento	0.14			
largura	-0.16	-0.49		
peso/ovo	-0.45	0.30	0.48	
peso/embrião	0.90	0.29	-0.09	-0.24

**Tabela 2** – Correlação entre comprimento, largura, peso do ovo, peso do embrião e idade de 38 ovos de *K. scorpioides* de incubação controlada em São Luís, Maranhão, Brasil.

Quanto aos dados relacionados aos embriões (Figura 3), as médias, desvio padrão, mínimo e máximo da biometria e a idade estão apresentados na Tabela 3. Nela, observa-se a média do CC e LC de 2.12 mm e 1.41 mm respectivamente, e o peso com variações ao longo do tempo de desenvolvimento.



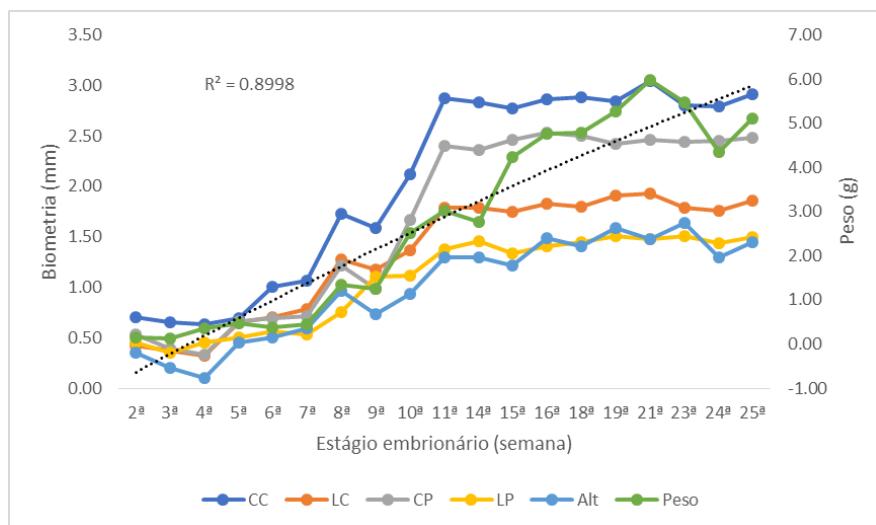
**Figura 3** – Embrião de *K. scorpioides* com 4 semanas de desenvolvimento.

Parâmetro	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
P	2.77	2.19	0.12	6.45
C/C	2.12	0.89	0.62	3.12
L/C	1.41	0.60	0.30	2.26
C/P	1.74	0.86	0.29	2.66
L/P	1.15	0.51	0.11	2.24
Alt	1.03	0.54	0.10	2.24

**Tabela 3** – Análise descritiva das medidas biométricas peso (P) em gramas (g); comprimento da carapaça (CC); largura da carapaça (LC); comprimento do plastrão (CP); largura do plastrão (LP) e altura (Alt) em milímetros (mm) de 38 embriões de *K. scorpioides* de 2 - 14 semanas de desenvolvimento, São Luís, Maranhão, Brasil.

Os valores médios referentes às medidas corporais e peso dos embriões foram significativamente diferentes durante o período de desenvolvimento, demonstrando fortemente haver relação direta com a idade. As razões CC, CP e peso foram mais altas quando comparadas à LC, LP e altura (Tabela 4). Essas diferenças foram significativas entre elas e o modelo de regressão demonstrou tendência crescente para todas as variáveis biométricas analisadas, com pequenas variações ao longo da 2<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> semana. Nota-se maior amplitude de tendência crescente na morfometria de embriões a partir da 6<sup>a</sup> semana em desenvolvimento, mantendo-se assim até à 25<sup>a</sup> semana. Essa tendência ocorre, pois, os caracteres morfológicos tornam-se mais evidentes na 6<sup>a</sup> semana. A linha de tendência demonstrou o aumento das medidas biométricas conforme a idade ao longo do período embrionário, com  $R^2 = 0.8998$  (Figura 4). Costa *et al.* (2017) ao descreverem as medidas biométricas e peso com o tempo embrionário de muçuãs recém ecclodidos criados em cativeiro na Amazônia, verificaram correlações positivas em todas as variáveis analisadas e esses dados são concordantes aos deste estudo, em que houve correlação maior entre os comprimentos da carapaça com os do plastrão e de ambos com o peso do embrião.

Para mitigar os índices de mortalidade de quelônios em incubatórios, práticas de manejo são indispensáveis para manutenção da qualidade dos ovos e sucesso de sua eclosão. Para isso, coleta constante dos ovos, limpeza e desinfecção do recinto são medidas essenciais para evitar que bactérias presentes na casca seja fonte de contaminação, causando a morte dos embriões. Isso é um dos principais fatores de mortalidade desses animais em criadouro (Cony, 2007). Testudíneos adultos apresentam menor taxa de mortalidade em comparação a juvenis e embriões, que possuem taxas maiores, pois estão mais suscetíveis às doenças no incubatório (Ferreira-Júnior, 2009; Moreselli *et al.*, 2016).



**Figura 4** – Valores médios das medidas biométricas de comprimento da carapaça (CC), largura da carapaça (LC), comprimento do plastrão (CP), largura do plastrão (LP), altura (Alt) e peso de 38 embriões de *K. scorpioides* em 19 estágios embrionários em incubação controlada em São Luís, Maranhão, Brasil.

O CC, LC e CP dos embriões quando comparados com a idade do desenvolvimento, apresentaram correlações positivas conforme indicações dos coeficientes com magnitude de nível forte e moderado. Observou-se correlação forte ( $r = 0.98$  e  $r = 0.95$  respectivamente) entre os CC e LC e CP com a idade. A LP apresentou correlação moderada com a idade. Assim, quanto mais idade, maiores as medidas biométricas do embrião (Tabela 4). Os parâmetros biométricos correlacionados mostraram influência significativa com a idade embrionária ( $p < 0.0001$ ).

Parâmetro	Idade	C/C	L/P	C/P	L/P
C/C	0.84				
L/C	0.72	0.94			
C/P	0.82	0.98	0.95		
L/P	0.62	0.84	0.93	0.87	
ALT	0.75	0.86	0.84	0.85	0.75

**Tabela 4** – Correlação entre as variáveis biométricas de comprimento da carapaça (CC); largura da carapaça (LC); comprimento do plastrão (CP); largura do plastrão (LP) e altura (Alt) dos embriões ( $n = 38$ ) de *K. scorpioides* em incubação controlada em São Luís, Maranhão, Brasil.

Observações macroscópicas dos embriões revelaram medidas corporais reduzidas em relação ao peso deles. Infere-se que as dimensões de comprimento e largura da carapaça, plastrão e a altura pouco se relacionam com o peso. Essa é uma tendência esperada por haver descrição de Costa *et al.* (2017) referente às características biométricas de filhotes de muçuãs em fase de berçário que essas medidas não se correlacionaram com o peso do embrião. Apesar das diferenciações nas magnitudes de correlação entre a biometria e o tempo dos ovos e embriões, entende-se que elas foram significativas e confirmam serem elementos essenciais presentes no desenvolvimento da espécie *K. scorpioides*. Além disso, a viabilidade dos ovos pode ser um obstáculo no processo de criação em criadouro, uma vez que nem todos eles obtiveram sucesso na eclosão no período estudado. Fatores como temperatura de incubação, umidade e manejo do ovo, período de acasalamento, de incubação e eclodibilidade quando articulados a um manejo adequado, são essenciais para o sucesso reprodutivo da espécie em um sistema controlado para o desenvolvimento.

#### 4. Conclusão

Este estudo com *K. scorpioides* mostrou novos relatos sobre a biometria do desenvolvimento embrionário da tartaruga amazônica criadas sob controle em um criadouro autorizado, demonstrando que a variável peso do ovo, segue desproporcionalmente com a intensidade do desenvolvimento embrionário no que se refere ao peso e dimensões corpóreas dos embriões. Dessa forma, conclui-se que esses conhecimentos podem ser instrumentos simples e úteis em programas de reprodução, conservação, manejo e monitoramento aplicáveis ao *K. scorpioides ex situ*, além de ser referência em estudos subsequentes com essa espécie.

**Agradecimentos:** Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA) por meio do Projeto REBAX (Processo REBAX 03634/13 – Edital 030/2013); Coordenação de Aperfeiçoamento de

Pessoal de Nível Superior – CAPES (Finanças Código 001) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual do Maranhão (PPGCA/UEMA).

## 5. Referências

- Acosta JL, Calamante C, Palomas S. *Kinosternon scorpioides scorpioides* (Linnaeus, 1766). Primer registro para la provincia del chaco (República Argentina). Cuadernos de Herpetología, 27:(2);169-169, 2013.
- Andrade EB. First documented record of *Kinosternon scorpioides* (Chelonia: Kinosternidae) in the state of Piauí, Northeastern Brazil. Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza, 3:(2);216-223, 2019.
- Araújo JC. Parâmetros produtivos e qualidade de ovos de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) submetidos a manejo alimentar diferenciado. Dissertação MSc em Zootecnia. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 94p. 2009.
- Barreto L, Neckel-Oliveira S, Ribeiro LES, Garcez RBM, Calvet MCR, Oliveira CC, Zuidam BGV, Roessink I, Nes EHV, Peeters ETHM. Seasonal variation in the population parameters of *Kinosternon scorpioides* and *Trachemys adiutrix*, and their association with rainfall in seasonally flooded lakes. Herpetological Conservation and Biology, 15(2);457-466, 2020.
- Berry JF, Iverson JB. *Kinosternon scorpioides*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, 725: 1-11. 2001.
- Berry JF, Iverson JB. *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) – scorpion mud turtle. In: Rhodin AGJ, Pritchard PCH, Van Dijk PP, Saumure RA, Berry JF, Iverson JB. *Kinosternon scorpioides*. Chelonian Research Foundation, 5;063.1-063.15, 2011.
- Braga BSS, Fernandes-Neto DL, Leal RP, Silva SR, Ferreira MAP, Oliveira-Bahia VR, Marques JRF, Guimarães DAA. Embryonic development of *Kinosternon scorpioides* (Testudines: Kinosternidae). Zoomorphology, 2021.
- Cony HC. Métodos de desinfecção e princípios ativos desinfetantes e a contaminação, mortalidade embrionária e eclosibilidade de ovos e embriões de aves. 2007. Dissertação MSc em Zootecnia, área de Produção Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- Carvalho-Jr EAR, Carvalho-Neto CS, Paschoalini EL. Diet of *Kinosternon scorpioides* in Serra dos Carajás, Eastern Amazonia. Herpetological Review, 39:(3);283-285, 2008.
- Castano OVV, Forero G. *K. scorpioides albogulare*. In: Castaño-Mora OV. Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacionai Colombia. Bogotá. p. 107- 108, 2002.
- Castro AB. Biologia reprodutiva e crescimento do muçuã *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) em cativeiro. Dissertação MSc em Ciência Animal. Universidade Federal do Pará, 101p, 2006.
- Costa HC, Molina FB, São-Pedro VA, Feio RN. Reptilia, Testudines, Kinosternidae, *Kinosternon scorpioides scorpioides* (Linnaeus, 1766): Distribution extension. Check List, 6:(2);314-315, 2010.
- Costa JS, Marques LC, Matos AS, Silva CS, Figueiró MR, Sales RL, Silva Filho E, Guimarães DAA, Marques JRF. Características produtivas de *Kinosternon scorpioides* nas fases de acasalamento, postura e eclosão, criados em cativeiro na Amazônia. Archivos de Zootecnia, 66;(255);387-394, 2017.
- Costa JS, Fiqueiró MR, Marques LC, Sales RL, Schierholt AS, Marques JRF. Comportamento produtivo de muçuãs (*Kinosternon scorpioides* spp. Linnaeus, 1766) na Ilha de Marajó, Estado do Pará. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, 11(21); 2015.
- Costa JS. Características e índices produtivos de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) em cativeiro na Ilha de Marajó, Amazônia, Brasil. Dissertação MSc em Ciência Animal. Universidade Federal do Paraná, Belém, 74p, 2016.
- Cristo SS. Comércio ilegal e etnoecologia do muçuã (*Kinosternon scorpioides*, LINNAEUS, 1776) no Arari, Ilha de Marajó, Pará. 2016. Dissertação MSc em Biodiversidade e Conservação. Universidade Federal do Pará, Altamira, 2016.
- Ferreira-Júnior PD. Efeitos de Fatores Ambientais na Reprodução de Tartarugas. Acta Amazonica, 39(2);319-334, 2009.
- Ferreira Júnior PD, Balestra RAM, Moreira JR, Freitas FO, Lustosa APG, Jorge RF, Rosa AJM, Sampaio AA, Gomes AS. Nesting of *Phrynos geoffroanus* (Testudines: Chelidae) on sandy beaches along the Upper Xingu River, Brazil. Zoologia (Curitiba) 28(5);571-576, 2011.
- Filho JVD, Pontuschka RB, Frank KM, Gasparotto PHG, Cavali J. Cultivo de Quelônios promove conservação e o desenvolvimento social e econômico da Amazônia. Revista Ciência e Saúde, 2:suplemento abril;9-31, 2020.
- Forero-Medina G, Castaño-Mora OV, Montenegro, O. Abundance, population structure, and conservation of *Kinosternon scorpioides albogulare* on the Caribbean island of San Andrés, Colombia. Chelonian Conservation and Biology, 6:163–169, 2007.
- Guimarães CDO, Silva ASL, Palha MDC. Incubação de ovos e desenvolvimento pós-natal de *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) (Testudines, Kinosternidae) em cativeiro. PUBVET Medicina Veterinária e Zootecnia, 11;(12);1285-1292, 2017.
- Iverson, JB. 1992. A revised checklist with distribution maps of the turtles of the World. Richmond, Privately Printed, 363p.
- Marques JRF. Boletim informativo do Banco de Germoplasma da Amazônia - BAGAM. Embrapa Amazônia Ocidental. Belém/PA, 2008.
- Martins FI, Souza FL, Costa HTM. Feeding habits of *Phrynos geoffroanus* (Chelidae) in an urban river in

- central Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2);294- 297, 2010.
- Moreselli MEP, Faria FSEDV, Ribeiro VMF, Viana MNS, Parente AF, Baginski LJ, Jardim C, Reis DBV. Biometric and hematological índices in turtles from the Amazon farm in Rio Branco/AC. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 68(6);1548-1556, 2016.
- Moura CCM, Moura GJB, Lisboa EBF, Luz VLF. Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil. Sitizenibus série Ciências Biológicas, 14;1–20, 2014.
- Rodrigues JFM, Silva JR. Population structure, activity, and sex ratio of *Phrynops tuberosus* (Testudines: Chelidae) in Caatinga, Brazil. Northe-Western Journal of Zoology, (1): online-first, 2015.
- Schneider L, Ferrara C, Vogt RC. Description of behavioral patterns of *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824) (Testudines: Podocnemididae) (Red-headed river turtle) in captivity, Manaus, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 40;(4);763-770, 2010.
- Silva ASL. Aspectos reprodutivos do muçuã (*Kinosternon scorpioides*) em cativeiro. Dissertação MSc em Medicina Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 95p, 2011.
- Silva CS, Costa MRT, Fortes ACR, Marques LC, Aguiar JF, Marques F. Variabilidade genética em muçuã utilizando marcadores moleculares RAPD. Revista Ciência Agrária, 54(3);307-313, 2011.
- Silva DT, Ferreira RLN. Elaboração e aplicação de boas práticas de incubação (BPI) na criação em cativeiro de muçuã (*Kinosternon scorpioides*). Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Amazônia, Capanema, 83p, 2017.
- Silva JS, Braga BSS, Costa JS, Brasil LS, Oliveira-Bahia VRL, Leal RP, Marques JRF, Guimarães DAA. Sexual dimorphism in the turtle *Kinosternon scorpioides* (Testudines: Kinosternidae) from Marajó Island, Brazilian Amazon. *Revista de Biología Tropical*, 69(2);601-614, 2021.
- Silveira AL, Balestra RM, Ferreira DI, Luz VLF, Pena AP, Coutinho E. Primeiro registro documentado de *Kinosternon scorpioides scorpioides* (Reptilia, Testudines, Kinosternidae) no Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 13:(1, 2 e 3);249-251, 2011.
- Viana DC, Rui LA, Miglino MA, Araújo LPF, Oliveira AS, Sousa AL. Morphological study of epididymides the scorpion mud turtle in natural habitat (*Kinosternon scorpioides* – Linnaeus, 1976). *Biotemas*, 26(2);153-162, 2013.