



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

JÉSSICA COSTA SILVA

**UM NOVO ANURO DA FORMAÇÃO CRATO (APTIANO) E A ILUSTRAÇÃO
PALEONTOLÓGICA COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR À PESQUISA**

FORTALEZA

2024

JÉSSICA COSTA SILVA

UM NOVO ANURO DA FORMAÇÃO CRATO (APTIANO) E A ILUSTRAÇÃO
PALEONTOLÓGICA COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR À PESQUISA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre na área de concentração em Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier.
Coorientador(a): Dr(a) Karla Janaísa
Gonçalves Leite.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S58n Silva, Jéssica Costa.
Um novo anuro da Formação Crato (Aptiano) e a Ilustração Paleontológica como ferramenta complementar à pesquisa / Jéssica Costa Silva. – 2024.
90 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier.
Coorientação: Prof. Dr. Karla Janaisa Gonçalves Leite.
1. Paleoecologia. 2. Morfoanatomia. 3. Diversificação. 4. Anurofauna. I. Título.
- CDD 551
-

JÉSSICA COSTA SILVA

UM NOVO ANURO DA FORMAÇÃO CRATO (APTIANO) E A ILUSTRAÇÃO
PALEONTOLÓGICA COMO FERRAMENTA COMPLEMENTAR À PESQUISA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre na área de concentração em Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Aprovada em: 28/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier (Orientador)
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Coorientadora: Dra. Karla Janaína Gonçalves Leite (Coorientadora)
Museu do Ceará, Secretaria da Cultura do Estado do Ceará (SECULT)

Prof. Dr. João Kerensky Rufino Moreira
Secretaria Municipal de Educação de Maranguape (SME)

Prof. Dr. Marco Aurélio Gallo de França
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

À minha Vozinha e à minha Mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha Família pelo incentivo de sempre.

Agradeço, em especial, ao meu sobrinho Caio Guilherme, que com seu sorriso doce e sua alegria de criança, ajudava a renovar minhas energias em momentos de desânimo.

Agradeço aos meus amigos, Giovani Cesar, Klevisson Martins, Daniel Matias, Raquel Oliveira, Guilherme Elder, Larissa Almeida, Iuri Tavares e Rafael Guimarães, pelo apoio, preocupação e suporte durante todo esse percurso.

Agradeço aos colegas acadêmicos, Karla Janaisa (Coorientadora) e Ronaldo Cesar (Revisor) que me ajudaram na organização e no melhoramento do texto.

À CAPES, pelo incentivo à pesquisa durante o tempo do Mestrado.

Agradeço aos professores do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, Dra. Vânia Maria Maciel Melo, Dra. Denise Cavalcante Hissa, Dra. Erika de Freitas Mota, Dra. Maria Iracema Bezerra Loiola e ao Dr. Vicente Vieira Faria, pelo acolhimento, por se mostrarem disponíveis e solícitos a cada dúvida e insegurança minha, sempre que os procurava, também por inspirarem-me e incentivarem-me dentro do meio acadêmico. Em especial ao Prof. Vicente, que além de tudo isso, me cedeu um espaço em seu laboratório guardando alguns materiais da minha pesquisa.

Agradeço a Dra. Karla Janaína Gonçalves Leite (Coorientadora) por me ajudar e estimular a dar continuidade em sua pesquisa e ao Dr. Daniel Costa Fortier (Orientador) por todo o suporte que me foi dado.

Todos aqui fazem parte dessa conquista! Sem vocês isso não seria possível.

*“É preciso correr o máximo possível, para
permanecer no mesmo lugar.”*
- Rainha Vermelha, no livro Alice
Através do Espelho, de Lewis Carrol.

RESUMO

A Bacia Sedimentar do Araripe é reconhecida mundialmente como valioso jazigo fossilífero. Sendo situada no município de Nova Olinda, Sul do Ceará, Brasil é considerada um dos maiores e mais importantes depósitos Lagerstätten cretáceos do mundo e se destaca pela variedade de fósseis bem preservados. O presente trabalho traz um novo anuro fóssil da Formação Crato (Aptiano) e usa a Ilustração Paleontológica como ferramenta complementar à pesquisa para divulgação científica. A análise filogenética do espécime mostrou caracteres compatíveis com Neobatrachia, dentro da superfamília Hyloidea, que difere dos demais anuros fósseis da Formação Crato, já identificados ou registrados, por diversos traços anatômicos, tais como maxila estreita com dentes pedicelados, vômer com um torus dentígero distinto contendo seis dentes, nasais separados pelo paraesfenoide, cápsula ótica proeminente e membros anteriores mais curtos e robustos que o úmero, fêmur com comprimento similar ao da tíbia e fíbula, com astrágalo e o calcâneo estão fundidos, o dígito IV é mais longo que os dígitos III e V, e as extremidades distais das falanges terminais são ligeiramente curvas e nodosas. A descoberta e a identificação deste espécime contribui para entendimento da evolução e diversificação do grupo Anura durante o Mesozoico, principalmente no Gondwana, também para reconstrução da história evolutiva das Taxa relacionadas.

Palavras-chave: paleoecologia; morfoanatomia; diversificação; anurofauna.

ABSTRACT

The Araripe Sedimentary Basin is globally recognized as a valuable fossil-bearing deposit. Located in Nova Olinda municipality, in the southern part of Ceará, Brazil, it is considered one of the largest and most important Cretaceous Lagerstätten in the world. It stands out for its variety of well-preserved fossils. This study presents a new fossil anuran from the Crato Formation (Aptian) and uses Paleontological Illustration as a complementary tool for research and scientific dissemination. The phylogenetic analysis of the specimen revealed characters compatible with Neobatrachia, within the Hyloidea superfamily, which differs from other fossil anurans from the Crato Formation, already identified or recorded, by several anatomical traits, such as a narrow maxilla with pedicellate teeth, a vomer with a distinct tooth-bearing torus containing six teeth, nasals separated by the parasphenoid, a prominent ocular capsule, and shorter, more robust forelimbs than the humerus, a femur with a length similar to that of the tibia and fibula, with fused astragalus and calcaneus, digit IV longer than digits III and V, and the distal ends of the terminal phalanges being slightly curved and nodose. The discovery and identification of this specimen contribute to the understanding of the evolution and diversification of the Anura group during the Mesozoic, particularly in Gondwana, as well as the reconstruction of the evolutionary history of related taxa.

Keywords: paleoecology; morphoanatomy; diversification; anurofauna.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Geologia Geral da Bacia do Araripe	11
2.2	Filogenia dos Tetrápodes e História de vida de Lissamphibia	13
2.3	Taxonomia de Anuros	22
2.4	Anatomia e Tafonomia de Anuros	30
2.5	A Ilustração Científica nas Ciências Naturais	34
3	OBJETIVOS	38
4	METODOLOGIA	38
4.1	Etapas do desenvolvimento da Pesquisa	38
4.2	Levantamento Bibliográfico	39
4.3	Etapas da Análise Filogenética	39
4.4	Etapas da Ilustração Paleontológica	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1	Sistemática Paleontológica: Anuro UFC NO 004v	40
5.2	Sistemática Filogenética: Anuro UFC NO 004v.....	45
5.3	Comparação dos anuros fósseis da Bacia Sedimentar do Araripe	47
5.4	Ilustrações Paleontológicas	60
6	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A - LISTA DE CARACTERES	74
	APÊNDICE B - MATRIZ DOS CARACTERES	83
	APÊNDICE C - DESENHO REFERENCIAL BASE	89
	APÊNDICE D - ESTUDO DE CORES EM AQUARELA	90

1 INTRODUÇÃO

A partir do princípio da Seleção Natural, Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Wallace (1823-1913) desenvolveram a Teoria da Evolução. Esta afirma que o ambiente seleciona a importância de determinados caracteres do indivíduo ou de suas variações e que os organismos mais bem adaptados ao ambiente têm mais chances de sobrevivência, deixando um número maior de descendentes. A evolução é uma somatória de mudanças nas características hereditárias dentro de populações entre gerações ao longo do tempo (DARWIN; WALLACE, 1858; PANTIN; WALLACE, 1959; MAYR, 1985; DO CARMO; MARTINS, 2006; BOCK, 2009).

Em 1973, o biólogo evolutivo Leigh Van Valen propôs a hipótese da Rainha Vermelha para explicar uma condição evolutiva relacionada aos conflitos bióticos entre espécies competidoras. Essa ideia foi inspirada em uma frase marcante de uma personagem do livro “Alice Através do Espelho” de Lewis Carroll, que diz *"It takes all the running you can do, to keep in the same place."* sendo traduzida para o português, como *"é preciso correr o máximo possível para permanecer no mesmo lugar"* (LIMA; BORTOLINI, 2023). Leigh Van Valen atribui o sentido da frase à capacidade de estar melhor adaptado ao meio em que se vive dá ao indivíduo com mais vantagens de sobrevivência e, conseqüentemente, mais chances de reprodução e transmissão de seus caracteres genéticos.

Sabe-se que a evolução biológica tem papel fundamental na diversidade da vida que já conhecemos e que ainda vamos conhecer. É graças a ela que podemos olhar para trás e ver, ao longo de 4 bilhões de anos, todas as mudanças que nos permitiram partir de uma única célula ancestral para toda a biodiversidade existente (RIDLEY, 2009).

Diante da biodiversidade presente no reino animal, mais especificamente no grupo dos tetrápodes, os vertebrados de quatro membros, encontramos os mamíferos, as aves com penas, os répteis e os anfíbios. Este último grupo, aqui no estudo em destaque, inclui Urodelos, Gymnophionas e Anuros (POUGH; JANIS; HEISER, 2008; BORGES-MARTINS, 2023).

São conhecidas 8531 espécies de anfíbios recentes em todo o mundo e o Brasil é o país com o maior número de representantes desse grupo, tendo cerca de 1188 espécies com ocorrência registrada até o momento (BRASIL, 2018; BORGES-MARTINS, 2023).

Na ordem *Anura* encontramos os sapos, as rãs e as pererecas, anfíbios com corpo curto e sem cauda, em sua maioria com adaptações para o salto. *Urodela* inclui as salamandras, as axolotes e os tritões, estes com cauda delgada, corpo mais alongado e,

morfologicamente, semelhantes a lagartos. Já na ordem *Gymnophiona*, também chamadas de cecílias e de cobras-cegas, estão alocados os anfíbios sem patas, com aspecto de pequenas serpentes e hábito, geralmente, fossorial (DEULLMAN; TRUEB, 1994; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Mas a biodiversidade atual é apenas uma parcela de todas as espécies que já habitaram o nosso planeta durante milhões de anos. Nesse contexto, a Paleontologia tem papel muito importante pois é a ciência que estuda os fósseis, organismos que viveram no passado da Terra e que trabalha junto a Biologia e a Geologia para compreender a evolução das espécies, bem como de que forma os ambientes se modificaram ao longo da história geológica (CARVALHO, 2010).

Os fósseis fornecem informações importantes sobre a evolução da vida e nos oferecem subsídios para melhor entendimento da complexidade da biodiversidade atual. Logo, a caracterização de espécimes fósseis é imprescindível para a compreensão da história paleoambiental da região onde são encontrados (CARVALHO, 2010).

Dentro desse contexto a Bacia Sedimentar do Araripe, localizada no Nordeste do Brasil, é reconhecida mundialmente como um valioso jazigo fossilífero, em particular, sendo o Formação Crato do Grupo Santana, um dos mais significativos *Lagerstätten* do Cretáceo, já que seus registros são excepcionalmente preservados nos sedimentos carbonáticos de um paleolago (OSES, 2016). A região se destaca pela variedade de espécimes fósseis preservados, principalmente, de insetos, pequenos peixes, vestígios de plantas, folhas, flores, fungos, penas, crocodilianos, tartarugas, pterossauros e anuros (PRADO, 2023).

Estudos sobre a identificação de espécies fósseis são importantes para o preenchimento das lacunas evolutivas. Por isso, o presente trabalho traz um novo anuro fóssil, coletado na Formação Crato (Aptiano), nas pedreiras de exploração de calcário laminado, no município de Nova Olinda - CE, na Mina do Triunfo (7°7'15''S e 39°41'41''W), em 2009, por Francisco Sebastião Gonçalves de Lima, e que posteriormente teve a sua Diagnose feita por Karla Janaisa Gonçalves Leite, em 2013, e passou a compor o acervo do Instituto de Paleontologia e Geologia do Cariri, no Crato-CE.

Logo, o trabalho aqui desenvolvido, se justifica pela contribuição para o entendimento da evolução e diversificação de Anura durante o Mesozoico, principalmente, no Gondwana; para a Reconstrução da história evolutiva e evolução dos caracteres do novo táxon e táxons relacionados; trazendo a identificação do espécime fóssil e sua ilustração paleontológica, ferramenta para a divulgação científica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Geologia Geral da Bacia do Araripe

A Bacia Sedimentar do Araripe é considerada uma Bacia Rifte, localizada nos limites entre os estados de Ceará, Piauí e Pernambuco, que consiste no processo de estiramento da crosta, no caso a continental, onde se gera uma depressão preenchida por sedimentos. Foi originada pelo rompimento do Supercontinente Gondwana, e é conhecida como a bacia interior de registro sedimentar mais completo na Região Nordeste do Brasil (PONTE, 1996).

Com mais de 9.000 km², compreende toda a Chapada do Araripe e estendendo-se até o Vale do Cariri, ela exhibe uma estrutura alongada no sentido leste-oeste, com um mergulho suave para oeste (Fig. 01 e 02). Ela é encontrada no Domínio da zona transversal da província de Borborema, entre as zonas de cisalhamento de Patos e de Pernambuco, respectivamente ao norte e ao sul (BRITO NEVES *et al.*, 2000; SANTOS, 2000; SANTOS *et al.*, 2004; ASSINE, 1990; ASSINE, 2007; FAMBRINI *et al.*, 2020).

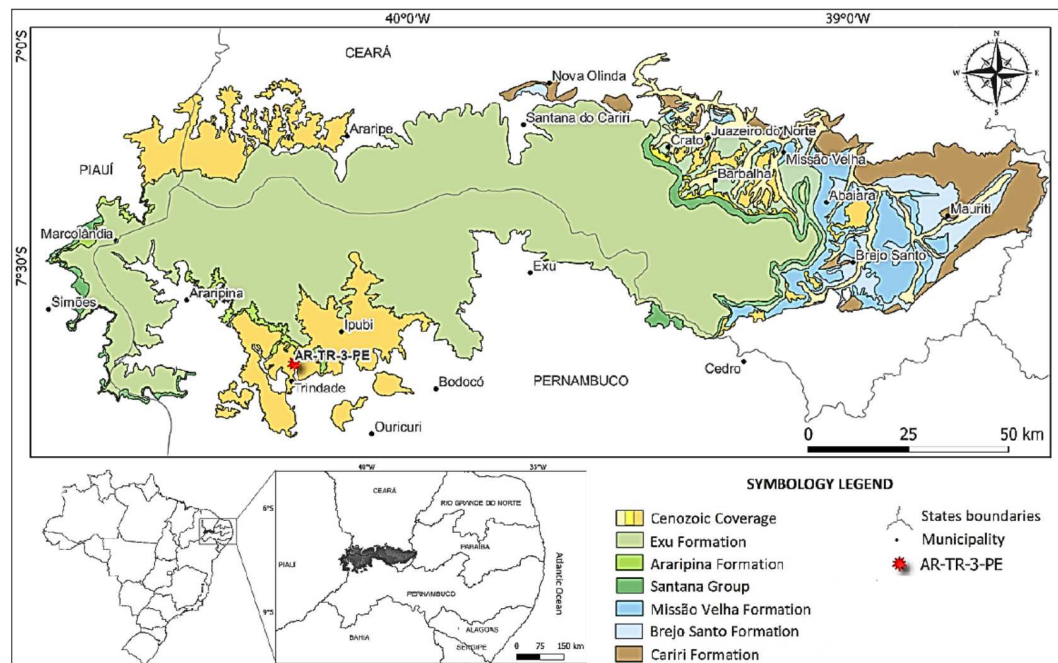


Figura 01. Localização e Mapa Geológico da Bacia Sedimentar do Araripe, de localização. (Fonte: Adaptado de Dos Santos *et al.* (2024) apud Guzmán *et al.* (2023), shapefile from GEOSGB).

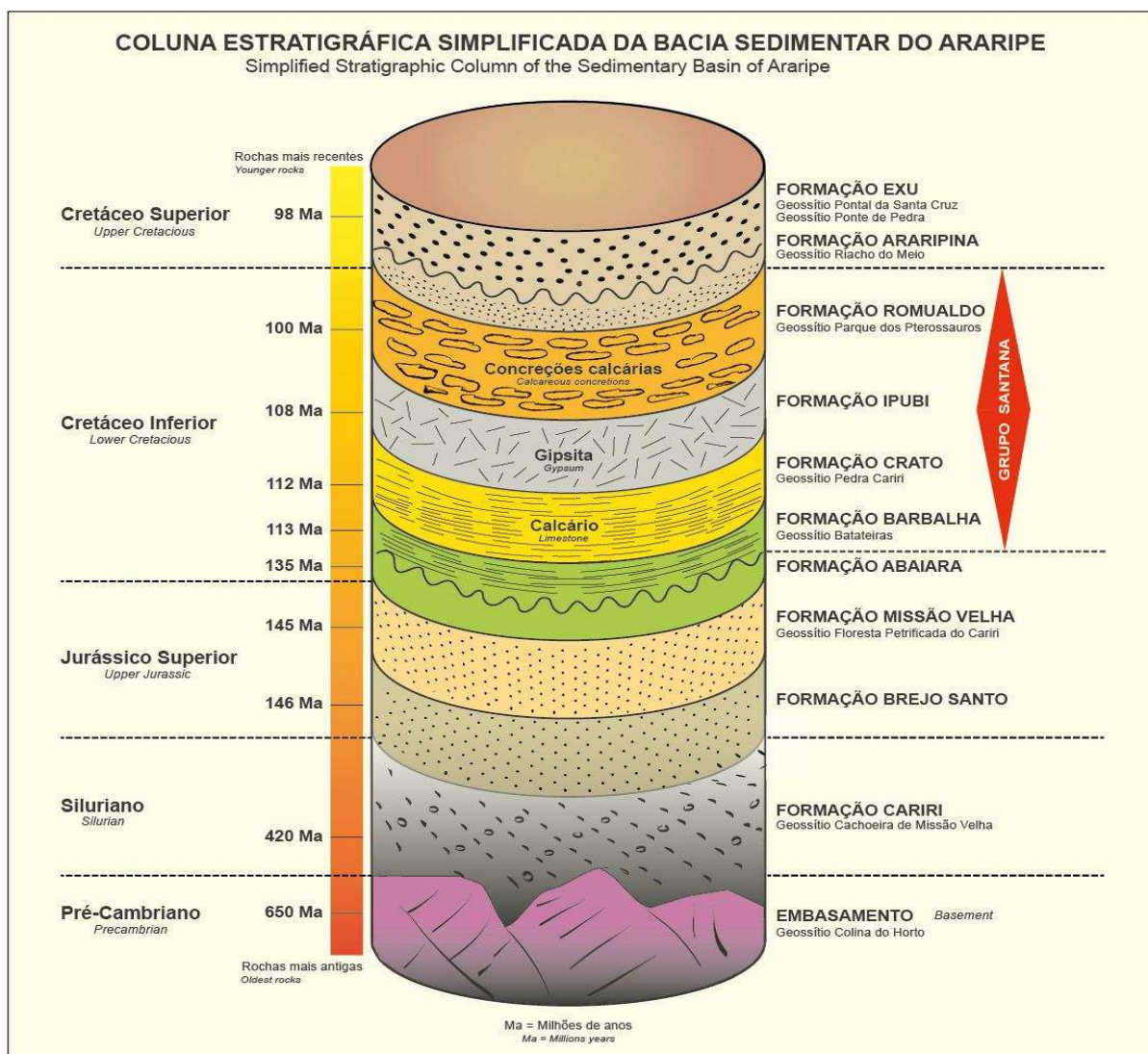


Figura 02. Coluna estratigráfica simplificada da Bacia Sedimentar do Araripe
(Fonte: SARAIVA *et al.*, 2021).

Os depósitos mesozoicos presentes na Bacia do Araripe têm sua origem relacionada às mudanças tectono-estruturais provocadas pela subsidência mecânica, decorrente do estiramento litosférico viscoelástico que formou a Depressão Afro-Brasileira. Esta última é uma bacia sedimentar com extensão de até 300.000 km², abrangendo desde o extremo sul da Bahia até áreas no interior do Nordeste brasileiro (BRITO NEVES, 1990; ASSINE, 1990; ASSINE, 2007; FAMBRINI *et al.*, 2020).

A coluna estratigráfica da Bacia do Araripe é dividida em cinco sequências, de acordo com Assine (2007) e Fambrini *et al.* (2020): **1-** Sequência Paleozoica, constituída pela Formação Cariri, representada por arenitos médios a grossos fluviais, de idade neordoviciana a eossiluriana; **2-** Sequência Início de Rifte, de idade neojurássica, composta pelos pelitos da Formação Brejo Santo e pelos arenitos da porção inferior da Formação Missão Velha; **3-**

Sequência Clímax de Rifte, constituída pelos arenitos grossos da porção superior da Formação Missão Velha e pelos pelitos e arenitos da Formação Abaiara, de idade neocomiana; 4- Sequência pós-rifte, separada em duas, Pós-Rifte I, de idade aptiano-albiana, constituída pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo, e Pós-Rifte II, de idade albiano-cenomaniana, acha-se caracterizada por sedimentos aluviais das formações Araripina e Exu.

A Bacia Sedimentar do Araripe é reconhecida mundialmente como valioso jazigo fossilífero, em particular, a Formação Crato, sendo um *Lagerstätten*, um dos depósitos cretáceos mais importantes do mundo que produziu muitos fósseis significativamente preservados nos sedimentos carbonáticos de um paleolago (OSES, 2016).

Outrossim, a caracterização de espécimes fósseis encontrados no local, é importante para a compreensão da história paleoambiental da região. Sendo importante ressaltar que muitos dos fósseis descritos nos calcários, foram coletados por trabalhadores locais e, conseqüentemente, os estudos carecem de dados estratigráficos detalhados de proveniência (MOURA *et al.*, 2006).

Restos muito bem preservados de algas, fungos, plantas (samambaias, gimnospermas, angiospermas), invertebrados (insetos, aracnídeos, miriápodes, decápodes) e vertebrados (peixes, tartarugas, crocodilomorfos, pterossauros, dinossauros, pássaros) foram recuperados da Formação Crato, um conjunto que nos dá uma base de como era a vida em um sistema lacustre de baixa latitude no Cretáceo Inferior (MOURA *et al.*, 2006).

2.2 Filogenia dos Tetrápodes e História de vida de Lissamphibia

Um evento significativo na história dos vertebrados é a transição das barbatanas dos peixes para os membros de locomoção terrestre e os tetrápodes foram os primeiros representantes desse processo. O que mostra grande salto evolutivo, onde os caracteres para a irradiação adaptativa foram selecionados por condições ambientais bem específicas, resultando em novas estratégias de alimentação, reprodução, manutenção do balanço hídrico corporal e a percepção de presas e predadores (POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Estudos sobre estas mudanças oferecem subsídios importantes para entendermos sobre os mecanismos biológicos que geraram essas grandes transformações no desenvolvimento genético, na estrutura esquelética e na biomecânica (SHUBIN; DAESCHLER; JENKINS, 2006).

Os membros são distintos das nadadeiras, principalmente, pela presença de ossos que formam pulsos, tornozelos e dedos móveis. Uma dificuldade na compreensão da transição

nadadeira-membro está na natureza das evidências disponíveis dos parentes mais próximos dos tetrápodes. Os parentes vivos mais próximos, como os peixes pulmonados e os celacantos, não possuem elementos homólogos aos ossos distais dos membros ou são tão especializados que comparações com os tetrápodes são incertas e os sarcopterígio com morfologias possivelmente intermediárias estão limitados a formas fósseis do Paleozoico (SHUBIN; DAESCHLER; JENKINS, 2006; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

A descoberta de Tiktaalik (Fig. 03), por exemplo, trouxe novas informações sobre esse tema. O material é notável por sua posição filogenética e pela preservação tridimensional. Como pertencente ao grupo irmão dos vertebrados com membros, Tiktaalik pode revelar o padrão primitivo do qual os membros foram derivados. Há pouca variação no desenho articular ou nas proporções dos apêndices, sendo a barbatana relativamente mais robusta e estreita ântero-posteriormente em comparação com as nadadeiras dos peixes tetrapodomorfos (SHUBIN; DAESCHLER; JENKINS, 2006).



Figura 03. A descoberta da pélvis de Tiktaalik, retratada na escultura, é uma reconstrução em tamanho natural (esquerda) e um molde do esqueleto (direita). Ilustração de Kalliopi Monoyios (Fonte: Revista National Geographic).

Os tetrápodes basais são divididos em três grupos: os +Labyrinthodontia; os +Lepospondyli e os Lissamphibia (BENTON, 2008). Os +Labyrinthodontia, hoje extintos, surgiram no Devoniano, período compreendido entre 416 milhões e 359 milhões de anos, e apresentavam perfil corporal similar ao dos peixes, com cabeça hidrodinâmica, nadadeira caudal, tarsos pouco desenvolvidos e mediam entre 0,5-1,2 m de comprimento (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Dentre os gêneros conhecidos do grupo estão †*Acanthostega* e †*Ichthyostega*, ambos encontrados na Groenlândia, em rochas de origem fluvial do período Eodevoniano e Neocarbonífero (Fig. 04). Eles podiam nadar através da flexão lateral de sua cauda e da coluna vertebral e a alimentação consistia, predominantemente, de peixes (ALEXANDER, 1975).

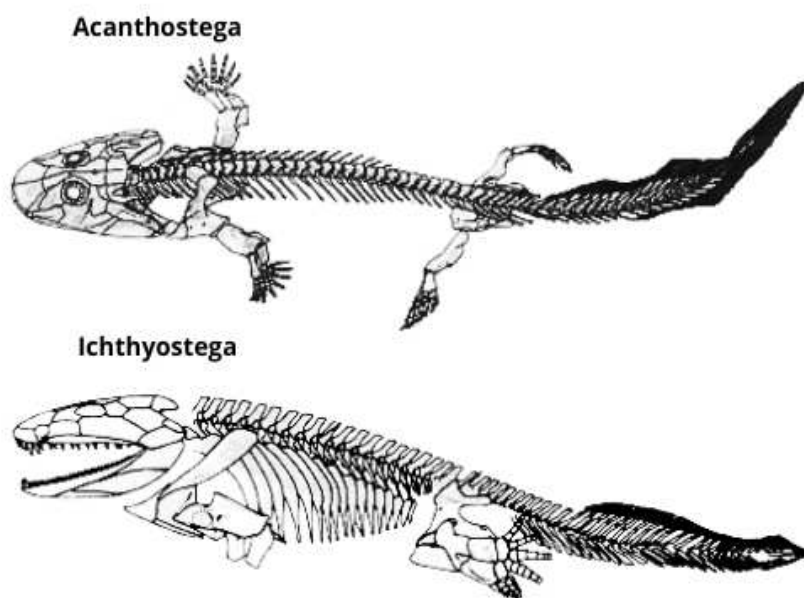


Figura 04. Reconstruções dos esqueletos de tetrápodes do Devoniano do leste da Groenlândia (costelas de †*Acanthostega* estão omitidas, pés dianteiros de †*Ichthyostega* são desconhecidos).
(Fonte: Adaptado de POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Durante o Carbonífero, há cerca de 318 milhões e 299 milhões de anos, vastas florestas tropicais cobriam boa parte do que hoje é a América do Norte e a Europa, que eram situadas próximo ao Equador da Terra. Esses locais eram habitados por uma variedade impressionante de animais e havia um grupo, em especial, bastante diversificado de pequenos vertebrados, medindo menos de 1 metro de comprimento, que se assemelhavam a tritões, lagartos e cobras, os chamados †*Lepospondyli*, uma subclasse de tetrápodes caracterizados por terem grandes números de vértebras, estas com centros em forma de ampulheta. Os †*Lepospondyli* possuíam corpos alongados e membros curtos, com uma ordem perdendo completamente seus membros (BAIRD, 1965; CARROLL, 2001; ANDERSON, 2003)

Esses fósseis são frequentemente encontrados em veios de carvão, arenitos e calcários depositados em estuários, rios e lagos. O fato de muitos espécimes serem encontrados em veios de carvão pode explicar porque são mal compreendidos, apesar de terem sido coletados desde meados do século XIX. Estes materiais preservados em carvão são difíceis de investigar e muitos espécimes são danificados ou distorcidos pela pirita, um

mineral que cresce dentro do fóssil e pode causar danos severos ao material. Existem cinco ordens de +Lepospondyli, cada uma com características distintas, são: os +*Nectridea*; os +*Microsauria*; os +*Lysorophia*; os +*Adelospondyli* e os +*Aistopoda* (BAIRD, 1965; CARROLL, 2001; ANDERSON, 2003).

Em relação ao Lissamphibia, sua origem tem duas hipóteses prováveis. A mais aceita foi proposta por Ruta *et al.* (2003) e é baseada na similaridade dos caracteres cranianos e foi aperfeiçoada pela pesquisa filogenética de Zhang *et al.* (2005), por meio de análises moleculares que sugerem que o clado derivou dos *Dissorofoides*, anfíbios *Temnospondyli*, extintos, que apresentavam formas basais gigantescas.

A hipótese +Lepospondyli, para a origem de Lissamphibia, propõe que os anfíbios modernos descendem desse grupo, baseando-se na similaridade entre as suas vértebras e é apoiada pela análise cladística. Esta hipótese associa os *Gymnophiona* aos *Aistopodes*, principalmente, devido à ausência de membros em ambos os grupos. No entanto, essa característica não é exclusiva a esses grupos, sendo encontrada, por exemplo, em cobras e em cerca de 30 espécies de lagartos de forma independente. Além disso, outro desafio significativo para essa hipótese é que os +Lepospondyli foram extintos antes do surgimento dos anfíbios modernos, durante o Triássico, entre 252 a 201 milhões de anos atrás (BAIRD, 1965; CARROLL, 2001; ANDERSON, 2003; RUTA *et al.*, 2003; ZHANG *et al.*, 2005).

A hipótese concorrente e mais aceita, sugere que os anfíbios descendem de tetrápodes conhecidos como +*Temnospondyli*. Esta ideia é apoiada por análises cladísticas adicionais. Os +*Temnospondyli* foram o grupo mais diversificado de tetrápodes durante o Devoniano e só foram extintos no período Cretáceo, o que os torna contemporâneos dos primeiros anfíbios (BAIRD, 1965; CARROLL, 2001; ANDERSON, 2003; RUTA *et al.*, 2003; ZHANG *et al.*, 2005).

O estudo do desenvolvimento ontogenético sobre o grupo, +*Temnospondyli* são um caminho para a elucidação dessa hipótese. Os anfíbios modernos exibem uma variedade de padrões de desenvolvimento, mas geralmente incluem um estágio larval que passa por metamorfose para se tornar adulto e os fósseis de +*Temnospondyli* mostram estágios juvenis com brânquias externas, semelhantes às dos girinos, que são perdidas na idade adulta (BAIRD, 1965; CARROLL, 2001; ANDERSON, 2003; RUTA *et al.*, 2003; ZHANG *et al.*, 2005).

Em contraste os +Lepospondyli, já que tanto os +*Aistopoda* quanto os +*Nectridea* mostram um desenvolvimento direto sem metamorfose distinta. Com base nesse padrão de crescimento e desenvolvimento, é provável que os anfíbios tenham se originado dos +

Temnospondyli. (BAIRD, 1965; CARROLL, 2001; ANDERSON, 2003; RUTA *et al.*, 2003; ZHANG *et al.*, 2005).

O grupo Lissamphibia é dividido em quatro clados, sendo um deles já extinto: os +Albanerpetontidae, grupo este com 4 gêneros conhecidos desde o Eojurássico, que caracterizavam-se por apresentarem ossos frontais fundidos em um único elemento triangular, articulação subvertical da mandíbula, um proeminente processo no crânio conectado a maxila, ao nasal e ao lacrimal; os +Albanerpetontidae são uma família de lissanfíbios superficialmente semelhantes à salamandras, o grupo inclui quatro gêneros: +*Albanerpeton*, +*Anoualerpeton*, +*Celtdens* e +*Wesserpeton*. Tendo entre 10 e 20 espécies conhecidas, abrangendo cerca de 160 milhões de anos desde o período Jurássico Médio até o final do Plioceno (BENTON, 2008).

Durante muito tempo, pensou-se que os +Albanerpetontidae eram salamandras devido ao seu plano corporal generalizado, mas hoje sabe-se que são um grupo totalmente diferenciado dos demais, principalmente pelo seu tamanho pequeno, que não passava de 1,5 cm e língua retrátil, comparada a de um camaleão; os *Urodela*, por sua vez possuem corpo alongado, patas curtas, dentes bicúspides e pedicelados e ciclo de vida inicial na água, podendo posteriormente, passar a um modo terrestre, reconhecidos a partir do Mesojurássico; os *Gymnophiona*, não possuem patas, tem crânio robusto, dentes bicúspides e pedicelados, possuem cerca de 200 vértebras torácicas e, em sua maioria, habitam ambientes subterrâneos, apresentam registro desde o Jurássico; e os *Anura*, com esqueleto delicado e modificado para o padrão de locomoção saltatorial, dentes bicúspides e pedicelados, com as patas posteriores em algumas subdivisões podendo ser mais alongadas para aumentar a projeção do salto, e seu registro mais antigo é do Neotriássico (BENTON, 2008).

Se tratando das três linhagens atuais, elas apresentam formas corporais bastante distintas, porém sua origem monofilética permite-nos ver vários caracteres derivados compartilhados. Dentre eles o tegumento úmido e permeável que permite as trocas gasosas; a Papilla Amphibiorum, estrutura sensorial responsável pela percepção de frequências sonoras específicas; o complexo Operculum-columella, ossos envolvidos na transmissão dos sons para a orelha interna; os dentes pedicelados e o músculo Levator Bulbi, sendo este uma lâmina delgada no assoalho da órbita, innervada pelo quinto nervo craniano que faz os olhos se tornarem salientes (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Entretanto, de todos os caracteres mencionados anteriormente, o tegumento úmido é, sem dúvida, o mais significativo, pois desempenhou papel crucial na evolução das três linhagens de maneiras bastante similares, já que limitava o nicho ecológico do grupo. Durante

a Era Paleozoica, diversos tetrápodes não amniotas possuíam couraças dérmicas em forma de escamas ósseas sobre o tegumento. Este tegumento, por ser permeável e desprovido de adornos, é uma característica derivada compartilhada entre *Lissamphibia* (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

A pele dos anfíbios é fina, flexível e resistente, sendo altamente irrigada com vasos sanguíneos e apresenta muitas glândulas. Ela atua em muitas funções vitais como respiração, regulação térmica, comunicação química, osmorregulação e, também, é o principal órgão de defesa desses animais, seja contra predação ou na proteção de doenças causadas por microorganismos (DEULLMAN; TRUEB, 1994; PRATES, 2010). A variedade nos modos de reprodução e dos tipos de cuidado parental exibida em *Lissamphibia* é notável, a maioria das espécies põe ovos, estes ovos são depositados na água ou em ninhos na terra firme, produzindo larvas ou miniaturas dos adultos terrestres (DEULLMAN; TRUEB, 1994).

Sobre os *Urodela*, alguns chamam atenção pela sua metamorfose incompleta, também denominada como pedomorfose, onde mesmo adultos com a maturação sexual, apresentam características juvenis, por exemplo a permanência das brânquias. Porém isso acontece apenas em parte dos indivíduos de uma mesma população (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Por exemplo, se tratando de comportamento reprodutivo, em algumas espécies de *Urodela* os padrões de corte são importantes para o reconhecimento das espécies e mostram grande variação interespecífica. Os machos das salamandras têm elaborados caracteres sexuais secundários que são usados durante a corte. Os feromônios são liberados primariamente pelos machos e desempenham importante papel na corte, sendo provável que esses químicos contribuam para o reconhecimento da espécie e talvez estimulem atividades endócrinas que aumentam a receptividade das fêmeas. Em algumas espécies os machos produzem espermatóforos, como no caso da salamandra crepuscular, *Desmognathus fuscus*. O dimorfismo sexual (Fig. 05) também é característica significativa no grupo (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

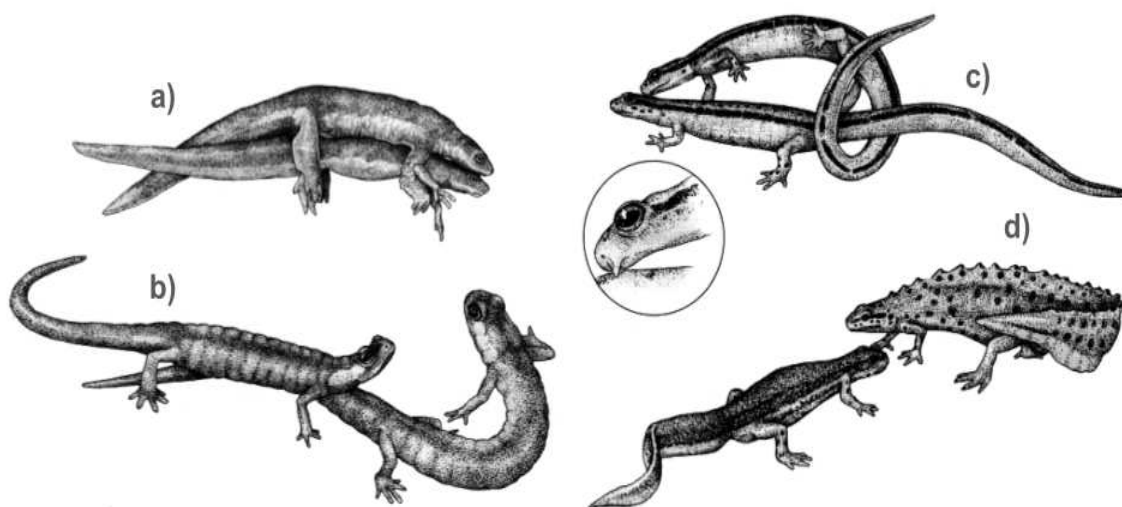


Figura 05. Transferência de feromônios pelo macho da salamandra: **(a)** macho de tritão-de-pele-rugosa (*Taricha granulosa*, Salamandridae) esfregando seu queixo no pescoço da fêmea; **(b)** fêmea de salamandra-de-jordan (*Plethodon jordani*, Plethodontidae) seguindo a fêmea no andar sobre a cauda que precede a deposição do espermatóforo; **(c)** macho de salamandra-de-duas-linhas (*Eurycea bilineata*, Plethodontidae) usando seu dente aumentado para raspar o topo da cabeça da fêmea; **(d)** macho de tritão-liso (*Triturus vulgaris*, Salamandridae) à direita usando sua cauda para espalhar feromônios na direção da fêmea (Fonte: Adaptado de POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Outrossim, ainda dentro deste grupo a axolote, também conhecido como salamandra mexicana, de nome científico *Ambystoma mexicanum*, sendo originalmente encontrado no México, que na natureza apresenta cores escuras que variam entre o marrom e o preto, a sua aparência rosada ou branca é um resultado de sua criação em cativeiro, prática mundialmente difundida, mas, atualmente o animal raramente é encontrado na natureza por conta de seu estado de conservação, já que está ameaçado de extinção devido a falta de regulação do crescimento urbano, poluição do solo e afluentes com substâncias tóxicas, bem como a introdução de espécies exóticas como carpas e tilápia (ZAMBRANO-GONZÁLEZ, *et al.*, 2014; LOPEZ, 2022).

Se tratando de *Gymnophiona*, um desses grupos de animais de solo negligenciados, com poucas pesquisas a respeito de seus hábitos ecológicos, têm um estilo de vida fossorial predominantemente subterrâneo, em ambientes com terra úmida e lama, pântanos e as margens de lagos, junto às plantas aquáticas. Com mais de 170 espécies conhecidas são amplamente distribuídas ao longo dos trópicos úmidos, com algumas espécies encontradas em regiões subtropicais. Pouco se sabe sobre a história natural desse grupo (GUDYNAS; WILLIAMS; AZPÉLICUETA, 1988; NUSSBAUM; WILKINSON, 1989; JONES; LOADER; GOWER, 2006).

As adaptações reprodutivas presentes em *Gymnophiona* são bastante especializadas (Fig. 06), tanto quanto à sua forma corporal e a sua ecologia. A fecundação é realizada de forma interna pelo órgão copulador do macho, que é uma expansão da cloaca. Algumas espécies de cecílias põem ovos e a fêmea se enrola ao redor deles, ali permanecendo até a eclosão, mas a viviparidade é bastante difundida, sendo a maioria das espécies vivíparas e matrotóricas (WAKE, 1993).

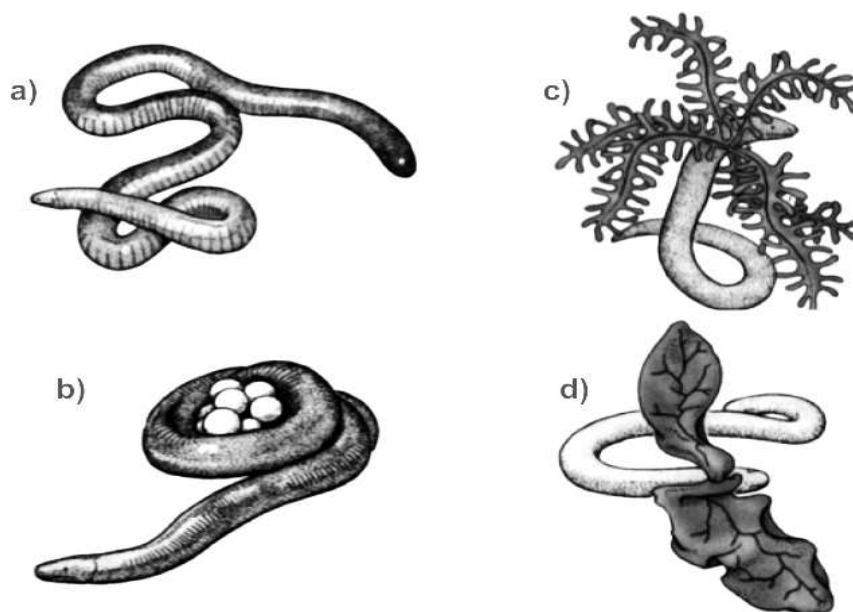


Figura 06. *Gymnophiona*, cecílias. (a) Animal adulto, mostrando a forma do corpo; (b) fêmea enrolada em torno de seus ovos. Embriões de espécie terrestre (c) e de espécie aquática (d).
(Fonte: Adaptado POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Sobre *Anura*, todos os representantes apresentam o ciclo de vida em duas fases bem distintas, uma na água e outra na terra. O estágio larval, quando girino, é na água e o estágio adulto é, predominantemente, em terra (DEULLMAN; TRUEB, 1994; HADDAD; PRADO, 2005).

Algumas espécies mantêm os ovos grudados na superfície do corpo, outros carregam seus ovos em bolsas no tegumento do dorso ou dos flancos, nos sacos vocais ou até no estômago (Fig. 07). Em outros casos, as fêmeas retêm os ovos nos ovidutos e dão à luz filhotes completamente metamorfoseados. Muitos não cuidam de seus ovos e filhotes mas, em algumas espécies, um dos pais pode permanecer com os ovos e às vezes até com os filhotes que estão saindo da casca, transportando-os do ninho até a água e, em poucos casos, até mesmo os alimenta (DEULLMAN; TRUEB, 1994; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

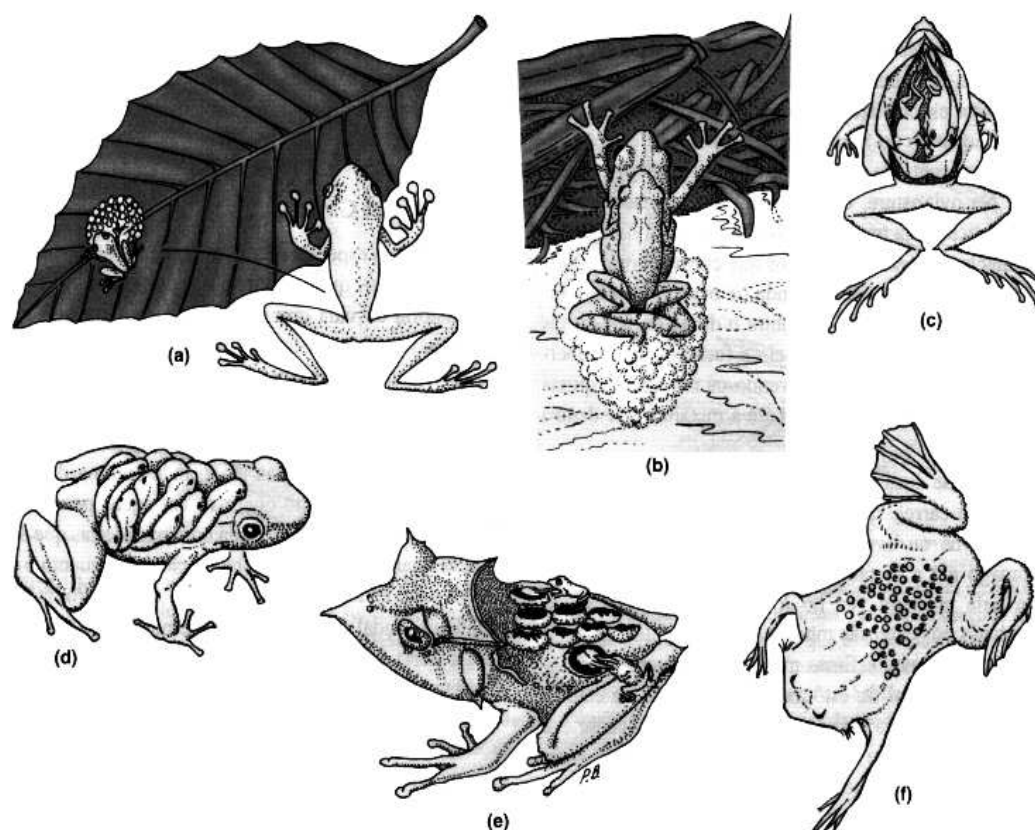


Figura 07. Desenvolvimento do ovo e cuidado parental entre Anura: (a) ovos postos acima da água, *Centrolenella*, Centrolenidae; (b) ovos em ninho de espuma, *Physalaemus*, Leptodactylidae; (c) ovos carregados pelo adulto, *Rhinoderma*, Rhinodermatidae (d) girinos carregados pelo adulto, *Colostethus*, Dendrobatidae. Ovos carregados pelo dorso de um adulto: (e) *Hemiphractus*, Hylidae; (f) *Pipa*, Pipidae (Fonte: Adaptado de POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Os anfíbios são organismos com papel significativo no fluxo energético do ambiente em que vivem, transformando aproximadamente 90% do que consomem, apresentando taxas de desenvolvimento bastante elevadas e atuando para o equilíbrio dos ecossistemas, como reguladores de insetos e outros invertebrados, além também de fazerem parte da dieta de répteis, aves e mamíferos (BASTOS *et al.*, 2003; LIMA *et al.*, 2019).

Nos anuros, a energia é armazenada em forma de proteínas, carboidratos e lipídios, mas esta última é a forma principal, conduzida através do fígado, da gordura corporal, dos tecidos somáticos e reprodutivos (FITZPATRICK, 1976). Boa parte dessa energia é utilizada na vocalização. Esse processo acontece quando o ar dos pulmões é forçado através das cordas vocais, provocando vibração. A contração dos músculos do tronco fornece a pressão nos pulmões que impulsiona o ar através das cordas vocais e essas contrações requerem grande energia metabólica (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Porém, o gasto energético é recompensado com o sucesso reprodutivo. Segundo as pesquisas de Wells e Taigen (1986) e Klump e Gerhardt (1987), quanto mais intenso e demorado o canto do macho de algumas espécies de pererecas cinzentas, mais atraentes eles se tornam para as fêmeas. Entendendo que um canto mais duradouro requer mais energia de um parceiro, elas selecionam os machos que mostram mais potência na vocalização, já que essa característica lhes remetem à um indivíduo mais saudável, maior e com mais energia para suprir esse custo e que, conseqüentemente, fornecerão genes mais interessantes para a sua reprodução. Outra vantagem da vocalização é a especificidade que caracteriza cada canto, o que evita o cruzamento de espécies distintas (BERNAL; MONTEALEGRE; PÁEZ, 2004). Podemos dizer que além de fazer parte importante da ciclagem de nutrientes e da cadeia alimentar em todos ecossistemas a que pertencem, os Amphibia, no geral, também apresentam nichos e comportamentos bastante diversificados (CORTES-GOMEZ *et al.*, 2015).

Se tratando da alimentação, em geral, os anfíbios adultos atuais são carnívoros e, dentro de cada grupo, poucas especializações morfológicas são associadas aos seus hábitos alimentares distintos. Porém, o tamanho da cabeça está diretamente relacionado à determinação do tamanho máximo da presa que pode ser capturada, pois comem quase tudo que conseguem engolir. Ou seja, quanto maior a boca, mais diversificado pode ser seu cardápio. Em anuros, mesmo que a dieta dos adultos seja predominantemente carnívora, pode apresentar variações sazonais. De acordo com a disponibilidade de presas e a necessidade de poupar energia em períodos mais escassos, a preferência por pequenos invertebrados como formigas, por exemplo, é bastante significativa (MOREIRA; BARRETO, 1996; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Na maioria das espécies de Anura, os girinos são herbívoros filtradores, mas em alguns casos são carnívoros. As diferenças nos hábitos alimentares variam de acordo com os estágios de desenvolvimento, permitindo explorar recursos distintos, característica que traz muitas vantagens e talvez seja o fator que levou o grupo a reter o padrão ancestral de história de vida, no qual uma larva aquática transforma-se em um adulto terrestre (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

2.3 Taxonomia de Anuros

Atualmente são reconhecidas 39 famílias de Anura, das quais apenas 14 possuem representantes fósseis (DEULLMAN; TRUEB, 1994; SANCHIZ, 1998). A seguir, estão sintetizadas as principais características dessas famílias.

Os +Palaeobatrachidae (Fig. 08) são uma família que possui representantes anuros com cerca de 120 mm de comprimento, sendo notáveis por possuírem de sete a oito vértebras pré-sacrais com arcos neurais imbricados, sendo as duas últimas fundidas, uma cintura peitoral arciferal, maxila e pré-maxila dentadas, dois tarsais e uma falange extra no quinto dedo do pé. Os fósseis dessa família foram encontrados exclusivamente na Europa (DEULLMAN; TRUEB, 1994; SANCHIZ, 1998).



Figura 08. Representante fóssil da Família, +Palaeobatrachidae, *Palaeobatrachus grandipes* (Giebel, 1851).
(Fonte: Site Biolib.cz)

A família Leiopelmatidae (Fig. 09), descrita por Mivart em 1869, abrange pequenos anfíbios de cerca de 55 mm, encontrados no centro-oeste da América do Norte e na Nova Zelândia. Caracteriza-se por nove vértebras pré-sacrais com cartilagem intervertebral, arcos neurais não imbricados e maxila e pré-maxila dentadas.

Fósseis dessa família podem chegar a 15 cm e são encontrados no Jurássico da Patagônia argentina, representados pelos gêneros +*Notobatrachus* e +*Vieraella* (Reig, 1961), além de +*Leiopelma* (Fitzinger, 1861), do Eopleistoceno da Nova Zelândia.



Figura 09. Representante atual da Família Leiopelmatidae, *Leiopelma hochstetteri* (Fitzinger, 1861).
(Fonte: New Zealand Herpetological Society).

A família Discoglossidae (Fig. 10), descrita por Gunther em 1858, é amplamente distribuída em várias regiões, incluindo Europa, Turquia, norte da África e partes da Ásia. Os anfíbios dessa família variam entre 4 e 5 cm de comprimento e apresentam características como oito vértebras pré-sacrais com arcos neurais imbricados, vértebras II e IV com costelas livres, além de maxila e pré-maxila dentadas, sem ossos palatinos.

Seu registro fóssilífero é extenso, datando do início do Cretáceo até o Pleistoceno, com gêneros como *+Eodiscoglossus* (Villada, 1957) na Espanha, *+Notobatrachus* e *+Enneabatrachus* (Evans & Milner, 1993) do Marrocos e *+Scotiophryne* (Estés, 1969) nos EUA, destacando sua longa história evolutiva.



Figura 10: Representante da família Discoglossidae, *Alytes obstetricans* Laurenti 1768 (Whitfield, 1998), são conhecidos comumente como Sapo-parteiro-comum. (Fonte: Site Santander Capital Natural).

A família Pipidae (Fig. 11), descrita por Gray em 1825, inclui rãs que habitam regiões a leste dos Andes, no Panamá e na África subsaariana, com tamanhos variando de 44 a 171 mm. Essas espécies se destacam por possuírem de seis a oito vértebras pré-sacrais com arcos neurais imbricados, a vértebra pré-sacral VIII geralmente fundida, e um anel cricoide completo. Notavelmente, elas não possuem língua, além de não terem ossos palatinos ou parahióides.

Os fósseis desta família foram encontrados ao sul do mar de Thetis, datados de diferentes períodos. No Eocretáceo, destacam-se *+Saltenia* (Reig, 1959) na Argentina e *Xenopus* (Wagler, 1827) no Níger. No Neocretáceo, foram registrados *+Thoraciliacus* (Nevo, 1968) e *+Cordicephalus* (Nevo, 1968) em Israel, *+Avitabatrachus* (Báez, Trueb & Calvo, 2000) na Argentina e *+Vulcanobatrachus* (Trueb, Ross & Smith, 2005) na África do Sul. No Paleogeno, foram encontrados fósseis no Brasil e na Argentina, além de registros no Neogeno no Marrocos e na África do Sul.



Figura 11: Representante atual da família Pipidae: *Xenopus laevis* Daudin 1802 (Whitfield, 1998).
Popularmente chamados de Sapo-pipa.
(Fonte: Site Tyrone Ping, explorando a África do Sul).

A família Pelobatidae (Fig.12), descrita por Bonaparte em 1850, é representada por espécies que habitam o leste do Paquistão, oeste da China, ilhas Sonda, Filipinas, Europa, oeste da Ásia, norte da África e sul da América do Norte e México, variando de 85 a 125 mm. Essas rãs são caracterizadas por oito vértebras pré-sacrais com arcos neurais imbricados e discos intervertebrais ossificados, além da ausência de costelas. Os ossos palatinos podem estar fundidos a elementos adjacentes, e tanto a maxila quanto a pré-maxila apresentam dentes.

Os representantes fósseis dessa família são encontrados em camadas neocretáceas, o *+Aralobatrachus* (Nessov, 1981) no Uzbequistão e *+Eopelobates* (Parker, 1929) na Mongólia, bem como em depósitos do Paleógeno na América do Norte, na Europa com *+Eopelobates* e na Mongólia com *+Macropelobates* (Noble, 1924). No Terciário e no Pleistoceno, estão presentes na Europa *+Pelobates* (Wagler, 1830) e na América do Norte, *+Scaphiopus* (Holbrook, 1836).



Figura 12: Representante atual da família Pelobatidae: *Pelobates fuscus* Laurenti 1768 (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site INPN - Inventaire National du Patrimoine Naturel).

A família Leptodactylidae Werner 1896 (sensu FROST *et al.*, 2006) (Fig. 13), popularmente conhecida como rãs dos trópicos meridionais, conta atualmente com mais de

1.100 espécies, apresentando ampla variedade de formas e distribuição geográfica restrita, que se estende da América do Sul ao sul da América do Norte (FROST *et al.*, 2006).

Essas rãs variam significativamente em tamanho, medindo entre 10 e 320 mm, e possuem tipicamente oito vértebras pré-sacrais, das quais as duas primeiras geralmente não são fundidas. As características distintivas incluem a ausência de costelas e do osso parahioide, um arco cricoide completo, maxilas e pré-maxilas dentadas, além de dois tarsais.

No Brasil há dois representantes fósseis da família datados do Cretáceo, são + *Arariphrynus* (Leal & Brito, 2006) e + *Eurycephalella* (Báez; Moura e Gómez, 2009), enquanto os demais são encontrados no Paleogeno da República Dominicana, *Eleutherodactylus* (Duméril & Bibron, 1841), no Neogeno da Argentina, *Caudiverbera* (Laurenti, 1768 e Wawelia Casamiquela, 1963) e no Pleistoceno da América do Sul + *Ceratophrys* (Wied-Neuwied, 1824) e *Leptodactylus* (Fitzinger, 1826) e em Porto Rico, *Eleutherodactylus* (Duméril & Bibron, 1841).



Figura 13: Representante atual da família Leptodactylidae: *Leptodactylus pentadactylus* Laurenti 1768 (Whitfield, 1998).

(Fonte: Site Panama Biota: Smithsonian - Tropical Research Institute).

A família Rhinophrynidae (Fig. 14), descrita por Gunther em 1959, possui distribuição geográfica restrita, com representantes de cerca de 75 mm encontrados no sul dos Estados Unidos, México e Costa Rica. Suas características incluem oito vértebras pré-sacrais com arcos neurais imbricados, vértebras I e II livres, ausência de ossos palatinos e maxila e pré-maxila edentadas. Também apresentam anel cricoide dorsalmente incompleto e ausência de uma falange no primeiro dedo. Os fósseis dessa família são registrados no Paleogeno da América do Norte, como + *Eorhinophrynus* (Hecht, 1959) e + *Rhinophrynus* (Duméril & Bibron 1841).



Figura 14: Representante atual da família Rhinophrynidae: *Rhinophrynus dorsalis* Duméril & Bibron 1841 (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site BioDiversity4all).

A família Myobatrachidae (Fig. 15), descrita por Schlegel em 1850, é encontrada atualmente na Nova Guiné e Tasmânia, com representantes variando entre 20 e 115 mm. Caracterizam-se por oito vértebras pré-sacrais com notocorda persistente, ausência de costelas e osso parahioide, e maxila e pré-maxila geralmente dentadas. O astrágalo e o calcâneo são fundidos nas extremidades, e possuem dois tarsais. Seus fósseis mais antigos datam do Paleogeno da Índia, +*Indobatrachus* (Noble, 1930) e incluem registros do Neogeno e Pleistoceno da Austrália.



Figura 15: Representante atual da família Myobatrachidae: *Cyclorana cultripipes* Parker 1940 (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site Lyrebird Gallery Smugmug).

A família Pelodytidae (Fig. 16), descrita por Bonaparte em 1850, tem uma distribuição geográfica restrita ao oeste da Europa e sudoeste da Ásia, com espécies de cerca de 50 mm. Caracteriza-se por oito vértebras pré-sacrais com arcos neurais imbricados, ausência de costelas, anel cricoide dorsalmente incompleto e astrágalo e calcâneo totalmente fundidos, além de três tarsais.

Os fósseis dessa família são todos do Cenozoicos, incluindo registros do Paleogeno da Alemanha, +*Propelodytes* (Weitzel 1938) e +*Pelodytes* (Fitzinger in Bonaparte,

1838), do Neogeno da Espanha e nos EUA +*Miopelodytes* (Taylor, 1942), e do Pleistoceno da França +*Pelodytes*.



Figura 16: Representante atual da família Pelodytidae: *Pelodytes punctatus* Daudin 1802 (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site Museu Virtual Biodiversidade da Universidade de Évora).

A família Hylidae (Fig. 17), descrita por Gray em 1825, é composta por pequenos anfíbios conhecidos como pererecas, variando de 17 a 140 mm, que habitam regiões tropicais e temperadas das Américas, além de áreas na Índia, Tasmânia, Nova Guiné, Ilhas Salomão, norte da África, Eurásia e Japão. Caracterizam-se por oito vértebras pré-sacrais, sendo as duas primeiras livres, arcos neurais geralmente não imbricados, um arco cricoide completo, e ausência de osso parahioide e costelas. Maxila e pré-maxila são dentadas, e o astrágalo e calcâneo estão fundidos apenas nas extremidades.

Os gêneros fósseis são em sua maioria do Cenozoico, e incluem +*Hyla* (Laurenti, 1768) na Europa do Paleogeno, Litoria na Austrália do Neogeno, +*Proacris* (Holman, 1961) e +*Pseudacris* (Fitzinger, 1843) na América do Norte do Neogeno ao Pleistoceno. Outros registros incluem +*Cyclorana* (Steindachner, 1867) na Austrália e +*Pternohyla* (Boulenger, 1882) no México. E, no Brasil, temos o +*Kururubatrachus gondwanicus*, encontrado na na Formação Crato do Cretáceo Inferior (AGNOLIN *et al.*, 2020).



Figura 17: Representante atual da família Hylidae: *Hyla arborea* Linnaeus 1758 (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site Nature Guide).

A família Ranidae (Fig. 18), descrita por Gray em 1825, é amplamente distribuída, exceto no sul da América do Sul, oeste da Índia, Austrália e ilhas oceânicas. Seus representantes incluem pequenas rãs, com algumas espécies alcançando até 300 mm. Caracterizam-se por oito vértebras pré-sacrais, das quais as duas primeiras são geralmente não fundidas, e arcos neurais não imbricados. A vértebra pré-sacral VIII é bicônica, e o sacro é biconvexo, com arco cricoide completo e ausência de osso parahioide. Maxila e pré-maxila são geralmente dentadas, e astrágalo e calcâneo estão fundidos apenas nas extremidades.

Fósseis representativos incluem +*Rana* (Linnaeus, 1758) do Paleogeno ao Pleistoceno da Europa e do Neogeno ao Pleistoceno das Américas Central e do Norte, e +*Ptychadena* (Boulenger, 1917), do Neogeno do Marrocos.



Figura 18: Representante atual da família Ranidae: *Rana pipiens* Schreber 1782 (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site BioDiversity4all).

A família Bufonidae (Fig. 19), descrita por Gray em 1825, é encontrada em regiões tropicais e temperadas quentes, com tamanhos variando de 20 mm a 250 mm. Caracteriza-se por cinco a oito vértebras pré-sacrais, geralmente com as duas primeiras fundidas, e ausência de osso parahioide. Possuem arco cricoide completo, maxila e pré-maxila edentadas, e astrágalo e calcâneo fundidos apenas nas extremidades.

Apenas dois gêneros fósseis são conhecidos, o +*Peltophryne* (Fitzinger, 1843), do Pleistoceno de Cuba, +*Bufo* (Laurenti, 1768), do Paleogeno ao Pleistoceno da Europa e América do Sul, e do Neogeno ao Pleistoceno do norte da África e América do Norte.



Figura 19: Representante atual da família Bufonidae: *Bufo bufo* Linnaeus 1758 (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site BioDiversity4all)

A família Rhacophoridae (Fig. 20), descrita por Hoffman em 1932, inclui exemplares de 15 a 120 mm, com a maioria dos representantes encontrados na Ásia tropical e subtropical, além de um gênero na África e dois em Madagascar. Essas rãs possuem oito vértebras pré-sacrais com arcos neurais não imbricados, e a vértebra pré-sacral VIII pode ser bicôncava. Caracterizam-se por um sacro biconvexo, ausência de osso parahioide, cartilagem cricoide completa, e maxila e pré-maxila dentadas.

Suas formas fósseis são do Pleistoceno do Japão, o *+Buergeria* (Tschudi, 1838) e *+Rhacophorus* (Kuhl & Hasselt, 1822).



Figura 20: Representante atual da família Rhacophoridae: *Rhacophorus penanorum* Dehling 2008
(Fonte: Site Novataxa)

A família Microhylidae (Fig. 21), descrita por Gunther em 1859, é amplamente distribuída em regiões tropicais e temperadas, mas ausente em áreas polares, na maior parte da Austrália e ilhas oceânicas. Os exemplares medem cerca de 10 cm e apresentam oito vértebras pré-sacrais, das quais as duas primeiras são livres, além de um arco cricoide completo. Possuem maxila e pré-maxila geralmente edentadas, sem ossos palatinos e parahioide, e astrágalo e calcâneo fundidos apenas nas extremidades, com dois tarsais.

Os fósseis conhecidos incluem +*Microhyla* (Tschudi, 1838) do Pleistoceno no Japão e +*Gastrophryne* (Fitzinger, 1843) da América do Norte.



Figura 21: Representante atual da família Myrobatrachidae: *Hypopachus variolosus* (Whitfield, 1998).
(Fonte: Site BioDiversity4all)

A biodiversidade dos anuros reflete a riqueza ecológica que os anfíbios trazem e a sua presença é fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas, contribuindo para o controle de populações de insetos e o ciclo de nutrientes. Entretanto, essa diversidade enfrenta ameaças significativas, como a destruição de habitats, poluição e doenças emergentes (WHILES; GRUBAUGH, 2006; FROST *et al.*, 2006).

A análise de fósseis de anuros também revela a evolução e as adaptações desse grupo ao longo do tempo, oferecendo uma visão valiosa sobre as mudanças ambientais e ecológicas do passado. A sensibilidade dessas espécies a alterações ambientais torna ainda mais urgente a necessidade de investigar suas interações ecológicas e suas respostas a mudanças no ambiente. O registro fóssil, proporciona uma perspectiva histórica sobre como os anuros se adaptaram a eventos de extinção e mudanças climáticas ao longo da evolução, ressaltando a importância de preservar a biodiversidade atual (ZHANG *et al.*, 2020).

2.4 Anatomia e Tafonomia de Anuros

Dentro do grupo Anura, os sapos possuem a pele mais rugosa, com os membros posteriores mais curtos e apresentam hábitos mais terrestres, comumente vistos em campos abertos, gramados e serapilheira. As rãs são animais de pele mais lisa, com membranas interdigitais bem desenvolvidas e membros posteriores alongados adaptados ao salto e ao nado. Já as pererecas, que também possuem a pele lisa, apresentam hábitos mais arborícolas, e em sua maioria possuem discos adesivos nas pontas dos dedos, o que ajuda na aderência em

superfícies de troncos e folhas (DEULLMAN; TRUEB, 1994). Na figura 22, a seguir, destaca-se o padrão corporal e a sua relação com os hábitos de vida do grupo.

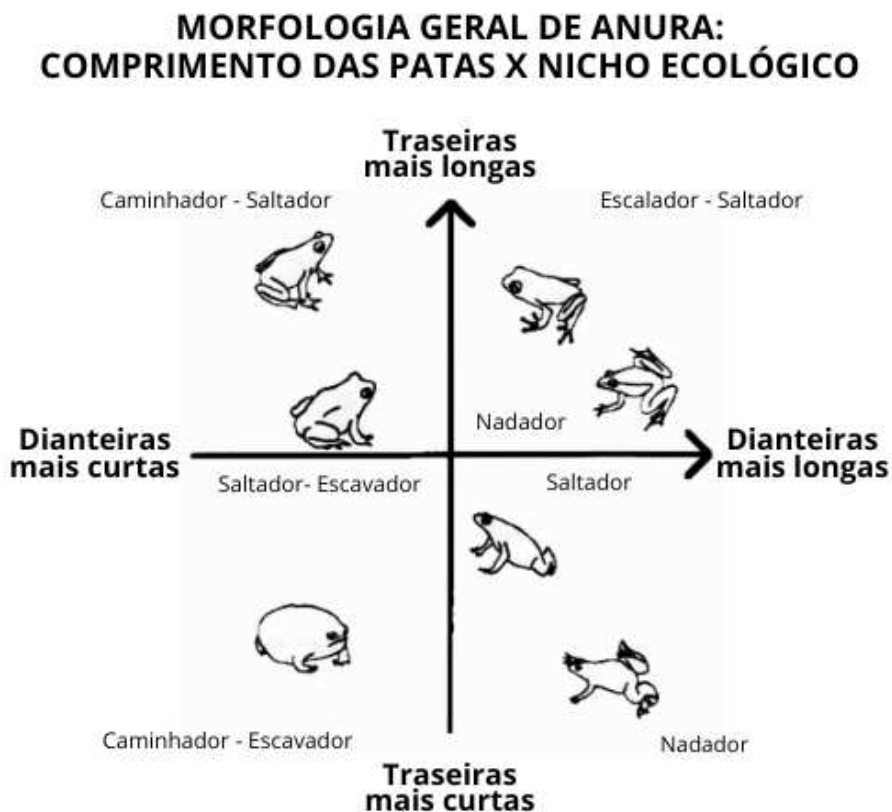


Figura 22. Relação entre a forma corporal e o modo de locomoção dos anuros
(Fonte: Modificado de POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

A pele dos anuros, no geral, é composta por numerosas glândulas granulosas, essas estruturas são as principais responsáveis pela defesa desses organismos, pois secretam uma grande diversidade de peptídeos, aminas biogênicas, esteroides e alcaloides (PRATES, 2010).

Eles, também, possuem um esqueleto altamente modificado (Fig. 23) devido ao seu padrão de locomoção saltatorial, apresentando características osteológicas importantes, como ossos mais finos, leves e delicados e em comparação a maioria dos tetrápodes, apresentam número de vértebras reduzido e crânio muito fenestrado, com ausência de alguns ossos do teto craniano. O uróstilo substitui as vértebras caudais e tanto os membros superiores quanto os inferiores têm os ossos, frequentemente, fundidos (LEITE, 2013; SEBBEN; *et al.*, 2019).

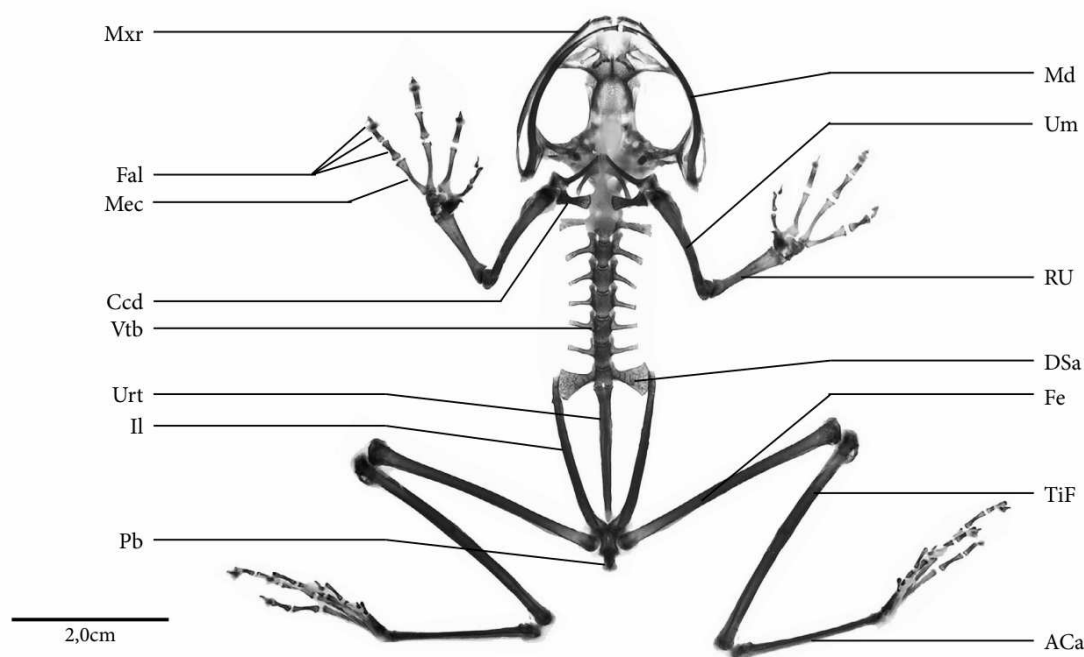


Figura 23: Nomenclatura osteológica do esqueleto em vista ventral de Perereca, *Hypsiboas albomarginatus*:
ACa - Astrágalo-calcâneo; **Ccd**- Coracóide; **DSa** Apófise sacral; **Fal**- Falanges; **Fe**- Fêmur; **Il**- Ílio; **Mec**- Metacarpo; **Md**- Mandíbula; **Mxr**- Maxilar; **Pb**- Púbis; **RU**- Rádioulna; **TiF**- Tíbia-Fíbula; **Um**- Úmero; **Urt**- Uróstilo; **Vtb**- Vértebras (Fonte: Adaptado de SEBBEN; *et al.*, 2019).

Considerando essas características ósseas, a preservação fossilífera em *Anura* pode ser incomum. Para que a fossilização ocorra mantendo a integridade esquelética é preciso que o organismo seja soterrado logo em seguida de sua morte, sem que seja transportado por longas distâncias, pois isso provocaria a fragmentação do espécime em uma granulação sedimentar muito fina com calcários que são depositados em locais calmos, rasos e levemente salinos. Entretanto, por viverem em ambientes lacustres, mais comumente os de água doce, onde ocorrem altos índices de sedimentação, a fossilização dos anuros pode ser favorecida (GHELING, 1999; LEITE, 2013; CATTO *et al.*, 2016).

No processo de fossilização, a preservação mais recorrente, neste caso, é a substituição mineralógica de seus ossos, também denominado de *petrificação*. Ocorre quando as moléculas de origem orgânica são substituídas por moléculas inorgânicas do meio sedimentar e o mineral pode ser substituído por processos de *silicificação*, *calcificação*, *piritização*, entre outros. Podendo ser observada a incrustação de sílica, carbonato de cálcio ou pirita sobre a superfície externa do fóssil, ou ocorrer a adição de elementos minerais nos poros dos ossos, processo este chamado de *permineralização*. Bem menos frequente é a

preservação das partes moles do organismo e em geral encontra-se uma película mais escurecida na matriz consolidada. (GHELING, 1999; LEITE, 2013; CATTO *et al.*, 2016).

2.5 A Ilustração Científica nas Ciências Naturais

Em um contexto histórico, a Revolução Científica na Europa e os avanços tecnológicos do século XV possibilitaram a difusão de conhecimentos sobre o mundo natural, até então nunca experimentada na história ocidental. A forma de olhar e estudar a natureza passava por mudanças objetivas e metodológicas, surgia a partir daí as concepções de ciência moderna na qual conhecemos hoje (RONAN, 1987).

Segundo Oliveira (1996) a imagem como meio de expressão do conhecimento científico só foi possível a partir do período do Renascimento, por meio de um processo de racionalização do olhar. Cientistas, como Galileu Galilei, por exemplo, conectavam arte e ciência ao desenvolver o conhecimento e comunicá-lo de diferentes formas, deixando grandes contribuições para a humanidade (ARAÚJO-JORGE, 2007).

A relação arte e ciência, ao longo da história, destacada no trabalho de Smith (2006), aponta os naturalistas Otto Brunfels e Leonhard Fuchs (1536) como nomes marcantes na botânica, bem como Heinrich Fullmaurer e Veit Speckle (1543) e sua equipe de artesãos, em destaque, no campo da anatomia humana.

Na área da zoologia, a obra de Konrad Gessner, *Historia Animalium* (1558), considerado o precursor da zoologia científica e da taxonomia, tinha como, principal, objetivo reunir e ordenar tudo o que já havia sido escrito, ilustrado ou conhecido sobre animais, no passado e no presente. A importância dos detalhes e da acurácia nas ilustrações aumentava à medida que a arte naturalista tornava-se mais significativa para a ciência (RUDWICK, 1992).

Se tratando da ilustração de fósseis, a prática precede em séculos a própria paleontologia (GOULD, 2001). Porém, esses artefatos naturais, até familiares para muitos, acabavam que, por não terem origem já esclarecida, caíam no imaginário coletivo, e unidos as crenças populares se tornaram figuras fantásticas como dragões ou grifos, por exemplo (FERNANDES, 2005).

Com a influência do humanismo e do racionalismo ocorreram mudanças no entendimento sobre os fósseis, e esse apelo sobrenatural foi sendo aos poucos rejeitado em favor de seu reconhecimento como produtos de origem biológica (MAYOR, 2000).

Mesmo considerando o artista Leonardo da Vinci (1452-1519) pioneiro na criação de esboços como suporte às suas observações sobre conchas fossilizadas, foi Konrad Gessner

(1516-1565) em seu trabalho *De rerum fossilium lapidum et gammarum: maxime figuris et similitudinibus* (1565) quem forneceu a primeira coletânea de gravuras detalhadas de fósseis para fins de consulta e pesquisa (RUDWICK, 1992).

A partir daí a ilustração científica trouxe muitos avanços no conhecimento sobre os fósseis até o final do séc. XVIII, mas foi com o anatomista francês Georger Cuvier (1769-1832) que ela assumiu papel fundamental na tradução de conceitos científicos mais complexos (DEBUS; DEBUS, 2002).

O livro *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, de Charles Darwin (1809-1882), publicado por John Murray em 1859, contém somente uma ilustração, um diagrama em forma de árvore, o que definimos hoje como Cladograma. Contudo, todos os demais livros de Darwin são significativamente ilustrados, com mais de 1400 imagens de diversos tipos e não apenas as espécies que analisa e descreve, mas também os conceitos, as hipóteses, os modelos e as teorias que desenvolve (POMBO; SANTOS, 2011).

Porém, de todo esse material iconográfico, apenas algumas ilustrações foram feitas pelo próprio Darwin. Várias ilustrações, sobretudo esquemas e desenhos, foram feitas pelos seus filhos, com certeza sob a orientação do pai. A maior parte foi encomendada aos melhores artistas e ilustradores da época, como Joseph Wolf (1820-1899), Walter Hood Fitch (1817-1892), Georg Brettingham Sowerby (1788-1854), Briton Rivière (1840-1920), John Gould (1804-1881) ou Thomas Waterman Wood (1823-1903) (POMBO; SANTOS, 2011).

Desde então, a ilustração vem sendo uma ferramenta significativa no estudo paleontológico, promovendo criações notáveis de reconstrução fóssil, animal vegetal ou paleoambiental, e temos atualmente muitas formas de desenvolvê-la, desde a tradicional, feita à mão, ou a digital com modelagem e impressão 3D. Seja como for, ela complementa, enriquece e valoriza qualquer pesquisa ou mostra nas exposições naturais em museus, pelo mundo afora (CARVALHO, 2020; MANFRIM, 2022).

Atualmente, admite-se que a popularidade da Paleontologia, fora do ambiente acadêmico, foi conquistada graças ao seu principal meio de divulgação: a reconstrução paleoartística. Paleoarte é um termo ainda informal constituído pela união das palavras paleontologia e arte e pode ser definida como representações artísticas que reconstroem cientificamente o aspecto em vida de organismos fósseis e/ou ambientes pretéritos. Nesta definição, a paleoarte não deve ser confundida com arte rupestre ou qualquer outro tipo de forma artística de povos ou sociedades primitivas. A paleoarte também não é a ilustração de fósseis a mão livre ou sob câmara clara ou ainda cartografia. A paleoarte visa reconstruir o organismo extinto em vida; não é uma cópia de seu material fóssil. Executadas por meio de desenhos, pinturas ou esculturas, as reconstruções representam o mais eficiente elo entre a pesquisa paleontológica e o público em geral, sendo assim, uma importante

ferramenta de divulgação científica (MARTINE; RICARDI-BRANCO, 2017, v. 13, n. 2, p 101).

No século XIX, Georges Cuvier, considerado o precursor da Paleontologia, ilustrou as evidências fósseis de modo esquemático e reconstruiu obras *in vivo* destes animais, encontrados principalmente em sua obra *Discours Préliminaire a las Recherches sur les ossements fósiles de quadrupède*. Ele foi pioneiro no uso da anatomia comparada e biomecânica para o estudo da reconstituição destes materiais, metodologia ainda usada por paleoartistas modernos (CUVIER, 2015; CARVALHO, 2020).

Atualmente, um dos grandes nomes relacionados à ilustração paleontológica é Rodolfo Nogueira (Uberaba, 1986), um paleoartista brasileiro, com seu trabalho reconhecido mundialmente. Graduou-se em Desenho Industrial na Unesp e começou a trabalhar com Paleoarte em 1998, utilizando técnicas de ilustração variadas, como grafite, guache, giz, óleo e cores digitais. Ele já recebeu vários prêmios como o 6º *Concurso de Ilustraciones Científicas de Dinosaurios*, em Burgos (2012), o 7º *CIID 2011 e o Paleoart International Contest* (IPIC 2011). Pelo livro *O Brasil dos Dinossauros*, Nogueira ganhou em 2018 o *Prêmio Jabuti*, na categoria Infantil-Juvenil, além de também ter sido indicado na categoria Ilustração. Mais recentemente, em 2022, pela 15ª vez, o paleoartista Rodolfo Nogueira, de 38 anos, conquistou um prêmio internacional, o *Prêmio 3D*, no *X Concurso Internacional de Ilustração de Dinossauros*, realizado pelo Museu de Lourinhã, em Portugal, pelo seu trabalho com *Ixalerpeton* (Fig. 24) (ALUMNI, 2021; MANFRIM, 2022).



Figura 24. *Ixalerpeton*, lagarto que viveu há cerca de 230 milhões de anos, na Região Sul do Brasil, e que está relacionado à origem dos pterossauros (os répteis voadores). (MANFRIM, 2022).

Vale citar alguns nomes de paleoartistas brasileiros, como Felipe Alves Elias; Hugo Cafasso; Maurilio Oliveira; Aline Ghilardi; Marcio Castro e Julia Oliveira. Como também nomes internacionais como Emily Willoughby, especializada em dinossauros avianos, com arte digital, e o argentino Gabriel Lio, que trabalha com desenho tradicional, nos materiais lápis de cor, acrílica e aquarela. O paleontólogo e o paleoartista atuam lado a lado para o desenvolvimento e criação das ilustrações, unindo saberes biológicos, geológicos e artísticos de maneira interdisciplinar. Deste modo, os conceitos abordados vão além dos detalhes anatômicos como análise da postura, formação geológica em que o fóssil foi encontrado, estudo de parentesco filogenético, paleoecologia e didática visual são os pilares deste estudo (MANFRIM, 2022; PRADO, 2023).

Dentro dessa perspectiva a Anatomia Comparada é uma ciência base para a ilustração paleontológica, onde tanto o paleontólogo quanto o artista podem usar das informações dos espécimes atuais para complementar as informações faltantes dos espécimes extintos, bem como as noções de biomecânica e volume muscular. Além de ferramentas modernas como a microscopia eletrônica de varredura poder nos mostrar estruturas denominadas melanócitos, organelas que, em vida, são responsáveis por fornecer a pigmentação de diversos táxons (PRADO, 2023; SILVA, 2024).

A pesquisa destas estruturas em tecido mole preservado em fósseis possibilita a aplicação de cores mais fidedigna na reconstrução do animal extinto, embora alguns fatores, como a iridescência em penas, deva ser considerado como possível fator associado a dimorfismo sexual, como observado em algumas aves atuais. A ilustração paleontológica possibilita melhor compreensão da aparência, comportamentos e interações ecológicas dos animais já extintos para o público, culminando em uma importante ferramenta complementar às pesquisas, bem como são excelentes formas de divulgação científica (PRADO, 2023; SILVA, 2024).

A ilustração paleontológica tem papel importante, não apenas para registros ou análises comparativas, mas também com finalidade de chamar atenção das pessoas e despertar mais interesse para as pesquisas. Atualmente, a ferramenta consiste em transmitir, através da linguagem visual, as evidências e registros fósseis recuperados pela paleontologia, reconstituindo seres extintos completos ou mesmo suas partes e estruturas. Esta narrativa gráfica atua unindo ciência e arte, resultando em importante ferramenta de divulgação científica (CARVALHO, 2020; SILVA, 2024).

Na ilustração paleontológica, o paleoartista deve não apenas observar, como também interpretar os dados presentes no fóssil com o domínio artístico e acurácia científica,

reconstruindo o organismo extinto, seu ambiente e até mesmo seus hábitos, por exemplo, através dos icnofósseis, que podem nos dar mais informações sobre o comportamento do organismo (PRADO, 2023; SILVA, 2024).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- ❖ Caracterizar e identificar o novo anuro fóssil encontrado na Bacia Sedimentar do Araripe, bem como construir ilustrações paleontológicas deste espécime.

3.2 Objetivos Específicos

- ❖ Fazer um levantamento bibliográfico dos espécimes de anuros já encontrados na Bacia Sedimentar do Araripe, na Formação Crato;
- ❖ Descrever a morfoanatomia do novo anuro fóssil;
- ❖ Comparar o espécime com outros fósseis de anuros encontrados no mesmo local e nível estratigráfico;
- ❖ Caracterizar e identificar o espécime através da Sistemática Paleontológica e Filogenética;
- ❖ Ilustrar o espécime, fazendo sua reconstrução através de desenhos tradicionais.

4 METODOLOGIA

4.1 Etapas realizadas para o desenvolvimento da pesquisa

Para a realização da presente pesquisa foram empregados as seguintes etapas metodológicas: Levantamento bibliográfico preliminar; Análise bibliográfica; Compilação dos anuros fósseis já identificados da Bacia do Araripe. Em seguida, foi considerada a Sistemática Paleontológica do espécime, então foi feita uma Comparação dos anuros fósseis já identificados da Bacia do Araripe com o novo espécime aqui apresentado; bem como a sua análise Filogenética e a Identificação do grupo a qual o fóssil pertence, após isso a Ilustração Paleontológica foi desenvolvida.

4.2 Levantamento Bibliográfico

Para o levantamento bibliográfico foram utilizados teses, dissertações e artigos científicos originais e de revisão disponíveis nas bases de dados retirados da plataforma de pesquisa Google Acadêmico; além de livros na área referente ao tema proposto.

A análise bibliográfica foi desenvolvida por meio da leitura exploratória da bibliografia selecionada com a intenção de identificar as publicações referentes aos anuros fósseis encontrados e já identificados na Bacia do Araripe.

Outrossim, o compilado dos anuros fósseis culminou em sete espécies já identificadas, que serão descritas mais à frente neste trabalho, e outros oito espécimes apenas registrados. Além disso, a comparação dos espécimes foi feita através das diagnoses descritas nos trabalhos publicados.

4.3 Etapas da análise filogenética

Uma análise filogenética foi realizada para melhor elucidar o posicionamento filogenético do novo táxon. Utilizamos a matriz de Báez & Gomez (2018), com a inclusão de *Kururubatrachus godnwanicus* e *Primaevorana cratensis* (Moura *et al.*, 2021). Apenas duas espécies da Bacia do Araripe não estão presentes na análise, *Cratopipa novaolindensis* (Carvalho *et al.*, 2019) e *Anamabatrachus baezi* (Moreira *et al.*, 2023) uma vez que a matriz utilizada aqui tem foco em táxons de Neobatrachia.

A matriz final é formada por 74 táxons e 143 caracteres (Apêndices A e B). A análise foi realizada no software TNT v. 1.1, utilizando a seguinte metodologia: busca heurística com 1000 replicações e retenção de 10 árvores por replicação, utilizando TBR como método de branch swapping (GOLOBOFF *et al.*, 2008).

4.4 Etapas da Ilustração Paleontológica

Após a análise do fóssil bem como a coleta de suas medidas anatômicas com a utilização de um paquímetro, também foram tiradas algumas fotos do espécime. A partir destas informações uma Ilustração base referencial (Apêndice C) do Anuro Fóssil UFC NO 004v, evidenciando a composição esquelética e os tecidos moles, foi feita a mão, com total acurácia, utilizando lápis grafite e Nanquim em papel sulfite, respeitando todas as proporções

e medidas. Em seguida, tendo como base o esboço supracitado, uma reconstrução morfológica foi feita, ainda de forma simples, com grafite em papel sulfite.

Foi adicionado, então, a forma esquelética no esboço um volume compatível com os tecidos moles (músculos e pele) que o organismo poderia apresentar em vida, tendo como referência visual as espécies atuais *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus petersii*, *Leptodactylus mystacinus* (Fig. 25), por estarem dentro da superfamília, Hyloidea, do anuro aqui estudado e apresentarem tamanho e proporção corporal semelhantes ao do fóssil aqui estudado.



Figura 25: Imagens das espécies atuais que foram usadas de base para a reconstrução morfológica nas ilustrações do espécime fóssil.
(Fonte: Site BioDiversity4all)

Dessa forma o rascunho da reconstrução base para o morfotipo já estava pronta para dar início a ilustração. Após essas etapas, foram feitas duas ilustrações paleontológicas do espécime fóssil aqui estudado, a primeira mais Realista, mais científica e realista, em Lápis de Cor, representando o espécime em si e a segunda em Aquarela, com proposta artística, construída com sobreposição de camadas considerando a Teoria das Cores (Apêndice D), trazendo de forma mais ampla o paleoambiente Crato, no Período Cretáceo, bem como outras sete espécies vegetais e animais, do mesmo período do anuro aqui estudado, mostrando um fragmento ecológico do nicho desses seres, já extintos, seus hábitos e como viviam.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sistemática Paleontológica: Anuro Fóssil UFC NO 004v

Classe: Amphibia Gray, 1825

Ordem: Anura Fischer von Waldheim, 1813

Subordem: Neobatrachia Reig 1958

Gênero: *gen. et sp. nov.*

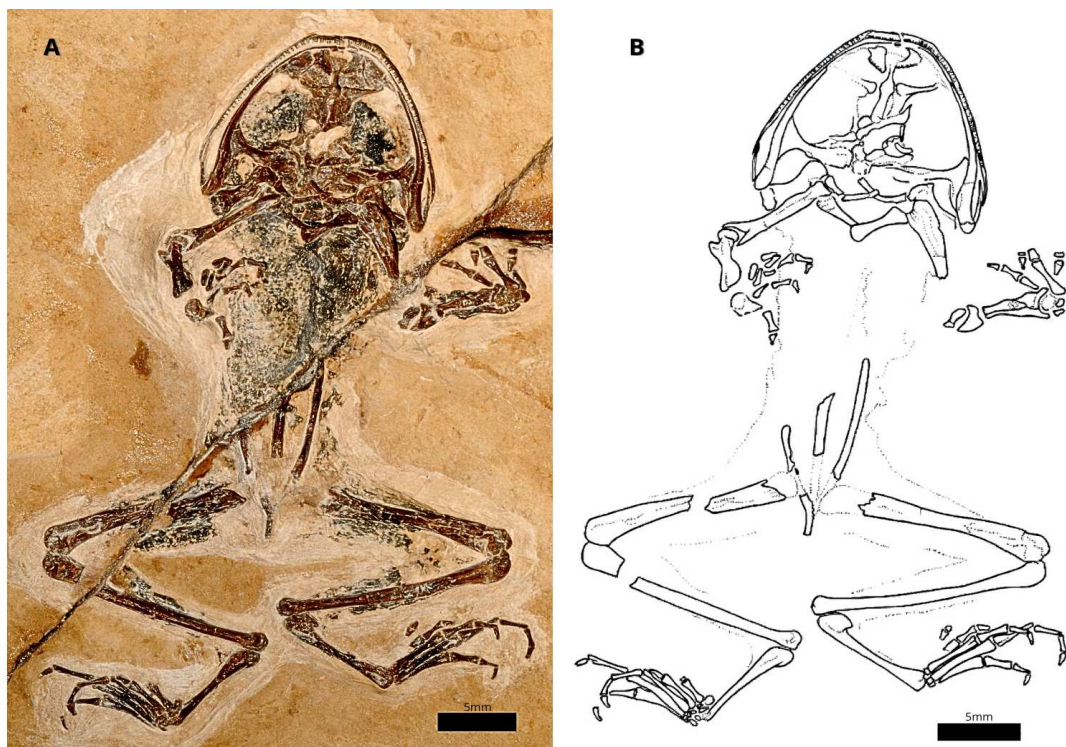


Figura 26. (A) Fotografia: Vista geral do Anuro Fossil UFC NO 004v; (B) Desenho Técnico, evidenciando a composição esquelética completa do Fossil.
(Fonte: Acervo da autora).

Holótipo: Anura fóssil de registro UFC NO 004v, pós metamórfico, adulto, preservado em lajota de calcário laminado, em posição ventral, incompleto e fragmentado. Encoberto, na região torácica e em parte da abdominal, por uma mancha acinzentada, o que não permite a visualização da coluna vertebral. Cintura escapular incompleta e fragmentada, Cintura pélvica incompleta (com uróstilo e ílio fragmentados), membros posteriores incompletos e fragmentados (faltando a região da epífise proximal de ambos os fêmures), com as tíbias-fíbula completas e com ausência de algumas falanges.

Localidade: Formação Crato (Aptiano), material coletado nas pedreiras de exploração de calcário laminado, no município de Nova Olinda no Estado do Ceará, Brasil, na Mina Triunfo (7°7'15"S e 39°41'41"W).

O novo exemplar foi coletado em 2009, por Francisco Sebastião Gonçalves de Lima, e posteriormente passou a compor o acervo de fósseis do Instituto de Paleontologia e Geologia do Cariri, no Crato, no estado do Ceará.

Extrato típico: Possivelmente foi encontrado no pacote carbonatado C6 onde estão inseridos os calcários finamente laminados, coloração bege a amarelado, da Formação Crato (Aptiano-Albiano), unidade inferior do Grupo Araripe, Bacia do Araripe (Eocretácio) (Neumann, 1999).

Diagnose: Esta pequena espécie difere de outros anuros fósseis por apresentar a seguinte combinação de caracteres: maxila estreita e relativamente longa, mais afilada junto ao quadradojugal, com dentes pedicelados; vômer com distinto torus dentigerous e seis dentes; nasais separados pelo páraesfenoide; palatino subcilíndrico, levemente encurvado, mais espessado na extremidade medial com uma fina crista ao longo da metade medial do seu comprimento; fenestras orbitais grandes; eixo da escápula longo e medialmente encurvado, com ambas as extremidades expandidas; clavícula anteriormente curvada com a extremidade distal expandida; rádio e ulna mais curtos e robustos do que o úmero; comprimento do fêmur similar ao da tíbio-fíbula; astrágalo e calcâneo fundidos, com extremidades expandidas; dígito I curto e dígito IV bem mais longo do que os dígitos III e V; extremidade distal das falanges terminais ligeiramente encurvada e nodosa.

Descrição: O exemplar mostra esqueleto articulado, em vista ventral, que pertence a um indivíduo adulto, o que se depreende da completa ossificação da caixa craniana e dos membros. Embora o crânio e os membros estejam totalmente preservados, a coluna vertebral está em sua maior parte recoberta por tecido mole, e a pelve encontra-se fragmentada, com partes perdidas. Fragmentos de pele também ocorrem no crânio e junto aos fêmures e tíbias. O comprimento rostro-cloacal é estimado em cerca de 33mm.

O Anuro Fóssil UFC NO 004v apresenta as seguintes características cranianas (Fig. 27), sendo mais largo do que longo, com um contorno subtriangular arredondado, mostrando sua região frontal sub-retilínea, como um leve truncamento. A largura máxima do crânio é de 15 mm e o comprimento é de 12 mm, correspondendo a 36% do comprimento rostro-cloacal, este sendo 34 mm. A pré-maxila é pequena e se articula com a maxila, que é estreita e relativamente longa, com aproximadamente 120 dentes pedicelados, se afilando junto ao quadradojugal, que é bem ossificado e articulado ao anguloplenial. Fragmentos do osso mentomeckeliano estão presentes abaixo da parte anterior da maxila. O vômer é mais espesso nas margens posterior e lateral distal, mostrando a margem medial côncava.

Na sua margem posterior se encontram seis distintos pequenos dentes, que formam um torus dentigerus. O nasal, achatado, é bem visível entre o vômer e o palatino, separado um do outro pelo paraesfenoide. O nasal está lateralmente justaposto ao dentário, que é muito fino e alongado (melhor preservado no lado direito). O esfenoide é largo, bem ossificado na região orbital e próximo ao tecto nasal, quase fundido ao paraesfenoide, igualmente bem ossificado. O palatino é subcilíndrico, levemente encurvado, mais espesso na extremidade medial. O pterigóide é alongado, sub-retilíneo, se articulando com o anguloplenial, no terço posterior da órbita, através dos ramos anterior e posterior. O ramo

medial do pterigóide está em contato com o proótico, muito fragmentado. O esquamosal é pouco visível, abaixo da parte postero-medial do pterigóide.

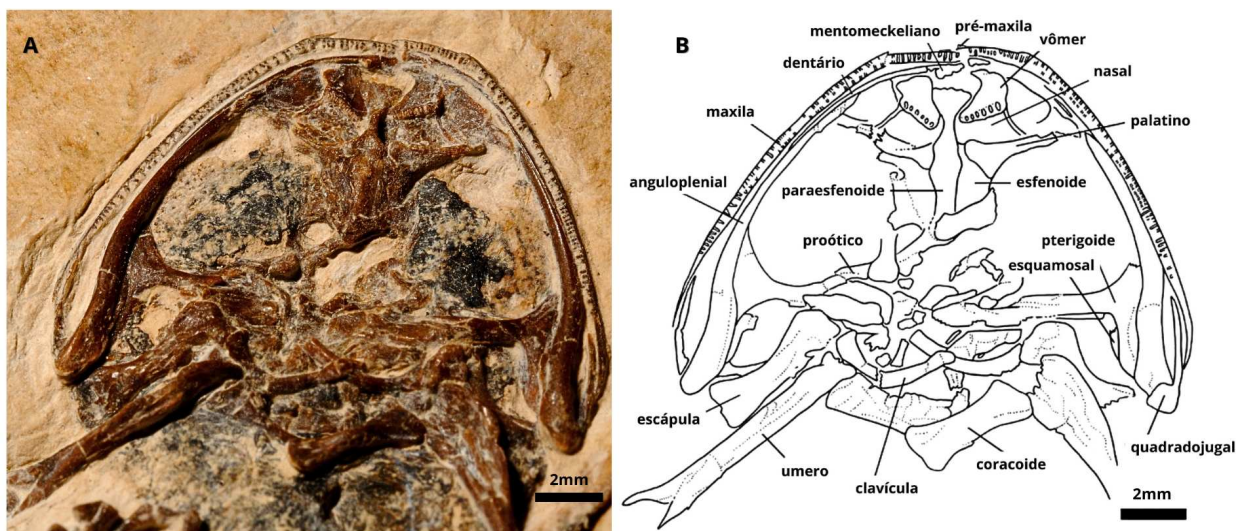


Figura 27. (A) Fotografia mostra Crânio e parte da cintura escapular do Fóssil UFC NO 004v; (B) Desenho Técnico, evidenciando a composição óssea craniana e de parte da cintura escapular do Fóssil. (Fonte: Acervo da autora).

O atlas e as demais vértebras se encontram ocultas por tecido mole. A cintura peitoral, presumivelmente do tipo arciferal (clavículas e coracóides com cavidades articulares pouco profundas), está representada por escápulas, clavículas e coracóides de ambos os lados do corpo. O eixo da escápula é longo e medialmente encurvado, com ambas as extremidades expandidas. A clavícula é anteriormente curvada com a extremidade distal expandida, em contato com a pars acromialis da escápula.

O coracóide tem as extremidades similarmente expandidas. O úmero é longo, o direito medindo cerca de 8 mm de comprimento, mostrando uma profunda concavidade em articulação com o olécrano. O úmero (Fig. 28) possui moderada crista deltoide ao longo da metade proximal de seu comprimento. O rádio e a ulna são mais curtos e robustos do que o úmero. Os carpais são pouco distintos, alguns recobertos por tecido mole. Estão preservados os quatro dígitos com algumas falanges em ambos os lados. A última falange é afilada mostrando um pequeno nódulo em sua extremidade.

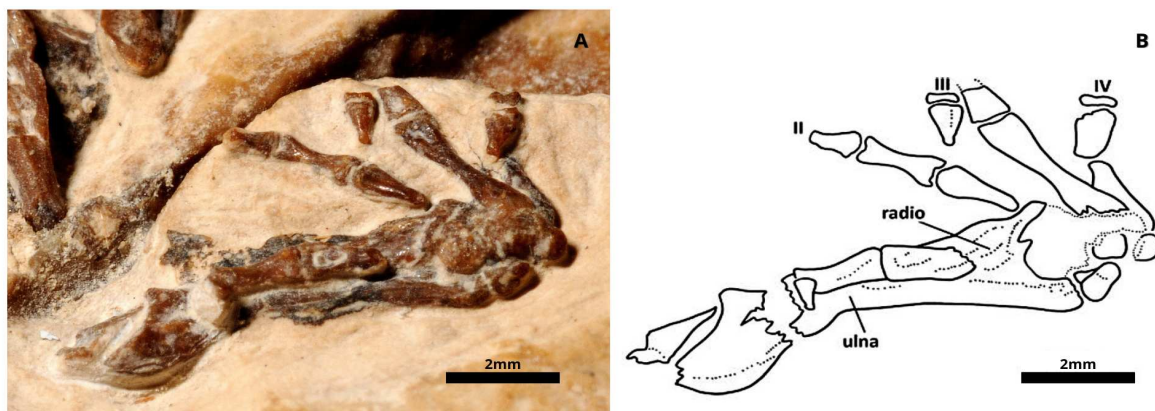


Figura 28. (A) Fotografia mostra os membros anteriores do Fóssil UFC NO 004v; (B) Desenho Técnico, evidenciando a composição óssea da mesma região.
(Fonte: Acervo da autora).

A cintura pélvica (Fig. 29) está representada por fragmentos do ílio, ísquio e a parte medial do uróstilo, que apresenta processos transversos. Nos membros posteriores, o fêmur é quase tão longo quanto o tibiofibular, que é quase o dobro do tamanho do astrágalo e calcâneo. Ao redor do fêmur e do túbio-fíbula ficaram preservados os restos de tecido mole.

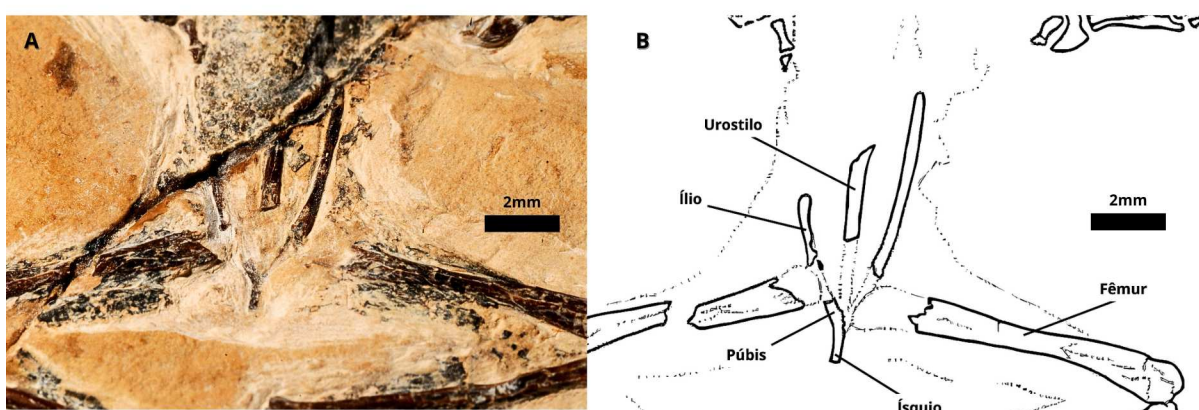


Figura 29. (A) Fotografia mostra a cintura pélvica do Fóssil UFC NO 004v; (B) Desenho Técnico, evidenciando a composição óssea da mesma região.
(Fonte: Acervo da autora).

A extremidade proximal e distal do astrágalo e calcâneo (Fig. 30), são fundidos em toda a sua extensão, bastante expandidos, porém a região medial do osso Tibio-fibular está coberta por sedimento e apesar das suas duas extremidades estarem visíveis e fundidas, não é possível afirmar que região medial é fundida também. Os trasos proximais são curtos, aparentemente sem formar janelas intertarsais. Os tarsos distais são fundidos e se articulam com os longos metatarsos. O dígito I é curto. O dígito IV é bem maior que os dígitos III e V, que têm comprimento similar. A extremidade distal das falanges terminais é ligeiramente

encurvada e nodosa. A fórmula falangeal é 2-2-3-4-3, ainda que a última falange do dígito I de ambos os lados não esteja preservada.

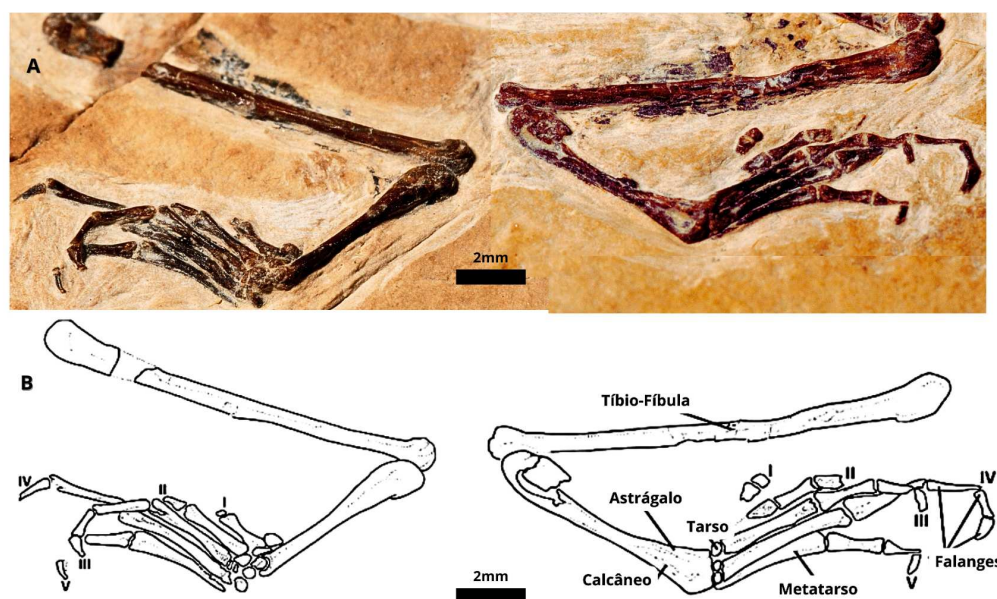


Figura 30. (A) Fotografia mostra os membros posteriores do Fóssil UFC NO 004v; (B) Desenho Técnico, evidencia a composição óssea da mesma região.
(Fonte: Acervo da autora)

5.2 Sistemática Filogenética do Anuro UFC NO 004v

Como resultado da análise filogenética, 50 árvores mais parcimoniosas foram encontradas, cada uma com 1145 passos. Para uma melhor comparação com a análise original de Báez & Gomez (2018), realizamos uma pesagem implícita ($k=7$). A análise confirma o posicionamento do novo táxon dentro dos Neobatrachia (Fig. 31), com uma possível relação com os *Hyloidea*. A árvore de Consenso Estrito (CI = 0,20 e RI = 0,55), bem como a de pesagem implícita, apresenta o novo táxon bem posicionado dentro de Neobatrachia, porém, como observado anteriormente (e.g., MOURA et al., 2021), as relações internas são imprecisas, dificultando, neste momento, a adequada inferência como *Hyloidea*, apesar do posicionamento próximo de espécies deste grupo.

O novo táxon é suportado pelas seguintes autapomorfias: Placa ótica do esquamosal reduzido ou ausente (caractere 9.0); Paraesfenóide, com processo cultriforme e crista longitudinal na superfície ventral (caractere 18.1); Neurocrânio, parede lateral no nível do forame óptico, com mineralização parcial ou completamente ossificada (caractere 37.1); Quadratojugal, com processo lateral (55.1 caractere); Osso mentomeckeliano presente (caractere 56.0); Uróstilo com processos transversos (caractere 91.0); Porção medial da Clavícula fortemente arqueada anteriormente (caractere 110.0); Clavícula, em relação a

escápula se sobrepondo a margem anterior (caractere 111.0); Pré-hálux esférico (caractere 140.0) e o Dedo IV, tendo o formato da extremidade distal da falange terminal, claramente, nodoso (caractere 142.4).

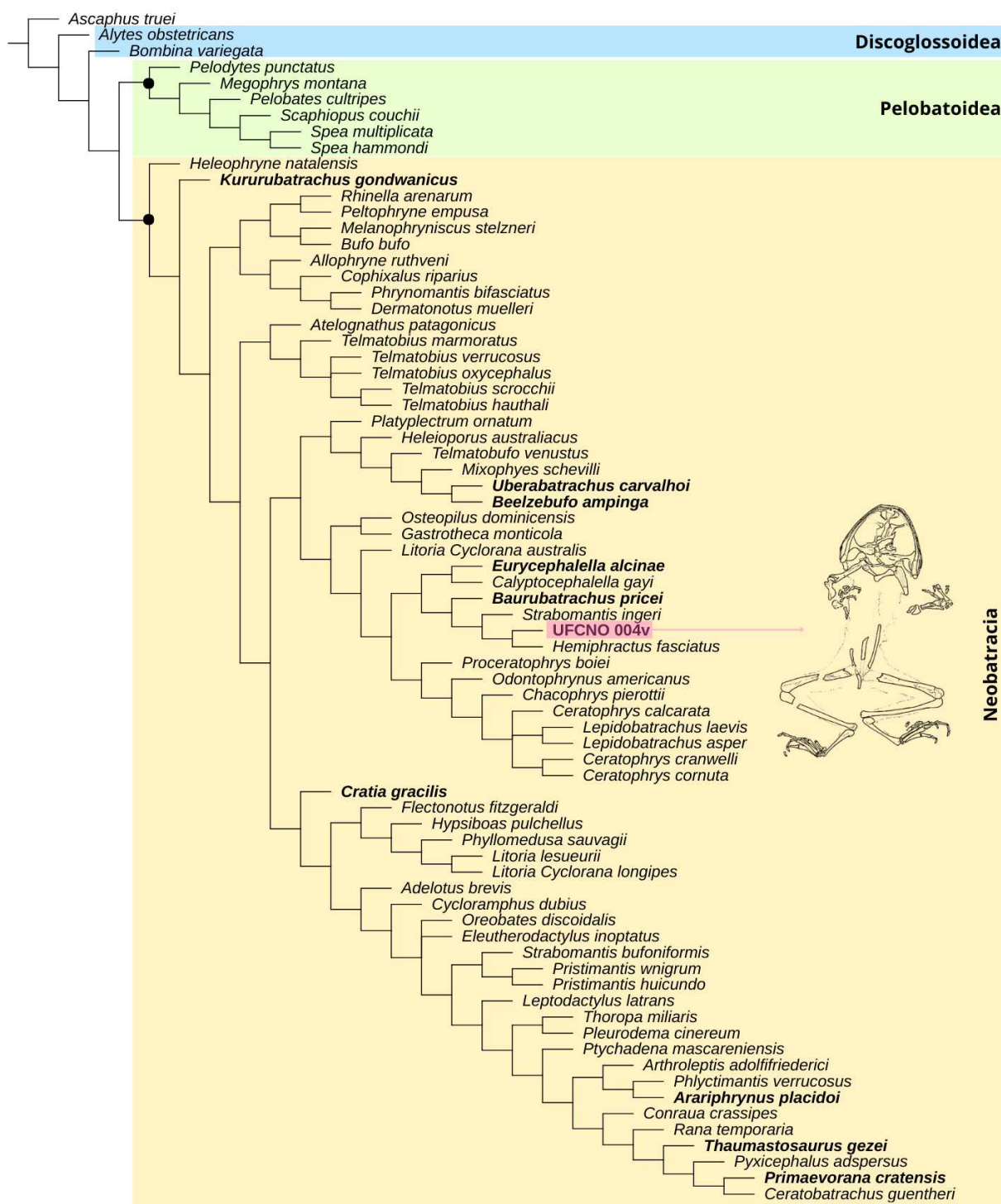


Figura 31. Árvore Filogenética ($k=7$) do Anuro Fóssil UFC NO 004v (Fonte: Acervo da autora).

O novo táxon foi recuperado como grupo irmão de *Hemiphractus*, e este clado como grupo irmão de *Strabomantis*, sugerindo a afinidade com *Hyloidea*. Entretanto, como visto em Báez e Gomez (2019) e Moura *et al.* (2021) às relações internas dos Neobatrachia são francamente suportadas, bem como apresenta uma grande quantidade de homoplasias. Neste sentido, consideramos seguro o posicionamento dentro de Neobatrachia, considerando as características do palatino livre (DEULLMAN; TRUEB, 1994) e tarsais distais 2 e 3 fusionados (BAÉZ *et al.* 2009).

Logo, com base na Descrição, Anatomia Comparada e na Análise Filogenética, o espécime pertence ao grupo *Hyloidea* essa superfamília é um grupo importante dentro da ordem dos anuros e abrange diversas famílias com várias características comuns, além de apresentar uma grande diversidade de espécies (FROST *et al.*, 2006).

Os *Hyloidea* pertencem à Neobatrachia, que inclui os anuros modernos. Ela abrange diversas famílias e as mais importantes são: *Hylidae* (Rãs arborícolas e sapos); *Bufonidae* (Sapos verdadeiros); *Centrolenidae* (Rãs de vidro); *Ceratophryidae* (Rãs do gênero *Ceratophrys* - Rãs-de-bico-de-pato) e *Leptodactylidae* (Sapos e Rãs de cauda curta) (FROST *et al.*, 2006). Vale ressaltar que o espécime aqui estudado apresenta diversas características, cranianas e dos membros posteriores compartilhadas com o último supracitado.

5.3 Comparação dos anuros fósseis da Bacia Sedimentar do Araripe

Os achados, já identificados, são representados pelos seguintes Batráquios: **1-** *Araryphrynus placidoi* (LEAL; BRITO, 2006), **2-** *Eurycephalella alcinae* (BAEZ *et al.*, 2009), **3-** *Cratia gracilis* (BAEZ *et al.*, 2009), **4-** *Cratopipa novaolindensis* (CARVALHO, 2019), **5-** *Kururubatrachus gondwanicus* (AGNOLIN *et al.*, 2020); **6-** *Primaevorana cratensis* (MOURA *et al.*, 2021), **7-** *Anamobatrachus baezi* (MOREIRA *et al.*, 2023).

Estes espécimes nos ajudam a compreender melhor a diversidade da anurofauna durante o Aptiano, sendo cinco deles neobatráquios (MOURA *et al.*, 2021). Entretanto, pelo menos outros oito espécimes já foram registrados para a mesma Formação, em diversos trabalhos e resumos.

No trabalho de Moura e Barreto (2006), por exemplo, apresenta alguns espécimes de anuros fósseis da Formação Crato. Os espécimes têm sua análise biométrica caracterizada e o aspecto da preservação óssea, na rocha, mensurado com o intuito de compreender os seus caracteres tafonômicos.

O *Arariphrynus placidoi* (fig. 32), caracterizado por Leal e Brito (2006), foi considerado como pertencente à Família Leptodactylidae. Os autores também sugerem que a maioria dos anuros do Membro Nova Olinda pode ser atribuída a este táxon, com apenas raras exceções, porém o argumento é posteriormente questionado no trabalho de BÁEZ *et al.* (2009), no qual afirmam não haver justificativas suficientes para tal sugestão.

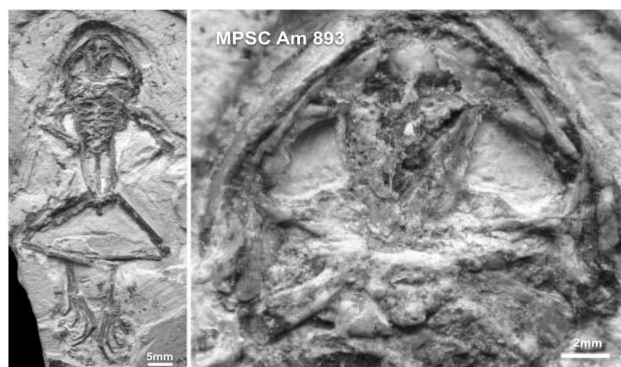


Figura 32. *Arariphrynus placidoi*, MPSC Am 893
(Fonte: Adaptado de LEAL; BRITO, 2006).

Considerando alguns caracteres em *A. placidoi*, como os Pré-maxilares e Maxilas com única fileira de dentes pedicelados, dentes maxilares da articulação com o Pré-maxilar até próximo da articulação com o processo anterior do Pterigoide, Quadratojugal em contato a Maxila e o processo posterior do Pterigoide, a Clavícula arqueada, que sugere uma cintura escapular bem desenvolvida, Fêmur e Tibiofibular com comprimentos comparáveis, Tibial e Fibular não fundidos, bem como a fórmula falangeal do pé traseiro 2-2-3-4-3 (LEAL; BRITO, 2006).

A sua morfoanatomia pode ser comparável ao Anuro UFC NO 004v nestes caracteres, mas ambos se diferem em alguns caracteres da morfologia do crânio, onde a largura e o comprimento das cavidades oculares são distintos e também nas falanges terminais dos membros posteriores, que são significativamente mais nodosas e com displasia crenulada superfícies altas em *A. placidoi*, o que não se aplica ao Anuro UFC NO 004v, que apresenta falanges terminais sutilmente nodosas (Fig. 33) (LEAL; BRITO, 2006).



Figura 33. A: Vista ventral do Crânio, onde são visíveis os dentes pedicelados; B: Pé direito, onde são visíveis a falange terminal e a estrutura nodosa no III dedo, ambas imagens do Anuro UFC NO 004v.
(Fonte: Acervo da autora)

Outrossim trabalho de Báez *et al.* (2009) afirma que os táxons *Arariphrynus placidoi*, *Eurycephalella alcinae* (Fig. 34) e *Cratia gracilis* (Fig. 35) exibem conjunto de características que, quando combinadas, são consistentes com a afinidade Neobatrâquia. No entanto, ressalta a autora que a alocação desses táxons dentro do grupo e a discussão de suas posições na árvore filogenética apresentam desafios.

Isso se deve à incompletude na preservação dos espécimes disponíveis e à escassez de análises de parcimônia em larga escala baseadas na morfologia de anuros. Além disso, a maioria dos estudos se fundamenta principalmente em evidências larvais, as quais são desconhecidas para os táxons extintos (BAEZ *et al.*, 2009).

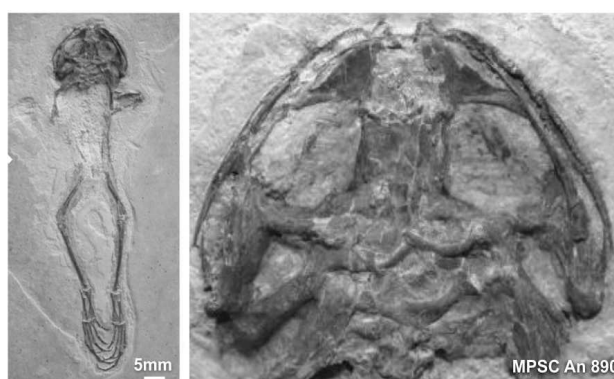


Figura 34. *Eurycephalella alcinae* MPSC An 890
(Fonte: Adaptado de BAEZ *et al.*, 2009).

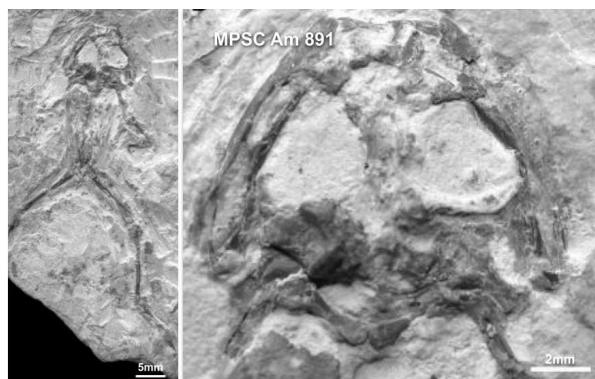


Figura 35. *Cratia gracilis*, MPSC Am 891
(Fonte: Adaptado de BÁEZ *et al.*, 2009).

Em UFC NO 004v, a região abdominal está recoberta por vestígios de tecido mole e pele fossilizados, bem como por sedimento (Fig. 36), logo a coluna vertebral também não é visível, bem como parte da região pélvica. Estes tecidos foram analisados e identificados como melanossomas por Prado (2023) e apresentam pigmentação escura e acinzentada.



Figura 36. Vista dorsal do Anuro UFC NO 004v, região torácica recoberta por tecidos moles
(Fonte: Acervo da autora).

Se tratando de *Cratopipa novaolindensis* (Fig. 37) destaca-se como um dos anuros mais bem preservados da Bacia do Araripe. O registro representa o mais antigo para Pipimorpha na América do Sul, tendo uma relevância significativa para a biogeografia e a evolução desses anfíbios. A análise filogenética apoia hipóteses biogeográficas anteriores que sugerem uma dispersão tardia de pipimorfos entre a África e a América do Sul, possivelmente através de uma cadeia de ilhas ou de uma ponte continental sobre o Oceano Atlântico. O holótipo de *C. novaolindensis* encontra-se na Universidade Federal do Rio de Janeiro, e pertence ao acervo do Departamento de Geologia, o esqueleto quase completo e articulado, incluindo impressões de tecidos moles e pele (CARVALHO *et al.*, 2019).

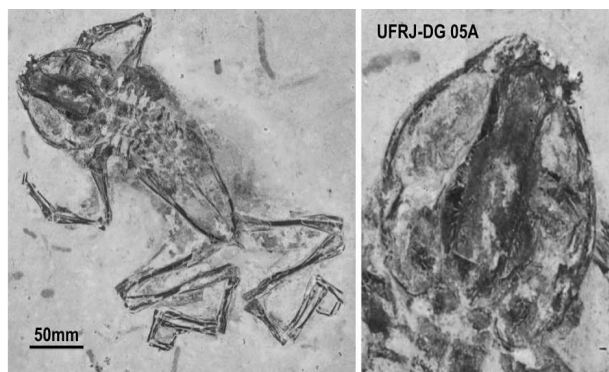


Figura 37. *Cratopipa novaolindensis*, UFRJ-DG 05A
(Fonte: Adaptado de CARVALHO *et al.*, 2019).

A descoberta de *Cratopipa* enriquece nossa compreensão dos aspectos ecológicos do ambiente deposicional da Formação Crato. Carvalho *et al.*, (2019) aponta a probabilidade deste táxon habitar águas doces nas proximidades da foz dos rios que desaguavam nessa bacia onde, possivelmente, ocorriam variações significativas de salinidade.

Enquanto *C. novaolindensis* foi caracterizado como Pipimorpha, com crânio ligeiramente mais longo que largo, onde a maior largura do crânio está no nível médio do frontoparietal, devido à forte convexidade lateral das maxilas. A região pré-orbital do crânio é curta, representando aproximadamente um quinto do comprimento total do crânio. Os nasais e os pré-maxilares estão mal preservados, porém é possível observar que os nasais são relativamente curtos, largos e não estão fundidas ao longo da linha média. Os processos anteriores das nasais parecem curtos e o frontoparietal é o maior elemento do crânio. O ázigo é bem ossificado e forma a maior parte do teto do crânio. A metade anterior do osso é transversalmente mais estreita que a metade posterior. É longitudinalmente côncavo e as margens orbitais são delimitadas por cristas parassagittais espessadas que são abobadadas dorsalmente e ornamentadas por cristas e sulcos pouco desenvolvidos (CARVALHO *et al.*, 2019).

O fóssil UFC NO 004v apresenta as seguintes características cranianas, sendo mais largo do que longo, com um contorno subtriangular arredondado, mostrando sua região frontal sub-retilínea, como um leve truncamento. A largura máxima do crânio é de 15mm e o comprimento é de 12mm, correspondendo a 36% do comprimento rostro-cloacal, este sendo 34mm. A pré-maxila é pequena e se articula com a maxila, que é estreita e relativamente longa, com aproximadamente 120 dentes pedicelados, se afilando junto ao quadradojugal, que

é bem ossificado e articulado ao anguloplenial. Fragmentos do osso mentomeckeliano estão presentes abaixo da parte anterior da maxila.

No fóssil UFC NO 004, o vômer é mais espesso nas margens posterior e lateral distal, mostrando a margem medial côncava. Na sua margem posterior se encontram seis distintos pequenos dentes, que formam um torus dentigerus. O nasal, achatado, é bem visível entre o vômer e o palatino, separado um do outro pelo paraesfenoide. O nasal está lateralmente justaposto ao dentário, que é muito fino e alongado (melhor preservado no lado direito). O esfenoide é largo, bem ossificado na região orbital e próximo ao tecto nasal, quase fundido ao paraesfenoide, igualmente bem ossificado. O palatino é subcilíndrico, levemente encurvado, mais espesso na extremidade medial. O pterigoide é alongado, sub-retilíneo, se articulando com o anguloplenial, no terço posterior da órbita, através dos ramos anterior e posterior. O ramo medial do pterigoide está em contato com o proótico, muito fragmentado. O esquamosal é pouco visível, abaixo da parte postero-medial do pterigoide.

A coluna vertebral de *C. novaolindensis* é composta por 8 vértebras pré-sacrais (das quais apenas 7 elementos discretos são discerníveis devido à fusão do primeiro e do segundo pré-sacrais), o sacro e o uróstilo. As vértebras présacrais são subiguais em tamanho e forma, mas a má preservação impede o discernimento de vários detalhes anatômicos. Os arcos neurais são relativamente simples e imbricados. O atlas está fundido ao pré-sacral II, conforme indicado pela presença de processos transversos bem desenvolvidos. Os pré-sacrais II-IV possuem costelas fundidas. A primeira costela é ligeiramente orientada anterolateralmente e se expande gradualmente em direção à extremidade distal do osso. A segunda e terceira costelas são orientadas póstero-lateralmente (CARVALHO *et al.*, 2019).

Já no Anuro UFC NO 004v, o atlas e as demais vértebras se encontram ocultas por tecido mole e sedimento. A cintura peitoral, presumivelmente do tipo arciferal (clavículas e coracoides com cavidades articulares pouco profundas), está representada por escápulas, clavículas e coracoides de ambos os lados do corpo. O eixo da escápula é longo e medialmente encurvado, com ambas as extremidades expandidas. A clavícula é anteriormente curvada com a extremidade distal expandida, em contato com a pars acromialis da escápula. O coracoide tem as extremidades similarmente expandidas.

Os membros anteriores de *C. novaolindensis* e a cintura peitoral são pouco conhecidos, tendo apenas a extremidade distal de ambas as escápulas preservadas. Na vista lateral, o úmero é muito robusto e possui uma extremidade proximal fortemente expandida anteroposteriormente. A crista deltoide é muito proeminente e forma uma lâmina profunda. A radioulna é robusta, sendo apenas ligeiramente mais curta que o úmero. A extremidade

proximal mostra uma superfície articular fortemente côncava para o úmero e processo olécrano robusto e expandido proximalmente. A extremidade distal é fortemente expandida anteroposteriormente (CARVALHO *et al.*, 2019).

Sobre os membros posteriores de *C. novaolindensis*, o fêmur é relativamente alongado e delgado, tem comprimento inferior ao da tíbiofibula e seu comprimento representa quase metade do comprimento focinhocloacal. Em vista lateral, o fêmur tem contorno sigmoidal. A tíbiofibula é longa, delgada e apresenta extremidades proximais e distais ligeiramente expandidas. O tibial e o fibular são fundidos entre si em suas extremidades proximal e distal. Este elemento é relativamente curto, representando duas vezes e meia o comprimento da tíbiofibula. Os elementos tarsais não foram preservados. Os metatarsos são alongados e representam aproximadamente mais da metade do comprimento da tíbiofibula. Todos os metatarsos preservados têm comprimento subigual. As falanges são muito longas e delgadas. A má preservação impede a descrição detalhada ou a determinação da fórmula falangeana. As garras distais são de formato subtriangular e pontiagudas distalmente (CARVALHO *et al.*, 2019).

Em UFC NO 004v a cintura pélvica está representada por fragmentos do ílio, ísquio e a parte medial do uróstilo, que apresenta processos transversos. Nos membros posteriores, o fêmur é quase tão longo quanto o tíbio-fibular, que é quase o dobro do tamanho do astrágalo e calcâneo. Ao redor do fêmur e do tíbio-fibular ficaram preservados os restos de tecido mole. A extremidade proximal e distal do astrágalo e calcâneo, são fundidos e bastante expandidos. Os trasos proximais são curtos, aparentemente sem formar janelas intertarsais. Os tarsos distais são fundidos e se articulam com os longos metatarsos. O dígito I é curto. O dígito IV é bem maior que os dígitos III e V, que têm comprimento similar. A extremidade distal das falanges terminais é ligeiramente encurvada e nodosa. A fórmula falangeal é 2-2-3-4-3, ainda que a última falange do dígito I de ambos os lados não esteja preservada.

Se tratando do espécime *Kururubatrachus gondwanicus* (Fig. 38) que está, relativamente, bem preservado, apesar de vários ossos estarem esmagados dorsoventralmente. Originário da Formação Crato do Cretáceo Inferior (Aptiano) do Brasil, é representado por um esqueleto quase completo e articulado, pertence à Neobatrachia e compartilha semelhanças com o clado existente Hyloidea (AGNOLIN *et al.*, 2020). O mesmo para o espécime UFC NO 004v.

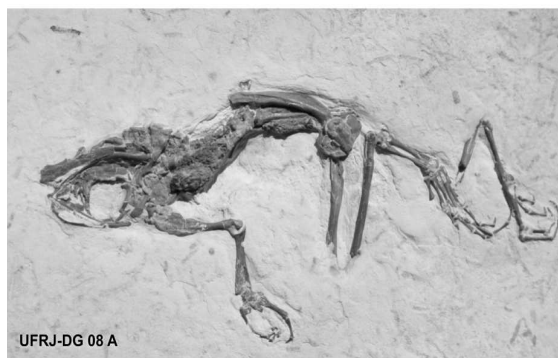


Figura 38. *Kururubatrachus gondwanicus*, UFRJ-DG 08 A
(Fonte: Adaptado de AGNOLIN *et al.*, 2020).

Em *K. gondwanicus* a pré-maxila é transversalmente longa e mostra pelo menos 15 dentes. A pars facialis é lisa e de contorno subtriangular, separada da borda medial do osso. A articulação com a maxila não foi preservada. A maxila é notavelmente alongada e baixa (incluindo a porção orbital) e apresenta uma superfície externa lisa. Mostra mais de 40 dentes. O processo zigomático é baixo. O processo palatino é muito pouco desenvolvido e em forma de prateleira em toda a sua extensão, formando um processo pterigoideo pequeno e pouco definido. O processo posterior é em forma de bastonete, de seção transversal subcircular. Os frontoparietais são fundidos em um único osso e não possuem plataforma supraorbital (AGNOLIN *et al.*, 2020).

K. gondwanicus, apresenta a abertura aparentemente completa do cavum cranii sugere que um tectum parietal é completo. O esfenetmóide está bem ossificado; no entanto, a forte distorção obscurece vários detalhes anatômicos. O páraesfenóide é representado por um osso semelhante a uma escama incompleta, mas transversalmente expandido. Os palatinos são livres e de contorno subtriangular. Lamentavelmente, a maior parte da caixa craniana não está preservada ou está fortemente distorcida, impedindo a descrição de detalhes anatômicos. Os centros vertebrais de *K. gondwanicus* são procelosos. As duas primeiras vértebras não estão fundidas entre si. O último pré-sacral mostra dois côndilos que se articulam com os dois cótilos proximais do uróstilo. O sacro apresenta processos transversos reduzidos com extremidades distais pouco expandidas. O comprimento do uróstilo é menor que o do fêmur (AGNOLIN *et al.*, 2020).

Ainda sobre *K. gondwanicus*, os ossos do carpo estão bem preservados. Sete elementos discretos são identificados e organizados em duas linhas. Os carpos ulnares e radiais são grandes e interligados. O radial entra em contato com o raio em seu canto próximo medial. Os carpos restantes têm formato de disco ou feixe. O carpo distal 5 é pequeno e firmemente pressionado ao ulnar (AGNOLIN *et al.*, 2020).

Se tratando de *Primaevorana cratensis* (fig. 39), apesar de ser bem preservado, apresenta alguns caracteres filogenéticos, especialmente relacionados à coluna vertebral, que não puderam ser pontuados, pois estão recobertos por matriz sedimentar, sendo o mesmo caso no espécime UFC NO 004v. Mas ambos podem ser atribuídos, com segurança, ao grupo dos Neobatrachia pela presença de palatinos livres e de tarsos distais fundidos 2+3 (BAEZ *et al.*, 2009; MOURA, 2021).

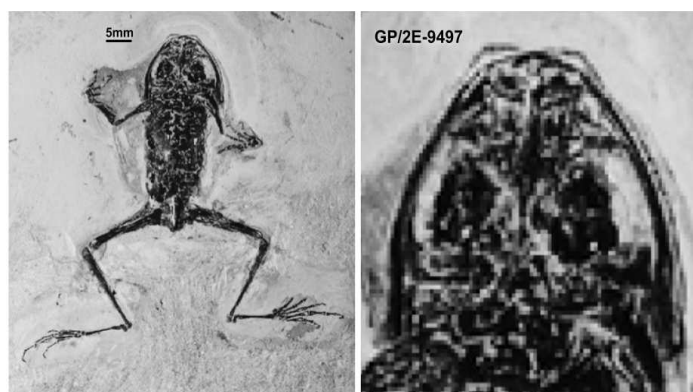


Figura 39. *Primaevorana cratensis*, GP/2E-9497
(Fonte: Adaptado de MOURA, 2021).

O espécime *P. cratensis*, dentre os outros Batráquios do Crato, apresenta crânio mais longo que largo, sendo mais largo que longo em *E. alcinae*, em *A. placidoi* e o mesmo para o espécime UFC NO 004v. *P. cratensis* apresenta uma região orbital posteriormente mais larga que anteriormente, porém esta região é igualmente larga em *C. gracilis*, em *K. gondwanicusco*, e no espécime UFC NO 004v.

O crânio de *P. cratensis* e de UFC NO 004v se diferem em vários caracteres, por exemplo, em relação ao vômer, cujo *P. cratensis* apresenta ossos são mais retilíneos enquanto em UFC NO 004v eles são mais curvados no sentido côncavo.

Se tratando do holótipo de *Anamabatrachus baezi* (Fig. 40) embora esteja incompleto, o espécime é suficientemente informativo, de forma a permitir a visualização de caracteres diagnósticos como Xenoanura. Apresentado no trabalho de Moreira (2023), trata-se de um Anura pós-metamórfico, parcialmente articulado, em vista ventral, e mesmo que este espécime não tenha sido considerado na análise filogenética do Software, nesta discussão ele será considerado para uma breve comparação morfoanatômica.

Apesar da ausência de alguns ossos em *A. baezi*, ele apresenta três características diagnósticas únicas, maxilar retilíneo e uniforme; quadradojugal robusto e sem redução anteroposterior; tibial e fibular de tamanhos curtos e finos no espaço interósseo, fusionados e com extremidades proximais e distais expandidas. Tais caracteres não são observáveis em

nenhum doutros táxons descritos para a Bacia do Araripe: *Arariphrynus placidoi*, *Eurycephalella alcinae*, *Cratia gracilis*, *Cratopipa novaolindensis*, *Kururubatrachus gondwanicus*, *Primaevorana cratensis*, tampouco em UFC NO 004v (MOREIRA, 2023).

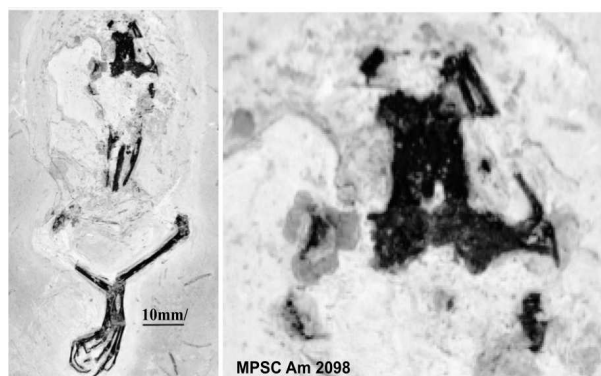


Figura 4035. *Anamabatrachus baezi*, MPSC Am 2098
(Fonte: Adaptado de MOREIRA, 2023).

Entretanto, ainda existem cerca de pelo menos outros oito espécimes não identificados e não caracterizados, mas já registrados em alguns trabalhos publicados. Por exemplo, na dissertação de Leite (2013), por exemplo, o espécime MN#1** (Fig. 41) foi citado e registrado, com dados da autora, mas somente para fim complementar a seu texto sobre os anuros fósseis da Bacia do Araripe, não havendo nenhuma análise ou caracterização do mesmo.

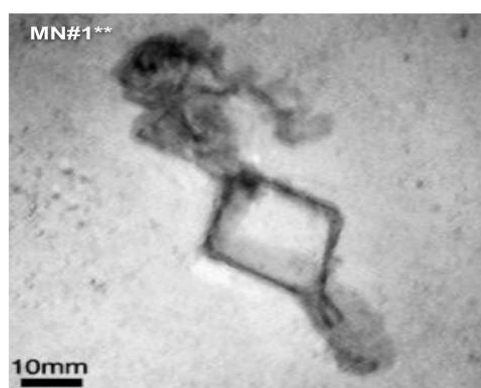


Figura 41. Espécime l MN#1**, exposto no Museu Nacional, em 2011, Rio de Janeiro
(Fonte: Adaptado de LEITE, 2013).

O fóssil MN#2** (Fig. 42), citado por Kellner e Campos (1988) e, posteriormente, por Maisey (1991), foi descrito como importante achado, por ter sido um dos primeiros fósseis a reforçar a hipótese do membro crato ter origem lacustre, juntamente com os fósseis de insetos encontrados.

O espécime em questão foi caracterizado como um indivíduo dentro dos estágios finais de desenvolvimento, tendo aproximadamente 20 mm de comprimento, apresentando partes do crânio, mandíbulas, cintura pélvica e membros posteriores.

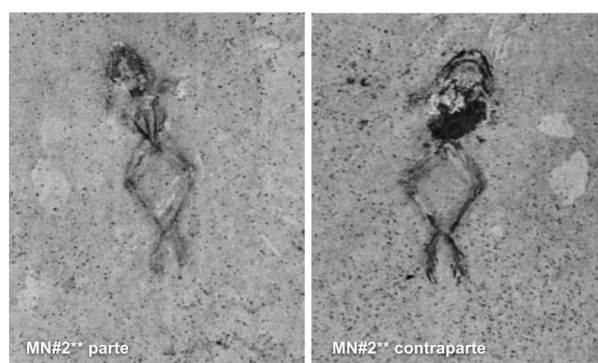


Figura 42. Espécime MN#2**, em parte e contraparte, não identificado (Fonte: Adaptado de MAISEY, 1991).

Estima-se que, os exemplares MN#1** e MN#2** foram perdidos no incêndio de 02 de Setembro de 2018, sofrido no Museu Nacional do Rio de Janeiro.

Temos ainda os seguintes espécimes MSPC An138 (Fig. 43) e MSPC An892 (Fig. 44), ambos descritos, no mesmo trabalho, como *Pipimorpha* (BÁEZ; MUZZOPAPPA; DE MOURA, 2020).

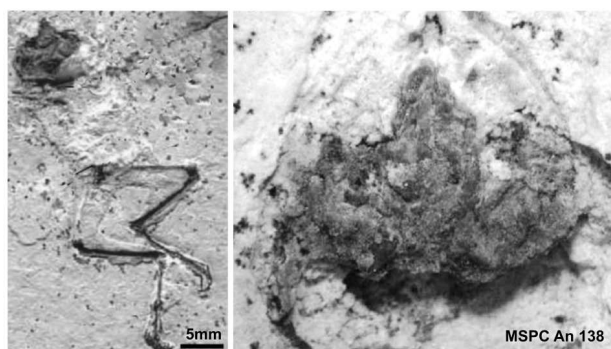


Figura 43. Espécime MSPC An 138, não identificado (Fonte: Adaptado de BÁEZ; MUZZOPAPPA; DE MOURA, 2020).

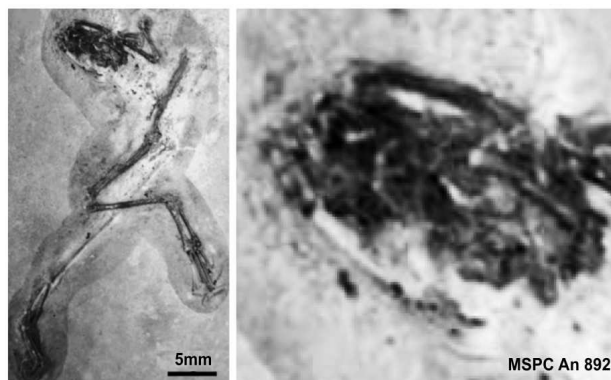


Figura 44. Espécime não identificado MPSC An 892
(Fonte: Adaptado de BÁEZ; MUZZOPAPPA; DE MOURA, 2020).

O exemplar MSPC An 1189 (Fig. 45), foi encontrado na Formação Crato e sugerido como Pipoidea por Leal *et al.* (2007). O grupo possui numerosas sinapomorfias e são reconhecidos como um grupo monofilético em análises filogenéticas recentes, incluindo fósseis, bem como táxons existentes. O Pipoidea existente consiste nos Rhinophrynidae e Pipidae, sendo este último o único anuro recente de grau arqueobatráquio encontrado na América do Sul (LEAL; MARTILL; BRITO, 2007).

As estimativas dos tempos de divergência sugerem uma idade mínima de 151 milhões de anos para a origem de Pipoidea, baseado no fóssil *+Rhadinosteus parvus*. Este fóssil do Jurássico Superior (Kimmeridgian-Tithonian) da América do Norte é o representante mais antigo de Pipoidea, sendo atribuído à família Rhinophrynidae (LEAL; MARTILL; BRITO, 2007). O táxon da Formação Crato é anterior ao mais antigo sapo Pipidae sul-americano conhecido, o *Avitabatrachus uliana*, do final da Formação Candeleros do Albiano-Início do Cenomaniano do noroeste da Patagônia, Argentina (LEAL; MARTILL; BRITO, 2007).

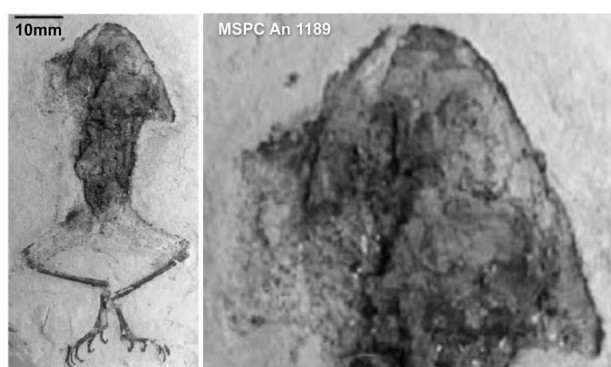


Figura 45. Espécime MSPC An 1189
(Fonte: Adaptado de LEAL; MARTILL; BRITO, 2007).

O MSPC An 894 (Fig. 46) também foi registrado no trabalho de Moura e Barreto (2006). O espécime ainda não apresenta nenhuma descrição ou caracterização. Vale ressaltar que ele pertence ao Museu de Paleontologia da Universidade Regional de Santana no Cariri.

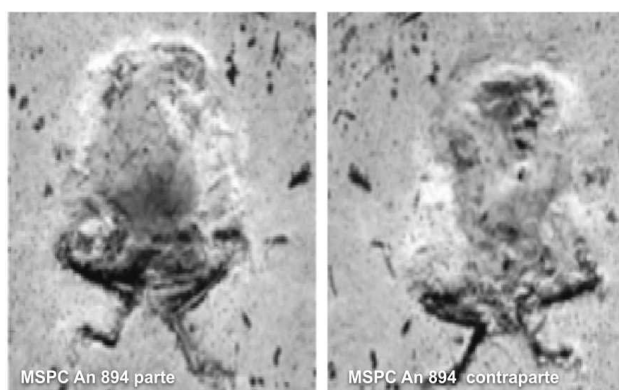


Figura 461. Espécime MSPC An 894, em parte contraparte
(Fonte: Adaptado de MOURA; BARRETO, 2006).

No trabalho de Leal *et al.* (2007) o fóssil SMNK* (Fig. 47) foi apresentado e sugerido como pertencente à Família Leptodactylidae.

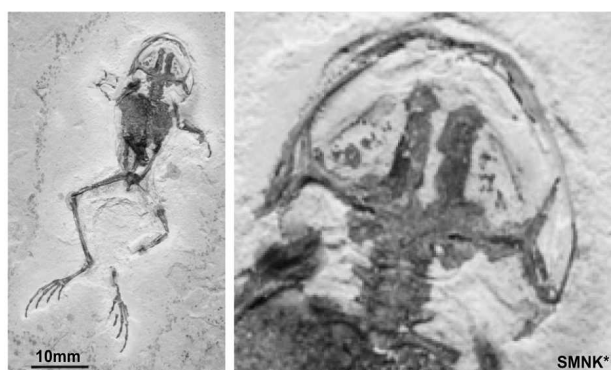


Figura 47. SMNK*, fóssil de Anuro, não identificado da Formação Crato
(Fonte: Adaptado de LEAL *et al.*, 2007).

O oitavo espécime (Fig. 48), é o fóssil do Novo Anuro da Formação Crato (Aptiano) UFC NO 004v, que teve a sua primeira sistemática paleontológica descrita na dissertação de Leite (2013), este espécime, por sua vez, é o principal objeto de pesquisa do presente trabalho.

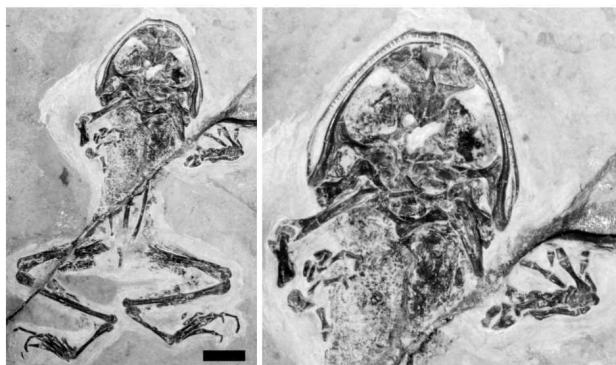


Figura 48. Anuro fóssil UFC NO 004v
(Fonte: Acervo da autora)

Todos os fósseis aqui supracitados também foram apresentados no resumo de Silva, Prado e Anelli (2019), sobre levantamento da Anurofauna da Bacia Sedimentar do Araripe.

5.4 Ilustração Paleontológica

A interpretação e a reconstrução artística do espécime fóssil UFC NO 004v, aqui estudado e identificado, por meio das Ilustrações Paleontológicas que são de imenso valor, pois servem de ferramenta de divulgação científica, despertando o interesse do grande público sobre o assunto relacionado.

A ilustração paleontológica a seguir (Fig. 49) explora o realismo, possui caráter mais científico e naturalista, foi feita a mão de forma tradicional e digitalizada após sua finalização, utilizando lápis de cor, caneta branca em gel e desenhado na folha preta, dando ênfase nos detalhes da textura da pele e coloração, respeitando as cores comumente encontradas atualmente dentro do grupo Hyloidea, bem como suas manchas, proporção corporal e a morfoanatomia real do espécime fóssil, com o objetivo de representá-lo em vida da forma mais precisa possível.



Figura 49. Ilustração Paleontológica: Anuro UFC NO 004v.
(Fonte: Acervo da autora).

Já a segunda ilustração paleontológica (Fig. 50) apresenta cunho mais artístico, foi feita em Aquarela, finalizada em lápis de cor de forma tradicional e digitalizada após a finalização, cujo objetivo principal é representar o contexto paleoecológico do nordeste brasileiro no Período do Cretáceo (há 145-65 Ma), com uma arte apresentando oito espécies fósseis já registradas na Bacia Sedimentar do Araripe, todas do mesmo período e nível estratigráfico, que por meio de um levantamento bibliográfico, foram compiladas e escolhidas para a composição artística da ilustração, e são:

- 1) Novo Anuro Fóssil UFC NO 004v (no plano central da imagem, por ser o espécime foco da presente pesquisa);
- 2) *Arlenea delicata* - Esta nova espécie fóssil da Chapada do Araripe revela conexões com a China. Sua morfologia geral sugere que suas sementes poderiam ter sido dispersadas por animais voadores, como pterossauros e aves, explicando a ampla distribuição geográfica das Ephedraceae no período Cretáceo Inferior. Esta estrutura das sementes permitiria que elas aderissem ao corpo destes animais voadores, permitindo a dispersão destas plantas por várias localidades e ambientes. Isso explicaria a sua distribuição cosmopolita, ocorrendo principalmente na China e extremo sul do Brasil (RIBEIRO; *et al.* 2024);

- 3) *Jaguariba wiersemana* - Fóssil de aguapé do grupo das Nympheas, também conhecidos como lírios d'água. O grupo está presente ainda atualmente e é comumente encontrado nas margens das lagoas. Em um contexto artístico, o pintor francês Claude Monet (1840-1926), teve como forte inspiração as Nympheas, com cerca de 250 obras a óleo com foco nesse grupo (COIFFARD; MOHR; OLIVEIRA, 2013);
- 4) *Brachyphyllum obesum* - Fóssil representante das Coníferas (Pinheiros e as Araucárias). Suas características morfológicas, epidérmicas e anatômicas presentes nos macrofitofósseis da Formação Crato, evidenciam adaptações a um ambiente de baixa umidade. Esta flora se desenvolveu dentro da Região Equatorial, numa área intracontinental sob condições climáticas áridas e semi-áridas (RIBEIRO; *et al.* 2021);
- 5) *Equisetum* sp. - Cavalinhas (*Equisetum* spp.) são pteridófitas perenes, com caules pontiagudos e ocos, e folhas escamosas, nativas das regiões temperadas. Os fósseis de plantas da Formação Crato são muito importantes porque nos contam uma história sobre o longo período de domínio dos vegetais com sementes nuas, as gimnospermas, e como foi o surgimento das primeiras plantas com flores, as angiospermas (RIBEIRO; *et al.* 2021);
- 6) *Oriza* sp - Grupo de plantas da família das gramíneas, Poaceae, que inclui arroz cultivado e outras 23 espécies selvagens. Na Formação Crato da Bacia Sedimentar do Araripe encontramos exemplares fósseis do grupo. As primeiras angiospermas teriam surgido no cinturão árido do planeta há cerca de 120 milhões de anos atrás na região. Mas as angiospermas não evoluíram sozinhas. Elas tiveram a colaboração de parceiros muito importantes: os insetos. Dentre os insetos preservados na Formação Crato, os besouros foram fundamentais na evolução das plantas (RIBEIRO; *et al.* 2021);
- 7) *Mickoleitia longimanus* - O espécime pertence à ordem Coxoplectoptera, grupo extinto de Efeméridas. Dois adultos e mais de 20 fósseis ninfas de *M. longimanus* foram descritos cientificamente de afloramentos mesozoicos, na Formação Crato do Cretáceo Inferior do Brasil. Tanto os adultos alados quanto as ninfas aquáticas eram predadores com patas dianteiras raptorais, que lembram aquelas de louva-a-deus. As ninfas tinham um hábito peculiar semelhante ao de camarões de água doce (STANICZEK; BECHLY; GODUNKO, 2011);

- 8) *Tupandactylus imperator* - um dos mais impressionantes pterossauros já descobertos. O nome do gênero vem de Tupã - o deus do trovão na cultura Tupi, e dactylus que em grego significa dígito, uma referência ao quarto dedo alongado que sustentava a asa do animal. A característica principal deste pterossauro é a enorme crista que ostentava na cabeça. Além de seu tamanho, a crista de *Tupandactylus* difere muito de outros pterossauros por ser formada por duas extensões ósseas: uma na frente do crânio, bem fina e alta, e outra dirigida para a parte posterior. Esta estrutura em "L" sustentava uma grande superfície de tecido mole, como se fosse uma vela de barco, todos tendo seus nichos ecológicos parcialmente representados (PINHEIRO; *et al.*, 2011).

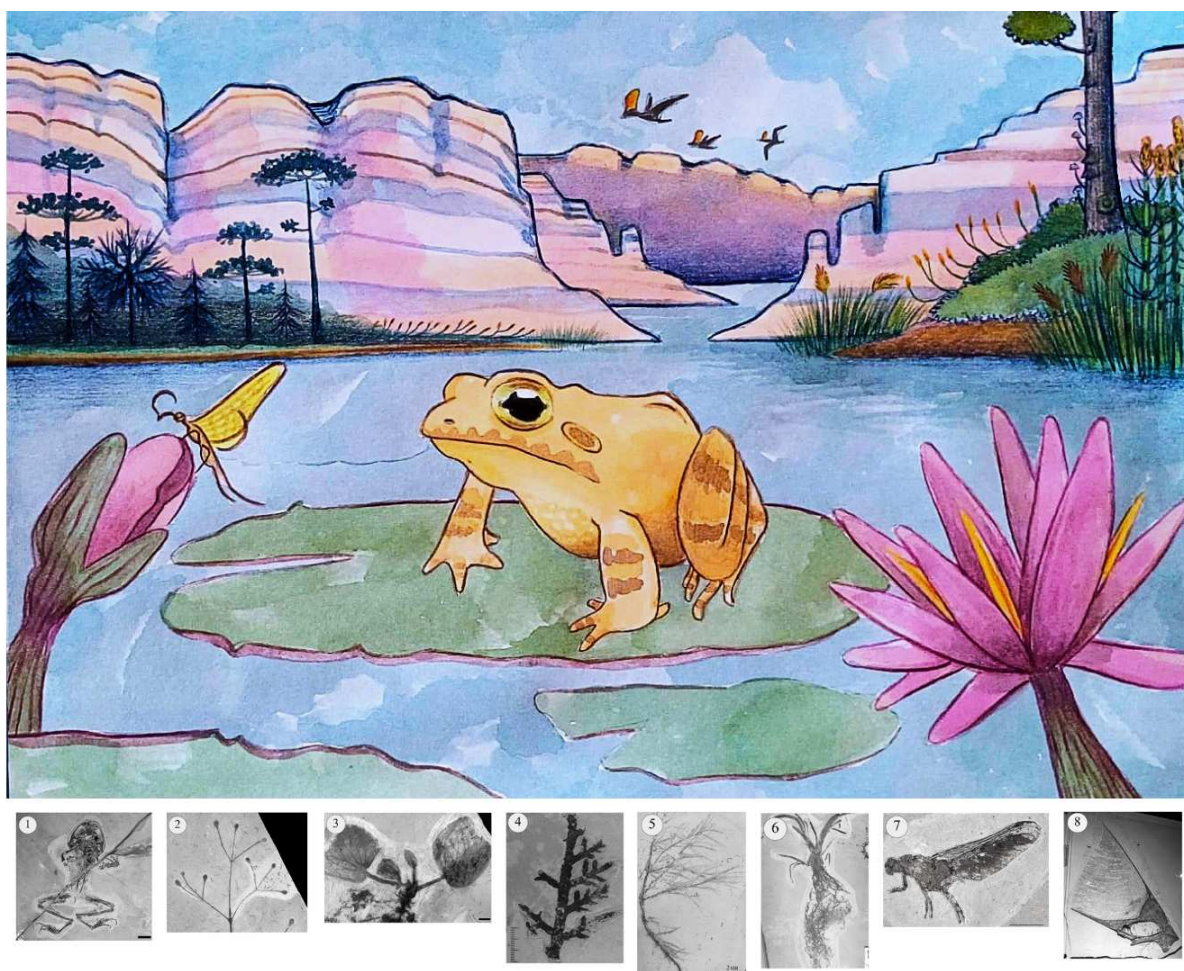


Figura 50. Ilustração Paleontológica: Aquarelando a Vida Extinta.
(Fonte: SILVA, 2024).

Ao capturar detalhes intrincados nas espécies extintas essas ilustrações educam e ajudam a preservar a memória de formas de vida que moldaram nosso mundo. Em conjunto com avanços tecnológicos e novas descobertas, as ilustrações paleontológicas continuam a

enriquecer nosso entendimento da história da vida na Terra, inspirando a curiosidade e promovendo a conservação da diversidade biológica atual.

6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa representa uma importante contribuição para o entendimento da história evolutiva dos anuros, evidenciando a relevância da Bacia Sedimentar do Araripe como um sítio chave para o estudo da fauna fossilífera do Cretáceo (Aptiano). A descoberta, identificação e caracterização do anuro fóssil UFC NO 004v, não apenas ampliam o conhecimento sobre a biodiversidade do período, mas também fornecem uma base sólida para futuras investigações sobre os processos evolutivos que marcaram o surgimento e a diversificação dos anuros.

A descrição, anatomia comparada e análise filogenética de UFC NO 004v, apontam-no como pertencente ao grupo Hyloidea, uma superfamília significativa e bastante diversificada dentro da ordem Anura, que engloba diversas famílias. Embora o espécime apresente várias características compartilhadas com o grupo é importante destacar que a sua classificação definitiva dentro dessa superfamília ainda exige mais investigações.

A ilustração paleontológica, além de ser uma ferramenta visual fundamental na reconstrução do passado, desempenha papel crucial na comunicação científica, facilitando a disseminação e compreensão dos dados obtidos. Assim, este estudo sublinha a necessidade de continuidade nas pesquisas paleontológicas, principalmente no que diz respeito à investigação evolução de Anura, um campo que, apesar dos avanços, ainda demanda uma compreensão mais aprofundada.

Em um cenário científico em constante evolução, novos achados, como o aqui descrito, reforçam a importância da Bacia Sedimentar do Araripe como um dos maiores repositórios paleontológicos do Cretáceo, sendo um marco no estudo da história natural do passado brasileiro. A continuidade das investigações nesse contexto, aliado ao aprimoramento das técnicas de ilustração e reconstruções paleontológicas, são cruciais para o avanço da Paleontologia e para a elucidação de aspectos ainda desconhecidos da evolução dos vertebrados.

REFERÊNCIAS

- AGNOLIN, Felipe de Souza Carvalho; ROLANDO, André Marques Alves; NOVAS, Fernando Enrique; XAVIER-NETO, José; ANDRADE, José Alves Ferreira Gomes de; FREITAS, Fernando Ihering. Early Cretaceous neobatrachian frog (Anura) from Brazil sheds light on the origin of modern anurans. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 101, p. 102633, 2020.
- ALUMNI, Unesp. **Conheça o paleoartista unespiano que estampou a capa da Revista Nature**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://alumni.unesp.br/noticia/-conheca-o-paleoartista-unespiano-que-estampou-a-capada-da-revista-nature>. Acesso em: 04 jul. 2024.
- ANDERSON, Jason. A new aïstopod (Tetrapoda: Lepospondyli) from Mazon Creek, Illinois. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 23, n. 1, p. 79-88, 2003. DOI: 10.1671/1752.
- ARAÚJO-JORGE, Tânia Cristina. Relações entre ciência, arte e educação: relevância e inovação. **Agência Fiocruz**, 2007. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br>. Acesso em: 18 maio 2023.
- ASSINE, Mário Lúcio. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 371-389, 2007.
- ASSINE, Mário Lúcio. **Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil)**. 1990. 124 f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.
- ALEXANDER, Richard. M. *The Chordates*. London: **Cambridge University Press**, 480 p. 1975.
- BOCK, Walter James. The Darwin-Wallace myth of 1858. **Proceedings of the Zoological Society**, v. 62, n. 1, p. 1-12, 2009. DOI: 10.1007/s12595-009-0001-9.
- BASTOS, Rodrigo Pacheco; OLIVEIRA, José Ailton de; LIMA, Luiz Pinto; GUIMARÃES, Leonardo Dias Araujo. **Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2003.
- BAIRD, David. Paleozoic Lepospondyl Amphibians. **American Zoologist**, Volume 5, Issue 2, May 1965, Pages 287–294, <https://doi.org/10.1093/icb/5.2.287>.
- BAEZ, Ana Maria; GÓMEZ, Ricardo Osvaldo. Dealing with homoplasy: osteology and phylogenetic relationships of the bizarre neobatrachian frog Bauru *Batrachus pricei* from the Upper Cretaceous of Brazil. **Journal of Systematic Palaeontology**, 16(4), 279–308, 2018. doi:10.1080/14772019.2017.1287130
- BAEZ, Ana Maria; MUZZOPAPPA, Paolo; BARBOSA DE MOURA, Gilberto José. The earliest records of pipimorph frogs from South America (Aptian, Crato Formation, Brazil): A Critical Evaluation. **Cretaceous Research**, 104728, 2020. doi:10.1016/j.cretres.2020.104728.
- BAEZ, Ana Maria; MOURA, Gilberto José Barbosa de; GÓMEZ, Ricardo Osvaldo. Anurans from the Lower Cretaceous Crato Formation of northeastern Brazil: implications for the early divergence of neobatrachia. **Cretaceous Research**, v. 30, p. 829-846, 2009.

BRASIL, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio. 4162 p. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol5.pdf. Acesso em: 26 de Abr. 2023.

BRITO NEVES, Beatriz Barata. A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional. *In: I Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*, **Anais**. Crato, 1990. p. 21-33.

BENTON, Michael Jeffrey. **Paleontologia de vertebrados**. São Paulo, Atheneu, 446p. 2008.

BERNAL, María Helena; MONTEALEGRE, Daniel Paredes; PÁEZ, Carlos Alberto. Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 28, n. 108, p. 385-390, 2004.

BORGES-MARTINS, Maria; SILVEIRA, Maria Luciane de Souza; LIMA, Renata Mello de Oliveira; LEME, Cleusa M. S.; *et al.* **Herpetologia**. UFRGS, 2023. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/herpetologia/>. Acesso em: 20 de Nov. de 2024.

BRITO NEVES, Beatriz Barata; SANTOS, Eliana José dos; VAN SCHMUS, William Robert. Tectonic history of the Borborema Province. Tectonic evolution of South America. 31st. *In: International Geological Congress*, p. 151-182. Rio de Janeiro, 2000.

ARVALHO, Victor Ferreira de. **A aplicação da paleoarte e do desenho científico na representação da classe Reptilia**. 2020. Tese (Doutorado), Universidade de Lisboa (Portugal).

CARVALHO, Igor de Souza; AGNOLIN, Felipe; ARANCIAGA, Renan M. A.; NOVAS, Fernando Enrique; XAVIER-NETO, José; FREITAS, Fernando Ihering de; ANDRADE, José Alves Ferreira Gomes de. A new genus of pipimorph frog (anura) from the early Cretaceous Crato formation (aptian) and the evolution of South American tongueless frogs. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 92, p. 222-233, 2019.

CARVALHO, Igor de Souza. Paleontologia: conceitos e métodos. Rio de Janeiro: **Interciência**, v. 1, n. 3, 2010.

CAMACHO, Cláudio Roberto; SOUZA, Fábio Ricardo Figueiredo Rocha de Oliveira. O arcabouço estrutural da Bacia Sedimentar do Araripe, Província Borborema, baseado em dados aeromagnetométricos. *Geologia USP. Série Científica*, v. 17, n. 3, p. 149, 2017. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v17-393.

CATTO, Bruno José; WARREN, Richard J.; VAREJÃO, Felipe Gomes; ASSINE, Mário Lúcio. The microbial nature of laminated limestones: Lessons from the Upper Aptian, Araripe Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 341, p. 304–315, 2016. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2016.05.007.

CARROLL, Robert Lynn. The origin and early radiation of terrestrial vertebrates. **Journal of Paleontology**, v. 75, n. 6, p. 1202-1213, 2001. DOI: 10.1666/0022-3360(2001)075%3C1202:TOAERO%3E2.0.CO;2.

CORTÉS-GÓMEZ, Andrés Misael; RUIZ-AGUDELO, Carlos Alberto; VALENCIA-AGUILAR, Alejandro; LADLE, Richard J. Funções ecológicas de anfíbios e répteis neotropicais: uma revisão. **Universitas Scientiarum**, v. 20, n. 2, p. 229-245, 2015.

COIFFARD, Claire; MOHR, Barbara A. R.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, Maria Elizabeth Costa. Jaguariba wiersemiana gen. nov. et sp. nov., an Early Cretaceous member of crown group Nymphaeales (Nymphaeaceae) from northern Gondwana. **Taxon**, v. 62, n. 1, p. 141–151, 2013. DOI: 10.1002/tax.621012.

CUVIER, Georges. Recherches sur les ossements fossiles des quadrupèdes. Cambridge: **Cambridge University Press**, 2015.

DARWIN, Charles Robert; WALLACE, Alfred Russel. On the tendency of species to form varieties; and On the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. **Journal of the Linnean Society of London**, v. 3, p. 45-62, 1858.

DARWIN, Charles Robert. On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life. 6. ed. Chicago: **Encyclopaedia Britannica**, 1952. (Great Books of the Western World, 49).

DARWIN, Charles. A origem das espécies. Tradução de Joaquim da Mesquita Paul São Paulo: **Hemus**, 2003. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/ffa/arquivos/abril/darwin1.pdf>. Acesso em: 26 de abr. 2023.

DEBUS, Allen A.; DEBUS, Donna E. Paleoimagery: The Evolution of Dinosaurs in Art. Jefferson: **McFarland & Company**, 2002. 285 p.

DO CARMO, Valéria Aparecida; MARTINS, Luiz Alberto de Carvalho. Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. **Filosofia e História da Biologia**, v. 1, n. 1, p. 335-350, 2006.

DOS SANTOS, Ronaldo José Martins; MELO, Gabriel Diniz; ALMEIDA-LIMA, Daniel Souza Dias; GUZMÁN, Juan; MELO, Rodrigo M. S.; PIOVESAN, Érica Kelly. Aptian microfossils from the southwest portion of the Araripe Basin, Pernambuco state, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 27, n. 3, 2024. DOI: 10.4072/rbp.2024.3.0443.

DEULLMAN, William E.; TRUEB, Lawrence. **Biology of amphibians**. Baltimore; London: McGraw-Hill, 1994.

GAREY, Márcia Valéria. **Diversidade de anfíbios anuros em três diferentes estádios sucessionais da Floresta Atlântica da Reserva Natural Salto Morato**, Guaraqueçaba-PR. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Ecologia e Conservação) — Universidade Federal do Paraná, 85 p.

GEHLING, James Gregory. Microbial mats in terminal Proterozoic siliciclastics; Ediacaran death masks. **Palaios**, v. 14, n. 1, p. 40-57, 1999.

GUZMÁN, Juan; PIOVESAN, Érica Kelly; MELO, Rodrigo M. S.; ALMEIDA-LIMA, Daniel Souza Dias; SOUSA, André J. S.; NEUMANN, Vera Helena M. L. Ostracoda and foraminifera biostratigraphy and palaeoenvironmental evolution of the Aptian Santana Group, post-rift of the Araripe Basin, Brazil. **Gondwana Research**, v. 124, p. 18-38, 2023. DOI: 10.1016/j.gr.2023.06.014.

GOULD, Stephen Jay. Reconstructing (and Deconstructing) the Past. In: GOULD, Stephen Jay (ed.). *The Book of Life: An Illustrated History of the Evolution of Life on Earth*. New York: W.W. Norton & Co, 2001. p. 6-21.

GUDYNAS, Eduardo; WILLIAMS, Jorge D.; DE LAS MERCEDES AZPELIQUETA, M. Morphology, ecology and biogeography of the South American Cecilia Chthonerpeton indistinctum (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae). **Zoologische Mededelingen**, v. 62, n. 2, p. 5-28, 1988.

FAMBRINI, Giuliano Lemos; SILVESTRE, Daniel da Costa; BARRETO JUNIOR, Antônio Marcos; SILVA-FILHO, William Ferreira da. Estratigrafia da Bacia do Araripe: estado da arte, revisão crítica e resultados novos. **Geologia USP. Série Científica**, v. 20, n. 4, p. 169-212, 2020. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v20-163467. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/180295>. Acesso em: 20 nov. 2024.

FERNANDES, Antônio Carlos da Silva. Fósseis: mitos e folclore. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 1, p. 101-115, 2005.

FITZPATRICK, Leonard C. Life history patterns of storage and utilization of lipids for energy in amphibians. **American Zoologist**, v. 16, n. 4, p. 725-732, 1976.

FRANCO, Marcos; FREITAS, Ana Cláudia; TANIZAKI, Kazuo; BRITO, Lucas C.; COUTINHO, Carlos; CASTRO, Leonardo F.; LIMA, Ricardo; MASUDA, Henrique. Levantamento da biodiversidade de anfíbios da mata atlântica através da fotografia. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2007.

FROST, Darrel R.; PAULY, Gabriel; TINSLEY, Robert C.; ZUG, George H.; HADDAD, Célio F. B.; *et al.* **The Amphibian Tree of Life**. Bulletin of the American Museum of Natural History, v. 297, p. 1-291, 2006. DOI: 10.1206/0003-0090(2006)297[1]2.0.CO;2.

GOLOBOFF, Pablo A.; FARRIS, James S.; NIXON, Kevin C. TNT, a free program for phylogenetic analysis. **Cladistics**, v. 24, n. 5, p. 774-786, 2008.

HADDAD, Carlos Frederico B. de; PRADO, Célio P. A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **BioScience**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2005.

JARED, Carlos; ANTONIAZZI, Maria Marta. Anfíbios: biologia e seus venenos. In: CARDOSO, José Luiz C.; FRANÇA, Fábio Otávio S.; WEN, Fausto H.; MÁLAQUE, Carlos M.; HADDAD, José V. (Org.). **Animais Peçonhentos no Brasil: Biologia, Clínica e Terapêutica dos Acidentes**. São Paulo: Sarvier, 2009.

JONES, David T.; LOADER, Simon Paul; GOWER, David J. Trophic ecology of East African caecilians (Amphibia: Gymnophiona), and their impact on forest soil invertebrates. **Journal of Zoology**, v. 269, n. 1, p. 117-126, 2006.

SARAIVA, Antônio Áureo Farias de; LIMA, Francisco José de; BARROS, Olga Alcântara; BANTIM, Raquel. **Guia de fósseis da Bacia do Araripe**. Crato: Olga Alcântara Barros; Governo do Estado do Ceará, 2021. 378 p.

KIESECKER, James M.; BLAUSTEIN, Arthur R.; BELDEN, Lisa K. Complex causes of amphibian population declines. **Nature**, v. 410, p. 681-684, 2001.

KLUMP, Gregory M.; GERHARDT, Howard C. Use of non-arbitrary acoustic criteria in mate choice by female gray tree frogs. **Nature**, v. 326, n. 6110, p. 286-288, 1987. DOI: 10.1038/326286a0.

LEITE, Kleber José Gomes. **Novo anuro do membro Crato (Aptiano) da formação Santana, Bacia do Araripe**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) — Universidade Federal do Ceará, 2013.

LEAL, Maria Eliza Costa; MARTILL, David M.; BRITO, Paulo M. Anurans of the Crato Formation. In: MARTILL, David M.; HILGEN, Frederik J.; WILMÁR, Monica (Org.). *The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 444–451.

LIMA, Tiago; BORTOLINI, Maria Clara. Arms Race: Coevolução vírus-hospedeiro com foco na família Coronaviridae. **Bio Diverso**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, 2022. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/biodiverso/article/view/125404>. Acesso em: 26 abr. 2023.

LIMA, Luciana Lima Costa; OLIVEIRA, José Paulo Soares de; SILVA, Luana Elayne Bezerra da; SANTOS, Carlos Barreto dos. Características gerais dos anfíbios anuros e sua biodiversidade. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 774–789, 2019. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v4i3.844. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/844. Acesso em: 26 abr. 2023.

LÓPEZ, Bernardo Víctor Juárez. Diagnóstico, conservação e resgate de Xochimilco com ênfase no manejo de *Ambystoma mexicanum*. 2022.

MAYOR, Adrienne. The first fossil hunters. Paleontology in Greek and Roman times. **Princeton: Princeton University Press**, 2000. 361 p.

MAYR, Ernst. Darwin's five theories of evolution. In: KOHN, David (Ed.). *The Darwinian Heritage*. Princeton: **Princeton University Press**, 1985. p. 755-772.

MARTINE, Alan Márcio; RICARDI-BRANCO, Flávia. Descrição dos métodos paleoartísticos para reconstruções de animais e vegetais fósseis. **Terrae Didactica**, v. 13, n. 2, p. 101-112, 2017.

MANFRIM, Roberta. Paleoartista de Uberaba vence categoria inédita em concurso internacional. **Diário de Pernambuco**, 2022. Disponível em:

<https://www.diariodepernambuco.com.br/ultimas/2022/09/paleoartista-de-uberaba-vence-categoria-inedita-em-concurso-internacio.html>. Acesso em: 04 jul. 2024.

MOREIRA, Gabriel; BARRETO, Lúcia. Alimentação e variação sazonal na frequência de capturas de anuros em duas localidades do Brasil central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, p. 313-320, 1996. Acesso em: 26 abr. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751996000200002>.

MOREIRA, João Kerensky. R.; MOURA, Gabriel J. B. de; NETO, José de A. N.; FORTIER, David C. Uma nova espécie de anuro para a Formação Crato, Cretáceo inferior da Bacia do Araripe. **Revista de Geologia**, v. 35, n. 1, p. 07-36, 2023. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/geologia/article/view/71629>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MOURA, Gabriel J. B.; BARRETO, Ana M. F. Aspectos tafonômicos da anurofauna da Formação Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 16, p. 3–15, 2006.

MOURA, Paulo H.; MOURA, Paulo H. A.; COSTA, Fábio R.; ANELI, L. E.; NUNES, I. A. A new genus of fossil frog (Anura) from Lower Cretaceous deposits in South America. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, p. e20191560, 2021.

NEUMANN, Valéria Helena Maria Leite. **Estratigrafía, Sedimentología, Geoquímica y Diagénesis de los Sistemas Lacustres Aptienses-Albienses de la Cuenca de Araripe (Nordeste de Brasil)**. 1999. Tese de Doutorado. Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Barcelona, 233 p.

G1. **Noassaurídeos, dinossauros semelhantes aos que teriam vivido onde hoje fica o Maranhão**. Globo.com, 2012. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2012/08/>. Acesso em: 5 abr. 2024.

NUSSBAUM, Ronald A.; WILKINSON, M. Sobre a classificação e filogenia de cecílias (Amphibia: Gymnophiona), uma revisão crítica. **Monografias Herpetológicas**, v. 3, n. 1989, p. 1-42, 1989.

OLIVEIRA, Henrique Lúcio Pereira de. O Real dá-se ao Olhar. Perspectiva e visualização da verdade nas imagens da Renascença. **Revista Catarinense de História**, v. 4, p. 146-161, 1996.

OSÉS, Gabriel Lima. **Tafonomia de grupos fósseis do membro crato (Formação Santana, Bacia do Araripe, Eocretáceo, NE do Brasil): implicações geobiológicas, paleoecológicas e paleoambientais**. [Tese de Doutorado] Universidade de São Paulo, 2016.

ANTIN, Charles Frederick; WALLACE, Alfred Russel. And his essays of 1858 and 1855. **Notes and Records of the Royal Society of London**, p. 67-84, 1959.

PINHEIRO, Francisco L.; FORTIER, Daniel C.; SCHULTZ, Cláudio L.; DE ANDRADE, José A. F.; BANTIM, Renato A. New information on the pterosaur *Tupandactylus imperator*, with comments on the relationships of Tapejaridae. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 56, n. 3, p. 567-580, 2011.

POUGH, Fred H.; JANIS, Christine M.; HEISER, John B. A vida dos vertebrados. 4. ed. São Paulo: **Atheneu**, p. 196-262, 2008.

POMBO, Orlando; SANTOS, Ricardo. Darwin e a ilustração científica. Em torno de Darwin. **Lisboa: Fim de Século**, 2011.

PONTE, Francisco C. Arcabouço estrutural da Bacia do Araripe. **Anais: IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil**, Águas de São Pedro: UNESP/IGC, 1996. p. 169-177.

PONTE, Francisco C.; PONTE, Francisco F. C. Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe. Recife: **DNPM**, 1996. p. 68.

POUNDS, John A.; FOGDEN, M. Peter L.; CAMPBELL, James H. Biological response to climate change in a tropical mountain. **Nature**, v. 398, n. 6728, p. 611-615, 1999.

PRADO, Gabriela M. E. M. Fossilized melanosomes in the Crato Formation (Araripe Basin, Cretaceous). [Tese de Doutorado] Universidade de São Paulo, **Brazil: Taphonomy and palaeobiological implications**, 2023.

PRATES, Igor. **Mimetismo em anfíbios: Colorido, morfologia cutânea e veneno em Ameerega picta, Leptodactylus lineatus e Leptodactylus andreae**. (Dissertação de Mestrado) 2010.

REIGO, A. Primeros datos descriptivos sobre los anuros del Eocretáceo de la Provincia de Salta (Rep. Argentina). **Ameghiniana**, Buenos Aires, v. 1, p. 3-8, 1959.

RIDLEY, M. Evolução. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009. 752 p.

RIBEIRO, Arlene M. N.; YANG, Y.; SARAIVA, Arlene Á. F.; BANTIM, Ricardo A. M.; JUNIOR, José T. C.; DE LIMA, Francisco J. Arlenea delicata gen. et sp. nov., a new ephedroid plant from the Early Cretaceous Crato Formation, Araripe Basin, Northeast Brazil. **Plant Diversity**, v. 46, n. 3, p. 362-371, 2024.

RIBEIRO, Arlene C.; RIBEIRO, Gilmar C.; VAREJÃO, Felipe G.; BATTIROLA, Luciana D.; PESSOA, Eliane M.; SIMÕES, Marcello G.; POYATO-ARIZA, Francisco J. Towards an actualistic view of the Crato Konservat-Lagerstätte paleoenvironment: A new hypothesis as an Early Cretaceous (Aptian) equatorial and semi-arid wetland. **Earth-Science Reviews**, v. 216, p. 1035, 2021. DOI: 10.1016/j.earscirev.2021.1035.

RONAN, C. A. História ilustrada da ciência. 4. ed. Cambridge: **Universidade de Cambridge**, 1987.

RUDWICK, M. J. S. The reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution. Chicago: **The University of Chicago Press**, 2005. 708 p.

RUTA, Marcello; COATES, Michael I.; QUICKE, David L. J. Early tetrapod relationships revisited. **Biological Reviews**, Chicago, v. 78, p. 251-345, 2003.

SANTOS, Eduardo J. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Belém do São Francisco. Folha SC.24-X-A. Estado de Pernambuco, Alagoas e Bahia. Escala 1:250.000. **Geologia e metalogênese**. Recife: CPRM, 2000.

SANTANDER CAPITAL NATURAL. **Sapo partero común (Alytes obstetricans)**. s.d. Disponível em: <https://santandernatural.es/recursos/especies-stv/sapo-partero/>. Acesso em: 07 ago. 2024.

SANCHIZ, B. Salientia. In: KUHN, O.; WELLNHOFER, P. (eds.). Encyclopedia of Paleoherpertology. **München: Friedrich Pfeil**, 1998. p. 259.

STANICZEK, Andreas H.; BECHLY, Gunter; GODUNKO, Roman J. Coxoplectoptera, a new fossil order of Palaeoptera (Arthropoda: Insecta), with comments on the phylogeny of the stem group of mayflies (Ephemeroptera). **Insect Systematics and Evolution**, v. 42, n. 2, p. 101-118, 2011.

SILVA, Roberto P. D. da; PRADO, Gustavo A. A anurofauna da Formação Crato (Cretáceo, Bacia do Araripe, NE Brasil): aspectos tafonômicos e pigmentação. **Anais**, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/siicusp/siicPublicacao.jsp?codmnu=7210>. Acesso em: 21 nov. 2024.

SILVA, Jéssica Costa. **AQUARELANDO A VIDA EXTINTA: O NORDESTE BRASILEIRO NO PERÍODO CRETÁCEO**. In: **Anais do I Simpósio Nordestino de Sistemática e Conservação da Biodiversidade - I SINCONBIO**, Fortaleza (CE): Universidade Federal do Ceará, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sinconbio/887579-AQUARELANDO-A-VIDA-EXTINTA--O-NORDESTE-BRASILEIRO-NO-PERIOD-RETACEO>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SANTOS, Everton J.; NUTMAN, A. Peter; BRITO NEVES, Benjamim Barbosa. Idades SHRIMP U-Pb do Complexo Sertânia: implicações sobre a evolução tectônica da Zona Transversal, Província Borborema. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/s1519-874x2004000100001>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SEBBEN, Antonio; KLACZKO, Jan; FERREIRA, André C. M.; FALCÃO, André L.; DILLENBURG, Gisela; OLIVEIRA, Isabel F. de; WANDERLEY, Paulo S.; QUEIROZ, Paulo S. de; COELHO, Wagner; SLOBODIAN, Vladimir. **Atlas fotográfico de anatomia comparada de vertebrados**. Brasília: Universidade de Brasília, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35459>. Acesso em: 09 mai. 2023.

STUART, Simon N.; CHANSON, Jacques S.; COX, Neil A.; YOUNG, Bruce E.; RODRIGUES, Antônio S.; FISCHMAN, David L.; WALLER, Richard W. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, p. 1783-1786, 2004.

STANICZEK, Alexander H.; BECHLY, Günter; GODUNKO, Roman J. Coxoplectoptera, a new fossil order of Palaeoptera (Arthropoda: Insecta), with comments on the phylogeny of the stem group of mayflies (Ephemeroptera). **Insect Systematics and Evolution**, v. 42, n. 2, p. 101, 2011.

SMITH, Pamela H. Arte, ciência e cultura visual no início da Europa moderna. **Ísis**, v. 97, n. 1, p. 83-100, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/501102>. Acesso em: 25 jan. 2025.

SBH. 2009. **Lista de espécies de anfíbios do Brasil**. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm>>. Acessado em: 14 de dezembro de 2013.

SHUBIN, Neil H.; DAESCHLER, Edward B.; JENKINS JR., Francis A. The pectoral fin of *Tiktaalik roseae* and the origin of the tetrapod limb. **Nature**, v. 440, n. 7085, p. 764-771, 2006.

VERGANO, David. Our Fishy Ancestors Had Fins Made for Walking. **National Geographic**, Estados Unidos, jan. 2014. Disponível em: <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/140113-tiktaalik-pelvis-fossil-discovery-science>. Acesso em: 04 jul. 2014.

WAKE, David B.; MARKS, Steven B. Development and evolution of plethodontid salamanders: a review of previous studies and a prospect for future research. **Herpetology**, v. 49, n. 2, p. 194-203, 1993.

WHILES, Matt R.; GRUBAUGH, J. W. Role of amphibians in the ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, n. 8, p. 2731-2747, 2006.

ZAMBRANO-GONZÁLEZ, Luis; TROVAR, Antonio; SUMANO, Carlos; AYALA, Carmen; RUBIO, Margarita; TREJO, Manuel A. Estudio: Rehabilitación de la red chinampera y del hábitat de especies nativas de Xochimilco. Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología, **UNAM**, 2014.

ZUG, George R. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. **San Diego: Academic Press**, 1993.

ZHANG, Peng; ZHOU, Huaping; CHEN, Y. Q.; LIU, Y. F.; QU, Liang. Mitogenomic perspectives on the origin and phylogeny of living amphibians. **Systematic Biology**, Oxford, v. 54, n. 3, p. 391-400, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10635150590945278>. Acesso em: 25 jan. 2025.

ZHANG, Zhi; MAMMOLA, Stefano; LIANG, Zhiyu; CAPINHA, Eduardo; WEI, Qi; WU, Yulan; WANG, Cheng. Future climate change will severely reduce habitat suitability of the critically endangered Chinese giant salamander. **Freshwater Biology**, v. 65, n. 5, p. 971-980, 2020.

APÊNDICE A - LISTA DE CARACTERES

Símbolos:

*, não incluído em Báez *et al.* (2009);

#, modificado de Báez *et al.* (2009).

- 1 Teto do crânio, região orbital, largura mínima em relação à largura antorbital máxima: (0) menos de 1/4, (1) entre 1/4 e 1/3, (2) mais de 1/3.
- 2 Teto do crânio, região orbital, formato: (0) extremidades posterior e anterior igualmente largas, (1) anteriormente mais largas do que posteriormente, (2) posteriormente mais largas do que anteriormente.
- #3 Nasais, relação entre si: (0) bem separadas, (1) ligeiramente separadas ou em contato mínimo, (2) em contato na maior parte de suas margens mediais ou completamente fundidas. Não é visível (?)
- *4 Nasal, posição da extremidade anterior em relação à ponta anterior da maxila: (0) posterior, (1) mesmo nível, (2) anterior. Não é visível (?)
- #5 Frontoparietais, relação entre si: (0) separados ao longo de todo o comprimento, (1) parcialmente suturados ou em contato apenas parcialmente, podem ser parcialmente fundidos, (2) suturados ao longo de todo o comprimento, (3) ázigos.
- *6 Frontoparietal, flange supraorbital: (0) ausente, (1) presente.
- *7 Trajeto da artéria occipital, relação com o teto do crânio: (0) superficial, (1) em sulco aberto, (2) fechado em canal. Não é visível (?)
- #8 Relação esquamosal-frontoparietal: (0) separado, (1) contato entre a lamela alaris do esquamosal e frontoparietal, com ponte óssea arqueada sobre a cápsula ótica para formar uma fenestra pós-temporal (sensu Lynch 1971: 47), (2) contato entre a lamela alaris e frontoparietal na superfície dorsal da cápsula ótica, sem fenestra pós-temporal presente, (3) contato restrito à placa ótica do ramo ótico e frontoparietal (por exemplo, Bufo). Não é visível (?)
- #9 Esquamosal, ramo ótico, placa ótica (= ramus paroticus de Roček 2003): (0) reduzido ou ausente, (1) pequena placa ótica sobrepondo apenas a maior parte lateral da crista parótida, (2) placa ótica sobrepondo amplamente o proótico.
- #10 Ramo zigomático esquamosal: (0) reduzido, (1) moderadamente desenvolvido, extremidade distal livre, (2) bem desenvolvido, articulado com a maxila. Não é visível (?)
- *11 Relação esquamosal-nasal: (0) sem contato, (1) em contato. Não é visível (?)
- 12 Ramo anterior e pterigóideo, extensão anterior: (0) alcançando o plano antorbital, (1) não alcançando o plano antorbital.
- *13 Ramo anterior e pterigóideo, posição relativa à maxila: (0) medial, (1) dorsal.
- #14 Ramo medial e pterigóideo, configuração: (0) curto, sem contato ósseo com a cápsula ótica, (1) moderadamente desenvolvido, contato com a cápsula ótica, (2) bem desenvolvido, contato amplo ou suturado com a asa paraesfenoidal.

- *15 Ramo anterior e pterigóideo, flange ventral: (0) ausente, (1) presente.
- *16 Pterigóide, ramo anterior, flange dorsal: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 17 Paraesfenóide, processo cultriforme, extensão anterior em relação ao plano antorbital: (0) bem posterior, (1) quase no mesmo nível, (2) anterior. OBS: O osso está fragmentado ???
- *18 Paraesfenóide, processo cultriforme, crista longitudinal na superfície ventral: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- *19 Paraesfenóide, asa, orientação no aspecto ventral: (0) angulado anteriormente, (1) perpendicular ao processo cultriforme, (2) angulado posteriormente. OBS: o osso está fragmentado
- *20 Paraesfenóide, asa, quilhas na superfície ventral: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- *21 Vômer: (0) ausente, (1) presente.
- 22 Vômer, dentes: (0) presente, (1) ausente.
- *23 Vômer, dentes, posição em relação ao planum antorbitale: (0) claramente anterior, (1) no mesmo nível.
- *24 Vômer, dentes, disposição: (0) fileiras retas, perpendiculares à linha média do crânio, (1) fileiras retas, divergentes posteriormente, (2) fileiras retas, divergentes anteriormente, (3) fileiras arqueadas anteriormente, (4) fileiras arqueadas posteriormente, (5) poucos dentes em uma área arredondada e protuberante.
- 25 Vômer, processo anterior, extensão relativa ao arco maxilar: (0) alcançando o arco maxilar, (1) não alcançando o arco maxilar.
- *26 Vômer, processo pós-coanal: (0) não distinto, (1) distinto, mas curto, (2) bem desenvolvido, longo, margeando toda a margem posterior da coana.
- 27 Palatino, como um elemento discreto: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- 28 Palatino, odontoides ou cristas na superfície ventral: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- 29 Esfenetmoide, exposição dorsal entre nasais e frontoparietais: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 30 Esfenetmoide, configuração ventral: (0) simples, (1) dividido. Não é visível (?)
- 31 Esfenetmoide, configuração dorsal: (0) simples, (1) dividido. Não é visível (?)
- *32 Esfenetmoide, forame orbitonasal: (0) completamente ligado ao osso, (1) incompletamente ligado ao osso ou ligado à cartilagem. Não é visível (?)
- *33 Esfenetmoide, planum antorbitale, mineralização: (0) principalmente cartilaginosa, (1) bem ossificado, pelo menos metade do planum. Não é visível (?)

- *34 Cápsula nasal, septum nasi, mineralização: (0) principalmente cartilaginosa, (1) parcialmente ossificado, (2) completamente ossificado. Não é visível (?)
- *35 Cápsula nasal, septum nasi, largura: (0) largo, cápsulas nasais medialmente separadas, (1) estreito, cápsulas nasais medialmente fechadas. Não é visível (?)
- 36 Cobertura cartilaginosa do cavum cranii, configuração: (0) completamente aberta, (1) taenia tecti transversalis presente apenas, (2) taeniae tecti transversalis e medialis presentes, (3) tectum parietale presente, (4) quase completamente condricado, (5) taeniae tecti medialis presente apenas. Não é visível (?)
- *37 Neurocrânio, parede lateral no nível do forame óptico, mineralização: (0) cartilaginosa (1) parcial ou completamente ossificada.
- *38 Crista parotica, grau de ossificação: (0) principalmente cartilaginosa, (1) ossificada pelo menos metade.
- *39 Crista parotica, expansão distal: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- *40 Exoccipital, côndilos occipitais, formato: (0) não pedunculado, (1) pedunculado. Não é visível (?)
- 41 Anel timpânico: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 42 Columela: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 43 Dentes na pré-maxila e maxila: (0) ausentes, (1) presentes.
- #44 Coroa do dente, número de cúspides: (0) dois, dente bicúspide, cúspide labial pode estar presente como lâmina baixa, (1) um, dente monocúspide.
- *45 Pré-maxila, pars palatina, processo palatino, configuração: (0) distinto, projetando-se lingualmente, (1) investindo o processo alar proximalmente, ponta distal pontiaguda distinta (posterior), (2) processo inteiro investindo o processo alar, ponta distal romba distinta ou ausente.
- 46 Pré-maxila, pars palatina, extremidade lateral, configuração: (0) não expandida lingualmente nem projetada posteriormente, (1) expandida lingualmente, mas menos que o processo palatino, e ligeiramente projetada posteriormente, (2) larga, mas indistinta do resto da pars palatina, não projetada posteriormente, (3) expandida lingualmente tanto quanto o processo palatino, não projetada posteriormente, (4) distintamente projetada em direção à maxila formando uma sutura extensa, ligeiramente ou não expandida lingualmente, um processo lingual discreto (descrito como processo dorsal da pré-maxila por Evans et al. 2014, veja abaixo) pode estar presente. Não é visível (?)
- *47 Pré-maxila, processo alar, orientação: (0) anterodorsal, (1) dorsal, (2) posterodorsal. Não é visível (?)
- *48 Pré-maxila, contato com a maxila em aspecto labial: (0) maxila encosta na pré-maxila, (1) maxila se sobrepõe à pré-maxila, processo anteroventral curto, (2) maxila se sobrepõe à pré-maxila, processo anterodorsal longo, (3) maxila se sobrepõe à pré-maxila, processo anteroventral longo, (4) maxila se sobrepõe à pré-maxila inteira. Não é visível (?)

- *49 Maxila, pars facialis na região orbital, formato: (0) diminui gradualmente em altura na região orbital, (1) diminui abruptamente em altura na região orbital, (2) alta ao longo da região orbital, mas diminui posteriormente, (3) alta em quase todo o seu comprimento.
- *50 Maxila, superfície externa da pars facialis, aspecto: (0) lisa, (1) levemente esculpida, apenas algumas costelas presentes, (2) fortemente ornamentada, geralmente tuberculada ou com sulcos, a escultura fica sobre a superfície externa da pars dentalis, (3) fortemente ornamentada, geralmente tuberculada ou com sulcos, a escultura fica principalmente em um plano mais profundo do que a superfície externa saliente da pars dentalis. Não é visível (?)
- *51 Maxila, pars facialis, processo anterodorsal: (0) ausente ou reduzido (ou seja, alcançando mais posteriormente do que a margem anteroventral do osso) (por exemplo, *Litoria australis*), (1) alcançando mais anteriormente do que a margem anteroventral do osso, mas não bem diferenciado do resto da pars facialis (por exemplo, *Calyptocephalella*), (2) presente, longo, projetando-se anterodorsalmente e bem diferenciado do resto da pars facialis (por exemplo, *Ceratophrys*). Não é visível (?)
- 52 Maxila, pars palatina, orientação no nível do planum anteorbitale: (0) formando um ângulo reto com a pars dentalis, (1) formando um ângulo amplo com a pars dentalis, (2) formando um ângulo de 180° com a pars dentalis e paralelo à superfície interna da pars facialis.
- #53 Quadratojugal, pars jugalis: (0) ausente, (1) presente.
- *54 Quadratojugal, processo dorsal: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- *55 Quadratojugal, processo lateral: (0) ausente, (1) presente.
- *56 Osso mentomeckeliano: (0) presente, (1) ausente.
- *57 Osso mentomeckeliano, processo lateral: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 58 Projeções laminares dentárias, semelhantes a presas: (0) ausentes, (1) presentes.
- 59 Ossificações ectópicas sinfisárias semelhantes a presas: (0) ausentes, (1) presentes.
- *60 Angulosplênio, processo coronoide, formato: (0) pouco desenvolvido, baixo, (1) bem desenvolvido, processo distinto, (2) muito bem desenvolvido, lâmina longa.
- *61 Maxilar inferior, articulação com o crânio, posição: (0) anterior ao occipital, mas lateral à cápsula ótica, (1) mesmo nível do occipital, (2) bem posterior ao occipital, (3) bem anterior, anterior à cápsula ótica.
- 62 Hióide, hiália, configuração geral: (0) completo, (1) incompleto distalmente, (2) incompleto proximalmente. Não é visível (?)
- 63 Hióide, processo anterior do hial: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 64 Hióide, processo lateral ao processo anterior do hial: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)

- 65 Placa hióide, processos anterolaterais (alares): (0) ausentes, (1) presentes. Não é visível (?)
- 66 Placa hioide, processos anterolaterais (alares), formato: (0) acuminado, (1) pedúnculo estreito e dilatado distalmente, (2) em forma de asa, (3) pedúnculo largo e dilatado distalmente, (4) confluyente com a placa hioide. Não é visível (?)
- 67 Placa hioide, processo posterolateral: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 68 Placa hioide, processo posteromedial, ossificação: (0) pedúnculo cartilaginoso encostado na placa hioide, (1) ossificação atinge a placa hioide, (2) ossificação invade a placa hioide. Não é visível (?)
- *69 Placa hioide, processo posteromedial, flange no lado medial: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- *70 Hioide, projeção posterior na placa hioide: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 71 Placa hioide, formato: (0) largo, largura maior ou igual a comprimento, (1) estreito, mais longo que largo. Não é visível (?)
- 72 Placa hioide, calcificação: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 73 Osso para-hioide: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- #74 Vértex pré-sacrais, número (independentemente de fusões): (0) mais de oito, (1) oito. Não é visível (?)
- 75 Vértex do tronco, formação do centro: (0) pericordal, (1) epicordal. Não é visível (?)
- 76 Atlas, arranjo do cotilo: (0) totalmente confluyente (Tipo III), (1) justaposto (Tipo II), (2) amplamente separado (Tipo I). Não é visível (?)
- *77 Atlas, posição do cotilo em relação ao canal neural: (0) completamente ventral, (1) ventrolateral. Não é visível (?)
- *78 Relação das vértebras I e II: (0) completamente separadas, (1) espinha neural I achatada, sobreposta e fundida ao arco neural II, (2) completamente fundida. Não é visível (?)
- 79 Vértebra pré-sacral mais posterior, configuração do centro (0) em forma de carretel, (1) opistocelosa, (2) procelosa, (3) bicôncava. Não é visível (?)
- 80 Quatro pré-sacrais posteriores, arcos neurais, imbricação: (0) presente, (1) ausente. Não é visível (?)
- *81 Pré-sacrais anteriores, espinhos neurais: (0) ausentes ou baixos, (1) altos, direcionados dorsalmente, (2) altos, direcionados posteriormente. Não é visível (?)
- 82 Vértebra VI, processos transversos, orientação da margem posterior: (0) quase perpendicular ao eixo longitudinal ou ligeiramente posterior, (1) moderadamente para a frente, (2) acentuadamente para a frente. Não é visível (?)

- 83 Vértebra IV, processos transversos, comprimento mediolateral em relação ao das diapófises sacrais: (0) quase igual ou ligeiramente maior, (1) muito maior (25% ou mais).Não é visível (?)
- #84 Vértebra pré-sacral mais posterior, processos transversos, comprimento mediolateral em relação ao das diapófises sacrais: (0) claramente mais curto, (1) igual ou subigual.Não é visível (?)
- 85 Vértebra III, processos transversos/costelas associadas, processos uncinados: (0) presente, (1) ausente.Não é visível (?)
- #86 Diapófises sacrais, expansão distal em vista dorsal, avaliada como o comprimento distal (DL) em relação à distância máxima entre as margens distais das diapófises (MW) = largura sacral de Trueb & Tyler (1974): (0) amplamente expandido ($DL \geq \frac{1}{2} MW$) (1) moderadamente expandido ($\frac{1}{2} MW > DL \geq \frac{1}{4} MW$), (2) ligeiramente expandido ou estreito ($DL < \frac{1}{4} MW$).Não é visível (?)
- *87 Diapófises sacrais, extremidades distais em vista lateral: (0) nitidamente achatadas (altura $< \frac{1}{2}$ comprimento anteroposterior, (1) aproximadamente arredondadas (altura quase $\frac{1}{2}$ comprimento).Não é visível (?)
- *88 Diapófises sacrais, margem anterior, orientação em relação ao eixo longitudinal em vista dorsal: (0) posterolateral, (1) quase perpendicular, (2) anterolateral.Não é visível (?)
- *89 Diapófises sacrais, orientação geral em aspecto posterior, em relação ao plano horizontal, (0) quase horizontal ou ligeiramente angulada dorsalmente, (1) fortemente angulada dorsalmente, formando um ângulo de 15° ou maior.Não é visível (?)
- 90 Vértebra sacral, articulação com urostilo: (0) sincondrótico, notocorda persistente, (1) bicondilar, (2) monocondilar, (3) fundido.Não é visível (?)
- 91 Uróstilo, processos transversos: (0) presente, (1) ausente.
- #92 Uróstilo, comprimento relativo à porção pré-sacral da vértebra coluna: (0) quase tão longo, ou mais longo, (1) claramente mais curto (85% ou menos).
- *93 Uróstilo, crista dorsal: (0) ausente ou com crista baixa, (1) moderado ou alto, mas estendendo-se apenas pela metade anterior do uróstilo, (2) bem desenvolvido, alto e estendendo-se ao longo da maior parte do uróstilo.Não é visível (?)
- *94 Uróstilo, processo anterodorsal na extremidade anterior da crista dorsal: (0) ausente ou pouco desenvolvido, (1) distinto, bem desenvolvido.Não é visível (?)
- *95 Uróstilo, formato em vista lateral: (0) reto, (1) arqueado.Não é visível (?)
- 96 Costelas livres em adultos: (0) ausentes, (1) presentes.Não é visível (?)
- 97 Discos intervertebrais livres em subadultos: (0) ausentes, (1) presentes.Não é visível (?)
- #98 Escudo dorsal formado por elementos mediais ou mediais e laterais unidos entre si e às vértebras por ligamentos: (0) ausentes, (1) presentes.Não é visível (?)

- #99 Escudo dorsal formado por pelo menos elementos mediais contínuos com os espinhos neurais: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 100 Cintura peitoral, omosterno: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- 101 Cintura peitoral, omosterno, grau de ossificação: (0) completamente cartilaginoso, (1) com estilete ossificado. OBS: o osso está fragmentado
- 102 Cintura peitoral, esterno, grau de ossificação: (0) completamente cartilaginoso ou irregularmente calcificado, (1) com estilete ossificado. OBS: o osso está fragmentado
- *103 Cintura peitoral, externo, formato: (0) curto e largo, semicircular a romboide, (1) bifurcado proximalmente em projeções longas, (2) longo e arredondado distalmente, (3) cogumelo invertido, estilete curto e largo, (4) âncora ou flecha, estilete longo e estreito, (5) largo, mais longo que largo, com entalhe posterior, (6) estilete estreito, bifurcado distalmente, (7) mais largo posteriormente que anteriormente, margem posterior irregular. OBS: o osso está fragmentado
- 104 Cintura peitoral, epicarcoides na região coracoideal, relação entre si: (0) sobrepostos, (1) não sobrepostos. OBS: o osso está fragmentado
- 105 Coracoide, extremidade esternal, expansão relativa ao comprimento do osso: (0) menos de $\frac{1}{2}$, (1) mais de $\frac{1}{2}$.
- *106 Coracoide, extremidade esternal, formato: (0) simétrico, (1) assimétrico.
- *107 Coracoide, processo posterodorsal: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- 108 Clavícula: (0) presente, (1) ausente.
- 109 Clavícula, orientação: (0) anteromedial, (1) perpendicular, (2) posterior.
- *110 Clavícula, porção medial, formato: (0) fortemente arqueada anteriormente, (1) moderadamente arqueada anteriormente, (2) reta ou quase, (3) arqueada posteriormente.
- 111 Clavícula, relação com a escápula: (0) sobrepõe a margem anterior, (1) confina com a pars acromialis, (2) fundida.
- 112 Escápula, largura máxima da fossa glenoide em relação à largura máxima da Escápula: (0) mais de 1, (1) entre 1 e $\frac{1}{2}$, (2) menos de $\frac{1}{2}$.
- *113 Escápula, fenda medial: (0) ausente, (1) presente.
- #114 Escápula, margem anterior, processos ou cristas: (0) ausente, (1) crista ou um pequeno nó na pars acromialis, (2) crista moderada na metade proximal da haste, (3) lâmina longa, (4) com uma crista curta fortemente defletida anteroventralmente para formar uma bacia profunda..
- *115 Cleithrum, formato geral em vista dorsal: (0) lábio ósseo ao longo da margem anterior da supraescapular, (1) margem lateral (escapular) reta, distintamente bifurcada com ramos anterior e posterior, (2) margem lateral pode ter um pequeno entalhe no canto anterior, ramo anterior distinto, mas região posterolateral do cleitro em forma de placa, um pequeno ramo posterior pode estar presente, (3) margem lateral com/sem

um entalhe amplo, região posterior estreita, sem um ramo posterior, (4) extenso elemento em forma de placa investindo quase toda a superfície dorsal da cartilagem supraescapular.

- *116 Úmero, côndilo ventral, diâmetro relativo à largura distal total no nível do epicôndilo: (0) pequeno ($<0,58$), (1) grande ($> 0,58$).
- 117 Elementos intercalares: (0) ausentes, (1) presentes.
- *118 Carpos pré-axiais (elemento Y e distal 2), configuração: (0) separados, (1) fundidos.
- 119 Carpos pós-axiais (ulnares e distais 3, 4 e 5), configuração: (0) todos livres, (1) ulnares e 3 livres, 4+5, (2) ulnares livres, 3+4+5, (3) ulnares+5, 3 e 4 livres.
- 120 Pré-pollex, número e forma dos elementos pré-pollicais: (0) um, esférico ou alongado, (1) dois, distal pode ser alongado, (2) três ou mais, esférico ou alongado, (3) dois, distal hipermórfico, (4) dois, semelhantes a espinhos.
- *121 Dedos 1 e 2 (dígitos II e III), comprimentos relativos: (0) $II < III$ (1) $II = III$, (2) $II > III$.
- 122 Torção do carpo: (0) ausente, (1) presente.
- #123 Ílio, crista dorsal, desenvolvimento: (0) crista ausente ou baixa, (1) moderadamente alto (0,5 a 0,9x altura do corpo), (2) alto, bem desenvolvido (tão alto quanto o corpo ou mais). Não é visível (?)
- *124 Ílio, expansão acetabular ventral em vista acetabular em relação à altura do acetábulo: (0) reduzido (comprimento máximo $< 0,4$), (1) moderadamente desenvolvido (comprimento máximo $> 0,4$ e $< 0,8$), (2) bem desenvolvido (comprimento máximo $> 0,8$). OBS: o osso está fragmentado
- *125 Ílio, ângulo entre o corpo ilíaco e a expansão acetabular ventral: (0) agudo, (1) reto, (2) obtuso. OBS: o osso está fragmentado
- *126 Ílio, expansão acetabular dorsal em vista acetabular em relação à altura do acetábulo: (0) reduzido (comprimento máximo $< 0,4$), (1) moderadamente desenvolvido (comprimento máximo $> 0,4$ e $< 0,8$), (2) bem desenvolvido (comprimento máximo $> 0,8$). Não é visível (?)
- *127 Ílio, processo isquiádico: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- *128 Ílio, proeminência dorsal: (0) ausente, (1) presente. Não é visível (?)
- *129 Ílio, morfologia do tubérculo dorsal: (0) baixa proeminência, protuberância imperceptível, (1) proeminência dificilmente discernível do contorno ilíaco, protuberância alongada levemente projetada lateralmente, (2) proeminência em forma de espícula, protuberância imperceptível ou não, (3) baixa proeminência, protuberância arredondada levemente projetada lateralmente, (4) proeminência dificilmente discernível do contorno ilíaco, protuberância alongada lateralmente projetada. OBS: o osso está fragmentado

- *130 Ílio, sulco espiral: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- *131 Ísquio, expansão posterodorsal: (0) não desenvolvido, (1) bem desenvolvido. OBS: o osso está fragmentado
- *132 Ísquio, margem posterior, formato: (0) convexo, (1) reto, (2) côncavo. OBS: o osso está fragmentado
- *133 Região púbica, mineralização: (0) cartilaginosa, (1) mineralizada.
- 134 Epipúbis: (0) ausente, (1) presente. OBS: o osso está fragmentado
- 135 Fêmur, crista femoral: (0) ausente, (1) presente.
- *136 Fêmur, comprimento relativo ao comprimento da tibiofíbula: (0) mais curto, (1) quase igual, (2) mais longo.
- 137 Tarsos proximais (tibiale e fibulare), configuração: (0) separados, (1) proximal e distalmente fundidos, (2) completamente fundidos.
- 138 Tarsos distais 3 e 2, configuração: (0) livres, (1) fundidos. OBS: Estou em dúvida!
- 139 Tarsos distais 1, como um elemento discreto: (0) ausente, (1) presente.
- 140 Pré-hálux, número e forma dos elementos pré-hálicos: (0) um, esférico ou alongado (1) dois, esférico ou alongado, (2) três ou mais, esférico ou alongado, (3) dois, distal hipermórfico em forma de cabeça de machado, (4) três ou mais, em forma de cabeça de machado.
- #141 Dedo do pé IV, falange terminal, forma geral: (0) reto, (1) curvo.
- #142 Dedo IV, falange terminal, formato da extremidade distal: (0) simples, (1) entalhado, (2) em forma de T, (3) em forma de Y, (4) claramente nodoso, (5) em forma de seta.
- 143 Formato da pupila: (0) vertical, (1) triangular, (2) horizontal ou principalmente assim. Não é visível (?)

Referências

Báez, A. M., & Gómez, R. O. (2017). Dealing with homoplasy: osteology and phylogenetic relationships of the bizarre neobatrachian frog *Baurubatrachus pricei* from the Upper Cretaceous of Brazil. *Journal of Systematic Palaeontology*, 16(4), 279–308. doi:10.1080/14772019.2017.1287130

APÊNDICE B - MATRIZ DOS CARACTERES

Matriz dos caracteres utilizada na análise do registro fóssil UFC NO 004v, formada por 74 táxons e 143 caracteres.

Ascaphus truei

10000000010001002010100?100?11110000000000100410000?0??1000000100?1200001000
000100000[12]00000100010000?0001100020003000001000[01]1[01]00010011101011000

Adelotus brevis

011020001100010?002?101211101000001?010011100421300?100101012010131100000101
1221?0011101011011001001005000000111102100211101110140??10001112022

Allophryne ruthveni

2212100011010000101?11??110?1000111?001110?000?000?0??1000?30001311000001?21
02100001102?11010000000?020000001111011002001002101001200111101022

Alytes obstetricans

102010000000010010101010110?100000110110111001210000100100020000131100001110
00110100[01]00201000?0[01]00010010010000101311000100002211000001121010000

Arariphrynus placidoi

11?0?0???00001?0??1?1?????10?????1???1?1??1?????100?1?01000?2?????????????1?2??21?
101?2?0?111???0?????????????????2?0?10?????????????????00111?04?

Arthroleptis adolfifriederici

2200200011000000101011??111001?0001?000011100321000?1001000?1010120100100102
102100011210?1102100000110611100221210310121012???01100?10001110022

Atelognathus patagonicus

12100000110001001010100011101000001?00000010011100000??100010?????????????1?21
0210000111011101010000100200100001110?10?22010111010010000001?002

Baurubatrachus pricei

1220?12??2?0021010101?????1?10001214?1101?1?????132?01?01???12?????????????1???11?
0101011???11??100100????????0000111421??????2?01014012??11???????

Beelzebufo ampinga

??2?2122?2?02????21?????????????????1?0?11??421?2?2100?????1?????????????????1122?1
0???112011?0000?01?????????????????????0?????????????1??????

Bombina variegata

1020[01]0000100010000101014110?100000110000011001210000100100020000131200011
11110100200000202000?010000?0100100011012110002000320010?00001210?2001

Bufo bufo

1221201021001100001111??1010100[01]00120100110?011000011001000000001311001001
01102100001101011011100000?[01]40010002111[01]21002?010121010010?01111??002

Calyptocephalella gayi

1220212222010200201110020111000001140[01]101110012123101001000120[01]01112000

00101102010[01]0[01]10011102100?00100501100001113210011012111011011[01]0111111
000

Ceratobatrachus guentheri

122021?0220102001011100201100000011?111111?032132011111010220101311001001?21
03110011210?11021000001114110002212102?012101220101101010001101002

Ceratophrys calcarata

12202121?2100210101?11?011100001214111011111421222211010??12????????????1?010
21101012111112100000100?0110001221031002221022201201010121113002

Ceratophrys cornuta

1220212122100200101111?011100001214111011112421222211010??020000?1200010100
102110101210111210000010050010001121021002221122201201010121113002

Ceratophrys cranwelli

02202121221002001011100201110000121411101111242122221101001120000?1200010100
102110101210111210001010050110001121[01]31002221022201201010121113002

Chacophrys pierottii

0220212[03]221002001011100501111000121401101111141122221101001110000?12000101
00112110100211111210000010050110001121031002221022201201010121113002

Conraua crassipes

0200200011000100101010021110000?0012010011100311000010010101101013110001010?
103100011210?111210000011141110012111231002201220101101110021112022

Cophixalus riparius

1222200001000000001011??1101?000011?0001110?0311000?10011001300013121?0101?21
02100001002011011000000?0311101???111?10?2101011101?0?0?00011??022

Cratia gracilis X

00?0?0?0110?0????????????1?0?0?0??10???1??1?1100?1001000?1?????????????????
0?0???0???1????????????000001?110????????????????????1??????

Cycloramphus dubius

00202000110101111021100211111001011?010011100121300010010002[12]????????????10
21011000111000110210000010050000001111021002?010101010011000011??012

Dermatonotus muelleri

20222000000000000001011??100?011100100001110?02010000100110013000121211010102
103102001002011121000000?0311100121110310021010111010010?0021111002

Eleutherodactylus inoptatus

012020001101010010111014111?1101001?0110111001211000100100011????????????1?210
210001121001102100000100?00?0001111021002?211110110??0001111022

Eurycephalella alcinae

1200????2010????1??????11100??11??1???1?0?????01?010???2????????????1?????
??????1?????0??????0100001210?100122????????????10111?11?

Flectonotus fitzgeraldi

110020?0110001001020100011111000011?0?011110000110001001000110001011000001?21
0210001110001101100000100500000011110?11021010121???012?0001111102

Gastrotheca monticola

222021211201020?101010000111100011131111110012122??10010001[01]0[01]01[01]110
00001?2102100001101?1101100000100501100011110?1102111121011012?0101101102

Heleioporus australiacus

1000002011000200101010001110100?001?0100111004210001100100010010111100??0101
122?0000010101111100100100501??0011210210???210?2??1?0??10021???000

Heleophryne natalensis

10000000010101001010100011101001001100001110001100001001000100101?1200
00010112210000110[01]0110100010010050000000111?1?0002010112010?0000101112020

Hemiphractus fasciatus

22202121220002002011100?01111000111?010111110123320?1110???100101102000001?21
0201001120011102100000100201100021210?1102121211101101210??1011102

Hypsiboas pulchellus

1010000011010100102010011210100[01]001300011110011110001001000110000?12000101
121121010100020110110000010050000001121021102401012101301210101112102

Lepidobatrachus asper

02202122221002002010110501110000121?11101111142122221101001021000?1200010101
1021101012111111210001010050110001121021002101022201201010121113000

Lepidobatrachus laevis

02202122221002002010100501110000121411101111142122221101001021000?1200010101
1[01]2110101111111210000010050110001121021002101022201201010121113000

Leptodactylus latrans

0020200011010100102010131111100000130110111001210000100100011000111100010102
1021100112101110210000010140010001111121002221220101101110001112102

Litoria Cyclorana australis

011021101200020110111002011110000213011011100421320110010001[12]0101[01]12000
001?110211100010201[01]02100000100?0010001121021002321021101301210121113002

Litoria Cyclorana longipes

10001000100001001011110?0211100012130111?11001210001100100010???????????1?21
021110011020100210?000100?00?0001221021?02??10211013012101?1112002

Litoria lesueurii

110010001000010010201?00121110000013011011100111100?1001000100000?1100100102
??210100110201102100000100400100012111211022[01]111110130121000111?002

Megophrys montana

111021202101020000111002010?1000001?0?00111001112000100100012210141100000101
10[23]00001110202002000100101401000001110110001?10120?0?11?100?10?1000

Melanophryniscus stelzneri

2222202011001000002011??100?100012121100000?01100001100100003000120100100101
10210[01]0001020[13][01]110000000?02001001221112100210?012101001010111111002

Mixophyes schevilli

01202020110002012021100211111000011?0110111001212001100100010010101100000100
10211011120001102100100100?0010001121021001111221101101100101111000

Odontophrynus americanus

02[12]020[12]011001100[01]0111002[01]11110001213011011100421102?1001000110?0111
200000101102110001110111121000001005011000[01]1210210022210112012010101211130
02

Oreobates discoidalis

10201000110111001020101010101001001200011110011100001001000100101111001001?2
1021000112100110210000010060000001111021002?211101011011?0001111022

Osteopilus dominicensis

22212122120?0000101?1004011100?0121?01111110001212011001000110?????????1?210
2100001102011010000001???000001121011102101012101?0121010111?102

Pelobates cultripes

22[12]021222200020011111002010?10001110011000100[01]1022001001000112101412000
001111020020000020[23]110?0010010140110000111[23]11000111022100?1?0000210[01]3
000

Pelodytes punctatus

121000000100010010101000120?100100100[01]00111000210000100100000210141100001
11110210200100202110?0000010140000000111311001111021100?1000010201[12]000

Peltophryne empusa

2220212222000200111111?01110000111?0110110?01?42201100100013????????????1?110
2010001102011121000000?0?001000211112100222111200100????111111??2

Phlyctimantis verrucosus

1210200011000100101010001110?001001?0001111003211000100110010011110000100102
103000001210?111210000011071000022121031102101120101000010101111000

Phrynomantis bifasciatus

2200000000001000001011??110??11?00150000110?031?00001001100130001311010101?2
10310[12]001001?111?000000?031010????110?1102101012101001010011111132

Phyllomedusa sauvagii

110011201000010000111???11101000001?00001110012110001001000120100?12001?01?21
021000010020[12]111000000100501100011211?1102111012101301010111112100

Platyplectrum ornatum

021010201100010?10101?12111010000113011011100121000?100100010010111100000102
1221000001000110200010010020010001121021001111011101100010121113002

Pleurodema cinereum

022010001000110010201002?1101000001201001110042100100??100010000131100110102
1021000112101110210000010160000001111021002221011101001000001112102

Pristimantis huicundo

20100000?10101001020101?11101000011?01?111100311100?1001000000100?11000101?21
02100011210011021?00001005000000112101?00210102?1?1?01210?01112?22

Pristimantis wnigrum

0020200011000100101?100211101000011?01?111100311100?1001000010100?11001101?21
02100011210?110210000010050000001[12]21011002101220101101210101112122

Proceratophrys boiei

121021201200120010111002111[01]1000011?0110111001212121100100012010121?????01
01102110001210111021000001005011000112102100222111120120101011111?002

Ptychadena mascareniensis

020020001100100010101002110?10001112000011100321000?100100010000111110?10102
10?110011210?11021000001114110002221?1?1002311220101101010001112102

Pyxicephalus adspersus

022021202210020010211002011100001112111011110321220110010101201111200000101
103110011210?11021000001114111001212103?0021212201011010101211?4002

Rana temporaria

1200200011001100102110120210100000120000111003111000100100011010111100000101
10310001121011102110000111411100121111410021212201111010?0001112002

Rhinella arenarum

2222212221000200101111?0111000001120110110?01[01]101111001000100001311001001
0110200000[01]101011121000000?[01]40110002111[01]21002221010001001010111114002

Scaphiopus couchii

12212120220002101111100?020?0000121001101110011032010??100010210141200000101
1[01]200200000203[01]10?0010010030010000121111000221022200?10000121113000

Spea hammondi

122110201?00021011111002020?1000121?0100111?001000000??100020????????????10110
300200000203110?00100100?0011000111111000121022200110000121103000

Spea multiplicata

121010201100010010111010020?100011100100111001[01]000000??1000102101412000001
01103002001002?3000??010010030011000111111000221022100?10000?21103000

Strabomantis bufoniformis

00202??0110?02?0102?101?0?101000??1?010?111?0?2100001001?00120101?11000?01??1
02??00112?0?110??00000100?00?0001?2???10???21???????????10101112??2

Strabomantis ingeri

11202100220[01]020?1011101302110000?11?010011100121320?1001000?20101?11000?01
?2102???01?21??1????00000100?00?000?1?1???002?21[12]???01?0??10???1??0[04]2

Telmatobius marmoratus

00101010010001001020100011101000001?0100?11001201000100100000???????????1?11
021000?121011101110000100?0010001111??1002221010101?01110011112002

Telmatobius oxycephalus

0210100001000100102010021110100001130000111?0110000?100100010010111200000101
102100011210111111?000010050010001[12]11[23]1100211101?101001110011111002

Telmatobius verrucosus

02001000010000000020100211111000001?0000?11001200000100?00010???1?12000001?1
10210000121001101110000100?00100012112??0???1011101001110011?????2

Telmatobius hauthali

00101000110001001010100211101000001300001110002000001001000100??111200000101
10210000[01]2101110111000010050010001211311002221010101001110001112002

Telmatobius scrocchii

0210100011000100101010021110100001130[01]001110002000001001000100??1112000001
0110210000021011101110000100500100012112110022210101010011[01]0001111002

Telmatobufo venustus

100020[12]011000200201?100010101000011?01100010012120001001000?0010101200000
1?1122[01]00000111?1000?00?0010050010000111??100110101110130111011112000

Thaumastosaurus gezei X

02[12]021202210020010111001011110001???0110?11?031122001??100011?????20???01?
0103110011210111?21?0?0111?1110002111031?0???1????????????????????

Thoropa miliaris

0110100011000100102110??1?111000001?01101110011100101001000000001112000101?21
021000111010110210000010140000001?????1002?110201010011?000111?022

Uberabatrachus carvalhoi

120?2100120?1201??21?????1?100??11??110??1?????20?21?0?????1?????????????1?11?2?
?001?210??1???0?00?????????????????????????0????????????????????

Primaevorana cratensis

12?????????10?0???1?10010?11?????21???????10?????????1?010???????????1????1?????????
?????????????????????010001??????012?2?????????0101021??00?

Kururubatrachus gondwanicus

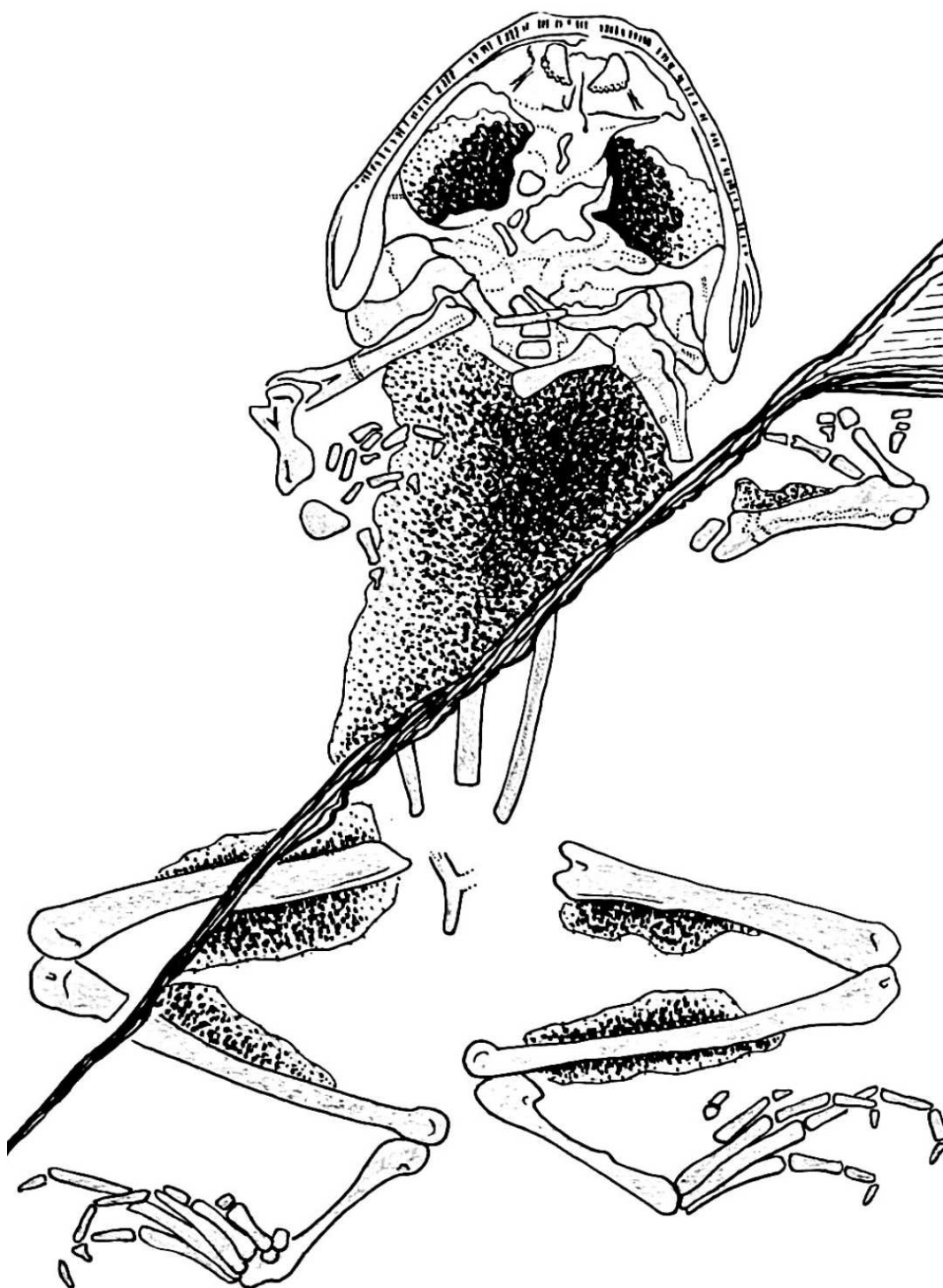
20??20?????????????????????1?????????3?????????????????????10???0?????????????1???02?0??
??212?11?1??0?????????????0???2?0???0??12010?000??1?01111?00?

UFC NO 004v

10??00??0?0010?011010031111?????????1?????100?????????1?10???12?????????????????????
?????????00?????????????00?0000211?1?0?01??????????1?11?11014?

APÊNDICE C - DESENHO REFERENCIAL BASE

Para as Ilustrações Paleontológicas do anuro UFC NO 004v, evidenciando a composição esquelética e os tecidos moles, respeitando a proporção corporal e respectivas medidas. Feito de forma tradicional em Grafite e Nanquim, posteriormente digitalizado.



APÊNDICE D - ESTUDO DE CORES EM AQUARELA

Considerando a Teoria das Cores e usando a técnica de sobreposição de camadas para a construção da arte. Feito de forma tradicional, com Grafite e colorido em Aquarela, com uma paleta minimalista.

