

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
DE ÁGUA DOCE E PESCA INTERIOR

LUCAS MAIA GARCÊS

**Análise morfológica de *Chelus fimbriata* (Testudines: Chelidae) da
região Amazônica**

Manaus, Amazonas

Maio/2023

LUCAS MAIA GARCÊS

Análise morfológica de *Chelus fimbriata* (Testudines: Chelidae) da região Amazônica

Orientadora: Dra. Marcela dos Santos Magalhães

Co-Orientador: Dr. Adriano Teixeira de Oliveira

Agência financiadora: FAPEAM

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus, Amazonas

Maio/2023

BANCA EXAMINADORA

- Dr. Bruce Rider Fosberg (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA)

Parecer: Aprovado

- Dr. Robson Henrique de Carvalho (Intituto Federal de Minas Gerais – IFMG)

Parecer: Aprovado

- Dra. Lúcia Helena Rapp Py-Daniel (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia –
INPA)

Parecer: Aprovado

M217a Maia, Lucas

Análise morfológica de *Chelus fimbriata* (Testudines: Chelidae) da região Amazônica / Lucas Maia Garcês; orientadora Marcela dos Santos Magalhães; coorientador Adriano Teixeira de Oliveira. - Manaus: [s.l.], 2023.

3,39 MB

61p. : il. color.

Tese (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2023.

1. Mata-matá. 2. Rios. 3. Osteologia. I. Magalhães, Marcela dos Santos. II. Oliveira, Adriano Teixeira de. III. Título

CDD 597.924 811 3

Dedico esta dissertação a minha mãe,
Nely Maia, por ser minha maior
apoiadora e incentivadora durante
todos os anos dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe por sempre incentivar a busca pela educação acadêmica e empírica, colocando todos os esforços e recursos disponíveis a minha disposição. Me dando atenção através das conversas, puxões de orelha e a alegria de se alcançar uma conquista com êxito.

Nos 27 anos de convivência, percebo que somos tão parecidos e diferentes ao mesmo tempo, e através disso conseguimos nos apoiar durante todo esse tempo.

Aos amigos feitos durante toda minha vida, na academia, no grupo de teatro, grupos de pesquisa, e demais círculos sociais. Os quais me encorajam todos os dias, apontando minhas maiores qualidades. Não só as competências profissionais, mas pessoais também, além de apontarem os quesitos nos quais posso sempre melhorar.

Aos Professores por se colocarem a disposição, e efetuar um acompanhamento atencioso, humano, e cativar a relação de respeito, aprendizagem, admiração e sobretudo colaboração dentro do âmbito social e científico.

Ao Inpa por ser um Instituto de referência, amazônica, de renome internacional, que provê as estruturas necessárias para realização das pesquisas, mesmo com todos os empecilhos e percalços encontrados no caminho.

A Ciência por me fazer ter um olhar diferenciado para o entendimento do mundo, dos fenômenos ocorridos, da busca por respostas, ou melhor ainda, por mais questionamentos. Se tornar cientista, pesquisador, professor, dentre tantos outros títulos possíveis, só se fez realidade a mim através desta.

As oportunidades dadas, os votos de confiança para com potencial do trabalho desenvolvido, e ao aprendizado obtido através deste. A minha primeira entrada no Centro de Estudos de Quilômetros da Amazônia, a qual só se fez possível através do acolhimento do Dr. Richard, o qual compartilhou todos os ensinamentos possíveis para com todos seus estudantes.

Ao acompanhamento feito pelos orientadores e colaboradores do trabalho, liderado por minha orientadora Dra. Marcela S. Magalhães, a qual me acolheu após circunstâncias muito pesadas da vida, trazendo consigo o Msc. Scott e a Dra. Camila Ferrara, os quais também me orientaram e deram suporte durante a jornada.

Agradeço também ao meu coorientador, Dr. Adriano Teixeira, que tem me acompanhado desde a graduação, e me motivou a tentar o ingresso no PPG-BADPI, me auxiliando nos estudos para a prova de seleção, aprovação e finalmente a defesa.

Não citarei mais nomes, pois posso esquecer momentaneamente de alguém, mas todos que participaram e me ajudaram de alguma forma sabem que o fizeram, e saibam que são todos reconhecidos e amados por mim.

Agradeço ao destino, acaso, universo, ou as escolhas, por todas as vivências passadas. Algumas maravilhosas, outras amargas, porém, sempre acompanhadas de aprendizado. Tudo isso me tornou e me torna a persona que sou, e por tudo isso sou grato.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e FAPEAM POSGRAD.

“Sic Parvis Magna”

Francis Drake

RESUMO

O presente trabalho obteve o intuito de analisar os caracteres morfológicos de *Chelus fimbriata* na região amazônica, utilizando as comparações dos aspectos anatômicos de cabeça, carapaça e plastrão, considerando os agrupamentos conforme a localidade/tipo rio de procedência de cada indivíduo, focando nas diferenças que possam estar relacionadas aos tipos de águas presentes na bacia amazônica e/ou diferenças por região geográfica. Para tal finalidade, utilizou-se um grupo externo de *Chelus orinocensis*, e a divisão da amostra (N=46) entre espécimes de rios de águas pretas e brancas, buscando-se divergências morfológicas com análise estatística a posteriori através das análises principais componentes (PCA) e discriminante (DFA). Tais procedimentos evidenciaram distinções dos atributos anatômicos de cabeça, plastrão e carapaça, demonstrando através dos agrupamentos a presença de diferentes caracteres vinculados aos tipos de águas neste dado sistema hidrográfico.

Palavras-chave: Mata-matá; rios; osteologia; quelônio.

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the morphological characters of *Chelus fimbriata* in the Amazon region, using comparisons of the anatomical aspects of the head, carapace and plastron, considering the groupings according to the locality/type river of origin of each individual, focusing on the differences that may be related to the types of water present in the Amazon basin and/or differences by geographic region. For this purpose, an external group of *Chelus orinocensis* was used, and the sample (N= 46) was divided into specimens from black and white water rivers, seeking morphological divergences with a posteriori statistical analysis through principal component analysis (PCA) and discriminant (DFA). Such procedures evidenced distinctions of the anatomical attributes of head, plastron and carapace, demonstrating through the groupings the presence of different characters linked to the types of waters in this given hydrographic system.

Key-words: Amazon Mata Mata; rivers; osteology; chelonian.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
OBJETIVOS.....	27
Objetivo geral.....	27
Objetivos específicos.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	27
<i>Obtenção dos animais.....</i>	<i>27</i>
<i>Seleção dos exemplares.....</i>	<i>27</i>
<i>Metadados.....</i>	<i>28</i>
<i>Análise morfológica e osteologia.....</i>	<i>28</i>
Análise estatística.....	32
RESULTADOS.....	33
DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
APÊNDICES.....	56
Apêndice 1:.....	56
Apêndice 2:.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Divisão dos continentes e formação da Laurásia e Gondwana. Fonte: Sócientífica.com	14
Figura 2. Disposição [=]1(, (2(, (3(, (4(, (5(,6(,7(, (8) e formatos das vértebras dos Chelidae, diferenciando-os dos Podocnemididae e Pelomedusidae	15
Figura 3. Fêmea (esquerda) e macho (direita) de <i>Chelus fimbriata</i> representando o dimorfismo sexual, sendo a fêmea maior que o macho. Fonte: Próprio autor.	16
Figura 4. Plastrão liso pertencente a fêmea (A) e plastrão com concavidades (marcadas por anéis vermelhos) pertencente ao macho (B). Fonte: Próprio autor	16
Figura 5. Formação do território da bacia amazônica do Mioceno até a disposição geográfica atual, e gradiente de distribuição de <i>Chelus</i> . Adaptado de Ferreira, et al. 2016.....	17
Figura 6. Mapa representando os 3 tipos de águas presentes na região amazônica e o distanciamento geográfico atual da área de origem de <i>Chelus fimbriata</i> e <i>orinocensis</i> . Fonte: Wildlife Conservation Society.....	18
Figura 7. Distribuição de <i>Chelus fimbriata</i> quando considerado espécie monotípica. Fonte: Ferrara, et al. 2017.	19
Figura 8. Distribuição do complexo <i>Chelus</i> atualizado, considerando <i>C. fimbriata</i> e <i>C. orinocensis</i> , com novos locais de ocorrência das duas espécies (FONTE: Cunha, 2021).	20
Figura 9. Diferenças de largura formato em escudos anais de <i>C. fimbriata</i> , <i>lewisii</i> e <i>colombiana</i> representando diferenças intraespecíficas em <i>Chelus</i> . Adaptado de Ferreira, et al. 2016.	21
Figura 10. (A) Carapaça retangular de indivíduo da bacia amazônica a esquerda. (B) Carapaça oval de indivíduo da bacia do Orinoco a direita. Fonte: Sánchez-Villagra, et al. 1995.....	22
Figura 11. Diferença na coloração de plastrão. (A) Indivíduo da bacia amazônica com plastrão escuro a esquerda, (B) Indivíduo da bacia do Orinoco com plastrão claro a direita. Fonte: Sánchez-Villagra, et al., 1995.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Primeira entrada de dados do Stepwise para cabeças	35
Tabela 2. Análise discriminante canônica para cabeças adaptado com as principais informações.	35
Tabela 3. Resubstituição usando a Função Discriminante Linear	35
Tabela 4. Validação cruzada.....	36
Tabela 5. Intervalo de valores mínimos e máximos das medidas de carapaça e plastrão em milímetros.	38
Tabela 6. Medidas máximas relacionadas aos grupos por tipo de águas e espécimes de <i>Chelus</i> em milímetros	38
Tabela 7. Primeiro Stepwise com o total da amostra, níveis das classes, variáveis da análise, variáveis a serem inclusas, nível de significância de entrada e nível de significância para estadia. Abaixo, o número de observações e número de observações utilizadas.....	43
Tabela 8. Análise discriminante canônica adaptado.	43
Tabela 9. Resubstituição usando as Função Discriminante Linear.....	43
Tabela 10. Validação cruzada utilizando a função discriminante linear.....	45

INTRODUÇÃO

Os quelônios são animais cosmopolitas que surgiram há cerca de 250 milhões de anos no Permiano, estão situados dentro do grupo dos répteis e representam 11% da fauna mundial de todos os grupos. São encontrados em quase todas as regiões do planeta, como lagos, rios, riachos, desertos, exceto nos polos, sendo comumente denominados e conhecidos como animais de casco (Martins & Molina, 2008; Reece, *et al.* 2011; Ferrara, *et al.* 2017). O casco é uma porção corpórea rígida, que pode se assemelhar a uma cúpula, localizada nas porções dorsal (carapaça) e ventral (plastrão), servindo como proteção mecânica contra predadores e afins (Thomson, 2003). Os quelônios são frequentemente separados em duas ordens: Cryptodira e Pleurodira, que faz referência a forma de retração do pescoço do animal, sendo os que retraem a cabeça totalmente para dentro do casco os Cryptodira (cripto= escondido), e os que retraem a cabeça lateralmente os Pleurodira (pleuro= lado) (Pough; Heiser & Mcfarland, 2008).

Apesar de se mostrarem muito adaptados ao meio, esse grupo tende a sofrer com ações antrópicas, através de poluição, invasão das áreas, utilização culinária, estética, uso como animal de estimação e exploração de ovos (Andrade 2008; Vogt, 2008; Fonseca, *et al.* 2020) que afetam as populações, e combinadas com a captura de indivíduos em fase reprodutiva causando decréscimo populacional (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Diante disso, se encontram ameaçadas, sendo uma porcentagem de 50% dos quelônios, segundo a Wildlife Conservation Society-WCS (2017), com variações de status entre mais ou menos preocupantes apresentados pela International Union for Conservation of Nature - IUCN.

Em território brasileiro são encontradas 31 espécies de quelônios dulcícolas (MITTERMEIER, *et al.* 2015), havendo 20 dessas na Amazônia (Fagundes, *et al.* 2017), divididas entre 5 famílias, sendo estas Podocnemididae, Testudinidae, Geomydidae (Rhinoclemmydinae), Kinosternidae (Kinosterninae) e os Chelidae, sendo estes pleurodira. (Fagundes, *et al.* 2017; TTWG, 2021). No Brasil, dentro da família Chelidae se fazem presentes 22 espécies sendo 4 novas: *Acanthochelys macrocephala*, *Acanthochelys radiolata*, *Acanthochelys spixii*, *Chelus fimbriata*, *Chelus orinocensis* (nova espécie), *Mesoclemmys gibba*, *Mesoclemmys jurutiensis* (nova espécie), *Mesoclemmys nasuta*, *Mesoclemmys perplexa*, *Mesoclemmys raniceps*, *Mesoclemmys tuberculata*, *Mesoclemmys vanderhaegei*, *Mesoclemmys wermuthi* (nova espécie),

Mesoclemmys sabiniparaensis (nova espécie), *Phrynops geoffroanus*, *Phrynops hilarii*, *Phrynops tuberosus*, *Phrynops wiliamsi*, *Platemys p. platycephala*, *Platemys p. melanonota*, *Ranacephala hogei*, *Rhinemys rufipes* (Costa, et al. 2021; TTWG, 2021; Cunha et al. 2022). A nível global os Chelidae se fazem presente principalmente na América do Sul e na região australiana, apresentando tal distribuição por conta da Pangeia e seguido da separação em Laurásia e Gondwana, sendo os Chelidae assentados em tal região (Georges & Thomson, 2006) (Figura 1). Logo, se fazem presentes 20 gêneros dentro dos Chelidae com cerca de 61 espécies (Georges, et al. 1999; TTWG, 2021).

Os Chelidae se diferenciam das demais famílias pela ausência do mesoplastrão e presença do arco parietoesquamosal no crânio, ao invés do arco quadratojugal, e a forma de articulação da vértebra cervical inclui, adjacente ao atlas biconvexo, três opistocelos, dois biconvexos, um procelo, uma vértebra bicôncava e uma biconvexa, com representação escrita: [=]1(, (2(, (3(, (4(, (5),)6,)7(, (8) (Figura 2) (Williams, 1950; Harless & Morlock, 1979; Gaffney, 1977, Broin e De La Fuente, 1993; De La Fuente, Sterli e Maniel, 2013). A morfologia da carapaça e plastrão também de faz distinta nos Chelidae, que apresentam na carapaça a disposição de 5 escudos vertebrais, 4 escudos costais e 12 marginais (Thomson & Georges, 1996), apresentando no plastrão a conformação do escudo intergular, que configura 13 escudos na porção ventral, sendo mais uma particularidade dos Pleurodira (Pritchard & Trebbau, 1984).

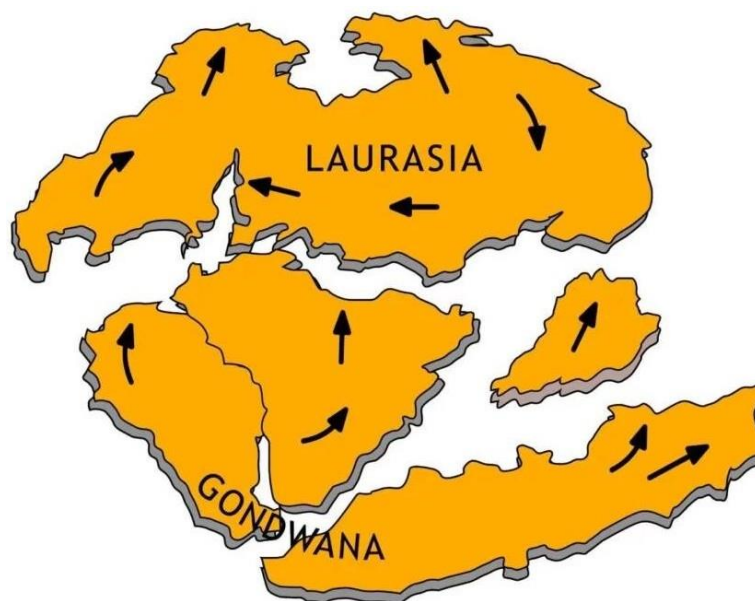


Figura 1. Divisão dos continentes e formação da Laurásia e Gondwana. Fonte: Sócientífica.com



Figura 2. Disposição [1(, 2(, 3(, 4(, 5(, 6(, 7(, 8) e formatos das vértebras dos Chelidae, diferenciando-os dos Podocnemididae e Pelomedusidae.

Dentro da família Chelidae situam-se o *Chelus fimbriata* e *Chelus orinocensis*, popularmente conhecidos como Mata- Matá (possuindo diferentes grafias), o qual é um quelônio de características distintas das demais, sendo considerado por muitos como um animal feio, reconstruído e merecedor de desprezo (Vogt, 2008). Tal espécie incomum tem como principais peculiaridades o formato do plastrão, com projeções em formato de pirâmide, variando entre 12 a 13 quilhas, os olhos muito pequenos em relação ao tamanho da cabeça e dispostos lateralmente, a boca de tamanho exacerbado, o nariz comprido em formato de canudo, a cabeça em formato triangular e as franjas ou fibras dispostas ao longo do pescoço, que denominam seu nome científico que significa tartaruga de franjas, ornada ou enfeitada, com etimologia indígena, relacionada a um cipó de formato ondulado que relembra a forma das franjas presentes nos indivíduos da espécie, sendo na língua Arruan o equivalente à pele/couro, utilizando-se da repetição em uma linguagem infantil (Pritchard & Trebbau, 1984; Bonin & Dupré, 2006; Vogt, 2008; Fagundes *et al.* 2017; Brasil, 1881; Goeldi, 1898).

Devido a suas características altamente especializadas, atua como predador de topo de cadeia, o qual espera pela presa (*sit and wait*) e se alimenta através de sucção por pressão negativa em um bote único (*strike and gape*), sendo o único quelônio amazônico 100% carnívoro (Martins e Molina, 2008).

Apresenta dimorfismo sexual (Figura 3 e 4), sendo as fêmeas maiores que os machos, tendo entre 40-50 cm de comprimento de carapaça, enquanto os machos possuem 30-40 cm. No plastrão é possível notar a concavidade nos machos, enquanto o plastrão das fêmeas é liso, sendo a cauda dos machos proporcionalmente maior que das fêmeas. Sua reprodução ocorre durante a seca, com ninhos depositados em areia ou barrancos,

apresentando uma variação de 12 a 28 ovos por ninho (Schaefer, 1986; Metrallier, 2003; Meier & Schaefer, 2003; Ferrara, *et al.* 2017).



Figura 3. Fêmea (esquerda) e macho (direita) de *Chelus fimbriata* representando o dimorfismo sexual, sendo a fêmea maior que o macho. Fonte: Próprio autor.

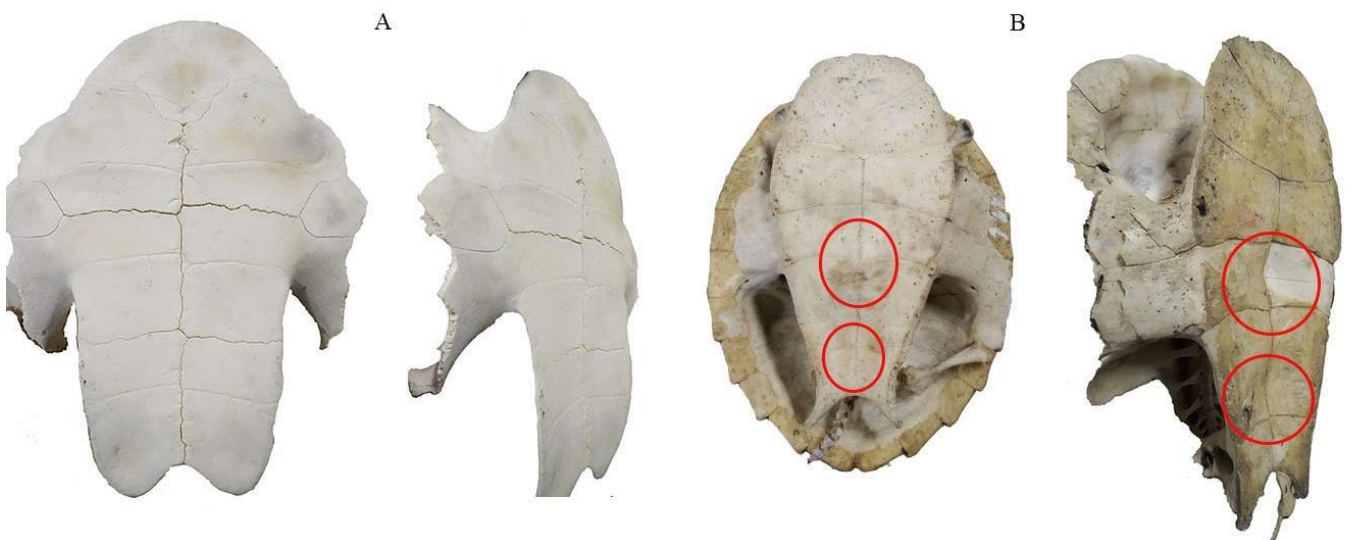


Figura 4. Plastrão liso pertencente a fêmea (A) e plastrão com concavidades (marcadas por anéis vermelhos) pertencente ao macho (B). Fonte: Próprio autor.

Essas espécies apresentam ampla distribuição na América do Sul, sendo explanada pelos eventos de elevação dos Andes e mudanças no sentido de fluxo dos rios, além de eventos de extinção locais (Figura 5). Podem ser encontrados na Colômbia,

Venezuela, Guiana Francesa, Guiana, Trinidad e Tobago, Peru, Colômbia, Equador, Bolívia, Suriname e Brasil. Neste último possui ocorrência nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e divisa com o estado de Goiás (Ferrara, *et al.* 2017). Ocorre em todos os tipos de água da bacia amazônica, havendo maior prevalência nas águas brancas e pretas em relação as águas claras. É comumente encontrado em ambientes de igapó, com ocorrência em águas lólicas e lânticas, poças, charcos, locais inundados, margens de igarapés, tendo preferência por colunas d'água rasas, não sendo um bom nadador por conta dos membros pequenos e fracos (Pritchard,1979; Ferrara, *et al.* 2017) (Figura 6).

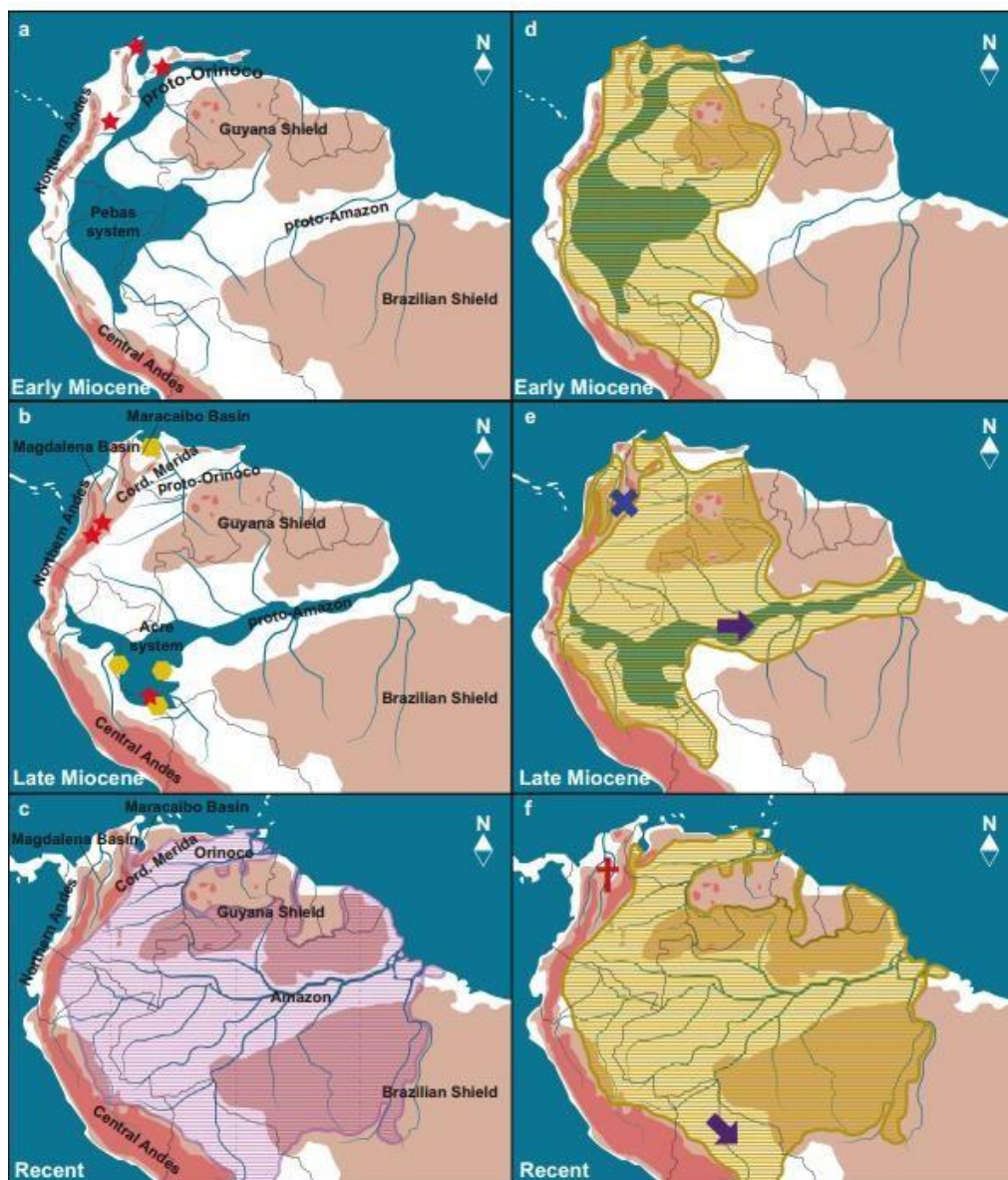


Figura 5. Formação do território da bacia amazônica do Mioceno até a disposição geográfica atual, e gradiente de distribuição de *Chelus*. Adaptado de Ferreira, *et al.* 2016.



Figura 6. Mapa representando os 3 tipos de águas presentes na região amazônica e o distanciamento geográfico atual da área de origem de *Chelus fimbriata* e *orinocensis*. Fonte: Venticinque, E., *et al.* 2016

Ainda no que se diz respeito a distribuição de *Chelus fimbriata*, é relatado o grande espaçamento territorial da população, assumindo-se como uma única espécie até 2020, apesar de se mensurar poucos indivíduos na mesma, com os empecilhos de captura e recaptura por conta desse fato e da camuflagem bem adaptada ao meio (Figura 7).

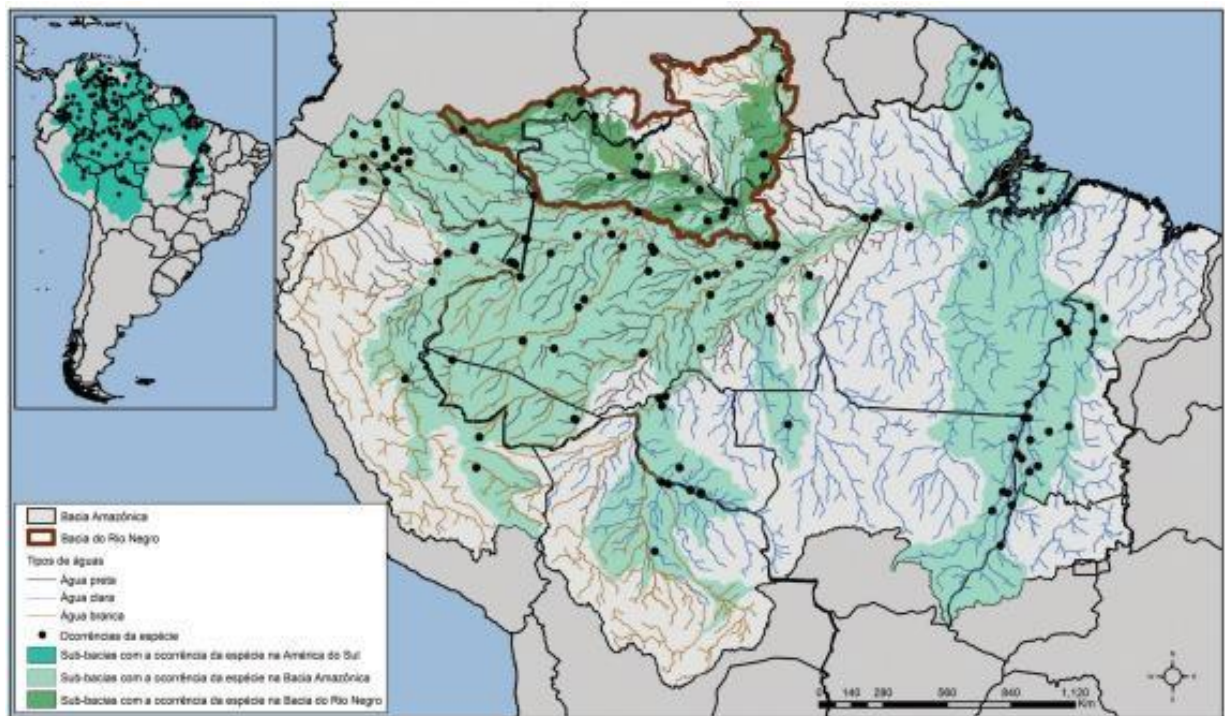


Figura 7. Distribuição de *Chelus fimbriata* quando considerado espécie monotípica. Fonte: Ferrara, *et al.* 2017.

Devido aos atributos biológicos e geográficos, tais como a camuflagem e ampla distribuição, o complexo *Chelus* (Figura 8), o qual foi atualizado por Cunha, *et. al.* 2021, possui ameaças bem delimitadas, como perda de território por avanço humano, hidrelétricas, tráfico, garimpo, dentre outros. É classificado na Lista vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN- Red List) como Non Assessed-menor preocupação (NA), pois seu consumo culinário e zoterápico é mínimo quando comparado com demais espécies, além de sua captura ser trabalhosa e oferecer pouca quantidade de proteína em retorno. Os animais registrados costumam ser classificados como advindos do Orinoco ou Amazonas dentro do comércio de animais exóticos, a partir das características morfológicas (Sanchez-Villagra 1995; Lasso, *et al.* 2018).

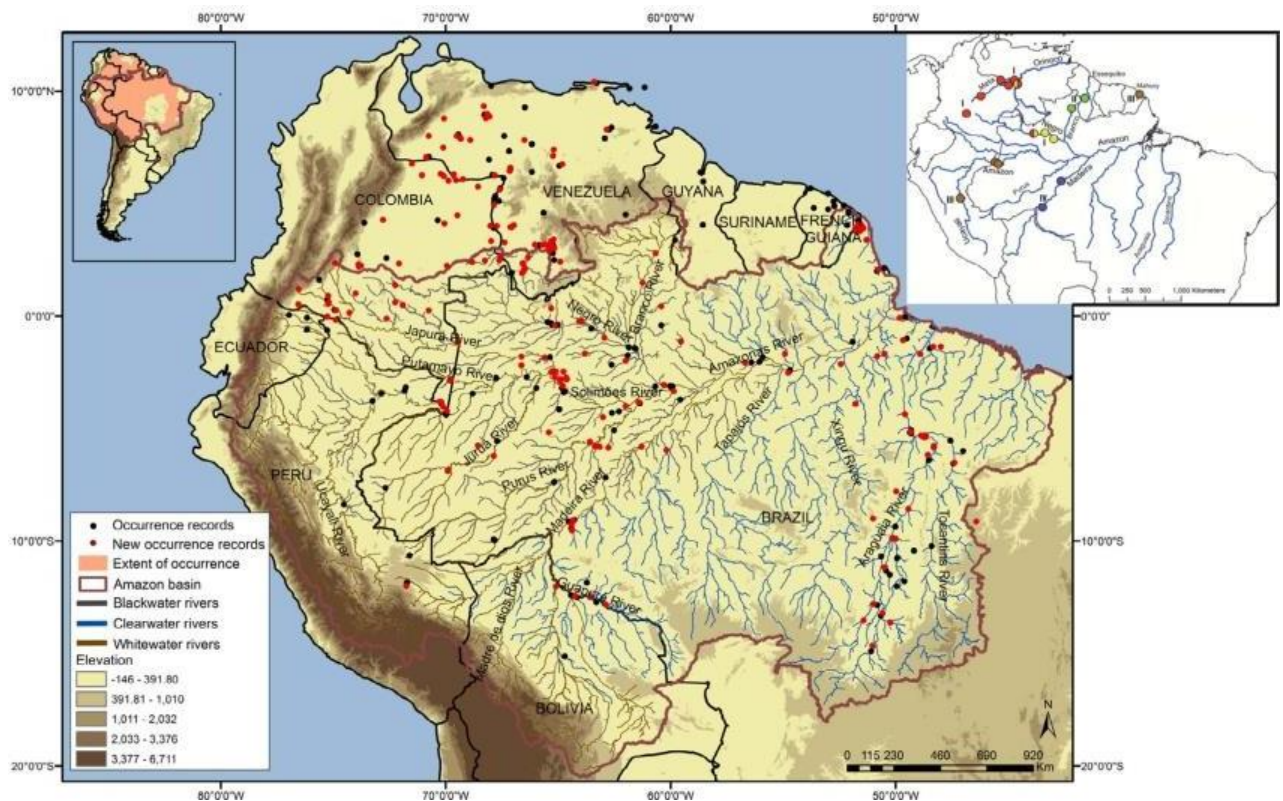


Figura 8. Distribuição do complexo *Chelus* atualizado, considerando *C. fimbriata* e *C. orinocensis*, com novos locais de ocorrência das duas espécies (Fonte: Cunha, et al. 2021).

Em 2022, durante a conferência das partes 19 (COP 19) da Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Silvestres em Perigo de Extinção (CITES) foi apresentada a proposta para proteção das espécies de *Chelus fimbriata* e *orinocensis* a serem incluídas no apêndice II devido as ameaças enfrentadas através da utilização como animais de estimação exóticos (WCS, 2022). Tais problemas já haviam sido trazidos à tona por Lasso *et al.* (2018), com a crescente do comércio de troca de animais de vida silvestre, focando especificamente em *Chelus* e a falta de medidas protetivas para com os animais, tanto em questões legislativas como questões de tomada de ações e colaboração entre os países nos quais estão distribuídas as populações.

As ameaças supracitadas afetam diretamente as populações, e a classificação de *Chelus fimbriata* como uma espécie monotípica ao invés de um complexo afeta diretamente as mensurações de populações, distribuição, variações morfológicas, dentre diversas outras questões.

Descrições da espécie foram feitas inicialmente em 1765, por Fermin utilizando a nomenclatura binomial de *Testudo terrestres*. Schneider (1783), descreveu a espécie *Testudo fimbriata*, e Gmelin (1789) se referiu à esta como *Testudo fimbria*, seguido das

descrições de Barrère (1741) como *Testudo matamatá*. Bruguère (1805), nomeou o espécime de *Chelus Duméril*, seguido Wagler (1830) que sinonimizou *Testudo bispinosa* a *Chelys matamata* e Gray (1831) confirmou tais sinónímias. Em 1890, Baur, revisou Boulenger (1889), e o mesmo detinha conflitos de concordância.

Com isto, espécimes fósseis e atuais de *Chelus fimbriata* apresentam diferenças morfológicas de acordo com a região e rio de origem, sendo este motivo de debates dentro das pesquisas desde o século XXI. *Chelus fimbriata* foi primariamente classificado como uma espécie única com divergências morfológicas por tipo de bacia, sendo estas as do Orinoco e Amazonas. (Sánchez-villagra *et al.*, 1995; Pritchard & Trebbau, 1984). (Figura 9)

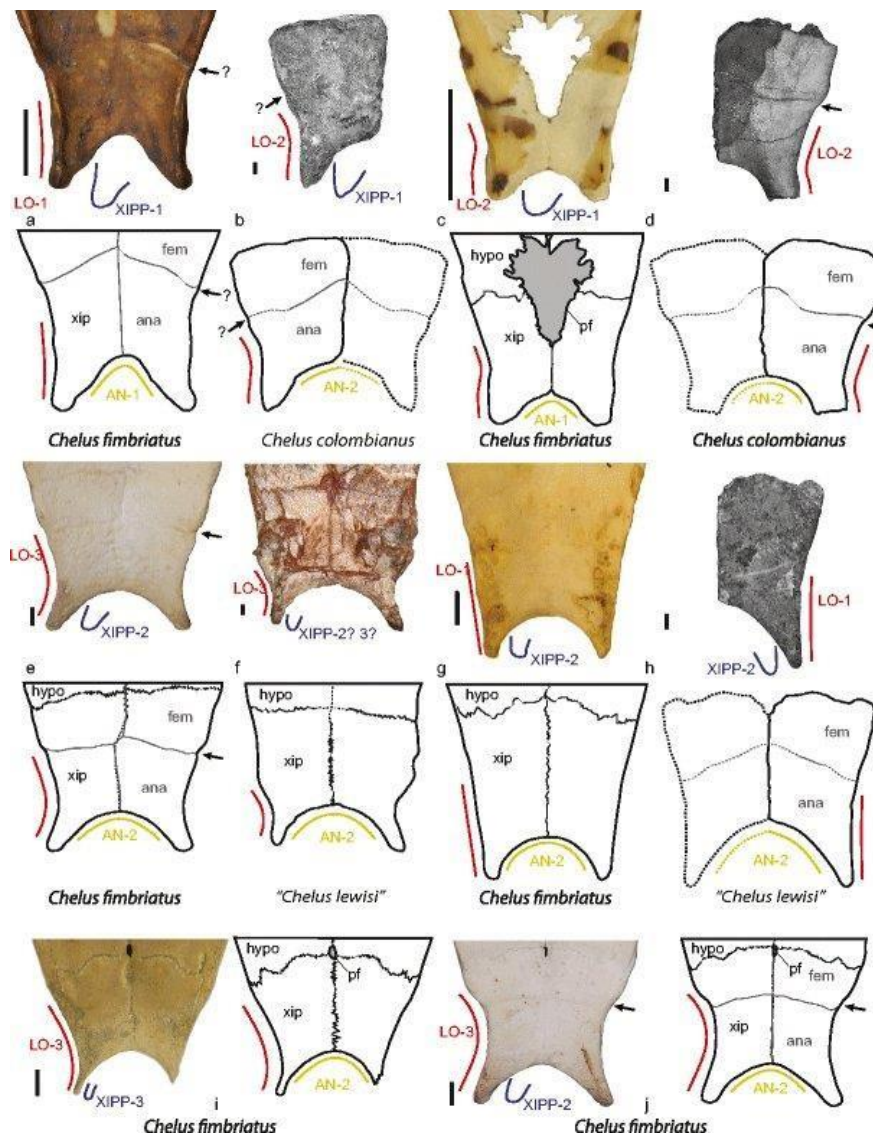


Figura 9. Diferenças de largura formato em escudos anais de *C. fimbriata*, *lewisii* e *colombiana* representando diferenças intraespecíficas em *Chelus*. Adaptado de Ferreira, *et al.* 2016.

No trabalho de Sánchez-Villagra, *et al.* (1995) foi apresentado variações geográficas em relação a morfologia de carapaça e morfometria de *Chelus*, no qual foram tomadas as medidas de plastrão, escudos e carapaça. Além desses caracteres, foram avaliadas a coloração ventral do pescoço, tonalidade do plastrão (escuro ou claro) e formato da carapaça, sendo este classificado como retangular ou oval. Considera-se a carapaça com retangular quando as bordas dos escudos marginais 4-8 e o eixo central da carapaça são paralelos, e oval quando as seções paralelas da carapaça são restritas aos marginais 5-7.

Considerando tais atributos, os indivíduos de *Chelus fimbriata* da bacia amazônica apresentaram carapaça de formato retangular e plastrão escuro, e os indivíduos da bacia do Orinoco apresentaram a carapaça oval e o plastrão de coloração clara (Figuras 10 e 11).

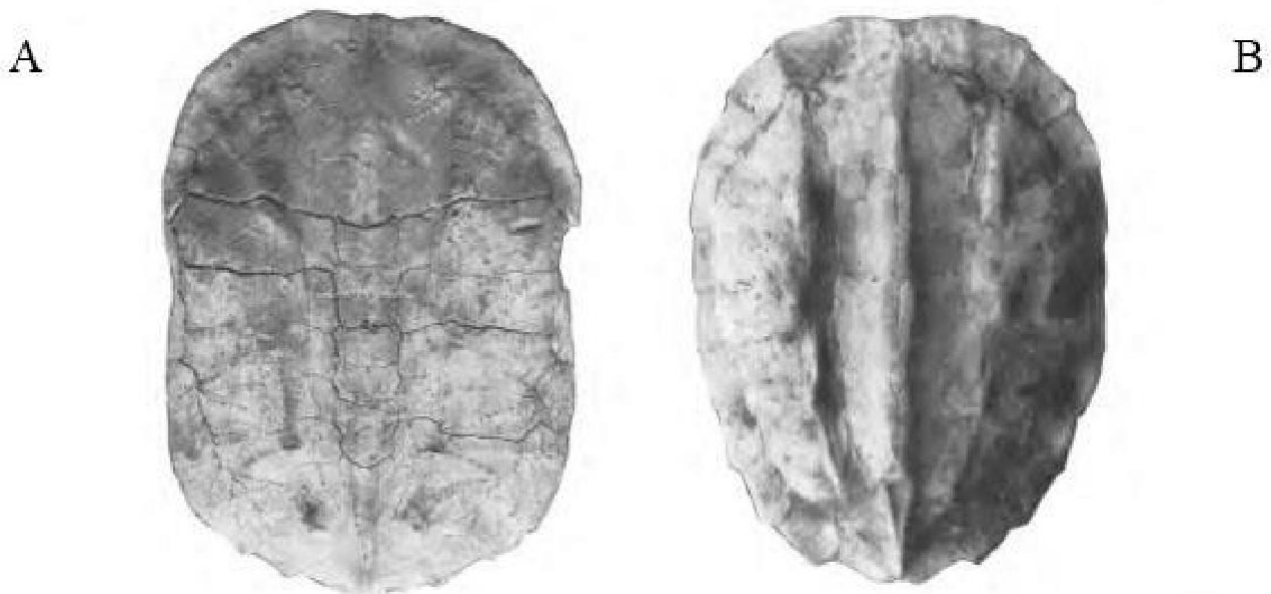


Figura 10. (A) Carapaça retangular de indivíduo de *Chelus fimbriata* da bacia amazônica a esquerda. (B) Carapaça oval de indivíduo da bacia do Orinoco a direita. Fonte: Sánchez-Villagra, *et al.* 1995.



Figura 11. Diferença na coloração de plastrão *Chelus fimbriata*. (A) Indivíduo da bacia amazônica com plastrão escuro a esquerda, (B) Indivíduo da bacia do Orinoco com plastrão claro a direita. Fonte: Sánchez-Villagra, *et al.*, 1995.

Vargas-Ramírez, *et al.* (2020) utilizou análises genéticas e morfológicas para definir a árvore filogenética dos espécimes amostrados, agrupando estes em grupos. O que apontou o resultado de clusters distintos entre a bacia amazônica e do Orinoco, de acordo com os rios/bacias (Figuras 12 e 13), além das divergências morfológicas de padrões no pescoço, coloração, plastrão e carapaça (Figuras 14 e 15), sendo proposto o nome de *Chelus orinocensis* aos espécimes do Orinoco, e a utilização de *Chelus fimbriata* aos espécimes da bacia amazônica, apontando no estudo a não ocorrência de simpatria entre as espécies, com evidências impossibilitando o fluxo gênico entre estes grupos.

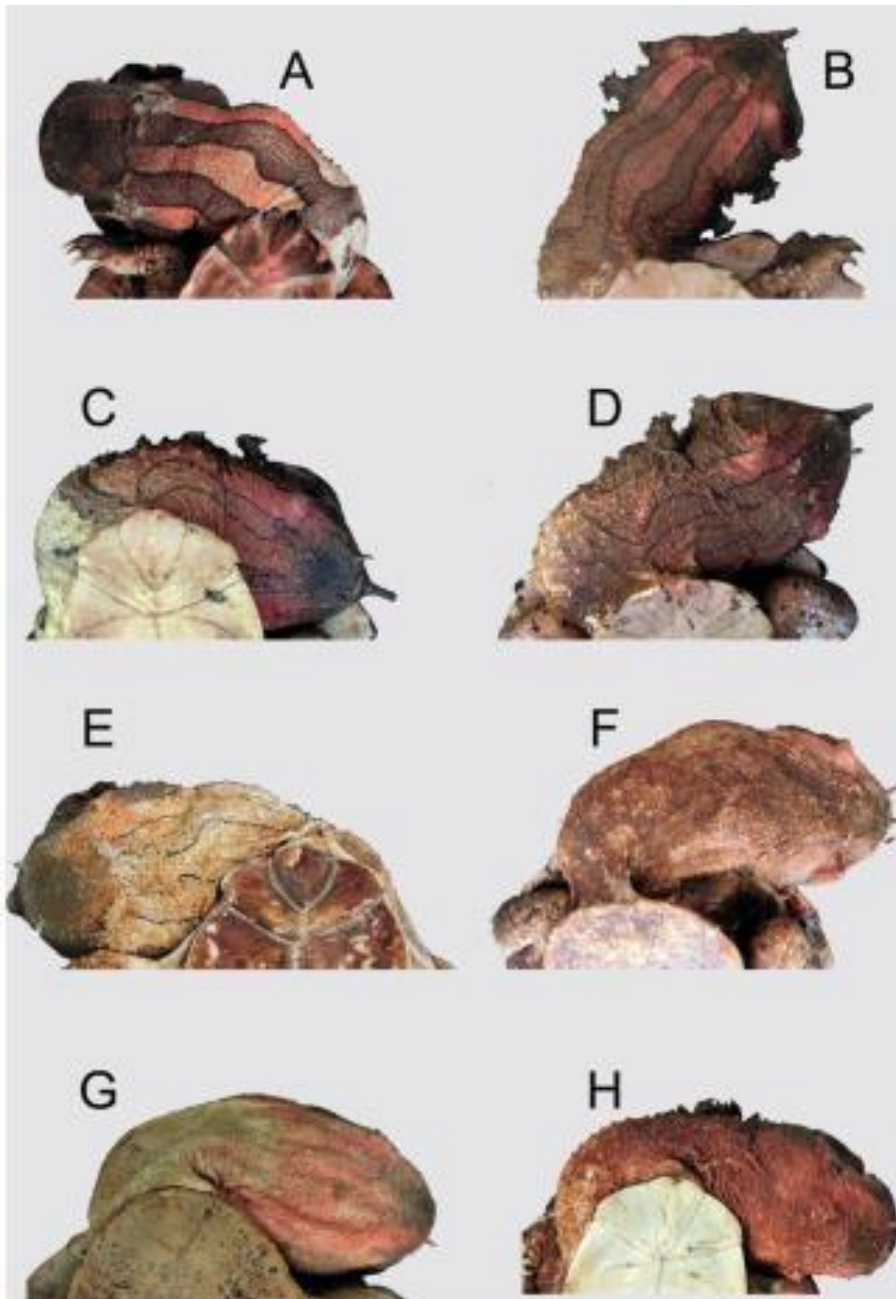


Figura 12. Diferenças de coloração e padrões de manchas e listras em na porção ventral do pescoço de *Chelus orinocensis*. Fonte: Vargas-Ramírez, *et al.* 2020.



Figura 13. Diferenças no formato de carapaça (oval e retangular) e coloração de plastrão (claro e escuro) entre *C. orinocensis* (A) e *Chelus fimbriata* (B). Fonte: Vargas-Ramírez, *et al.* 2020.

A região amazônica possui formação recente, durante o período Mioceno, com diversas regressões e regressões das placas tectônicas, e por último ocorreu a elevação dos Andes seguido da mudança de sentido no fluxo dos corpos d'água, se situando de leste a oeste, passando a desaguar no oceano Atlântico (Cunha, *et al.* 2007). Os tipos de águas da região são classificados de acordo com os parâmetros estabelecidos por Sioli (1956) e Junk (1989), baseando-se em classificações populares, devido à coloração dos rios. Os padrões físico-químicos (pH, gases, condutividade, índice de refração, sentido de corrente, temperatura etc.), geológicos (formações rochosas desde a nascente até os canais principais, as quais influenciam a porcentagem de partículas presentes nos rios e definem suas colorações também) e biológicos (taxa de produção primária, dinâmica de predação, dentre outros) que definem os tipos de águas dos rios amazônicos. Os rios de águas brancas tem origem nos Andes e pH neutro, entre 6.2- 7.2, possuindo alta concentração de nutrientes e por isso os índices de fertilidade do solo são altos; os de águas pretas detém podzóis, com pH baixo, em torno de 3.8-4.9, possuem origem escudo da Guiana, contendo maior taxa de matéria orgânica, sendo pobre em nutrientes, apresentando substância húmicas, com menor fertilidade nos solos; e os de águas claras se originam nos crátons, tendo pH na faixa de 4.5-7.8, com fertilidade média dos solos, e produção. Encontram-se menor proporção de sedimentos, dando a transparência aos corpos hídricos (Sioli 1984).

Todos os parâmetros listados possuem influência na dinâmica ecológica, para distribuição, disponibilidade de alimento, dentre outras interações, como já sabido pelos nativos da Amazônia, se relacionando com a riqueza/diversidade de espécies e fertilidade dos solos, como descrito por Val, *et al.* (2010) e Junk (2011). Tais parâmetros podem estar relacionados à distribuição de *Chelus fimbriata e orinocensis*, e a diferenças morfológicas por conta do isolamento geográfico causado por quedas d'água, cursos de rios, secas e vazantes, além das características que diferem entre as águas da região.

Portanto, tais informações nos levam a seguinte pergunta: Há mais caracteres morfológicos divergentes em espécimes de diferentes tipos de águas da Bacia amazônica?

Através dos resultados, busca-se revisar e compilar o material bibliográfico referente as espécies, visando melhorar o entendimento morfológico, osteológico e taxonômico das espécies do gênero *Chelus*.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Relacionar as características morfológicas do gênero *Chelus* (Testudines, Chelidae) em ambiente amazônico ao local de procedência e tipo de água de cada rio.

Objetivos específicos

Comparar padrões morfológicos de *Chelus fimbriata* em relação a localidade de procedência;

Verificar evidências de divergência morfológica nos espécimes na área da Bacia amazônica utilizando os grupos de *Chelus fimbriata* e *Chelus orinocensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem dos espécimes analisados

Foram analisados 46 espécimes de *Chelus fimbriata* (n= 31) e *Chelus orinocensis* (n= 15), sendo estes depositados na coleção zoológica de Anfíbios e Répteis do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA (15), Centro de Estudos de Quelônios da Amazônia do INPA (15), Universidade da Flórida-UF (1) e Centro de Pesquisa em Quelônios-CRC, Flórida (14). Dentre estes, foram analisados indivíduos vivos e outros depositados em via úmida, sendo cascos (plastrão e carapaça) e cabeça (1, Apêndice). Um dos indivíduos capturados detêm procedência de Itacoatiara, capturado por pescador residente da área através de arpão, e outros 2 em Nova Olinda do norte, capturados através de rede, sob CEUA 2019/010.02.0905, registrado por Adriano Teixeira de Oliveira, e outro espécime angariado em Santana do Araguaia, capturado por colaboradora do CEQUA, detendo registro de Número: 14032-3, em nome de Richard Carl Vogt.

Crítérios de seleção dos espécimes

A amostra foi definida a partir do estado de conservação dos indivíduos, buscando preservar as características que seriam analisadas posteriormente. Dentro do tratamento prévio, foram aceitos apenas cabeças, plastrões e carapaças as quais pudesse se aferir as medidas necessárias. Desse modo, os exemplares selecionados deveriam apresentar o comprimento de carapaça e/ou comprimento da cabeça, além de no mínimo 3 medidas para cabeça (Interocular, Largura do Parietal e Largura da Cabeça) e 6 medidas

para plastrão e carapaça (Vertebral 1 e 2, Largura da carapaça 1 e 2, Largura posterior e anterior do plastrão), de modo a se aplicar posteriormente o tratamento e análises estatísticas. Tais critérios de escolha também foram aplicados nos registros de imagens, os quais seriam utilizados para futuras morfometrias e fins de análise e comparação.

Representantes da espécie que não apresentaram tais atributos, com grande quantidade de danos e informações insuficientes foram excluídos, assim como espécimes que estavam há muito tempo em formol foram desconsiderados para comparação de estruturas ósseas, musculares, coloração, etc.

Metadados

Além dos critérios relacionados ao estado de preservação dos animais, buscou-se também os dados de captura, região de procedência, tempo de coleta, tipo de rio, e/ou localidade próxima, estágio de desenvolvimento, sexagem, dentre outros, os quais pudessem vincular as questões da pesquisa. A ontogenia foi dada a partir do tamanho do ovo: a partir de 35mm (Ferrara, *et al.* 2017), Comprimento da carapaça: Recém eclodido: a partir de 49 mm (Pritchard, 2008), Filhote: -, Juvenil: - Adulto: no intervalo de 30- 40cm (Vogt, 2008).

Análise morfométrica e osteologia

A osteologia é usualmente utilizada para análises comparativas pois preservam as formas e os caracteres tendem a ter grandes ou sutis divergências, e se tais forem encontradas, apontam para diferenças entre espécies e populações (Adams & Crabtree, 2009).

A morfometria baseou-se na metodologia de Mccord & Thomsom (2000), aferindo os seguintes caracteres: Comprimento da carapaça, Largura carapaça 1, Largura carapaça 2, Vértebra 1, Vértebra 2 (Figura 16) Comprimento do plastrão, Largura anterior do plastrão, Largura posterior do plastrão (Figura 17), Comprimento da cabeça, 2- Largura da cabeça, 3- Largura Parietal, 4- Interocular (Figura 18).

Tais medidas foram tomadas a partir de paquímetros de 40 cm (400 mm) e paquímetro digital de 150 mm com resolução de 0.01mm.

Os indivíduos analisados foram classificados como filhotes, juvenis, adultos e subadultos, machos e fêmeas, nos que ainda detinham características que tornassem

possível a identificação (tamanho corporal, formato de plastrão, formato de cauda e escudo anal). Tais dados foram utilizados para se relacionar aos caracteres morfológicos, osteologia, local de captura e padronização.

Os espécimes foram fotografados nas porções dorsal e ventral (Figura 19), acompanhadas de uma régua de plástico de 30 cm ou o próprio paquímetro, utilizando-se câmera de celular com resolução de 2400x1080 pixels, através do software Gcam, e câmera Canon SX170 IS Cyber Shot 16 megapixels para captura das imagens, com tratamento posterior no software Adobe Photoshop 2021.

Os indivíduos analisados possuíam distribuição de dois estados brasileiros e quatro países, sendo colocados em grupos diferentes por tipo de água, sendo estas pretas e brancas.

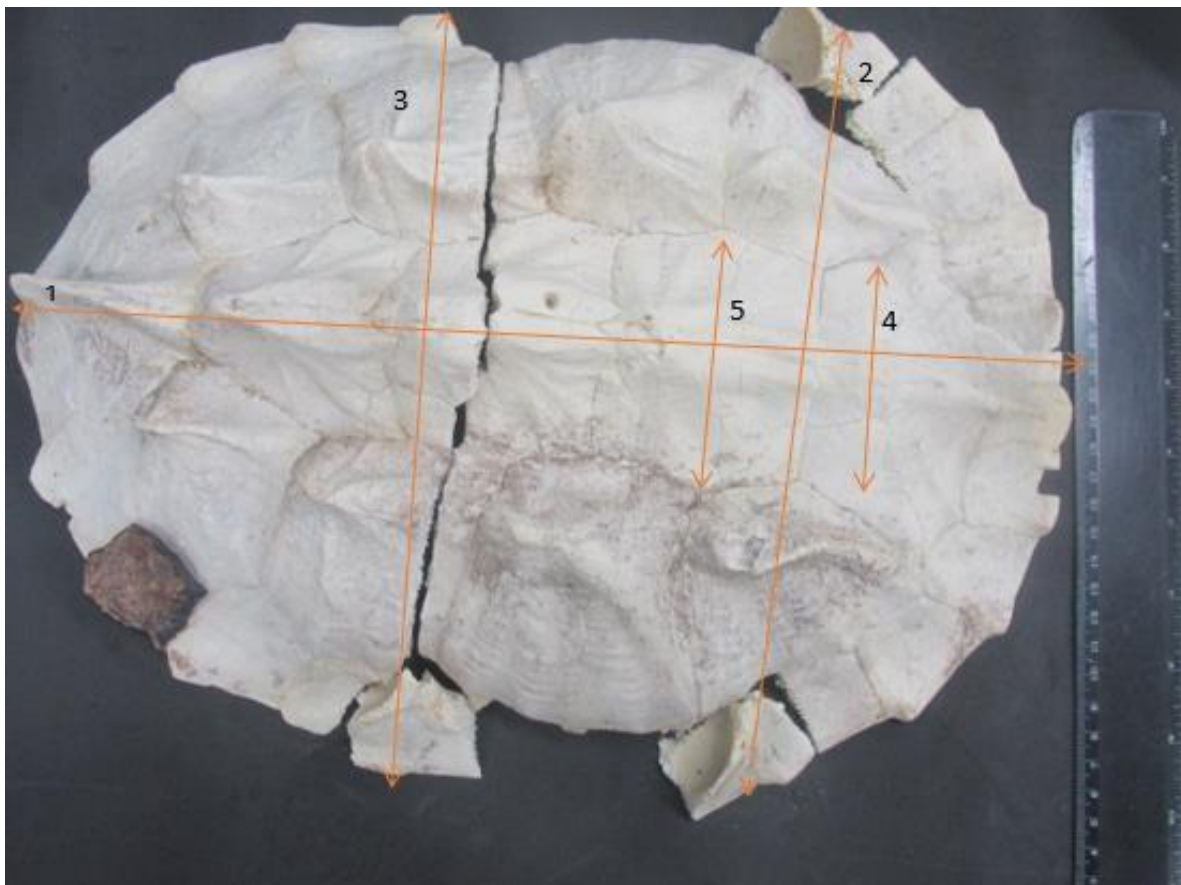


Figura 14. Medidas da carapaça nas seguintes ordens: 1- Comprimento da carapaça (CL), 2- Largura carapaça 1 (CW1), 3- Largura carapaça 2 (CW2), 4- Vértebra 1 (V1), 5- Vértebra 2 (V2). Fonte: Próprio autor

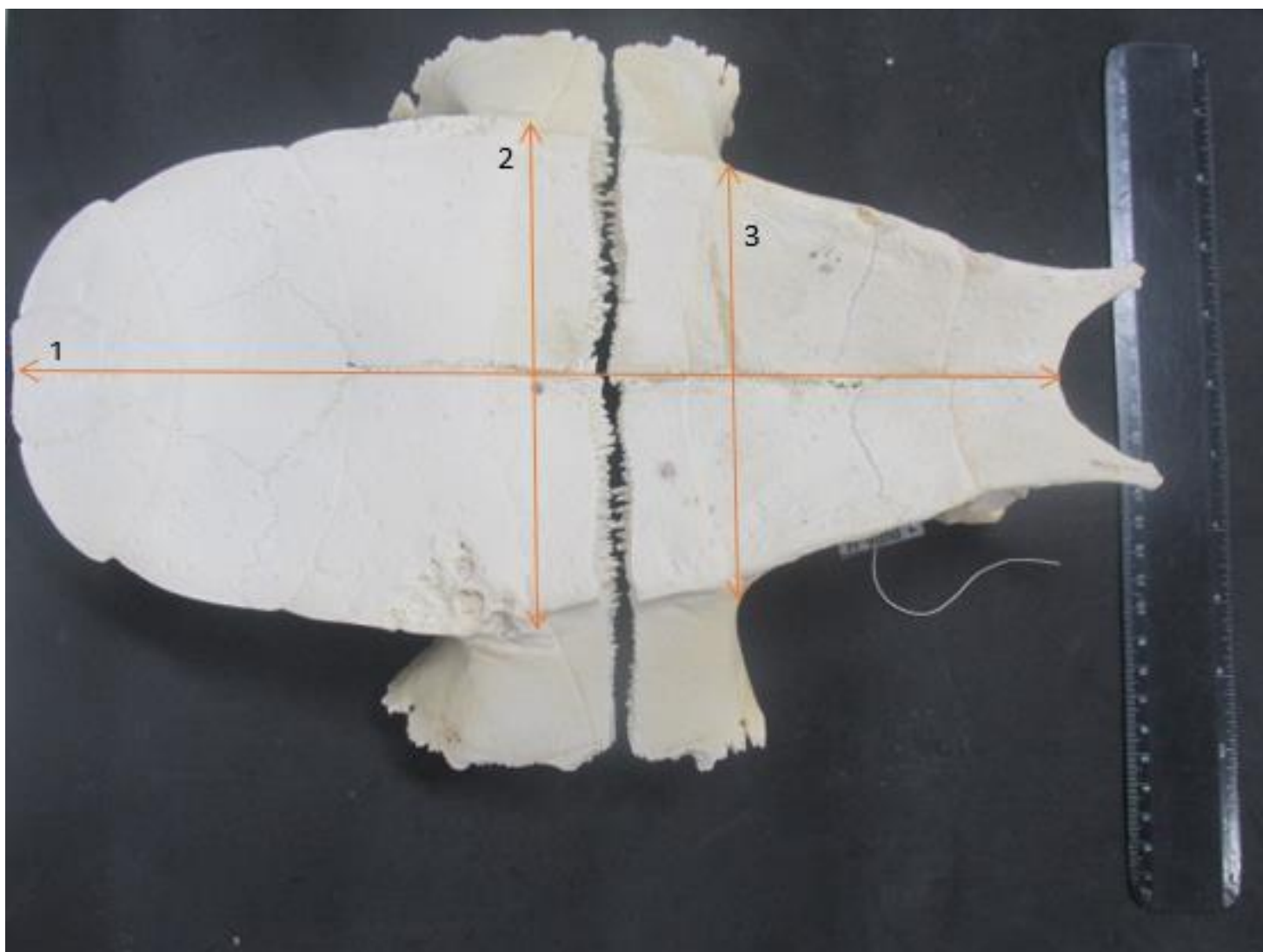


Figura 15. Medidas do plastrão nas seguintes ordens: 1- Comprimento do plastrão (PL), 2- Largura anterior do plastrão (PWA), 3-Largura posterior do plastrão (PWP). Fonte: Próprio autor

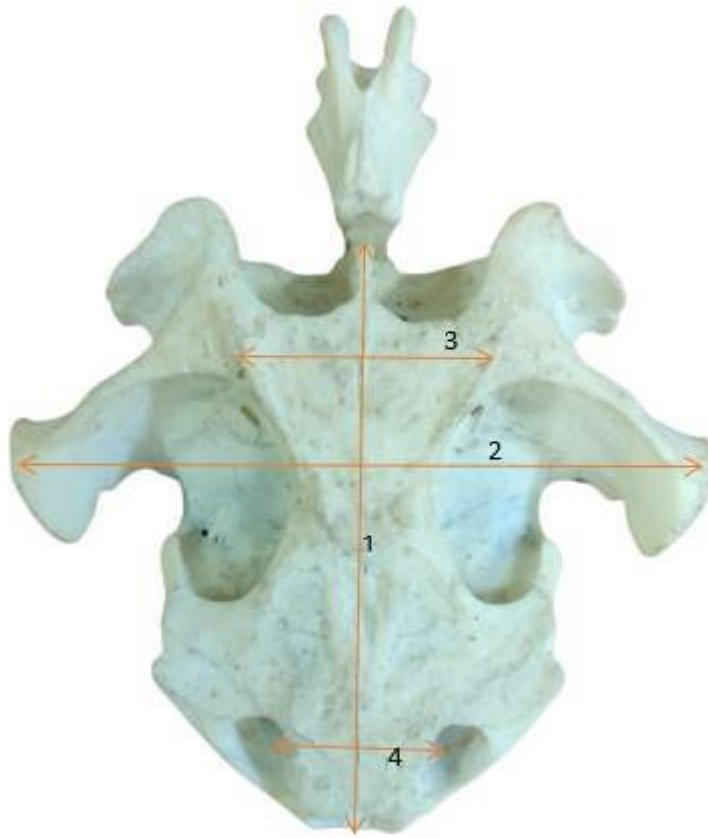


Figura 16. Medidas da cabeça nas seguintes ordens: 1- Comprimento da cabeça (HL), 2- Largura da cabeça (HWT), 3- Largura Parietal (PW), 4- Interocular (IO). Fonte: Próprio autor.

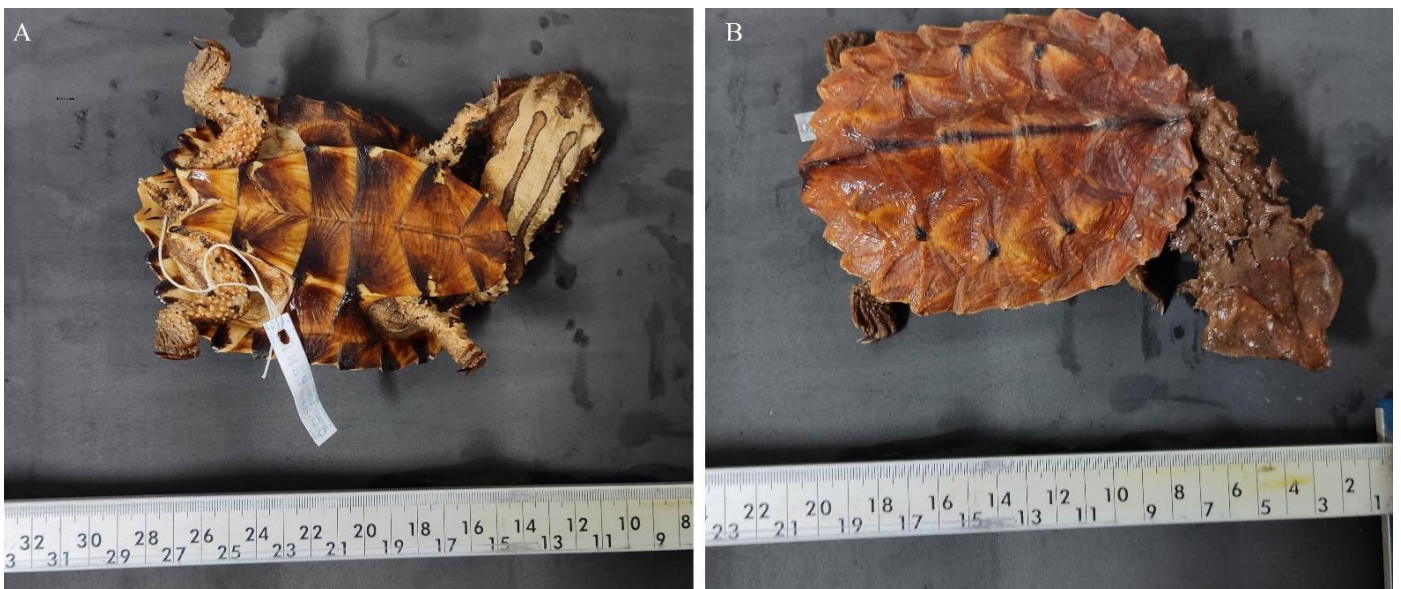


Figura 17. Fotografia das porções dorsal (A) e ventral (B) espécime INPA-1160 com régua abaixo do indivíduo. Fonte: Próprio autor.

Análise estatística

A priori foram utilizados 46 espécimes de *Chelus fimbriata* (n= 31) e *orinocensis* (n= 15), porém, o resultado retornado demonstrou grupos sobrepostos. Desse modo, foram utilizados apenas os indivíduos dos quais havia registro do local de captura.

Os animais foram categorizados em adultos, subadultos, juvenis e filhotes, machos e fêmeas, com três classes: grupo externo (*Chelus orinocensis*), e tipos de água para *C. fimbriata* (preta e branca), seguida da efetuação da morfometria, aferindo os valores de Comprimento da carapaça (CL), Largura da Carapaça 1 e 2 (CW 1, CW2), Vertebral 1 e 2 (V1, V2), Comprimento da Cabeça (HL), Largura da Cabeça (HWT), Comprimento do Plastrão (PL), Largura do Plastrão (PW), Interocular (IO), Largura Anterior do Plastrão (PWA) e Largura Posterior do Plastrão (PWP). Após a tomada das medidas, foi calculada a razão destas, na qual foram divididos os valores de HL, CW1, CW2, V1, V2, PL, PWA e PWP por CL, e os demais HWT, PW e IO por HL (Thomson, 2000)

A partir da morfometria e cálculo das razões foram realizados testes multivariados, com o objetivo de se transformar os dados biológicos em dados matemáticos, afim de confirmar ou rejeitar os grupos pré-definidos (*C. orinocensis*, *C. fimbriata* de águas pretas e *C. fimbriata* de águas brancas).

Os testes multivariados selecionados para tais fins foram a Análise de componentes principais (PCA) e Análise de Função Discriminante (DFA), utilizados quando se pretende analisar diferentes características entre os indivíduos de um mesmo grupo e em indivíduos de grupos diferentes, respectivamente.

As abordagens das análises foram selecionadas por oferecerem a capacidade de se trabalhar com um grande volume de dados e ao mesmo tempo se obter separações e classificações em grupos, dispondo das diferenças morfológicas para caracterização e arranjo dos grupos. Os indivíduos os quais não obtivemos dados de procedência podem ser beneficiados através destas, a partir das proximidades e distanciamento morfológicos que foram calculados, posteriormente incluindo ou excluindo estes dos grupos a serem determinados e justificados (Magnusson, 2003; Gotelli, 2016).

A PCA é um método multivariado que simplifica descrições de variações entre indivíduos, devolvendo a descrição dos caracteres através de alguns poucos componentes

principais, plotando tais informações através do agrupamento de variáveis, o que difere das variáveis originais (ZELDICH, *et al.* 2012).

A função discriminante já detém os dados de grupos conhecidos previamente, retrabalhando as variáveis e verificando se estas estão classificadas corretamente, com o propósito de consultar a discriminação dos grupos, classificar as variáveis desconhecidas e as variáveis mais importantes para discriminação entre grupos (Magnusson,2003; Varela,2008). A DFA ainda delimita os grupos através de limites lineares, os colocando em cada quadrante, sendo *clusters* dissemelhantes.

As análises foram ocorreram através do software Statistical Analysis System (SAS), onde *stepwise* selecionaram as variáveis durante cada etapa, as quais retornaram os valores de p, peso, proporção, lambda de Wilks, discriminação, dentre outros a partir das variáveis dadas previamente, com intuito de se aceitar ou rejeitar as hipóteses a partir desses resultados.

RESULTADOS

As análises baseadas na morfologia e osteologia dos espécimes analisados demonstram diferenças relacionadas aos caracteres de carapaça e plastrão e cabeça quando definidos em grupos de acordo com os tipos de água da região amazônica.

Nas medidas de cabeça percebeu-se a diferença nas porções de largura da cabeça (quadrato) valor mínimo de 27.61 mm e máximo de 125.50 mm, parietal valor mínimo de 16.81 mm e máximo de 58.90 mm, além dos principais valores de eigenvalue (16032.8587 e 5.7266) e lambda de wilks (0.00440715, 0.00202431, 0.00105942), retornados após as análises de componentes principais e discriminante, considerando-se também a fase ontogênica de cada animal (Figura 20).



Figura 18. Exemplo de variação do formato triangular (A) e retangular (B) de cabeça. Fonte: Próprio autor

Com as medidas aferidas na morfologia, foi empregado o cálculo das razões e análise de componentes principais, seguida da análise de função diferencial, que retornou as seguintes respostas (Tabela 1):

A correlação canônica se mostra forte, conforme os valores apresentados no quadro x, com erro padrão baixo e valores para teste de hipótese em padrões aceitáveis para a diferença entre os caracteres dos grupos, com $PR > F = 0.0389$ para variável canônica 1 ($p < 0,05$), e $PR > F = 0.6193$ para variável canônica 2 ($p > 0,05$), com proporções para correção canônica 1 de 99.96% e correlação canônica 2 de 0.04%, demonstrando a diferenciação entre as 2 canônicas (Tabela 2).

Na ressubstituição dos dados, a porcentagem de indivíduos com classificação incerta antes do *stepwise* obteve as seguintes porcentagens: 00.00% *Chelus fimbriata* (águas pretas) para 00.00% *Chelus fimbriata* (águas brancas) e 00.00% para *Chelus orinocensis*, total somando os grupos de 52.38 %, com a taxa de erro aceita de 0.3333%, e terão sua avaliação na próxima etapa (Tabela 3).

A validação cruzada (Tabela 4) apontou porcentagem de 100% *Chelus fimbriata* (águas pretas), 57.14% *Chelus fimbriata* (águas brancas), 00.00% *Chelus orinocensis*, sem parâmetros de classificação correta antes do *stepwise*, com taxa de erro aceita de 33.33%.

Tabela 1. Primeira entrada de dados do Stepwise para cabeças

Seleção de variáveis STEPWISE	
Tamanho da amostra	16
Níveis de classe	3
Variáveis na análise	13
Variáveis a serem incluídas	0
Nível de significância de entrada	0.1
Nível de significância de permanência	0.1

Tabela 2. Análise discriminante canônica para cabeças adaptado com as principais informações.

	Correlação Canônica	Eigenvalue	Proporção	Pr>F
1	0.999969	16032.8587	0.9996	0.0389
2	0.922679	5.7266	0.0004	0.6193

Tabela 3. Resubstituição usando a Função Discriminante Linear

Número de Observações e Porcentagem Classificada em especificação				
Espec.	Fimpreta	fimbranca	orinoco	Total
fimpreta	4	0	0	4
	100.00	0.00	0.00	100.00
fimbranca	0	7	0	7
	0.00	100.00	0.00	100.00
orinoco	0	0	5	5
	0.00	0.00	100.00	100.00
Total	4	7	5	16
	25.00	43.75	31.25	100.00

Número de Observações e Percentagem Classificada em espécie

Espec.	Fimpreta	fimbranca	orinoco	Total
Piores	0.33333	0.33333	0.33333	

Erro de Contagem estimado por espécie

	fimpreta	fimb branca	orinoco	Total
Taxa	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Piores	0.3333	0.3333	0.3333	

Tabela 4. Validação cruzada

Número de observações e porcentagem classificadas em especificação				
Especificação	fimpreta	fimbranca	orinoco	Total
Fimpreta	0	3	1	4
	0.00	75.00	25.00	100.00
Fimbranca	3	3	1	7
	42.86	42.86	14.29	100.00
Orinoco	0	0	5	5
	0.00	0.00	100.00	100.00
Total	3	6	7	16
	18.75	37.50	43.75	100.00
Piores	0.33333	0.33333	0.33333	
Estimativa de contagem de erros para especificações				
	fimpreta	fimbranca	orinoco	Total
Taxa	1.0000	0.5714	0.0000	0.5238
Piores	0.3333	0.3333	0.3333	

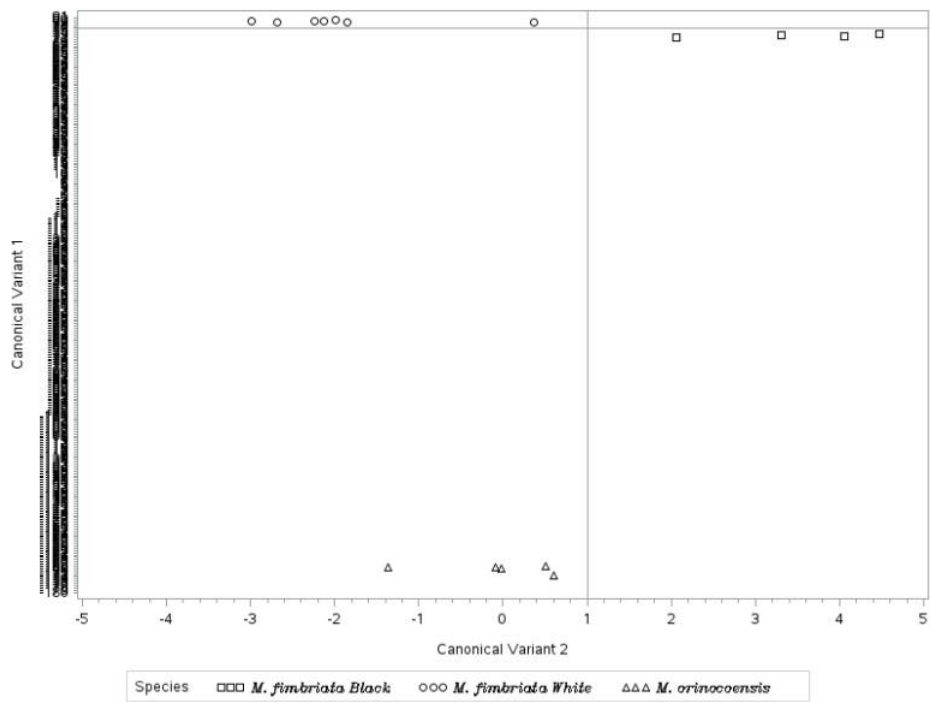


Figura 19. Gráfico demonstrando as diferenças de caracteres de cabeça entre os grupos de *Chelus fimbriata* (águas pretas) representado por quadrados, *Chelus fimbriata* (águas brancas) representado por bolas, e *Chelus orinocoensis* representado por triângulos.

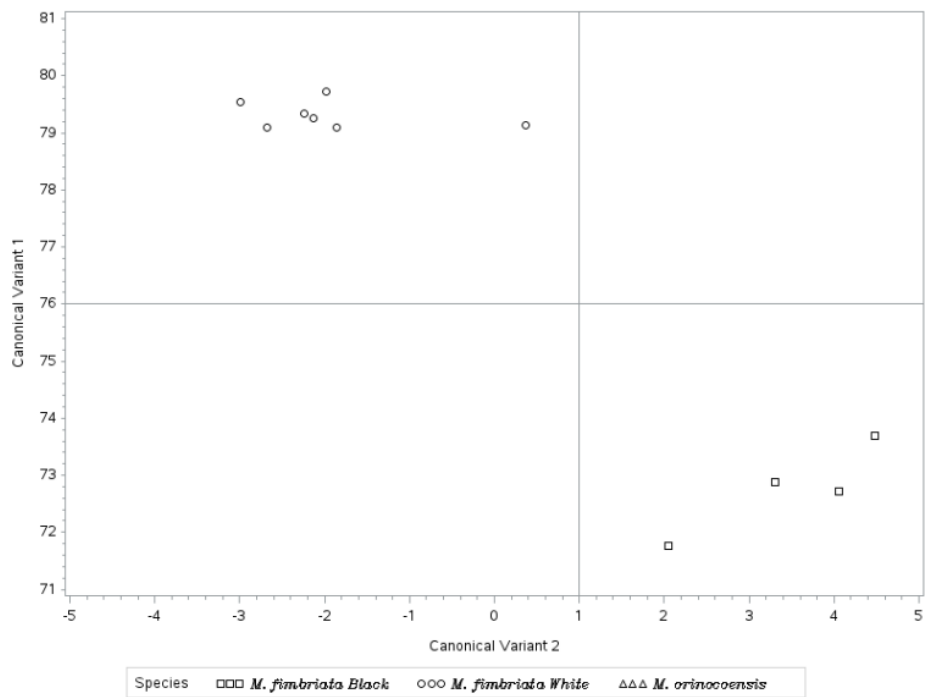


Figura 20. Gráfico evidenciando as diferenças de caracteres de cabeça entre os grupos de *Chelus fimbriata* (águas pretas) representado por quadrados, *Chelus fimbriata* (águas brancas) representado por bolas.

Nas demais medidas de largura e comprimento da carapaça e plastrão obteve-se variação através das medidas mínimas e máximas, eigenvalue 2260.3328 e 3.7439, lambda de Wilks 0.00202431 e 0.00105942, considerando-se que quase toda a amostra é composta por adultos (havendo apenas 2 exemplares classificados como subadulto e 1 filhote). A variação nos intervalos de tais medidas aponta diferenças intra (*Chelus fimbriata*) e interespecíficas (*Chelus orinocensis*), havendo carapaças e plastrões maiores e menores em comprimento e largura (Tabela 5).

Tabela 5. Intervalo de valores mínimos e máximos das medidas de carapaça e plastrão em milímetros.

Comprimento da carapaça	99.52- 453.20 mm
Largura da carapaça 1	12.71 – 280 mm
Largura da carapaça 2	19.15 – 279 mm
Comprimento do plastrão	67.86 – 362.83mm
Largura anterior do plastrão	16.1 – 188.13 mm
Largura posterior do plastrão	8.4 – 153.34 mm

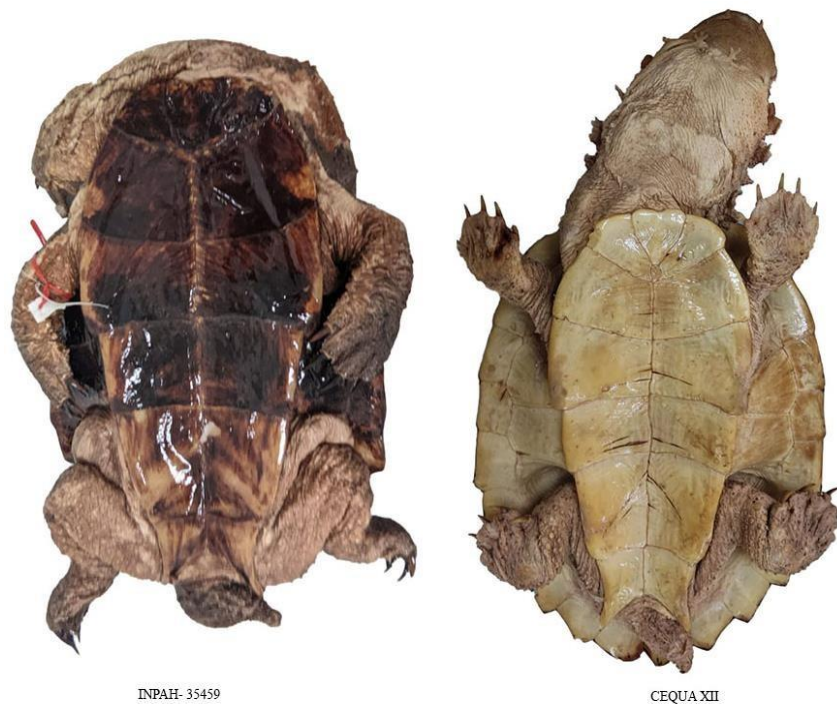
No plastrão, os padrões de escudos femorais e anais diferiram em largura e formato respectivamente, proporcionando o estreitamento ou aumento da porção posterior no plastrão, havendo possível presença de dimorfismo sexual evidente via formato do escudo anal, comparadas as formas “U” e “V” (Figura 22). Demais características encontradas no plastrão denotaram divergências nas medidas de comprimento, largura anterior e largura posterior, apresentando correlação com o tipo de água dos locais onde foram capturados, demonstrados nas razões r_1 , r_2 e r_8 . Os indivíduos de águas brancas apresentaram comprimento e largura posterior do plastrão maiores que os indivíduos de águas pretas, enquanto a largura anterior manteve medidas brutas próximas nos dois grupos. (Tabela 6)

Tabela 6. Medidas máximas relacionadas aos grupos por tipo de águas e espécimes de *Chelus* em milímetros

Águas Pretas	Águas Brancas	<i>C. fimbriata</i>	<i>C. orinocensis</i>
--------------	---------------	---------------------	-----------------------

Comprimento da	371	453.20	393	453.20
Carapaça				
Largura da	280	279	304	22.61
carapaça 1				
Largura da	275	279	280	45.35
carapaça 2				
Comprimento do	326	362.83	338	362.83
plastrão				
Largura anterior do	161	151	188.13	40.59
plastrão				
Largura posterior	125	156.34	125	156.34
do plastrão				

Espécimes sem registro de procedência não puderam ser classificados com base apenas nas medidas de plastrão apresentadas, apesar de demonstrarem valores brutos mais próximos aos dos representantes de águas brancas, quando comparados entre os grupos de águas brancas e pretas. Tais dados, porém, podem ser comparados as espécies *Chelus fimbriata* e *Chelus orinocensis*, as quais se tem conhecimento, apontando para medidas maiores em *Chelus orinocensis* quando comparado com *Chelus fimbriata*.



INPAH-35459

CEQUA XII

Figura 21. Espécime INPAH-35459 (esquerda) representando os indivíduos com Largura de plastrão posterior maior (1) e formato de escudo anal em “U” (2) e espécime CEQUA XII (direita) com Largura de plastrão posterior menor (1) e formato de escudo anal em “V”.

Em relação a comparação dos representantes da região amazônica e os da região da bacia do Orinoco, há diferenças claras interespecíficas e intraespecíficas no formato oval ou retangular de carapaça em relação as medidas de largura dos escudos marginais 4 e 7 (Figura 24).



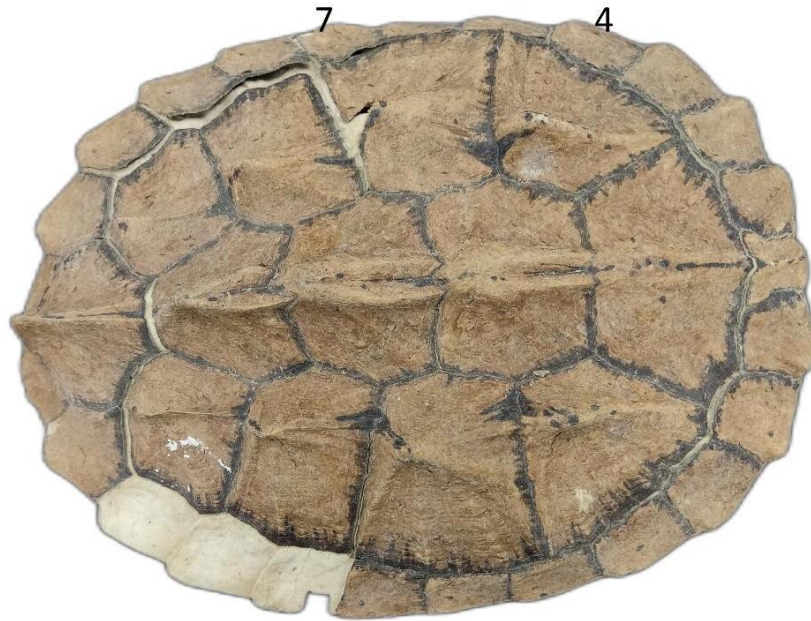


Figura 22. Diferenças intraespecíficas no formato de carapaça de *Chelus fimbriata*.

No que se refere a cabeça e pescoço, é apontada a diferença de forma, sendo perceptível duas configurações, uma em formato mais triangular e outra em formato quadrangular, não sendo associado a nenhum aspecto de tamanho corporal, razão sexual e/ou área de procedência. A mesma necessita de maior investigação para concordância entre tais aspectos morfológicos, populações e variações geográficas já citadas na literatura (Figura 24).

Em questão a coloração, a mesma não pode ser avaliada por conta de muitos indivíduos estarem conservados há muito tempo em formol, com avarias na musculatura externa e interna, e outros estarem depositados em via seca e/ou com apenas algumas partes corpóreas presentes. As pigmentações dos poucos espécimes melhores preservados demonstraram contrastes, com matizes de claro e escuro evidentes entre os espécimes de águas brancas

e pretas e capazes de estabelecer padrões consistentes para o reconhecimento e diferenciação de populações.

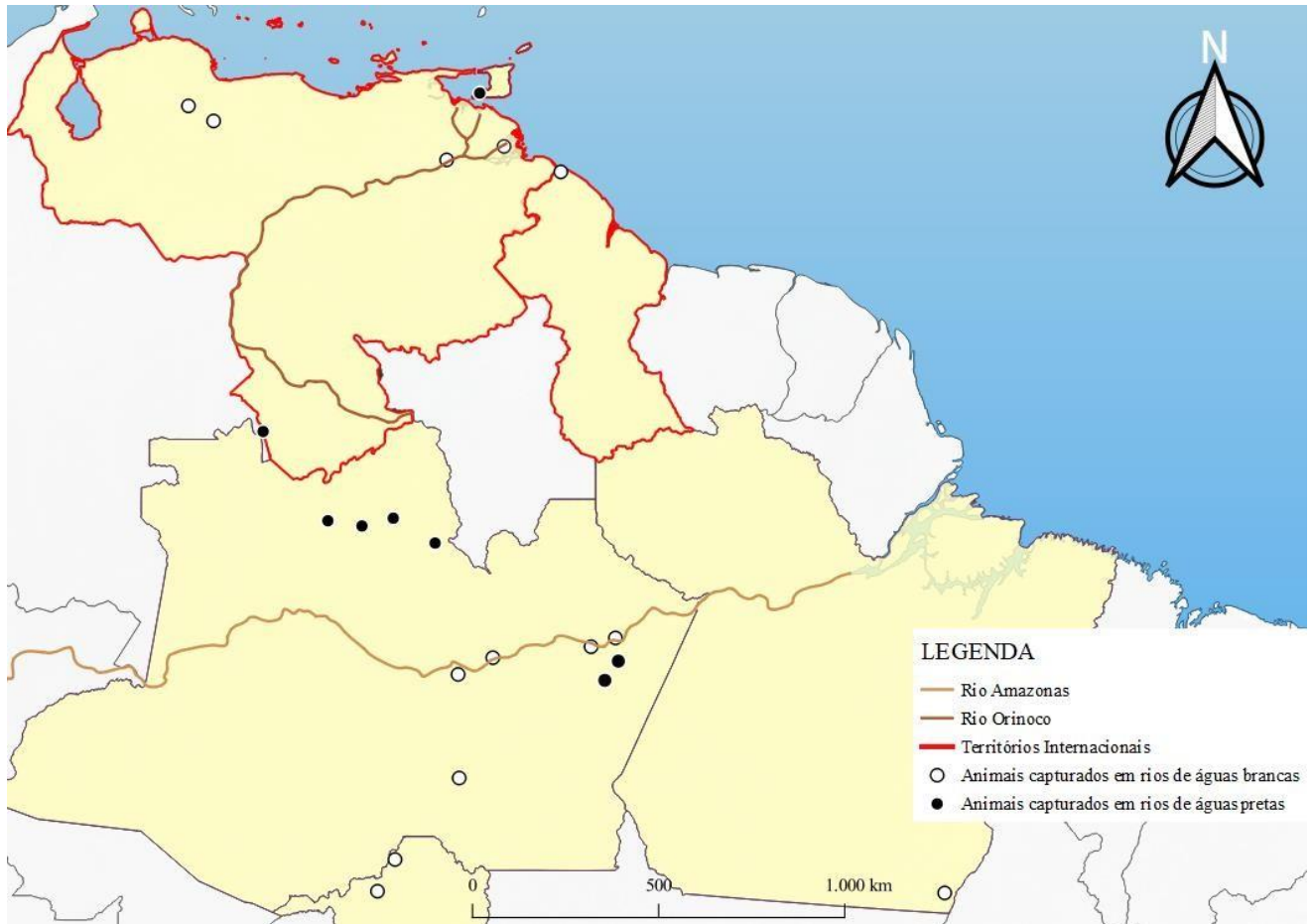


Figura 23. Mapa com localização geográfica e tipo de água de cada indivíduo da amostra. Fonte: Maia & Damasceno, 2023.

Quando as razões de carapaça e plastrão (Tabela 7) foram analisadas por PCA e DFA retornaram os resultados de correlação explicando as principais diferenças entre os grupos, com valores para teste de hipótese em padrões com $PR > F = 0.0002$ para variável canônica 1 ($p < 0,05$), e $PR > F = 0.3712$ para variável canônica 2 ($p > 0,05$), com proporções para correção canônica 1 de 99.83% e correlação canônica 2 de 0.17% (Tabela 8).

Na ressubstituição dos dados, as porcentagem apresentadas foram de 33.33% de aceite de erro, com as proporções a priori de 00.00% *Chelus fimbriata* (águas pretas) para 00.00% *Chelus fimbriata* (águas brancas) e 00.00% para *Chelus orinocensis* (Tabela 9).

Em seguida a validação cruzada demonstra as porcentagens entre os conjuntos dos dados de classificação incerta a priori, sendo: 50% *Chelus fimbriata* (águas pretas), 50% *Chelus fimbriata* (águas brancas), 00.00% *Chelus orinocensis*, e o total dos grupos de 35.71% (Tabela 10).

Assim sendo, nesta amostra a diferença de formato nos mesmos caracteres quando dividido em grupos conforme os tipos de água, sendo os representantes de águas brancas maiores que os de águas pretas em relação ao valor total da maioria das medidas.

Quadro 7. Primeiro Stepwise com o total da amostra, níveis das classes, variáveis da análise, variáveis a serem incluídas, nível de significância de entrada e nível de significância para estadia. Abaixo, o número de observações e número de observações utilizadas.

Seleção de variáveis STEPWISE	
Tamanho da amostra	16
Níveis de classe	3
Variáveis na análise	13
Variáveis a serem incluídas	0
Nível de significância de entrada	0.1
Nível de significância de permanência	0.1

Tabela 8. Análise discriminante canônica adaptado.

	Correlação Canônica	Eigenvalue	Proporção	Pr>F
1	0.999779	2260.3328	0.9983	0.0002
2	0.888371	3.7439	0.0017	0.3712

Tabela 9. Resubstituição usando as Função Discriminante Linear

Número de Observações e Percentagem Classificada em espécie				
Espec.	fimbpreta	fimbranca	orinoco	Total

Piores	0.33333	0.33333	0.33333
---------------	----------------	----------------	----------------

Número de Observações e Porcentagem Classificada em especificação				
Espec.	fimblack	fimwhite	orinoco	Total
Fimpreta	4	0	0	4
	100.00	0.00	0.00	100.00
fimbranca	0	7	0	7
	0.00	100.00	0.00	100.00
orinoco	0	0	5	5
	0.00	0.00	100.00	100.00
Total	4	7	5	16
	25.00	43.75	31.25	100.00

Erro de Contagem estimado por espécie

	fimblack	fimwhite	orinoco	Total
Taxa	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Piores	0.3333	0.3333	0.3333	

Tabela 10. Validação cruzada utilizando a função discriminante linear

Número de observações e porcentagem classificadas em especificação				
Especificação	fimpreta	fimbranca	orinoco	Total
Fimpreta	2	2	0	4
	50.00	50.00	0.00	100.00
Fimbranca	4	3	0	7
	57.14	42.86	0.00	100.00
Orinoco	0	0	5	5
	0.00	0.00	100.00	100.00
Total	6	5	5	16
	37.50	31.25	31.25	100.00
Priores	0.33333	0.33333	0.33333	
Estimativa de contagem de erros para especificações				
	fimpreta	fimbranca	orinoco	Total
Taxa	0.5000	0.5000	0.0000	0.3571
Priores	0.3333	0.3333	0.3333	

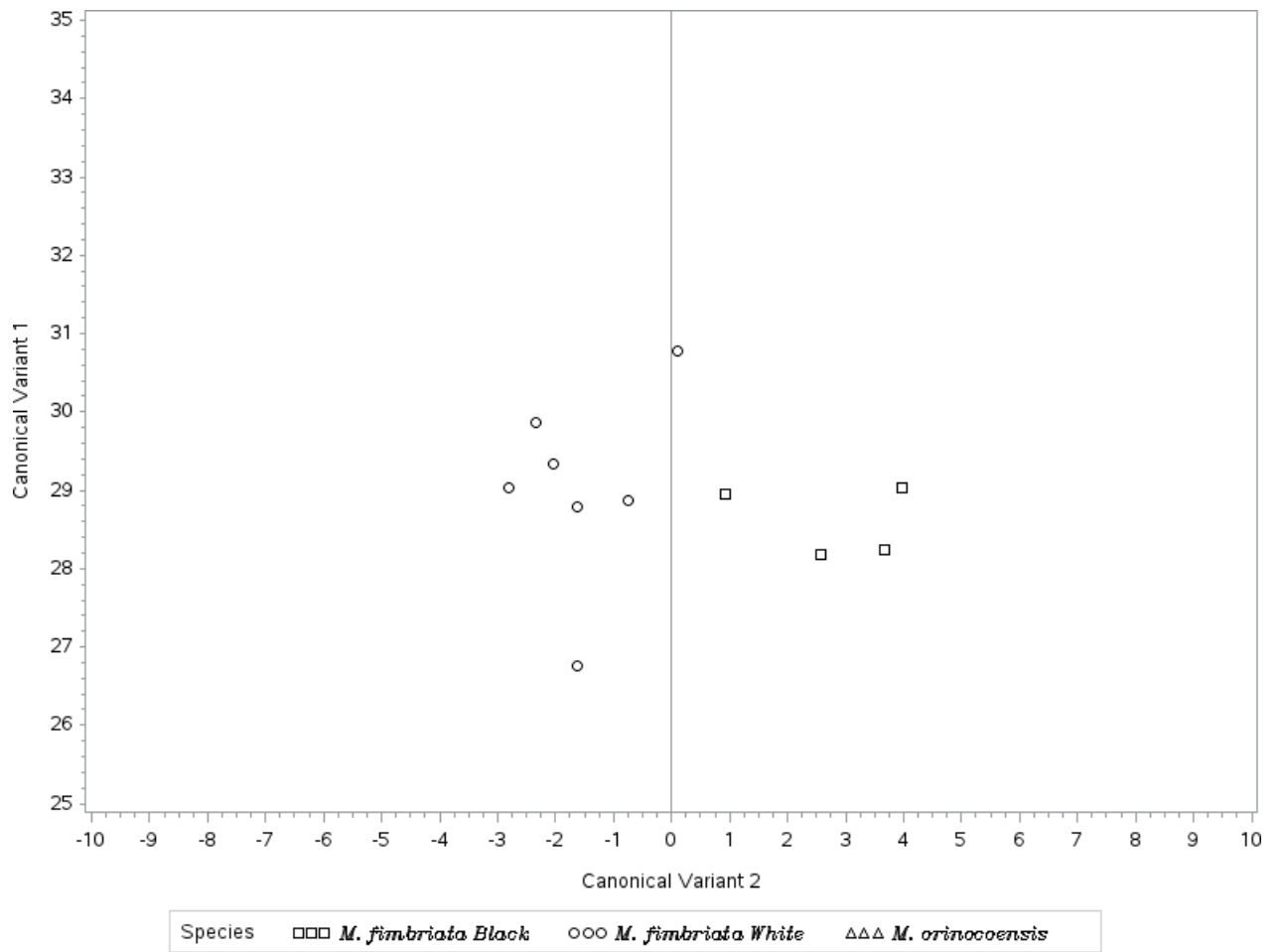


Figura 24. Gráfico evidenciando as diferenças de morfologia de carapaça e plastrão entre os grupos de *Chelus fimbriata* (águas pretas) representado por quadrados, *Chelus fimbriata* (águas brancas) representado por bolas.

DISCUSSÃO

As análises baseadas na morfologia e osteologia dos espécimes analisados demonstraram diferenças relacionadas aos caracteres de carapaça, plastrão e cabeça quando definidos em grupos de acordo com os tipos de água da região amazônica, sendo os rios de águas brancas ricos em nutrientes e com maior riqueza em fauna e flora enquanto os rios de águas pretas são pobres em nutrientes e com maior biodiversidade.

Não foram obtidos representantes de águas claras no amostral, sendo relatado na literatura uma relação hierárquica na distribuição da(s) espécie(s) nos rios, ocorrendo primariamente em áreas de águas brancas e pretas, e com menor frequência em águas claras, o que foi evidenciado no presente estudo. Tal afirmação levou a hipótese de que o animal estaria em desvantagem em tal habitat, por conta de seu mecanismo de camuflagem, que o beneficia em águas mais turbidas, tanto para predação quanto para escape de predadores (Ferrara, *et al.* 2017).

Além de tais questões, encontra-se a dificuldade de *Chelus fimbriata* e *orinocensis* cruzarem grandes rios em geral a nado, visto que são fracos nadadores, possuindo membros pequenos para tal locomoção, com os corpos d'água massivos atuando como barreira geográfica, tendo como espécies fósseis *Chelus colombiana* e *Chelus lewisi*, e a distância entre tais pontos de origem e a distribuição moderna (Pritchard, 1984, 2008; Vogt, 2008; Ferreira, *et al.* 2016; Vargas-Ramírez, *et al.* 2020).

Em respeito as divergências no formato de plastrão e escudo anal em “U” ou “V”, podem estar relacionadas a variação geográfica entre populações da bacia orinocense e amazônica, apontando grande variação morfológica em *Chelus* por conta da formação da região e as barreiras que se fazem presentes (Rios de grande extensão, cordilheiras, dentre outros) (Ferreira, *et al.* 2016).

As medidas de carapaça diferem nas morfometrias de largura anterior e posterior, nos escudos marginais 4 e 7 conforme apresentado anteriormente, delimitando os formatos oval ou quadrado, dependendo da disposição de estreitamento ou continuação das dimensões anteriores e posteriores da porção corporal analisada, dividindo claramente as espécies de *Chelus fimbriata* e *Chelus orinocensis* (Vargaz-Ramirez *et al.* 2020). Algumas carapaças neste estudo apresentaram reentrâncias nas porções dos escudos 5 e 6, evidenciando ainda mais o tamanho da sua largura, classificando-se como um formato

quadrado, enquanto outras iam se afinando após o escudo 7, sendo classificadas com o formato oval.

Na literatura é apresentado um tamanho corporal maior quando se trata de *Chelus orinocensis*, em comparação ao *Chelus fimbriata* (Vargas-Ramirez *et al.* 2020), não havendo descrição de relação direta entre o a característica da espécie ou ao meio na qual está inserida. Na análise de componentes principais e função discriminante estão representados pelas razões r1 (Largura de carapaça 1/Comprimento da carapaça), r2 (Largura de carapaça 2/ Comprimento da carapaça) e r8 (Comprimento da cabeça/ Comprimento da carapaça), respectivamente.

As diferenças de plastrão e carapaça (plastrões e carapaças estreitas x largas) já haviam sido relatadas anteriormente, reforçando principalmente as diferenças listadas por Pritchard (1984), Sanchez-Villagra, *et al.* (1995) e Vargas-Ramirez (2020), associando o formato de carapaça as proporções dos escudos marginais, definindo dois padrões de formato: oval e retangular, no que se refere a representantes das bacias do Orinoco e amazônica, respectivamente.

Os formatos de carapaça eram relatados anteriormente, e ligados diretamente ao lugar de procedência dos animais, sendo comum a descrição das bacias onde eles foram adquiridos. As discussões sobre serem espécies diferentes e/ou subespécies foi alimentada e se manteve durante longo tempo, porém, o viés aceito até tal momento era de que haveria apenas uma espécie, com diferenças morfológicas e acordo com a região (Ferreira *et al.* 2016; Pritchard & Trebbau, 2016).

Ao que se diz respeito a cabeça, tais observações não são encontradas na literatura, sendo frequentemente descrito o formato triangular da cabeça, comparada a uma seta, ou a uma folha seca, sem relatos de outros formatos, tanto para *Chelus fimbriata* como para *Chelus orinocensis* (Pritchard,1984; Vogt, 2008; Ferrara, 2017; Vargas-Ramírez, *et al.* 2020).

Os caracteres que se mostraram mais presentes e capazes de explicar a variância de caracteres entre os indivíduos da pesquisa foram: Largura de carapaça 1, Largura de carapaça 2, Comprimento da carapaça e Comprimento da cabeça, estabelecendo correlações fortes dentro das análises apresentadas.

CONCLUSÃO

Nesta amostra em particular os caracteres avaliados apresentam evidências capazes de separar os grupos e vinculá-los aos tipos de águas de onde vieram, sendo os caracteres de maior relevância as medidas de plastrão, carapaça e cabeça (r1, r2 e r8), tornando-se suficientes para dividir os animais da região amazônica neste estudo em dois grupos distintos, havendo perceptíveis divergências morfológicas através da visualização, morfometria dos exemplares e análise estatística, os quais não são descritos na literatura.

Os seguintes caracteres de carapaça: Comprimento da carapaça, Largura da Carapaça 1 e 2 e Comprimento da cabeça estabeleceram as diferenças entre os grupos, evidenciando uma proximidade de *C. fimbriata* de águas brancas com *C. orinocensis*, porém, grande parte da amostra do Orinoco é de proveniente de águas brancas, o que explica tal fenômeno visualizado na DFA.

Portanto, conclui-se que as ferramentas de comparação morfológica utilizadas provêm resultados os quais podem ser utilizados para a diferenciação dos caracteres morfológicos de grupos de *Chelus fimbriata* na região amazônica, com o auxílio das ferramentas de análise estatísticas, podendo-se aplicar tais resultados em campos de taxonomia, ecologia, morfologia, osteologia, ameaças, status de conservação e outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(<http://www.ibama.gov.br/cites-e-comercio-exterior/cites>) acesso em 13/12/2022

(http://www.repfocus.dk/IUCN/Reptilia_NA_TES.html) acesso em 20/02/2023

(<https://brasil.wcs.org/pt-br/WCS-Brasil/Noticias/ID/18319.aspx>) acesso em 13/12/2022

(<https://cites.org/esp/app/appendices.php>) acesso em 13/12/2022

(https://www.sas.com/en_us/software/stat.html) acesso em 15/10/2022

(<https://www.statology.org/principal-components-analysis-in-r/>) Acesso em 23 /05/2022

(<https://www.youtube.com/watch?v=-gqnGGo3vDQ>) acesso em 22/06/2020

(<https://www.youtube.com/watch?v=LTA57eBhhhg&t=111s>) acesso em 22/06/2020

(www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7397-repteis-chelus-)
acesso em 19/08/2020

ANDRADE, Paulo Cesar Machado. Manejo participativo de quelônios por comunidades da Amazônia. Conselho Editorial, p. 161, 2017.

ADAMS, Bradley J.; CRABTREE, Pamela J. Comparative skeletal anatomy: a photographic atlas for medical examiners, coroners, forensic anthropologists, and arcologists. Springer Science & Business Media, 2009.

BALIEIRO, Júlio Cesar de C. Introdução à estatística. Pirassununga: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2013.

BOJANUS, Ludwig Heinrich. Anatomie testudinis europaeae. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1819.

BOJANUS, Ludwig Heinrich. Parergon ad LH Bojani anatomem testudinis, cranii vertebratorum animalium sc. piscium, reptilium, avium, mammalium comparationem faciens. Zawadzki, 1821.

BRO, RASMUS; SMILDE, AGE K. Principal component analysis. Analytical methods, v. 6, n. 9, p. 2812-2831, 2014.

BRO, RASMUS; SMILDE, AGE K. Principal component analysis. Analytical methods, v. 6, n. 9, p. 2812-2831, 2014.

BURGER, JOANNA et al. Arsenic, cadmium, chromium, lead, mercury, and selenium levels in blood of four species of turtles from the Amazon in Brazil. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, v. 73, n. 1, p. 33-40, 2009.

BUTTERFIELD, Taggert et al. Morphology, performance, and ecology of three sympatric turtles in a tropical dry forest. Copeia, v. 108, n. 4, p. 957-966, 2020.

BUTTERFIELD, Taggert G. et al. Morphology of the limb, shell and head explain the variation in performance and ecology across 14 turtle taxa (12 species). Biological Journal of the Linnean Society, v. 134, n. 4, p. 879-891, 2021.

CALEGARI, Bárbara B.; DELAPIEVE, Maria Laura S.; SOUSA, Leandro M. Tutorial para preparação de mapas de distribuição geográfica. Boletim, Sociedade Brasileira de Ictiologia, v. 118, p. 15-30, 2016.

- COSTA, Henrique C.; GUEDES, Thaís B.; BÉRNILS, Renato Silveira. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. *Herpetologia Brasileira*, v. 10, n. 3, p. 110-279, 2021.
- CUNHA, FÁBIO AG et al. A New South American Freshwater Turtle of the Genus *Mesoclemmys* from the Brazilian Amazon (Testudines: Pleurodira: Chelidae). *Chelonian Conservation and Biology*, 2022.
- CUNHA, Fábio AG et al. A new species of Amazon freshwater toad-headed turtle in the genus *Mesoclemmys* (Testudines: Pleurodira: Chelidae) from Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 20, n. 2, p. 151-166, 2021.
- CUNHA, Fábio AG et al. Distribution of *Chelus fimbriata* and *Chelus orinocensis* (Testudines: Chelidae). *Chelonian Conservation and Biology*, v. 20, n. 1, p. 109-115, 2021.
- DE ARAUJO, Wagner Oliveira; COELHO, Clarimar Jose. Análise de componentes principais (PCA). University Center of Anápolis, Anápolis, 2009.
- DE BROIN F, DE LA FUENTE MS (1993) Les tortues fossiles d'Argentine: synthèse. *Ann Paléontol* 79:169–232
- DZIOMBER, Laura; JOYCE, Walter G.; FOTH, Christian. The ecomorphology of the shell of extant turtles and its applications for fossil turtles. *PeerJ*, v. 8, p. e10490, 2020.
- EVERS, Serjoscha W. et al. Independent origin of large labyrinth size in turtles. *Nature Communications*, v. 13, n. 1, p. 5807, 2022.
- EWERT, M. A.; HARLESS, M.; MORLOCK, H. *Turtles: Perspectives and research*. 1979.
- FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®. Elsevier Brasil, 2017.
- FERRARA, C. R. et al. 2017. Quelônios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição. WCS, Manaus, 182p.
- FERREIRA, Gabriel S. et al. Review of the fossil matamata turtles: earliest well-dated record and hypotheses on the origin of their present geographical distribution. *The Science of Nature*, v. 103, p. 1-12, 2016.
- FERRONATO, Bruno O.; MORALES, Victor M. Biology and conservation of the freshwater turtles and tortoises of Peru. *Reptiles & Amphibians*, v. 19, n. 2, p. 103-116, 2012.
- fimbriata-mata-mata). Acesso em 21/07/2020.
- GAFFNEY, Eugene S. Comparative cranial morphology of Recent and fossil turtles. *Bulletin of the AMNH*; v. 164, article 2. 1979.
- GAFFNEY, Eugene S. et al. The side-necked turtle family Chelidae: a theory of relationships using shared derived characters. 1977.
- GAFFNEY, Eugene S. The comparative osteology of the Triassic turtle *Proganochelys*. *Bulletin of the AMNH*; no. 194. 1990.

- GARBIN, Rafaella C.; CARAMASCHI, Ulisses. Is the matamata only one species? Morphological variation and color polymorphism in the South American turtle *Chelus fimbriatus* (Schneider, 1783) (Pleurodira: Chelidae). PeerJ PrePrints, 2015.
- GOELDI, Emílio Augusto. O nome do Jaboty-Mata-Matá. Boletim do Museu Paraense de Historia Natural e Ethnographia, 1898.
- GOTELLI, Nicholas J.; ELLISON, Aaron M. Princípios de estatística em ecologia. ARTMED editora, 2016.
- GUMPENBERGER, MICHAELA et al. The feeding apparatus of *Chelus fimbriatus* (Pleurodira; Chelidae)—adaptation perfected?. *Amphibia-Reptilia*, v. 31, n. 1, p. 97-107, 2010.
- HÄRDLE, Wolfgang et al. Applied multivariate statistical analysis. Berlin: Springer, 2007.
- HERMANSON, Guilherme et al. Cranial ecomorphology of turtles and neck retraction as a possible trigger of ecological diversification. *Evolution*, v. 76, n. 11, p. 2566-2586, 2022.
- HONGYU, Kuang; SANDANIELO, Vera Lúcia Martins; DE OLIVEIRA JUNIOR, Gilmar Jorge. Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and science*, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.
- IAN JOLLIFFE *Principal Component Analysis*, Volume 3, pp. 1580–1584
- JUNK, WOLFGANG J. et al. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, v. 31, n. 4, p. 623-640, 2011.
- JUNK, Wolfgang J. et al. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.
- MARTINS, Marcio; MOLINA, F. de B. Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 2, p. 327-73, 2008.
- LASSO, Carlos A. et al. Conservación y tráfico de la tortuga matamata, *Chelus fimbriata* (Schneider, 1783) en Colombia: un ejemplo del trabajo conjunto entre el Sistema Nacional Ambiental, ONG y academia. *Biota colombiana*, v. 19, n. 1, p. 147-159, 2018.
- LEMELL, Patrick et al. Feeding patterns of *Chelus fimbriatus* (Pleurodira: Chelidae). *Journal of Experimental Biology*, v. 205, n. 10, p. 1495-1506, 2002.
- LYSON, Tyler R. et al. Evolutionary origin of the turtle shell. *Current Biology*, v. 23, n. 12, p. 1113-1119, 2013.
- MAGNUSSON, William Ernest; MOURÃO, Guilherme. Estatística sem matemática. 2003.
- MCCORD, WILLIAM P.; THOMSON, SCOTT A. A new species of *Chelodina* (Testudines: Pleurodira: Chelidae) from northern Australia. **Journal of Herpetology**, v. 36, n. 2, p. 255-267, 2002.
- MEGIRIAN, Dirk; MURRAY, Peter. Chelid turtles (Pleurodira, Chelidae) from the Miocene Camfield Beds, Northern Territory of Australia, with a description of a new

genus and species. Beagle: Records of the Museums and Art Galleries of the Northern Territory, The, v. 15, p. 75-130, 1999.

MÉTRAILLER, S. 2003 Note sur l'élevage et la reproduction de la Matamata, *Chelus fimbriata* (Schneider, 1783).

MURPHY, James B. Conservation Initiatives and Studies on Tortoises, Turtles, and Terrapins Mostly in Zoos and Aquariums. Part II Suborder Pleurodira, Suborder Cryptodira, Sea Turtles. Herpetological Review, 2016.

POUGH, F. HARVEY; HEISER, JOHN B.; MCFARLAND, WILLIAM N. A vida dos vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2008.

PRITCHARD, C.H & TREBBAU, PEDRO 2016. Venezuela y sus Tortugas. Madrid, Segunda edição

PRITCHARD, P. C. H. *Chelus fimbriata* (Schneider 1783)—matamata turtle. Conservation biology of freshwater turtles and tortoises: a compilation project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs, v. 5, n. 1, p. 020.1-10, 2008.

PRITCHARD, PETER C,H, & TREBBAU, PEDRO. The Turtles of Venezuela. Fundación de Internados Rurales (Venezuela) 1984.

PRITCHARD, PETER C. H. & TREBBAU, PEDRO (1984). *The Turtles of Venezuela*. Society for the Studies of Amphibians and Reptiles: 403 pp.

PRITCHARD, PETER CHARLES HOWARD. Encyclopedia of turtles. ^ eNew Jersey New Jersey: TFH, 1979.

REECE, JANE B. et al. Biología de Campbell. ArtmedEditora, 2019. 10° ed

REECE, Jane B. et al. Campbell biology. Boston: Pearson, 2011.

REECE, JANE B. et al. Campbell biology. Boston: Pearson, 2015.

RIEPEL, Olivier; REISZ, Robert R. The origin and early evolution of turtles. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 30, n. 1, p. 1-22, 1999.

RÍOS-VILLAMIZAR, Eduardo Antonio et al. New insights on the classification of major Amazonian river water types. Sustainable Water Resources Management, v. 6, p. 1-16, 2020.

RODOLFO-GARCIA Ministério da Educação e Saúde Anais Da Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, volume-li-ix 1938.

RUEDA-ALMONACID, J.V. et al. 2007. Lastortugas y loscocodrilianos de los paísesandinos deltrópico. Serie de guías tropicales de campo, v. 6, p. 412-423.

RUSSELL, Edward Stuart. Form and function: A contribution to the history of animal morphology. University of Glasgow (United Kingdom), 1921.

SÁNCHEZ-VILLAGRA, M. R. et al. 1995. Geographic variation in the Matamata turtle, *Chelus fimbriatus*, with observations on its shell morphology and morphometry. Chelonian Conservation and Biology, v. 1, n. 4, p. 293-300.

SÁNCHEZ-VILLAGRA, M. R. et al. 1995. Geographic variation in the Matamata turtle, *Chelus fimbriatus*, with observations on its shell morphology and morphometry. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 1, n. 4, p. 293-300.

SÁNCHEZ - VILLAGRA, M. R.; WINKLER, J. D.; WURST, L. 2007. Autopodial skeleton evolution in side-necked turtles (Pleurodira). *Acta Zoologica*, v. 88, n. 3, p. 199-209.

SÁNCHEZ-VILLAGRA, Marcelo R. et al. Geographic variation in the Matamata turtle, *Chelus fimbriatus*, with observations on its shell morphology and morphometry. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 1, n. 4, p. 293-300, 1995.

SIOLI, HARALD. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: *The Amazon*. Springer, Dordrecht, 1984. p. 127-165.

THOMSON S. (2003). "Long necks, flat heads and the evolution of piscivory". World Chelonian Trust.

THOMSON, S. & GEORGES, A. (1996). "Neural bones in chelid turtles". *Chelonian Conservation and Biology* 2: 82-86.

THOMSON, Scott A.; MACKNESS, B. Fossil turtles from the early Pliocene Bluff Downs Local Fauna, with a description of a new species of *Elseya*. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, v. 123, n. 3, p. 101-105, 1999.

THOMSON, Scott et al. A new species and subgenus of *Elseya* (Testudines: Pleurodira: Chelidae) from New Guinea. *Zootaxa*, v. 4006, n. 1, p. 59-82, 2015.

THOMSON, Scott; GEORGES, Arthur. *Myuchelys* gen. nov. —a new genus for *Elseya latisternum* and related forms of Australian freshwater turtle (Testudines: Pleurodira: Chelidae). *Zootaxa*, v. 2053, n. 1, p. 32–42–32–42, 2009.

THOMSON, Scott; GEORGES, Arthur. Neural bones in Australian chelid turtles. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 2, n. 1-1996, 1996.

THOMSON, SCOTT; KENNETT, Rod; GEORGES, ARTHUR. A new species of long-necked turtle (Testudines: Chelidae) from the Arnhem Land Plateau, Northern Territory, Australia. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 3, n. 4, p. 675-685, 2000.

THOMSON, SCOTT; WHITE, ARTHUR; GEORGES, ARTHUR. Re-evaluation of *Emydura lavarackorum*: identification of a living fossil. *Memoirs of the Queensland Museum*, v. 42, n. 1, p. 327-336, 1997.

TOKITA, Masayoshi et al. A comparative study of cranial osteogenesis in turtles: Implications for the diversification of skull morphology. *Zoomorphology*, v. 140, p. 539-554, 2021.

TORO IBACACHE, María Viviana; MANRIQUEZ SOTO, Germán; SUAZO GALDAMES, Iván. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology*, v. 28, n. 4, p. 977-990, 2010.

Turtles of the World Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (9th Ed.).

TUTTLE, Kristy L. PCA and DFA as multivariate tools to resolve ambiguous species relationships in museum collections. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v. 131, n. 1, p. 132-143, 2018.

VAL, ADALBERTO L. et al. *Amazônia: recursos hídricos e sustentabilidade. Águas do Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 95-109, 2010.

VARELLA, Carlos Alberto Alves. *Análise multivariada aplicada as ciências agrárias*. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

VARGAS-RAMÍREZ, M. et al. 2020. Genomic analyses reveal two species of the matamata (Testudines: Chelidae: *Chelus* spp.) and clarify their phylogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, p. 106823.

VARGAS-RAMÍREZ, M. et al. 2020. Genomic analyses reveal two species of the matamata (Testudines: Chelidae: *Chelus* spp.) and clarify their phylogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, p. 106823.

VARGAS-RAMÍREZ, Mario et al. Genomic analyses reveal two species of the matamata (Testudines: Chelidae: *Chelus* spp.) and clarify their phylogeography. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 148, p. 106823, 2020.

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

VON SPIX, Johann Baptist. *Animalia nova sive Species novae testudinum et ranarum, quas in itinere per Brasiliam annis MDCCCXVII-MDCCCXX..* FS Hübschmann, 1824.

WILLIAMS EE (1950) Variation and selection in the cervical central articulations of living turtles. *Bull Am Mus Nat Hist* 94:511–561

WYNEKEN, Jeanette; GODFREY, Matthew H.; BELS, Vincent (Ed.). *Biology of turtles: from structures to strategies of life*. Crc Press, 2007.

XIAO, Fanrong; HONG, Zhen; SHI, Haitao. Effect of Morphology and Age on the Closure Ability of Asian Box Turtles (*Cuora*). *Asian Herpetological Research*, v. 13, n. 3, p. 159-167, 2022.

XIE, XIAOHUI. *Principal component analysis*. Wiley interdisciplinary reviews, 2019.

ZELDITCH, Miriam Leah; SWIDERSKI, Donald L.; SHEETS, H. David. *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. academic press, 2012

APÊNDICES

Apêndice 1: Número de registro (ID), espécies (Espec.), tipos de água (Água), sexo (S), Comprimento carapaça (CL), Largura carapaça 1 (CW1), Largura carapaça 2 (CW2), Vertebra 1 (V1), Vertebra 2 (V2), Comprimento cabeça (HL), Largura cabeça (HWT), Largura parietal (PW), Interocular (IO) Largura anterior plastrão (PWA), Largura posterior plastrão (PWP).

ID	Espec.	Água	S	CL	CW1	CW2	V1	V2	HL	HWT	PW	IO	PL	PWA	PWP
35458	Fimbriata	Branca	M (adulto)	318	227	214	106.05	83.28	63.59	76.16	35.84	17.11	268	123.62	52.19
32958	Fimbriata	Branca	M (subadulto)	289	200	193	93.78	70.27	63.95	81.00	29.60	16.71	250	126.43	65.50
35396	Fimbriata	Preta	M (adulto)	300	228	230	89.15	71.48	72.46	91.40	28.30	19.17	242	124.31	65.60
35459	Fimbriata	Branca	F (adulto)	389	279	279	113.23	93.28	74.77	30.01	39.06	30.25	336	16.1	8.4
33836	Fimbriata	Branca	F	338	240	242	95.20	102.08	77.10	106	37.72	22.24	300	132.27	69.89
1160	Fimbriata	.	M (juvenil)	129.31	96.05	92.68	41.68	34.09	38.89	44.35	19.31	13.45	113.84	48.63	26.86
12809	Fimbriata	Branca	M (subadulto)	238	169	160	72.43	65.68	50.10	67.32	25.05	13.17	201	81.61	38.74
27278	Fimbriata	Preta	M	281	199	199	94.31	99.33	66.82	89.92	25.90	19.42	247	109.46	46.45
35942	Fimbriata	Preta	M	349	255	275	112.35	68.31	.	.	.	.	282	92.40	74.12
24196	Fimbriata	Preta	M	349	280	239	109.51	67.11	.	.	.	.	292	123.43	75.32
35943	Fimbriata	Preta	M	330	241	251	107.71	56.70	.	.	.	.	263	121.25	71.56
32959	Fimbriata	Branca	F	333	225	232	110.80	82.94	.	.	.	.	299	124.22	71.07
CK016	Fimbriata	-	M	386	271	268	118.42	84.35	.	.	.	.	338	152.06	76.71
35944	Fimbriata	Preta	M	367	280	262	70.00	70.43	.	.	.	.	293	126.36	68.26
CK017	Fimbriata		M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	312	135.81	61.23
44	Orinocensis	.	.	.	.	.	.	.	82.01	94.61	28.23	15.23	.	28.23	.
1209	Orinocensis	Branca	F	453.20	.	.	138.88	105.99	.	.	.	.	354.45	.	145.28
1229	Orinocensis	Branca	.	383.90	17.24	.	137.42	81.20	92.69	107.02	27.77	18.03	309.50	27.77	118.28

1824	Orinocensis	Branca	.	.	21.10	45.35	.	.	100.51	124.19	35.72	21.11	.	35.72	.
2156	Orinocensis	Preta	F	.	.	.	.	.	115.51	148.48	39.88	27.10	.	39.88	.
2157	Orinocensis	Branca	F	361.00	.	.	119.03	84.55	.	.	.	.	281.40	.	120.09
2444	Orinocensis	Branca	M	436.50	21.83	42.17	135.25	103.61	98.66	120.17	38.95	21.53	339.10	38.95	145.16
2445	Orinocensis	Branca	M	444.20	22.61	38.39	150.64	99.40	102.30	125.40	40.59	22.78	354.00	40.59	88.51
2446	Orinocensis	Branca	.	376.20	18.43	35.16	123.64	82.71	86.18	101.03	30.31	19.07	291.49	30.31	116.68
2828	Orinocensis	.	M	372.20	.	.	134.81	82.90	.	.	.	.	293.49	.	117.74
3985	Orinocensis	Branca	M	.	.	30.34	.	.	77.51	87.40	25.96	16.41	.	25.96	.
3986	Orinocensis	Branca	F	328.50	.	.	31.33	76.05	.	.	.	.	271.01	.	104.27
4556	Orinocensis	Branca	F	332.25	.	.	106.18	80.56	.	.	.	.	269.27	.	104.44
4699	Orinocensis	Branca	F	452.00	21.12	31.85	163.29	101.80	103.26	125.50	38.23	21.30	362.83	38.23	156.34
67620	Orinocensis	.	.	279.01	12.71	19.15	90.54	68.07	71.29	70.21	19.86	44.19	237.91	19.86	82.65
Coleção Sem ID	Fimbriata	.	F	364	260	279	69.09	423.59			110		288	130	97
CEQUA I	Fimbriata	Branca	F	355	243	251	120.45	178.85	75	87.1	21.2	18.95	297.15	133.01	117.1
CEQUA II	Fimbriata	.	M	279.5	200.95	207.45	90.95	61.45	63.85	75.5	22.85	11.95	222.75	96.2	96.85
CEQUA III	Fimbriata	.	F	326	223	229	69.01	62.72	.	.	.	.	.	.	.
CEQUA IV	Fimbriata	.	.	353		280	69.52	69.38	.	.	.	.	.	.	.
CEQUA V	Fimbriata	.	.	.	.	.	.	.	95.85	121.02	33.28	21.22	.	.	.
CEQUA VI	Fimbriata	.	.	.	.	.	.	.	90.93	107.94	36.41	19.39	.	.	.
CEQUA VII	Fimbriata	.	.	.	.	.	.	.	79.13	102.76	33.46	19.69	.	.	.
CEQUA VIII	Fimbriata	.	.	.	.	.	.	.	75.75	94.72	35.90	19.35	.	.	.
CEQUA IX	Fimbriata	.	.	.	.	.	.	.	87.10	104.05	36.50	19.60	.	.	.
M4COCEQUA	Fimbriata	.	.	344	245	266	59.77	63.48	.	.	.	.	272	188.13	114.35
RRM5COCEQUA	Fimbriata	.	M	343	268	266	69.76	68.47	93.10	110.03	58.90	21.78	275	148	109
CEQUA X	Fimbriata	.	F	393	304	157	79.72	78.22	87.28	96.46	40.43	25.90	312	158	122
CEQUA XI	Fimbriata	Branca	F	359	272	245	71.12	70.67	77.19	91.99	39.56	25.22	241	151	115

CEQUA XII	Fimbriata	Preta	.	99.52	68.99	70.29	17.79	19.86	30.96	27.61	16.81	13.31	67.86	37.56	27.67
CEQUA XIII	Fimbriata	Preta	F	371	250	270	64.60	64.65	86.73	109.33	44.65	27.59	326	161	125

Apêndice 2: Amostral de espécies, local de tombamento, espécie (se reconhecida) e local de captura. As siglas se referem aos locais/institutos nos quais os espécimes estão guardados, sendo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Chelonian Research Institute-CRI (Anteriormente PCHP- Pritchard's Collection), Florida University-UF, e Centro de estudos dos quelônios da Amazônia-CEQUA.

Número de ID	Local de Tombamento	Espécie	Localidade de coleta
35458	INPA	Fimbriata	Alto Madeira rio Jaci Paraná
32958	INPA	Fimbriata	Estrada para Autazes KM 62
35396	INPA	Fimbriata	Barcelos
35459	INPA	Fimbriata	Lago Ceara Alto rio Madeira acima cachoeira Morrinhos
33836	INPA	Fimbriata	Estrada para Autazes KM 62
1160	INPA	Fimbriata	Sem dados
12809	INPA	Fimbriata	Rio Purus, cabeceira do lago Uauaçú-AM, RDS Piagaçu-purus
27278	INPA	Fimbriata	Parna Nascentes do Lago Jari
35942	INPA	Fimbriata	Alto Rio Negro
24196	INPA	Fimbriata	Rio Negro
35943	INPA	Fimbriata	Alto Rio Negro
32959	INPA	Fimbriata	Lago São Tomé Rio Purus
CK016	INPA	Fimbriata	Sem dados
35944	INPA	Fimbriata	Alto Rio Negro
44	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Sem dados
1209	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Venezuela: ca. 35 km abaixo de Ciudad Guayana: Orinoco.
1229	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Venezuela: Cojedes: La Trinidad (Río Tinaco).
1824	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Trinidad: Blanquizales Swamp (caught 1981; died Emperor Valley Zoo, 1984)

2156	CRI-(PCHP)	Fimbriata	Venezuela: Amazonas: San Carlos de Río Negro
2157	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Venezuela: Cojedes: Hato La Trinidad
2444	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Venezuela: Cojedes: Hato La Trinidad
2445	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Venezuela: Cojedes: Hato La Trinidad
2446	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Venezuela: Cojedes: Hato La Trinidad
2828	CRI-(PCHP)	Fimbriata	Sem dados
3985	CRI-(PCHP)	orinocensis	Guiana: Yupakari. M. Ellerd (Exquisite Reptiles, Fort Myers/ Strictly Reptiles, Miami)
3986	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Guiana: NW Distrito: próximo a Hosororo
4556	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Venezuela: Delta Amacuro: Cangarito, Isla Nuina (8 38'N, 60 41'W)
4699	CRI-(PCHP)	Orinocensis	Guyana
67620	UF	Fimbriata	Sem dados
Coleção	INPA	-	Sem dados
CEQUA I	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA II	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA III	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA IV	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA V	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA VI	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA VII	CEQUA	-	Sem dados

CEQUA VIII	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA IX	CEQUA	-	Sem dados
M4COCEQUA	CEQUA	-	Sem dados
RRM5COCEQUA	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA X	CEQUA	-	Sem dados
CEQUA XI	CEQUA	-	Município de Santana do Araguaia-PA
CEQUA XII	CEQUA	Fimbriata	Nova Olinda do Norte
CEQUA XIII	CEQUA	Fimbriata	Nova Olinda do Norte