

UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Curso de Ciências Biológicas

Carina Lino de Paula

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA ENTRE *MESOCLEMMYS GIBBA*
(SCHWEIGGER, 1812) E *MESOCLEMMYS TUBERCULATA*
(LUEDERWALDT, 1926) (TESTUDINES, PLEURODIRA, CHELIDAE)**

São Paulo

2019

Carina Lino de Paula

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA ENTRE *MESOCLEMMYS GIBBA*
(SCHWEIGGER, 1812) E *MESOCLEMMYS TUBERCULATA*
(LUEDERWALDT, 1926) (TESTUDINES, PLEURODIRA, CHELIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Natália Rizzo Friol
Coorientador: Prof. Dr. Flavio de Barros Molina

São Paulo

2019

D278I de Paula, Carina Lino

Análise morfométrica entre *Mesoclemmys gibba* (Schweigger, 1812) e *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt, 1926) (Testudines, Pleurodira, Chelidae) / Carina Lino de Paula. - São Paulo, 2019.

34 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Santo Amaro, 2019.

Orientadora: Profa. Dra. Natália Rizzo Friol.

1. Cágados 2. Alometria 3. Ontogenia I. Friol, Natália Rizzo, orient. II. Análise morfométrica entre *Mesoclemmys gibba* (Schweigger, 1812) e *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt, 1926) (Testudines, Pleurodira, Chelidae).

Carina Lino de Paula

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA ENTRE *MESOCLEMMYS GIBBA*
(SCHWEIGGER, 1812) E *MESOCLEMMYS TUBERCULATA*
(LUEDERWALDT, 1926) (TESTUDINES, PLEURODIRA, CHELIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Natália Rizzo Friol

Coorientador: Prof. Dr. Flávio de Barros Molina

São Paulo, ____ de _____ de 2019.

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Conceito Final: _____

Aos meus pais, José e Cleide.

AGRADECIMENTOS

Ser bióloga foi o que escolhi pra mim desde a infância, então agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade, força e coragem para alcançar essa meta.

Agradeço a Profa. Dra. Natália Friol por ter me aceitado como aluna, pela enorme paciência para ensinar, pelo empenho e dedicação à elaboração deste trabalho, pelas críticas e elogios, os quais serão muito importantes para o meu crescimento pessoal e dentro da área científica.

Agradeço ao Prof. Dr. Flávio Molina, pelos anos de ensinamentos, e principalmente, pela ajuda para desenvolver este trabalho e também por me apresentar à minha orientadora Dra. Natália Friol. Não consigo mensurar a importância que teve, quando eu não via mais saída, ele esteve disposto a encontrar uma.

Agradeço a todos os professores do curso por proporcionarem o conhecimento. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Agradeço aos meus pais e ao Thales, meu irmão, pelo enorme incentivo que me deram durante esta jornada, que tanto lutaram pela minha educação e nunca me deixaram perder a fé, foram meu alicerce desde o primeiro ano. Durante as fases difíceis quando pensei em desistir depositaram toda confiança na minha capacidade de superar os problemas com palavras de conforto e amor.

Agradeço ao meu namorado Saulo Simões pelo seu amor, paciência e que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Obrigada, meu amor, por aguentar tantas crises de estresse e ansiedade. Foi uma peça fundamental durante esses anos, principalmente neste último ano, o qual foi bastante conturbado.

E, por fim, agradeço as amigas que fiz durante essa jornada, Mayara Marques, Millena Evangelista, Graciela Bonani, Ana Carolina e Ewerton Araújo, fizeram com que esses anos passassem de forma mais leve e descontraída, agradeço pela parceria e apoio. Os inúmeros momentos de risadas nessa etapa tão desafiadora fizeram toda a diferença. Sou extremamente grata.

“... you're the master of your own destiny
So give and take the best that you can “
(Triumph - Fight the good fight)

RESUMO

Mesoclemmys compreende dez espécies, dentre elas duas foram focos do presente trabalho, sendo *Mesoclemmys gibba* e *Mesoclemmys tuberculata*, que é endêmica da América do Sul. O projeto teve como objetivo enfatizar as diferenças morfométricas entre elas, com intuito de entender os padrões de crescimento de cada espécie, levando em consideração, especialmente, as variáveis morfométricas lineares do casco e do crânio, afim de compreender o padrão de desenvolvimento alométrico ontogenético. Para isto, foram utilizados exemplares de *M. gibba* e *M. tuberculata* de ambos os sexos com idades variadas. A partir disso, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) envolvendo indivíduos imaturos e adultos de ambas as espécies incluindo todas as 26 medidas que envolvem carapaça, plastrão e cabeça. Foi observado que as variáveis da largura do osso parietal, comprimento da sutura interpeitoral, comprimento da sutura interumeral e altura parcial da membrana timpânica foram as que se destacaram, demonstrando que são as variáveis que mais se diferem entre as duas espécies. Para analisar o padrão de crescimento destas medidas em relação ao comprimento máximo do casco, foi realizada uma análise I univariada de covariância (ANCOVA) par-a-par entre as duas espécies. O resultado obtido foi de que o crescimento da largura do osso parietal tem covariância direta com o comprimento máximo do casco das duas espécies, mais pronunciado em *Mesoclemmys gibba*. Houve covariância para as medidas do interpeitoral e interumeral, porém com pouca homogeneidade entre os indivíduos. Assim, através desses dados obtidos, pode-se afirmar que *Mesoclemmys tuberculata* se distingue, principalmente, pela cabeça, possuindo um osso parietal muito mais fino, assim, havendo espaço maior para inserção de músculos mais robustos, podendo levantar a hipótese que o tamanho relativamente grande pode ser relacionada com seu hábito alimentar, que inclui principalmente moluscos, onde a espécie possui a especialidade de esmagar conchas para se alimentar.

Palavras-chaves: Cágados. Alometria. Ontogenia.

ABSTRACT

Mesoclemmys comprises ten species, of which two were focused on the present work, being *Mesoclemmys gibba* and *Mesoclemmys tuberculata*, which is endemic to South America. The project aimed to emphasize the morphometric differences between them, in order to understand the patterns of growth of each species, taking into account, especially, the linear morphometric variables of the carapace and skull, to understand the ontogenetic allometric development pattern. For this, examples of *M. gibba* and *M. tuberculata* of both sexes with varying ages were used. From this, a principal component analysis (PCA) was performed, including the immature and adults resource and species that include all 26 measures involving carapace, plastron and head. It was observed that the variables of parietal bone width, interpectoral suture length, interumeral suture length and partial tympanic membrane height were the ones that were highlighted, demonstrating that these are the variables that most differed between the two species. To analyze the growth pattern of these detached means with maximum hull length, a univariate covariance analysis (ANCOVA) was performed between two species. The result was achieved by increasing the width of the parietal bone, with direct variation in the maximum hoof length of the two species, most pronounced in *Mesoclemmys gibba*. There was covariance for interpectoral and interumeral measurements, but with little homogeneity significance. Thus, from these data results, it can be noted that *Mesoclemmys tuberculata* is distinguished mainly by the head, having a much thinner parietal bone, thus having a larger space for the insertion of more robust muscles, using a way that size is large can be qualified with its food in take, which includes mainly mollusks, where the species has crush on its shell.

Keywords: Side-neck fresh-water turtles. Allometry. Ontogeny

LISTA DE SIGLAS

CMC	Comprimento Máximo da Carapaça
CC	Comprimento da Carapaça
LMC	Largura Máxima da Carapaça
AMC	Altura Máxima da Carapaça
CMP	Comprimento Máximo do Plastrão
CSMV	Comprimento da Sutura Médio-Ventral do Plastrão
LP	Largura do Plastrão
LLAP	Largura do Lobo Anterior do Plastrão
LLPP	Largura do Lobo Posterior do Plastrão
LPTE	Largura Máxima da Ponte
LG-H	Largura do Gular – Umeral
LF-A	Largura do Femoral – Anal
G	Comprimento do Escudo Gular
IG	Comprimento do Escudo Intergular
IU	Comprimento da Sutura Entre os Escudos Umerais
IP	Comprimento da Sutura Entre os Escudos Peitorais
IAB	Comprimento da Sutura Entre os Escudos Abdominais
IF	Comprimento da Sutura Entre os Escudos Femorais
IAN	Comprimento da Sutura Entre os Escudos Anais
LCF	Largura Cefálica
CCF	Comprimento Cefálico
ACF	Altura Cefálica
LIO	Largura da Região Interorbital
LPAR	Largura Parietal
AT	Altura da Membrana Timpânica

APT Altura Parcial da Membrana Timpânica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: *Mesoclemmys gibba*.

Figura 2: *Mesoclemmys tuberculata*.

Figura 3. Distribuição geográfica de *Mesoclemmys gibba*.

Figura 4. Distribuição geográfica de *Mesoclemmys tuberculata*.

Figura 5. Gráfico comparativo demonstrando uma análise multivariada de componentes principais (PCA) incluindo todas as medidas entre os indivíduos imaturos das espécies *Mesoclemmys gibba* e *M. tuberculata*.

Figura 6. Gráfico comparativo demonstrando uma análise multivariada de componentes principais (PCA) incluindo todas as medidas entre os indivíduos adultos das espécies *Mesoclemmys gibba* e *M. tuberculata*.

Figura 7. Análise univariada de covariância entre as medidas CMC e LPAR das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

Figura 8. Análise univariada de covariância entre as medidas CMC e IP das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

Figura 9. Análise univariada de covariância entre as medidas CMC e IU das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

Figura 10. Análise univariada de covariância entre as medidas CMC e APT das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Material examinado	19
3.2 Coleções científicas	20
3.3 Medidas morfométricas lineares	20
3.4 Análise estatísticas	22
3.5 Mapa de distribuição	23
4. RESULTADOS	24
4.1 Análise Multivariada	24
4.2 Análise Alométrica	26
5. DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

Testudines Batsch, 1788 é a ordem que inclui tartarugas, cágados e jabutis, animais que surgiram no Triássico (Baur, 1887) e que são caracterizados, principalmente, pela presença de um casco. Um dos maiores questionamentos sobre a evolução dos vertebrados é a origem dessa estrutura peculiar dos quelônios¹. *Eunotosaurus africanus* (Seeley, 1892) foi o primeiro fóssil a ser estudado, é do período Permiano Superior na África, de cerca de 260 milhões de anos. Esta espécie apresentava costelas expandidas e a gastrália pareada, seria então o primeiro da linhagem evolutiva dos quelônios. Em 2015 o fóssil de *Pappochelys rosinae* (Schoch & Sues) foi encontrado na Alemanha, datado em cerca de 240 milhões de anos no período Triássico Médio. Possui características primitivas do plastrão possuindo uma gastrália expandida. Esta descoberta permitiu confirmar que o surgimento do casco foi a partir da conexão das vértebras dorsais, da cintura escapular, das costelas e da gastrália expandida com a derme, logo não havendo origem osteodérmica. Em 2008 na China foi encontrado o fóssil de *Odontochelys semitestacea* (Li et al), datado em cerca de 220 milhões de anos no Triássico Superior. *O. semitestacea* possuía um plastrão propriamente dito, porém não apresentava carapaça, entretanto, já apresentava a expansão das costelas e duas vértebras cervicais a mais. Por fim, o fóssil mais recente e o mais próximo das tartarugas atuais é o *Proganochelys quenstedti* (Baur, 1887), datado em aproximadamente 210 milhões de anos do período Triássico Superior. Esta espécie já apresentava um casco completo com escudos e possuía um par de bicos córneos, possui grande semelhança com as tartarugas modernas². O casco é composto por duas partes ósseas, uma carapaça em forma de domo na região dorsal, formada pela expansão e achatamento das costelas, e um plastrão achatado na porção ventral, formado a partir do surgimento e expansão de elementos da gastrália expandida^{3,4,5}. Essas duas partes são conectadas por uma projeção lateral do plastrão denominada de ponte óssea. Essa estrutura conferiu vantagem adaptativa ao grupo, principalmente, por ser robusta e resistente à predação e aos impactos ambientais. Além disso, apresentam adaptação especializada em diferentes ambientes, como: terrestre, marinho e dulcícola^{6,7}.

Atualmente, o grupo é representado por 356 espécies válidas que estão distribuídas nas regiões tropicais e temperadas do planeta, e incluídas apenas em duas subordens: Cryptodira e Pleurodira^{8,9}. A grande maioria das tartarugas que compõem estas duas subordens possuem a capacidade de retrair suas cabeças para dentro do casco quando se sentem ameaçadas ou, também, para dormir. A retração para dentro do casco é um dos principais caracteres que as distinguem em clados distintos. Os Cryptodira retraem o pescoço para dentro do casco verticalmente em forma de S. Já os Pleurodira, retraem lateralmente.¹ No geral, a retração do pescoço ocorre nas tartarugas modernas que compõem a ordem Testudines, isso é devido ao registro fóssil apresentar formas anatômicas do pescoço incapazes de retração. Apesar disso, Ingmar Werneburg e colaboradores, estudaram a anatomia do pescoço de *Proganochelys quenstedti* e inferiram que essa espécie poderia ter a capacidade de retrair parte do pescoço para dentro do casco mesmo apresentando espinhos cervicais ósseos. A mobilidade de retração era baixa, mas era realizada através de uma flexão ventrolateral composta¹⁰.

Na América do Sul há um total de 48 espécies viventes, incluídas nas famílias Emydidae, Geoemydidae, Chelydridae, Kinosternidae, Testudinidae, Chelidae e Podocnemididae (de la Fuente et al., 2014). Destas, 36 espécies ocorrem no Brasil. A família com maior riqueza de espécies é Chelidae (Pleurodira), que inclui um total de 23 espécies sul-americanas, e 19 espécies de ocorrência em território brasileiro^{8,9}, sendo elas: *Acanthochelys macrocephala*, *A. radiolata*, *A. spixii*, *Chelus fimbriatus*, *Hydromedusa tectifera*, *H. maximiliani*, *Mesoclemmys heliostemma*, *Mesoclemmys hogei*, *M. gibba*, *M. perplexa*, *M. raniceps*, *M. tuberculata*, *M. vanderhaegei*, *Phrynops geoffroanus*, *P. hilarii*, *P. tuberosus*, *P. williamsi*, *Platemys platycephala* e *Rhinemys rufipes*⁸.

Mesoclemmys gibba (Schweigger, 1812) é um cágado amazônico, com distribuição nos países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname, Trinidad e Venezuela. Enquanto *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt, 1926), é uma espécie endêmica do Brasil, de ocorrência apenas do extremo nordeste até Minas Gerais. Essas espécies possuem hábitos semi-aquáticos e habitam riachos e lagos pantanosos de fluxo

lento¹¹, bem como rios menores e pouco lodosos¹². Como todos os cágados, as duas espécies possuem os dedos conectados por membranas interdigitais e grandes escamas de forma arredondada na porção marginal dos membros anteriores. Além disso, as duas espécies apresentam dimorfismo sexual na base da cauda, onde o macho desenvolve uma cauda mais longa e espessa e a invaginação da escama anal é mais profunda do que nas fêmeas¹⁰.

Mesoclemmys gibba tem cabeça relativamente pequena se comparada às demais espécies de *Mesoclemmys*, exceto de *M. perplexa*. Geralmente, apresenta coloração da carapaça de marrom escuro à preto, plastrão de amarelo homogêneo à manchas pretas com bordas amarelas, mandíbulas com manchas pretas, duas barbelas no queixo e focinho levemente pontudo¹³. A espécie possui hábito noturno e, durante o dia, permanece escondida sob detritos no fundo da água. Além disso, possui preferência por dieta carnívora, se alimentando de insetos, larvas, girinos e pequenos peixes. A nidificação é constituída por desovas de dois a quatro ovos no final da estação chuvosa; seus ninhos são feitos por escavação no solo, comumente na base de árvores na borda da mata ciliar. Os filhotes desta espécie ao nascerem exalam um odor fétido para que possam se proteger contra predadores locais. Não é uma espécie da qual é facilmente encontrada em áreas que há muita ocupação humana e por seu odor produzido por suas glândulas inguinais, são raramente caçadas para fins alimentares e, também, não é comum possuírem interesse para o comércio de animais de estimação¹⁰.

Mesoclemmys tuberculata possui poucos estudos no aspecto de sua ecologia. É uma espécie do gênero que faz parte do grupo dos cabeçudos, justamente por apresentar uma morfologia craniana com músculos adutores robustos, que se desenvolvem a partir do afilamento do osso parietal (teto craniano). Essa espécie também possui hábito preferencialmente carnívoro¹⁴. A carapaça é de cor acinzentada à castanha escura e, em alguns indivíduos, quase preta; o pescoço é recoberto por tubérculos cônicos que dão referência ao nome da espécie¹³, e a cabeça apresenta manchas esbranquiçadas em alguns espécimes. *M. tuberculata* é endêmico do Brasil e abrange a região nordeste. A criação de reservatórios hídricos possibilitou habitats útil para essa espécie, porém tendo em

vista extensas áreas agrícolas entre esses ambientes, as populações de *M. tuberculata* podem ser isoladas uma da outra, dificultando o fluxo gênico entre as populações. As ameaças desta espécie estão ligadas principalmente à degradação do hábitat, que é causado pela agricultura, caça, criação de gado e possível competição com espécies invasoras que podem transmitir parasitas e outros organismos patogênicos. Se porventura ocorrer a captura em redes, o animal pode ser utilizado como um recurso alimentar da população regional ou como medicamento popular para tratamento de doenças. Além disso, pode também ser vendido como animal de estimação, mas é geralmente descartado pela população.¹⁵

Os seres vivos passam por diversas fases de desenvolvimento desde seu nascimento até a morte. Essas fases são comumente definidas pela idade cronológica. Por apresentarem necessidades diferentes dos adultos, os indivíduos imaturos ou jovens precisam de adaptações ontogenéticas particulares para sua sobrevivência, podendo incluir comportamentos que são ajustados especificamente para o estágio inicial da vida e, quando adultos, estas adaptações específicas desaparecem¹⁶. Essa sequência de fases de desenvolvimento de um indivíduo é denominada de ontogenia e diversas modificações morfológicas, fisiológicas, anatômicas, bioquímicas, entre outras, ocorrem nesse percurso¹⁷. Ainda, a ontogenia é importante para entender o histórico evolutivo da espécie e compreender as adaptações necessárias em todas as fases da vida do animal¹⁶. Uma das principais e reconhecidas fontes de variação morfológica ao longo da vida animal é a alometria^{18,19} que pode ser analisada em vários níveis, dependendo apenas da fonte de variação do tamanho. Esta variação pode ser estabelecida através de diversos fenômenos biológicos, deste modo, é segmentada em três níveis distintos: pode ser a nível intraespecífico considerando um único estágio de desenvolvimento (alometria estática), ao longo de toda a ontogenia (alometria ontogenética) ou mesmo entre espécies (alometria evolutiva)^{20,21}. Uma aplicação importante da alometria morfométrica é a comparação entre grupos de indivíduos²¹.

Para estudar a alometria ontogenética são usados três tipos de dados: i) dados transversais com diferentes amostras em estágios conhecidos variados,

utilizados no presente estudo; ii) dados longitudinais tendo como base mensurações do mesmo indivíduo em diversos estágios de desenvolvimento e iii) dados transversais misturados que são apurados sem informações sobre o nível ontogenético²².

2. OBJETIVOS

Para compreender os padrões de crescimento e as diferenças morfológicas entre as espécies *Mesoclemmys gibba* e *Mesoclemmys tuberculata*, o presente estudo teve como objetivo comparar medidas morfométricas lineares do casco e do crânio dessas espécies, afim de elucidar o padrão de desenvolvimento alométrico ontogenético de cada uma das espécies.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material examinado

Foram analisados 48 e 54 exemplares de *Mesoclemmys gibba* e *M. tuberculata*, respectivamente.

Figura 1: *Mesoclemmys gibba*.



Fonte: Jéssica Albuquerque, Carajás, Pará, Brasil.

Figura 2: *Mesoclemmys tuberculata*.



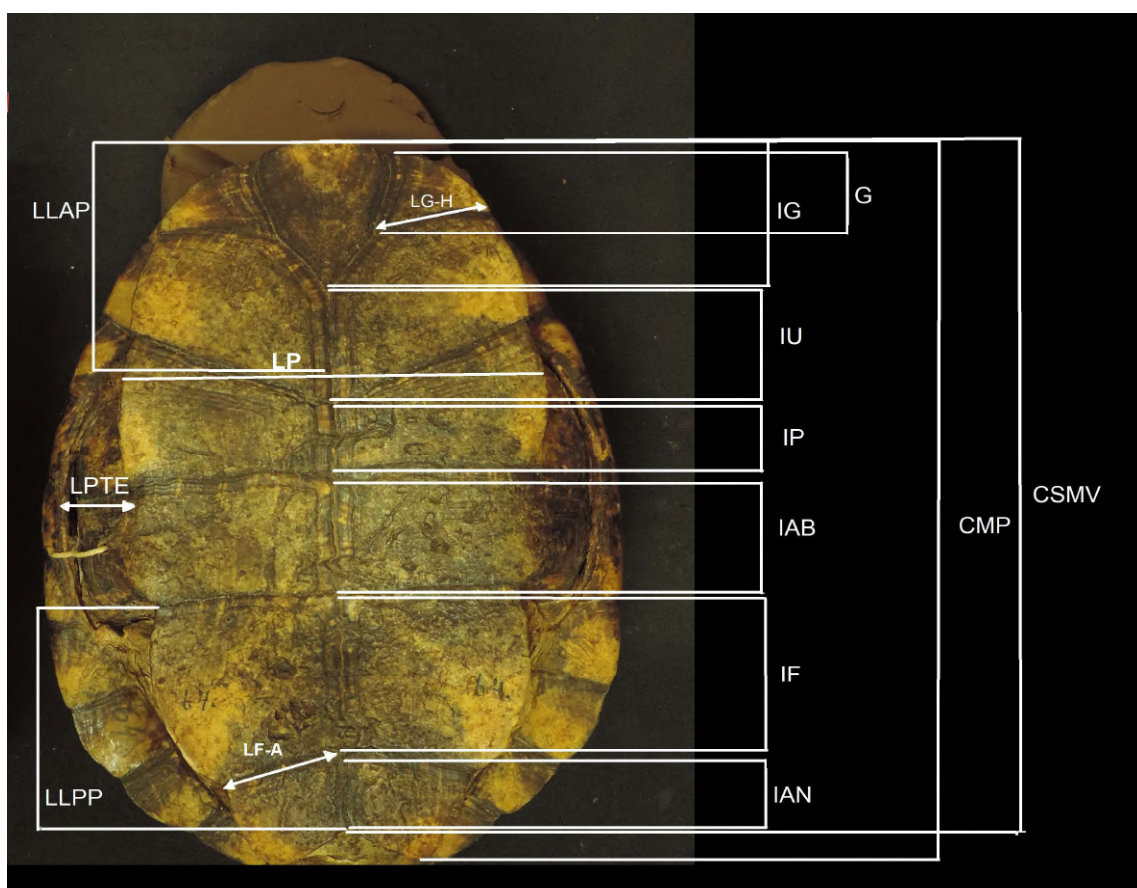
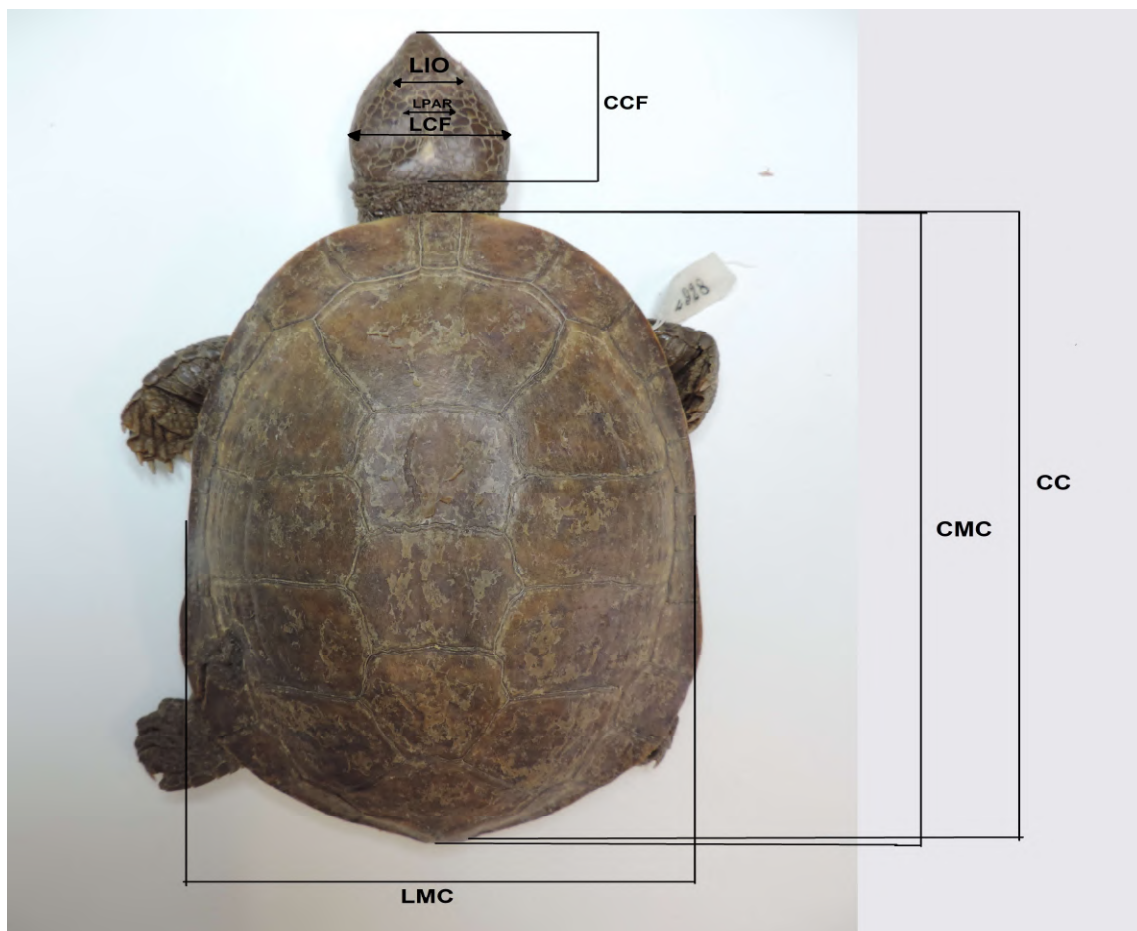
Fonte: Daniel O. Santana / CBFTT / Areia Branca, Sergipe, Brasil. TTWG.

3.2 Coleções científicas

Os espécimes utilizados são provenientes das coleções científicas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ) e Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUNB).

3.3 Medidas morfométricas lineares

A amostragem possui indivíduos de ambos os sexos com idades variadas. Para este estudo foram tomadas 26 medidas morfométricas lineares, sendo elas: CMC, CC, LMC, AMC, CMP, CSMV, LP, LLAP, LLPP, LPTE, LG-H, LF-A, G, IG, IU, IP, IAB, IF, IAN, LCF, CCF, ACF, LIO, LPAR, AT e APT (lista de siglas, pág. 12). Todas as medidas foram obtidas utilizando-se paquímetro com precisão de 0,1 mm (medidas até 155 mm) ou de 1 mm (medidas superiores a 155 mm). O sexo dos espécimes com mais de 150 mm de comprimento da carapaça foi definido com base na relação entre os comprimentos total e basal da cauda²³.



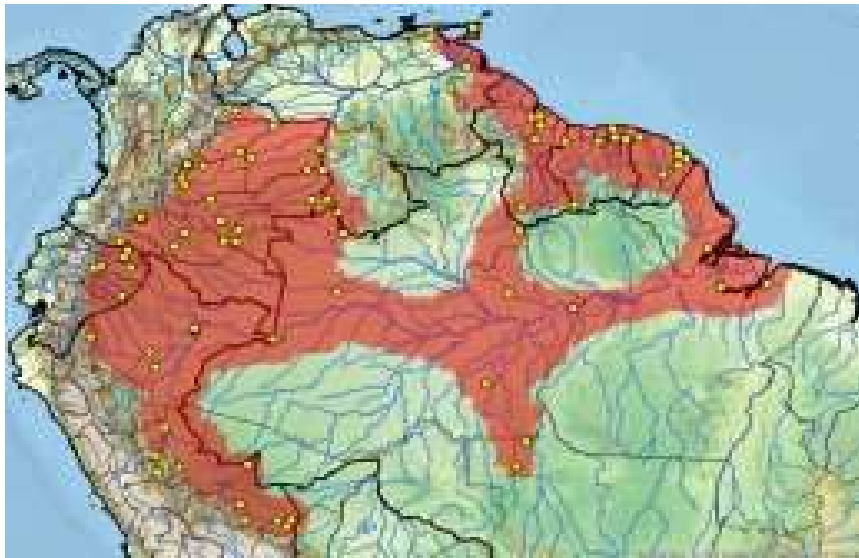


3.4 Análise estatísticas

Para avaliar a diferença entre as espécies foi realizada uma análise multivariada de componentes principais (PCA). A partir disso, as medidas que mais influenciavam a separação das espécies, foram utilizadas para o teste par-a-par da variação alométrica a partir da análise univariada de covariância (ANCOVA) entre indivíduos imaturos e adultos das duas espécies. Essas análises foram conduzidas através do *software* PAST version 3.25²⁵, em sua configuração default.

3.5 Mapa de distribuição

Figura 3: Distribuição geográfica *Mesoclemmys gibba*. Bolívia, Brasil (Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Roraima), Colômbia (Amazonas, Arauca, Caquetá, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Putumayo, Vaupés, Vichada), Equador, Guiana Francesa, Guiana, Peru (Amazonas, Loreto, Madre de Dios, Puno, Ucayali), Suriname, Trinidad, Venezuela (Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro, Monagas).



Fonte: Turtle of the world: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status. 8th Ed. Chelonian Research Foundation and Turtle Conservancy. New York, New York, 2017.

Figura 4: Distribuição geográfica *Mesoclemmys tuberculata*. Brasil (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe).



Fonte: Turtle of the world: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status. 8th Ed. Chelonian Research Foundation and Turtle Conservancy. New York, New York, 2017.

4. RESULTADOS

4.1 Análise Multivariada

Ao realizar a comparação dos indivíduos imaturos das duas espécies a partir da análise de componentes principais (PCA), nota-se que há grande diferença na medida LPAR (figura 5), sendo que a espécie *Mesoclemmys gibba* apresenta maior largura do parietal nesta fase de vida. A medida IU também demonstra ter significância estatística, sendo de maior comprimento na espécie *M. tuberculata* (figura 5). As demais medidas possuem variações pouco evidentes entre as duas espécies no estágio imaturo, sendo quase imperceptíveis. A comparação baseada em PCA, realizada entre os indivíduos adultos das espécies, mostra a maior diferença entre elas nas medidas LPAR, IP e APT (figura 6). Para essa análise, *M. gibba* possui maior tamanho para LPAR. Entretanto, após realizar a comparação de todos os indivíduos das duas espécies, utilizando medidas que são referentes ao comprimento da cauda dos jovens que foi possível sexar, é notável que *M. tuberculata* é uma espécie que atinge tamanho maior em relação ao *M. gibba*, levando em conta também que um indivíduo imaturo de *M. tuberculata* pode medir até cerca de 122,60 mm de comprimento máximo da carapaça (CMC). *Mesoclemmys gibba* pode-se considerar um indivíduo imaturo até cerca de 105,25 mm (CMC), sendo que um adulto mede cerca de 160 mm (CMC), é uma espécie considerada pequena.

Figura 5. Gráfico da análise de PCA demonstrando a comparação entre todas as medidas para os indivíduos imaturos das espécies *Mesoclemmys gibba*, **vermelho**, e *M. tuberculata*, **verde**, observando que há grande diferença entre as duas espécies na largura do parietal (LPA) e comprimento da sutura interumeral (IU). O gráfico demonstra que *Mesoclemmys gibba* possui LPA maior em relação a *M. tuberculata*.

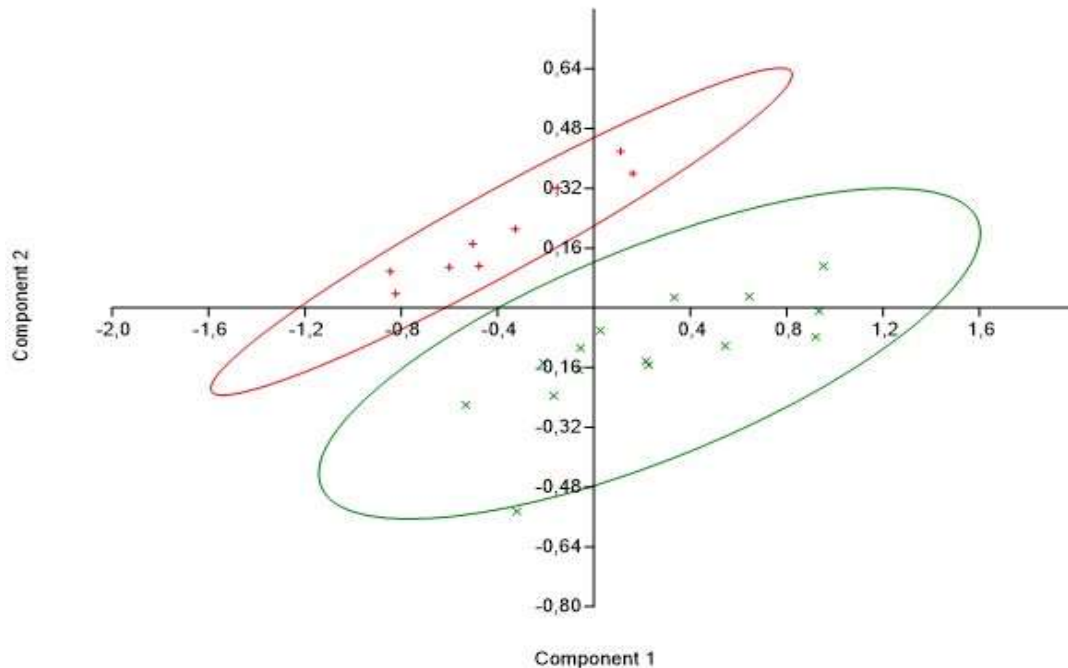
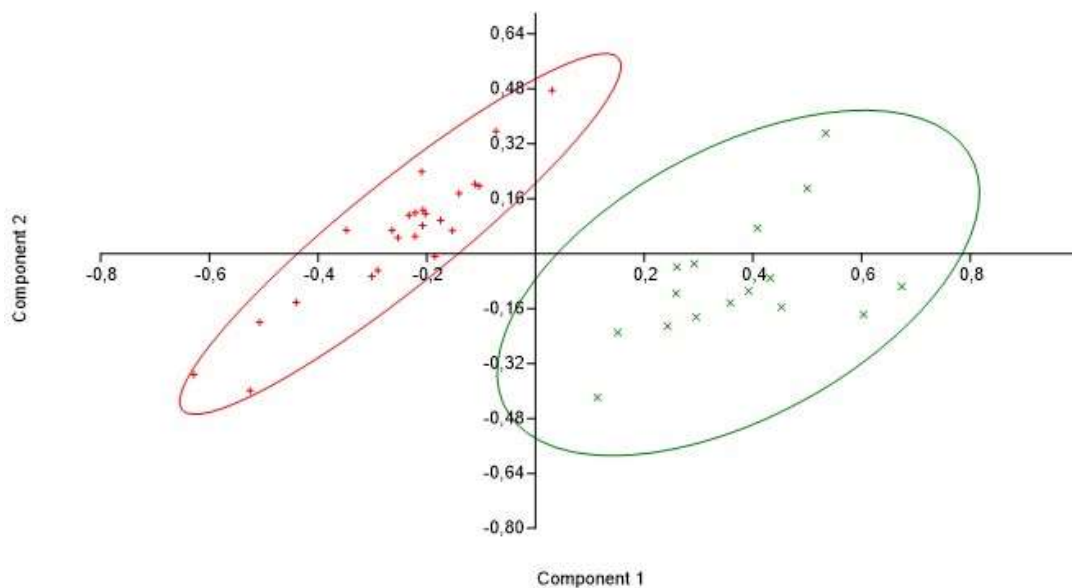


Figura 6. Gráfico da análise de PCA demonstrando a comparação entre todas as medidas para os indivíduos adultos das espécies *Mesoclemmys gibba*, **vermelho**, e *M. tuberculata*, **verde**, demonstrando a maior diferença na largura do parietal (LPA) e comprimento da sutura interpeitoral (IP) em *M. gibba* e altura parcial da membrana timpânica (APT) em *M. tuberculata*.



4.2 Análise Alométrica

Visto que a diferença morfométrica entre as duas espécies é dada, principalmente, pelas medidas LPAR, IU, IP e APT, foram realizados testes para verificar como se comporta o desenvolvimento dessas medidas ao longo do tempo de vida, ou seja, testar a alometria ontogenética, de cada uma dessas variáveis entre as duas espécies. A análise univariada de covariância (ANCOVA) entre CMC e LPAR, demonstra que há covariância significativa entre as duas variáveis durante o desenvolvimento dos indivíduos das duas espécies ($p = 7.435E-46$; figura 7). Além disso, para *M. gibba* a alometria demonstrada é positiva, ou seja, conforme os indivíduos crescem, o osso parietal acompanha esse crescimento. Já para *M. tuberculata* é negativa, pois o crescimento do parietal ao longo do desenvolvimento dos indivíduos é praticamente irrelevante. Entre as variáveis CMC e IP é notável que há covariância significativa durante o desenvolvimento das duas espécies, sendo para *M. gibba* mais acentuada em relação à *M. tuberculata* ($p = 2,584E-10$; figura 8), e apresentando alometria positiva. Entretanto, há pouca homogeneidade dos indivíduos de cada espécie, especialmente em *M. tuberculata*, demonstrando que alguns indivíduos podem variar em sua relação de CMC x IP. Na figura 9, a análise demonstrou que as variáveis CMC e IU das duas espécies são semelhantes, havendo alometria positiva entre as medidas ($p = 2,04E-07$), porém, com pouca homogeneidade dos indivíduos, mostrando que alguns indivíduos não seguem a média apresentada para a maioria de cada uma das espécies. A análise de covariância realizada para as variáveis CMC e APT, apresentou alometria positiva e suporte estatístico para as duas espécies, levando em consideração o valor de ($9,732E-05$). Entretanto, os indivíduos também não se comportaram de maneira homogênea, como demonstrado na figura 10.

Figura 7. Análise univariada de covariância (ANCOVA) entre as medidas CMC e LPAR das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

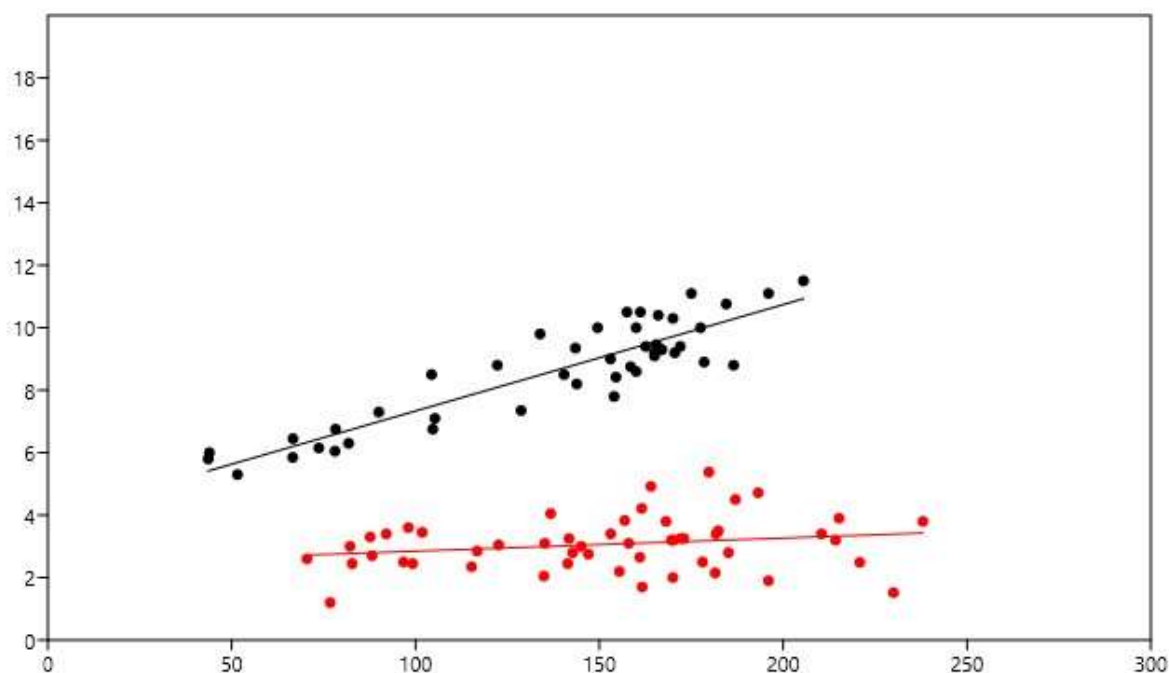


Figura 8. Análise univariada de covariância entre as medidas CMC e IP das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

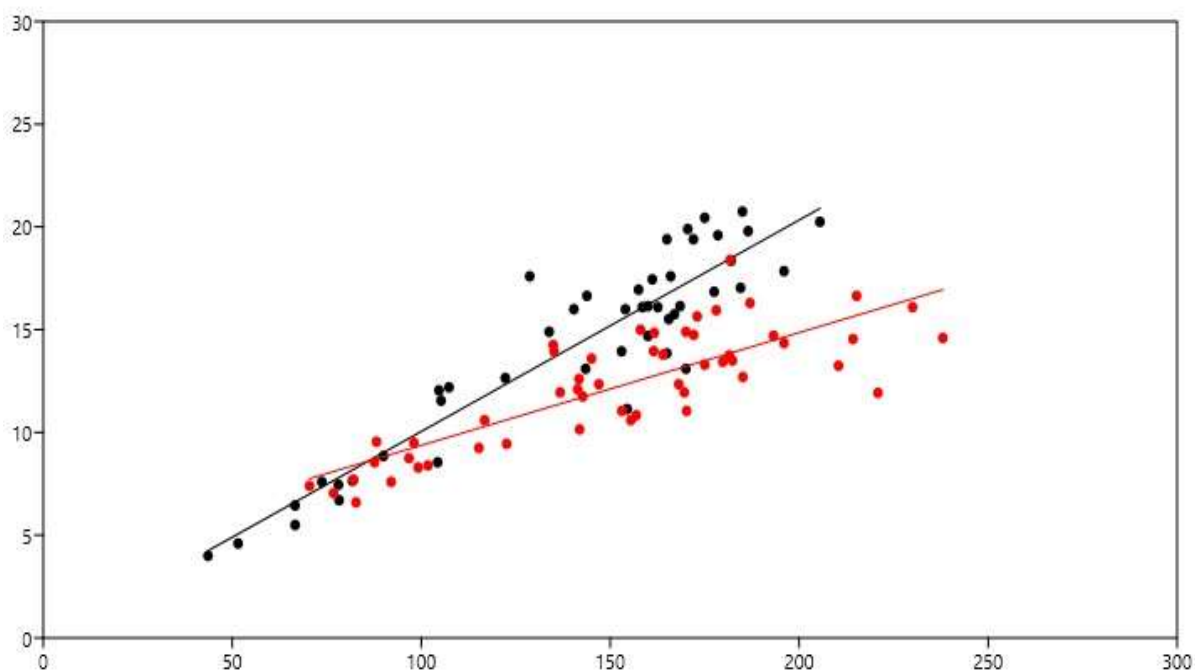


Figura 9. Análise univariada de covariância entre as medidas CMC e IU das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

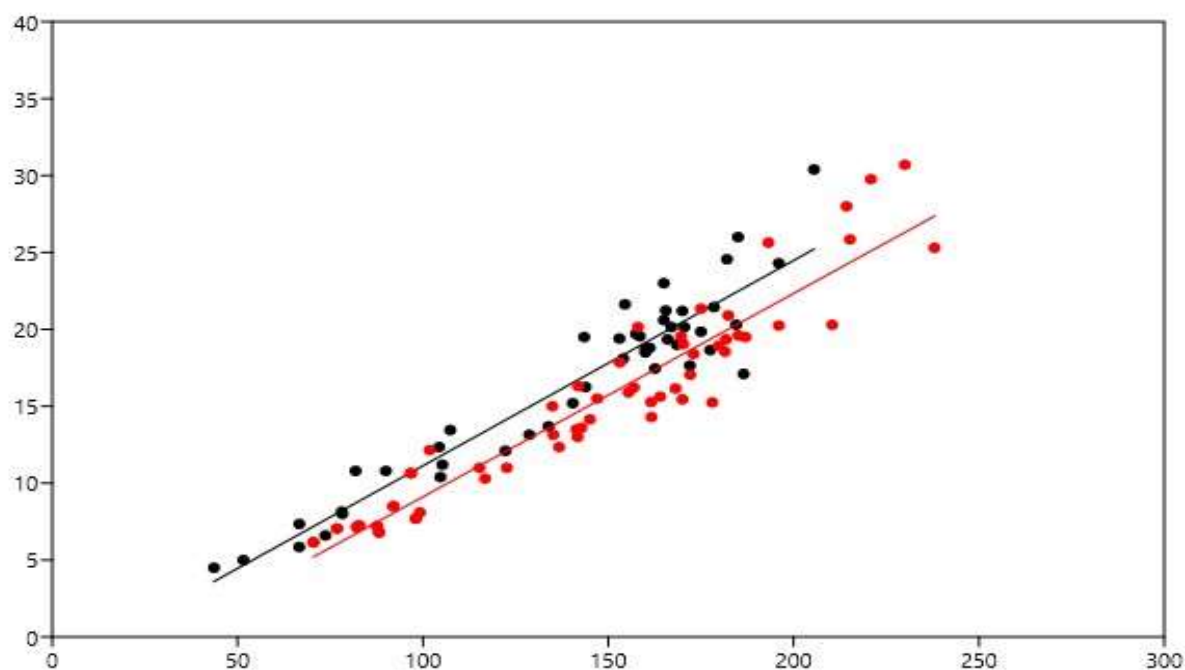


Figura 10. Análise univariada de covariância entre as medidas CMC e APT das espécies *Mesoclemmys gibba* – **preto** e *Mesoclemmys tuberculata* – **vermelho**.

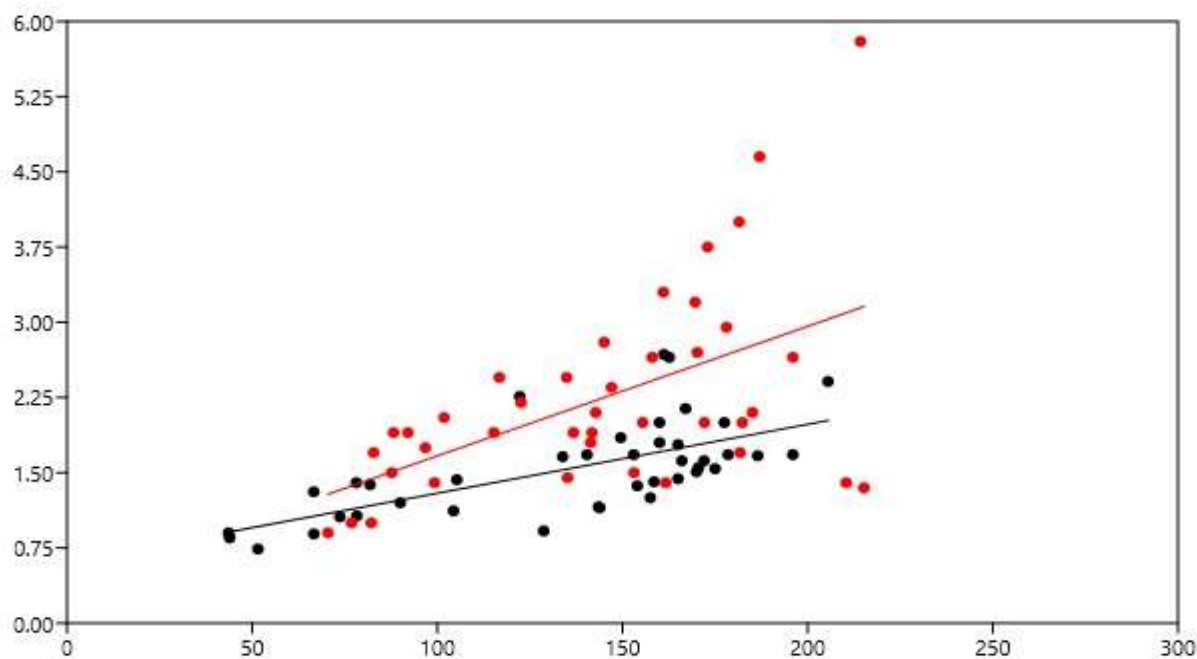


Tabela 1. Valores da análise de covariância (ANCOVA).

	CMC x LPAR	CMC x IP	CMC x IU	CMC x APT
Valor de P	7,435E-46	2,584E-10	2,04E-07	9,73E-05
Homogeneidade	5,037E-12	8,972E-08	0,8842	0,08577

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos após as análises mostraram que as variáveis LPAR, IU, IP e APT são os principais fatores morfométricos de distinção entre as duas espécies. As variáveis IU e IP demonstraram que seu desenvolvimento há correlação significativa com o desenvolvimento do CMC, entretanto, apesar de apresentar uma alometria positiva, a variável de APT há muito mais variação entre os indivíduos, onde se apresentam de forma pouco homogênea que sugere que alguns indivíduos não seguem a média apresentada para a maioria da espécie. A variável de LPAR se destaca apresentando correlação significativa para ambas espécies e alometria positiva para *Mesoclemmys gibba*, onde a medida da largura do osso parietal é muito mais pronunciada e o parietal possui laterais moderadamente côncavas e em *Mesoclemmys tuberculata* esse osso possui laterais em formato bastante côncavo, a região mediana é acentuadamente afilada, tanto na fase imatura quanto na fase adulta, onde acomoda o músculo adutor²⁵. Não há estudos que conferem a correlação entre as variáveis de CMC, LPAR, IU, IP e APT em outras espécies semelhantes.

Em *M. tuberculata*, por viverem em regiões de escassez hídrica e pouca oferta de alimento, houve maior necessidade de adaptação para consumo especializado de alimentos. Foi registrado que seu principal item alimentar são moluscos da família Ampullariidae. Essa adaptação consiste em cabeça maior e osso parietal mais afilado para inserção de músculos mais robustos, promovendo assim, maior força na mordida e o esmagamento de conchas para ingestão²⁶.

Essa diferença na largura do osso parietal confirma a hipótese de adaptação de acordo com o nicho alimentar de cada espécie, explicando assim a diferença de tamanho entre as duas cabeças. *Mesoclemmys gibba* constitui uma dieta mais generalista e não é exigido grande força mandibular na hora da predação, assim, não há necessidade de adaptação para músculos robustos na região da cabeça, dando então maior liberdade de crescimento lateral do osso parietal.

6. CONCLUSÃO

As informações aqui apresentadas mostram que *Mesoclemmys gibba* e *Mesoclemmys tuberculata* possuem diferenças, especialmente na cabeça, onde em *M. gibba* o osso parietal se encontra de forma mais alargada, enquanto em *M. tuberculata* mais afilada. O nicho alimentar de cada espécie pode justificar esta diferença do osso parietal, pois com o hábito alimentar onde se inclui moluscos, *M. tuberculata* deve possuir maior espaço para os músculos adutores da cabeça, que atuam no esmagamento das conchas, assim após uma série de adaptações ao longo do tempo com a redução desse osso, foi possível variar a fonte alimentar de *M. tuberculata*. Compreender essas adaptações morfológicas nos permite avaliar as condições ideais para as espécies em seus habitats e, assim, elucidar a importância de cada fator inerente à sobrevivência das espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BENTON, Michael J. Paleontologia dos vertebrados. 1. ed. Atheneu, 2008.
2. FRIOL, Natália R. Origem das tartarugas. Projeto Filos. 2018. Disponível em: <http://projetoofilos.com.br/2018/01/origem-das-tartarugas/>
3. WATSON, D. M. S. *Eunotosaurus africanus*, Seeley, and the ancestry of Chelonia. Proceedings of the Zoological of Society of London, pp. 1011-1020. 1914.
4. BURKE, Ann C. The Development and Evolution of the Turtle Body Plan: Inferring Intrinsic Aspects of the Evolutionary Process from Experimental Embryology, *Integrative and Comparative Biology*, v. 31 (4), pp. 616–627. 1991.
5. SCHOCH, R.R., SUES, H. A Middle Triassic stem-turtle and the evolution of the turtle body plan. *Nature*, 523: 584-587. Disponível em: [10.1038/nature14472](https://doi.org/10.1038/nature14472). 2015.
6. WYNEKEN. Janette; GODFREY, Matthew H.; BELS, Vincent. Biologia das tartarugas. 1. ed. CRC Press. 2007.
7. WERNEBURG. Ingmar et al. Modeling neck mobility in fossil turtles. Wiley Periodicals, Inc. Empresas. 2014.
8. Turtle Taxonomy Working Group [Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., Bour, R. Fritz, U., Georges, A., Shaffer, H.B., and van Dijk, P.P.]. 2017. Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (8th Ed.). In: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Pritchard, P.C.H., and Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs 7:1–292. doi: [10.3854/crm.7.checklist.atlas.v8.2017](https://doi.org/10.3854/crm.7.checklist.atlas.v8.2017).
9. SOUZA, Franco L. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). Melopsittacus Publicações científicas; 2004. Disponível em:

<http://www.phyllomedusa.esalq.usp.br/articles/volume3/number1/311527.pdf>

10. VOGT, Richard C. Tartarugas da Amazônia. Lima, Peru: Gráfica Biblos. 2008.
11. PRITCHARD, P.C.H. e TREBBAU, P. 1984. The Turtles of Venezuela. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Contributions in Herpetology No. 2, 403 pp.
12. FRIOL, Natália R. Comunicação pessoal.
13. BONIN, Franck; DEVAUX, Bernard e DUPRÉ, Alain. Turtles of the world. 1. ed. Johns Hopkins University Press, 2006.
14. ERNST, Carl H. e BARBOUR, Roger W. TURTLES OF THE WORLD. Smithsonian Institution Scholarly Press, 1992.
15. SANTANA et al. *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt, 1926) – Tuberculate Toad-headed Turtle. Chelonian Research Foundation. 2016. Disponível em: http://www.chufpb.com.br/danmesq/Publicacoes_files/Santanaetal2016.pdf
16. TRILLMICH, F e GROOTHUIS TG. Unfolding personalities: The importance of studying ontogeny. Developmental Psychobiology, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21866544>
17. PORTELA. Rita C.Q. e SANTOS, Flavio A. M. dos. Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional. Vol. 34, n.4, pp. 523-535. Rev. bras. bot [online], 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042011000400006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en
18. GOULD, Stephen J. Ontogeny and Phylogeny, The Belknap press of Harvard university press. Cambridge, Massachusetts; London, England, 1977.

19. KLINGENBERG, Christian P. Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics, Vol. 226. 3. ed. pp 113–137. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00427-016-0539-2>
20. COCK, A. G. Genetical Aspects of Metrical Growth and Form in Animals, The Quarterly Review of Biology 41, no. 2. pp: 131-190. Jun., 1966. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/404940>
21. MARCUS, Leslie F. et al. Advances in Morphometrics. Vol. 284. Toscana, Itália: 1996.
22. KLINGENBERG, Christian P. Multivariable alometry. Departamento of Biological Sciences, University of Alberta. Edmonton, Alberta, Canadá. 2007.
23. MOLINA, F. B. 1989. Observações sobre a biologia e o comportamento de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
24. HAMMER, Ø et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 2001. 9pp. Disponível em: http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
25. FRIOL, Natália R. Filogenia e evolução do gênero *Phrynops* (Testudines, Chelidae). São Paulo. 2014. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-09032015-083240/publico/Natalia_Friol.pdf
26. SANTANA et al. *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt, 1926) – Tuberculate Toad-headed Turtle. Chelonian Research Foundation. 2016. Disponível em: http://www.chufpb.com.br/danmesq/Publicacoes_files/Santanaetal2016.pdf