



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Licenciatura em Cartografia e Pesquisa Geológica

PROJECTO CIENTÍFICO

**TAXONOMIA DO GÉNERO *ENDOTHIODON* MOÇAMBICANO:
COEXISTÊNCIA DO *ENDOTHIODON BATHYSTOMA*,
ENDOTHIODON MAHALANOBISI E DO *ENDOTHIODON TOLANI* NO
GRABEN DE METANGULA, NA PROVÍNCIA DE NIASSA**

Autora:

Estha Tito Mandlate

Maputo, Outubro de 2024



FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Licenciatura em Cartografia e Pesquisa Geológica

PROJECTO CIENTÍFICO

**TAXONOMIA DO GÉNERO *ENDOTHIODON* MOÇAMBICANO:
COEXISTÊNCIA DO *ENDOTHIODON BATHYSTOMA*, *ENDOTHIODON
MAHALANOBISI* E DO *ENDOTHIODON TOLANI* NO GRABEN DE
METANGULA, NA PROVÍNCIA DE NIASA**

Autora: Estha Tito Mandlate

Supervisor:

Professor Doutor João Mugabe (Universidade Eduardo Mondlane)

Co-supervisores:

Professor Doutor Ricardo Araújo (Instituto Superior Técnico)

Mestre Zanildo Macungo (Museu Nacional de Geologia)

Dedicatória

Dedico o presente trabalho de culminação de estudos, à toda a minha família em especial ao meu pai Tito Mandlate.

AGRADECIMENTOS

Provérbios 16:3- “ Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos”. Na busca pela realização dos meus sonhos encontrei forças na fé, é com profundo agradecimento em meu coração, que expresso minha gratidão a Deus por guiar cada passo da minha vida, especialmente deste percurso académico.

Aos meus pais Tito Mandlate e Angélica Nhumaio, por serem minha fonte constante de apoio e por acreditarem sempre em mim. Levarei para sempre comigo a vossa presença amorosa e os esforços depositados para que eu pudesse realizar meus sonhos académicos.

Aos meus irmãos Mathucanhane, Massicane, Vamadje, Claudina, Nhimpine, Armando e Gonçalves (*em memória*), pelas palavras de encorajamento, apoio incondicional e sobretudo pelo vosso afecto.

Aos docentes do Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane pela transmissão de conhecimentos na área de Cartografia e Pesquisa Geológica.

Ao Museu Nacional de Geologia e o Laboratório Nacional de Paleontologia pelos materiais cedidos para a realização do trabalho científico.

Aos meus supervisores o Professor Doutor João Mugabe, Professor Doutor Ricardo Araújo e Mestre Zanildo Macungo pelo comprometimento como orientadores, por investirem tempo e esforço em prol da realização deste trabalho que é um reflexo directo da qualidade da supervisão que recebi.

Aos meus colegas da faculdade que se tornaram bons amigos, Lic. Milene Nobre, Edilene Machamale, Beatriz Domingos, Mequelina Zuba e Helton Chonze, pelos bons momentos (e outros nem tanto) compartilhados ao longo dessa caminhada. Agradeço igualmente as minhas colegas Elizabeth Enosse e Lic. Arminda Manjate. Aos meus amigos Lic. Tracy da Silva e Emerson Chemane pela amizade e, suporte dado durante a minha formação.

Aos colegas de estágio Lic. Jenifa Murane, Lic. Marcelino Cucheque, Amélia Massingue, Nelma Chambule, Jersey Mucache e Jennifer Ricardo pelo apoio mútuo durante o processo de escrever a monografia e acima de tudo, pelo laço criado que vão além do ambiente profissional.

Last but not least, agradeço a todos que directa e/ou indirectamente contribuíram para a minha formação académica.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Estha Tito Mandlate**, declaro por minha honra que este projecto científico é de minha autoria e elaborado de acordo com os princípios vigentes no regulamento do Projecto científico do Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane. Garanto que não foi antes apresentado como forma de obtenção de algum grau académico em nenhuma instituição de ensino.

Maputo, Outubro de 2024

(Estha Tito Mandlate)

RESUMO

O *Endothiodon* destaca-se como sendo o género mais estudado dos fósseis de vertebrados na bacia do Graben de Metangula. Estes estudos não apenas proporcionam uma compreensão aprofundada desse género em si, como também permite estabelecer correlações entre todas as bacias em que ele é encontrado. No âmbito deste projecto científico, o principal objectivo consiste em discutir a taxonomia do género *Endothiodon*, caracterizado por possuir mais de sete dentes pós-caninos, o que o distingue dentre os dicinodontes. Para atingir este objectivo, realizou-se uma descrição anatómica e identificação taxonómica, com recurso a oito espécimes colectados no Graben de Metangula na Formação K5c e K6a1. Os espécimes PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I e PPM2019-60R-II correspondem somente a mandíbulas e os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R a crânios com as suas respectivas mandíbulas desarticuladas. Foi realizada a preparação mecânica de todos espécimes no Laboratório de Paleontologia de Moçambique, para a remoção da matriz que os cobria. Os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R foram submetidos igualmente à preparação química de modo a proporcionar a remoção completa da rocha. Prosseguiu-se então, com a descrição anatómica dos espécimes, na qual se fez uma análise comparativa, focando-se na forma, textura, relevo, processos, estruturas anatómicas e contactos entre ossos. Assim sendo, os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R foram enquadrados na espécie *E. mahalanobisi* por apresentarem quatro cristas nasais direccionadas paralelamente entre si, ausência de bossas pré-frontais, foramen pineal elíptico, ausência de bossa ou cristas circundando o foramen pineal, ausência de presas caninas, ausência do processo caniniforme, presença do foramen palatino lateral, uma fileira de dentes na maxila, dentais com uma forma triangular, uma fileira de dentes nas suas mandíbulas, sínfise mandibular delgada, sulco pós-dental estreito e lateral à fileira dos dentes e dentes pós-caninos no seu palato. Entretanto, não se atribuiu a espécie para os espécimes PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I e PPM2019-60R-II por possuírem caracteres não distintivos como dentais com uma forma triangular, sínfise mandibular estreita e robusta, sulco pós-dental lateral à fileira dos dentes. A estes espécimes foi somente atribuída a designação taxonómica *Endothiodon* sp.

ÍNDICE

Dedicatória.....	i
AGRADECIMENTOS	ii
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	iii
RESUMO.....	iv
ÍNDICE DE ANEXO.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1. INTRODUÇÃO	1
1.2. OBJECTIVOS.....	3
1.2.1. Objectivo geral:.....	3
1.2.2. Objectivos específicos:	3
1.3. RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	3
1.4. Localização geográfica.....	4
1.5. Enquadramento geológico da área de estudo	5
1.5.1 Karoo do Graben de Metangula.....	5
1.6. Estrutura e tectónica do Graben de Metangula	7
1.7. Contexto geológico das ocorrências de <i>Endothiodon</i>	8
CAPÍTULO II: MATERIAS E METODOLOGIA	10
2.1. Materiais.....	10
2.2. Metodologia	10
2.2.1. Pesquisa bibliográfica	11
2.2.2. Procedimento laboratorial.....	11
2.2.3. Trabalho de escritório.....	14
CAPÍTULO III: APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS.....	15
3.1. DESCRIÇÃO ANATÓMICA.....	15
3.1.1. Região do tecto do crânio	18

3.1.2. Região do palato	23
3.1.3. Região da arcada zigomática	27
3.1.4. Região do basicrânio	29
3.1.5. Região occipital	32
3.1.6. Mandíbula	35
CAPÍTULO IV: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	44
4.1. Identificação taxonómica	44
4.2. JUSTIFICATIVA TAXONÓMICA	49
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	51
5.1. CONCLUSÕES.....	51
5.2. RECOMENDAÇÕES	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.	4
Figura 2: Mapa geológico do Graben de Metangula (Adaptado de Verniers et., 1989).....	5
Figura 3: Ilustração das diferentes etapas usadas para a realização do trabalho.	11
Figura 4: Materiais usados na preparação mecânica. A -bata, B -capacete, C -abafador de ruídos, D -óculos de protecção, E -pincel, F -escova, G -régua, H -máscara, I -acetona, J -paralóide sólido, K -paralóide B72 (substância líquida feita a partir da mistura da acetona com o paralóide sólido).....	12
Figura 5: Preparação mecânica. A -pistola de ar; B -PaleoAro ME9100; C -processo da preparação mecânica dos espécimes.	12
Figura 6: Materiais usados na preparação química: A -bacia, B -Becker; C -ácido fórmico, D -luvas.	13
Figura 7: Ilustração das etapas da preparação química: A -medição da concentração de 5 % do ácido fórmico; B -espécime PPM2019-110R embebido em água para neutralizar o ácido.	14
Figura 8: Crânio do espécime PPN2014-42, em vistas: A -dorsal, B -lateral esquerda, C -ventral, D -posterior. bo -basioccipital, clm -columela, dpo -depressão posterior do opistótico, ect -ectopterigóide, esc -escamoso, exo - exoccipital, fj -foramen jugular, fm -foramen magno, fn -fossa nasal, fpt -fenestra pós-temporal, ju -jugal, fla -foramen lacrimal, fp -foramen pineal, fr -frontal, la -lacrimal, mx - maxila, na -nasal, opot - opistótico, pa -parietal, ppa -pré- parietal, pal -palatino, pmx -pré-maxila, po -pós-orbital, pofr -pós-frontal, prfr - pré-frontal, pt -pterigóide, ptim -processo timpânico, qd -quadrado, qj - quadratojugal, smx -septomaxila, so -supraoccipital, vo - vómer. Linha tracejada-sutura inferida.	16
Figura 9: Crânio do espécime PPM2019-110R, em vistas: A -dorsal, B -lateral direita, C -ventral. ald -alvéolo dentário, bs -basisfenóide, co -coana, dt -dente, ect -ectopterigóide, esc -escamoso, epi -epipterigoide, fn -fossa nasal, ju -jugal, fla -foramen lacrimal, fp -foramen pineal, fpl -foramen palatino lateral, fr -frontal, la -lacrimal, mx -maxila, na -nasal, ncrV -passagem do nervo cranial trigeminal, pa -parietal, pil -pila antótica, ppa -pré- parietal, pal -palatino, pmx -pré-maxila, po -pós-orbital, pofr -pós-frontal, prfr -pré-frontal, proo -proótico, pt -pterigóide, smx -septomaxila, vo -vómer, vtb -vertebras. Linha tracejada-sutura inferida. .	17
Figura 10: Mandíbula do espécime PPN2014-42, em vistas: A -lateral esquerda, B -lateral direita, C -ventral, D -dorsal ampliada ang -angular, d -dental, fd -fileira de dentes, fm -fenestra mandibular, sf -sínfise.....	38

Figura 11: Mandíbula do espécime PPM2019-22Z, em vistas: A -dorsal, B -lateral esquerda, C -posterior, D -lateral direita, E -anterior, F -ventral. d -dental, dt -dente, sf -sínfise, pdl -plataforma dentária lateral.	39
Figura 12: Mandíbula do espécime PPM2019-59R, em vistas: A -dorsal, B -lateral esquerda, C -posterior, D - lateral direita, E -anterior, F -ventral. d -dental, dt -dente, es -escavação, sf -sínfise, spl -esplénial.....	40
Figura 13: Mandíbula do espécime PPM2019-60R-I, em vistas: A -dorsal, B -lateral esquerda, C -posterior, D - lateral direita, E - anterior, F -ventral. d -dental, dt -dente, sf -sínfise, spd -sulco pós-dental, spl -esplénial. a-p (anterior-posterior).	41
Figura 14: Mandíbula do espécime PPM2019-60R-II, em vistas: A -dorsal, B -lateral esquerda, C -posterior, D -lateral direita, E - anterior, F -ventral. ang -angular, d -dental, dt -dente, sf -sínfise, spl -esplénial.....	42
Figura 15: Mandíbula do espécime PPM2019-110R, em vistas: A -dorsal, B -lateral esquerda, C -posterior, D -lateral direita, E -anterior, F -ventral. ang -angular, d -dental, dt -dente, sf -sínfise, spd -sulco pós-dental, spl -esplénial.	43
Figura 16: Comparação da vista dorsal entre os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R com o <i>E. mahalanobisi</i> e <i>E. tolani</i> . A - <i>E. mahalanobisi</i> espécime ISI R201, B - <i>E. tolani</i> espécime NHMUK PV R12443, C -espécime PPN2014-42, D -espécime PPM2019-110R, 1 - ilustra a presença/ ausência de bossa pré-frontal, 2 -ilustra forma do foramen pineal e a presença/ ausência de bossa pineal.	45
Figura 17: Comparação da vista ventral entre o espécime PPM2019-110R com o <i>E. mahalanobisi</i> e <i>E. tolani</i> . A - <i>E. mahalanobisi</i> espécime ISI R201, B - <i>E. tolani</i> espécime NHMUK PV R12443, C -espécime PPM2019-110R, 1 - ilustra a presença de presas caninas, 2 -ilustra os dentes pós-caninos.	47
Figura 18: Reconstrução paleogeográfica do Lopingiano (A); bacias de Gondwana (B). Fonte: Maharaj et al., 2024.	49

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1: Descrição litostratigráfica e fossilífera das formações do Karoo Médio no Graben de Metangula.....6

Tabela 2: Contexto geológico das espécies de *Endothiodon*.8

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Ilustração da vista lateral direita e occipital dos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, respectivamente.....i

Anexo 2: Ilustração da vista dorsal e ventral do espécime PPN2012-10-C3-1 β (Macungo et al., 2020).i

LISTA DE ABREVIATURAS

Cf - Conforme

et al. - e outros

ex. - exemplo

Fig. - Figura

i.e. - isto é

Km² - Quilómetro quadrado

M - Metro

MAE - Ministério da Administração Estatal

NE - Nordeste

NW - Noroeste

PPN2014 - Projecto PalNiassa expedição de 2014

PPM2019 - Projecto PaleoMoz expedição de 2019

ABREVIATURAS TAXONÓMICAS

E. bathystoma - *Endothiodon bathystoma*

E. mahalanobisi - *Endothiodon mahalanobisi*

E. tolani - *Endothiodon tolani*

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. INTRODUÇÃO

Em Moçambique, o estudo da paleontologia de vertebrados tem tido uma maior visibilidade, uma vez que o Graben de Metangula, na província de Niassa detém uma variedade abastada de fósseis de dicinodontes.

Dos dicinodontes encontrados nesta bacia, o *Endothiodon* é o mais abundante (Macungo et al., 2020), sendo o género dos espécimes utilizados neste estudo.

O *Endothiodon* é o único género extinto de dicinodontes caracterizado por múltiplas fileiras de dentes no dental, tendo vivido no período Pérmico. Este género é encontrado em todas as bacias Pérmicas com fósseis de vertebrados do hemisfério Sul, pelo que a sua presença em qualquer bacia é crucial para estabelecer as correlações entre tais bacias (Maharaj et al., 2024).

No século XIX, espécimes de *Endothiodon* foram encontrados na África do Sul e descritos pela primeira vez por Owen (1876). Estes espécimes descritos por Owen foram classificados como sendo *E. bathystoma*. Além da ocorrência na Bacia Principal da África do Sul e no Graben de Metangula, este género tem o seu registo marcado nas Camadas Chiweta do Malawi, Bacia de Ruhuhu da Tanzânia, Formação Madumabisa da Zâmbia e Zimbabwe, Formação Kundaram na Índia e Formação do Rio do Rasto em Brasil (Boos et al., 2012; Castanhinha et al., 2013; Cox & Angielczyk, 2015; Macungo et al., 2020; Maharaj et al., 2024). O *E. bathystoma* é encontrado em quase todas estas formações, entretanto, em Tanzânia, Zâmbia e Moçambique há registos de *E. tolani* e na Índia do *E. mahalanobisi* (Maharaj et al., 2024).

A taxonomia do *Endothiodon* é tida como complexa devido a uma contínua inclusão e exclusão de espécies e géneros na família Endothiodontia, (Maharaj et al., 2024; mas ver também análises filogenéticas em Angielczyk et al., 2021; Kammerer and Ordoñez, 2021; Liu, 2021; Macungo et al., 2022). Entretanto, estudos mais recentes focados na taxonomia do *Endothiodon* sugerem que este género possui três espécies válidas, nomeadamente: o *E. tolani*, o *E. bathystoma*, e o *E. mahalanobisi* (Cox & Angielczyk, 2015; Maharaj et al., 2024). Importa ressaltar que o *E. tolani* se diferencia das outras espécies devido à presença de presas no palato, uma característica diagnóstica distintiva (Cox & Angielczyk, 2015; Maharaj et al., 2024). Embora o *E. bathystoma*, e *E. mahalanobisi* compartilhem algumas semelhanças, o *E.*

bathystoma possui uma bossa pineal protuberante em seu foramen pineal circular e uma bossa pré-frontal ao passo que o *E. mahalanobisi* não forma nenhuma destas bossas e o seu foramen pineal é oval (Maharaj et al., 2024).

O presente trabalho visa debruçar-se sobre a taxonomia do *Endothiodon* Moçambicano com o destaque na coexistência das espécies válidas deste género no Graben de Metangula. Os fósseis usados neste trabalho foram colectados durante a expedição de campo do Projecto PalNiassa/PaleoMoz em 2014 e 2019, fazendo um total de oito espécimes, em que seis correspondem a mandíbulas e duas a crânios. Foi igualmente usado o espécime NHMUK PV R12443 de *E. tolani* e espécime ISI R201 correspondente ao *E. mahalanobisi* (Ray, 2000; Cox & Angielczyk, 2015) para efeitos de discussão taxonómica.

1.2. OBJECTIVOS

1.2.1. Objectivo geral:

O presente trabalho tem como objectivo principal discutir a taxonomia do *Endothiodon* moçambicano tendo como base os espécimes do projecto PaleoMoz.

1.2.2. Objectivos específicos:

- Identificação e descrição anatómica comparativa dos espécimes PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II, PPM2019-110R e PPN2014-42;
- Realizar a discussão taxonómica do género *Endothiodon*;
- Discutir a implicação da coexistência das espécies de *Endothiodon* no Graben de Metangula.

1.3. RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Estudos sobre a paleobotânica e fósseis de vertebrados tem crescido progressivamente o conhecimento científico em Moçambique no campo da paleontologia.

O presente projecto científico concentra-se nos fósseis de vertebrados para ampliar a compreensão do género *Endothiodon* do Graben de Metangula. Pesquisas realizadas aquando do projecto PaleoMoz relacionados com o *Endothiodon* feitos nesta bacia abordam a descrição osteológica e identificação taxonómica deste género (Macungo, 2016; Nhassengo, 2016), o seu modo de mastigação e alimentação (Chume, 2018), a caracterização ontogenética (Zunguza, 2019) e a histologia dos dentes (Amaral, 2019). Contudo, houve poucos estudos aprofundados sobre a sistemática do *Endothiodon* do Graben de Metangula. Neste contexto, este trabalho discute a taxonomia dos *Endothiodon* moçambicanos localizados no Graben de Metangula.

Este trabalho é portanto um dos primeiros em que aborda a questão da coexistência do *E. bathystoma*, *E. tolani* e *E. mahalanobisi* em Metangula. Nota que não existe nenhum registo desta coexistência noutras bacias do Karoo (Maharaj et al., 2024). Esse estudo fornece contributos para uma reconstrução paleogeográfica do Graben, o que resulta no engrandecimento do património paleontológico de Moçambique.

1.4. Localização geográfica

A área de estudo centra-se na região Norte de Moçambique, na província de Niassa, especificamente no Graben de Metangula. O Graben de Metangula localiza-se á Noroeste da província de Niassa nos distritos de Lago e Sanga (fig.1), ocupando uma extensão territorial de 8000 km², que vai desde a Tanzânia até à Costa Queniana (Verniers et., 1989).

O Graben de Metangula faz fronteira a Norte com a Tanzânia, a Sul com o distrito de Lichinga, a Este com o distrito de Sanga e a Oeste com o distrito de Lago fazendo fronteira com a República do Malawi (MAE, 2014; Nhamutole et al., 2021).

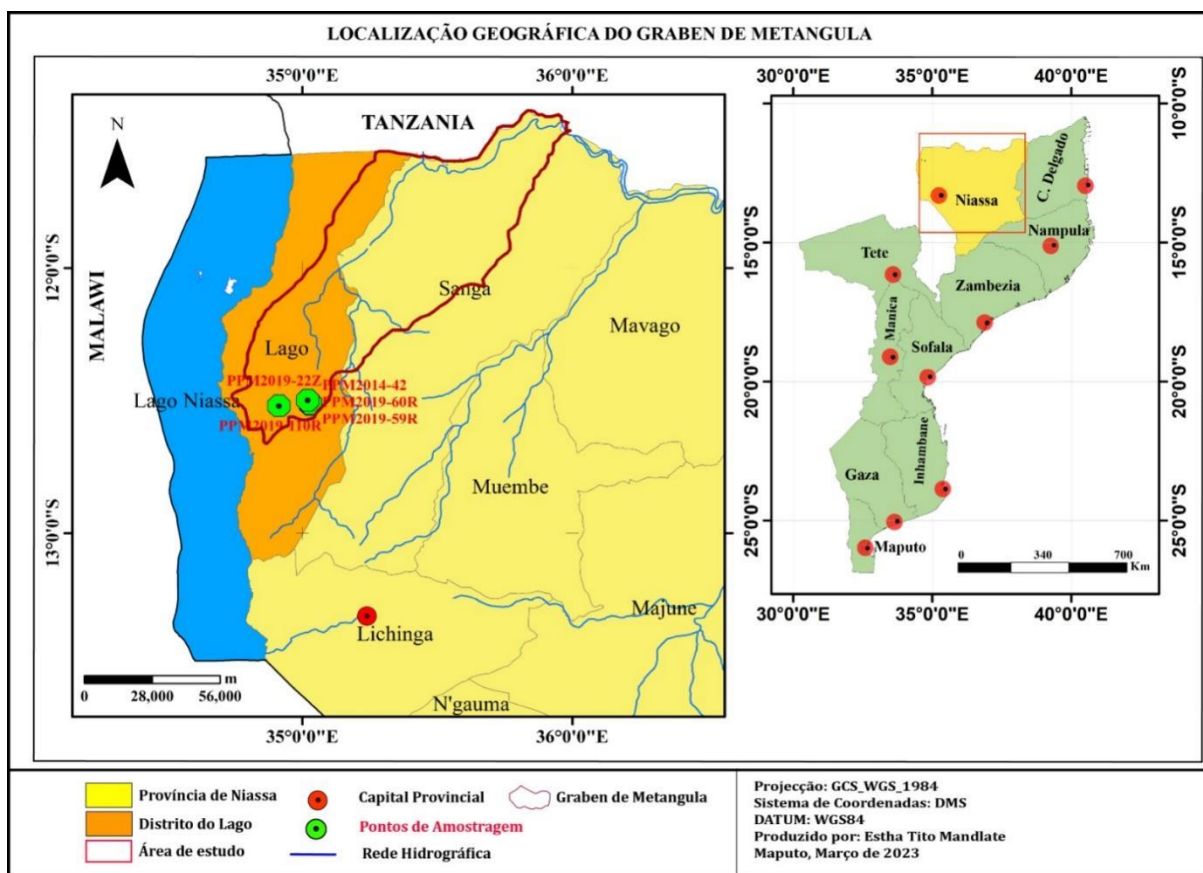


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.

1.5. Enquadramento geológico da área de estudo

1.5.1 Karoo do Graben de Metangula

O termo “Karoo” deriva do Grande Karoo na África do Sul e nesta região foi atribuído o nome Main Karoo Basin (Bacia Principal do Karoo) e foi estendido para as restantes bacias de idade similar em toda a região deste Supergrupo (Catuneanu et al., 2005).

No Graben de Metangula também chamado anteriormente de "Mancha de Maniamba/Mancha do Lago" o Karoo apresenta-se cercado por rochas fortemente metamorfizadas ou ígneas do Pré-Câmbrico que se encontram revestidas por areias continentais neogénicas e, ao longo dos rios por sedimentos mais recentes do Pleistocénico ou Holocénico (Verniers et al., 1989).

Quase todo Moçambique preserva depósitos do Karoo, ou seja, na zona norte (Niassa, Cabo Delgado, e Nampula), zona centro (Zambézia, Sofala, Manica e Tete) e zona sul (Gaza e Maputo) em que o Karoo é respectivamente sedimentar, sedimentar e ígneo e ígneo (Paulino 2009). Em termos estratigráficos, é possível correlacionar o Karoo do Graben de Metangula com o Karoo da África do Sul.

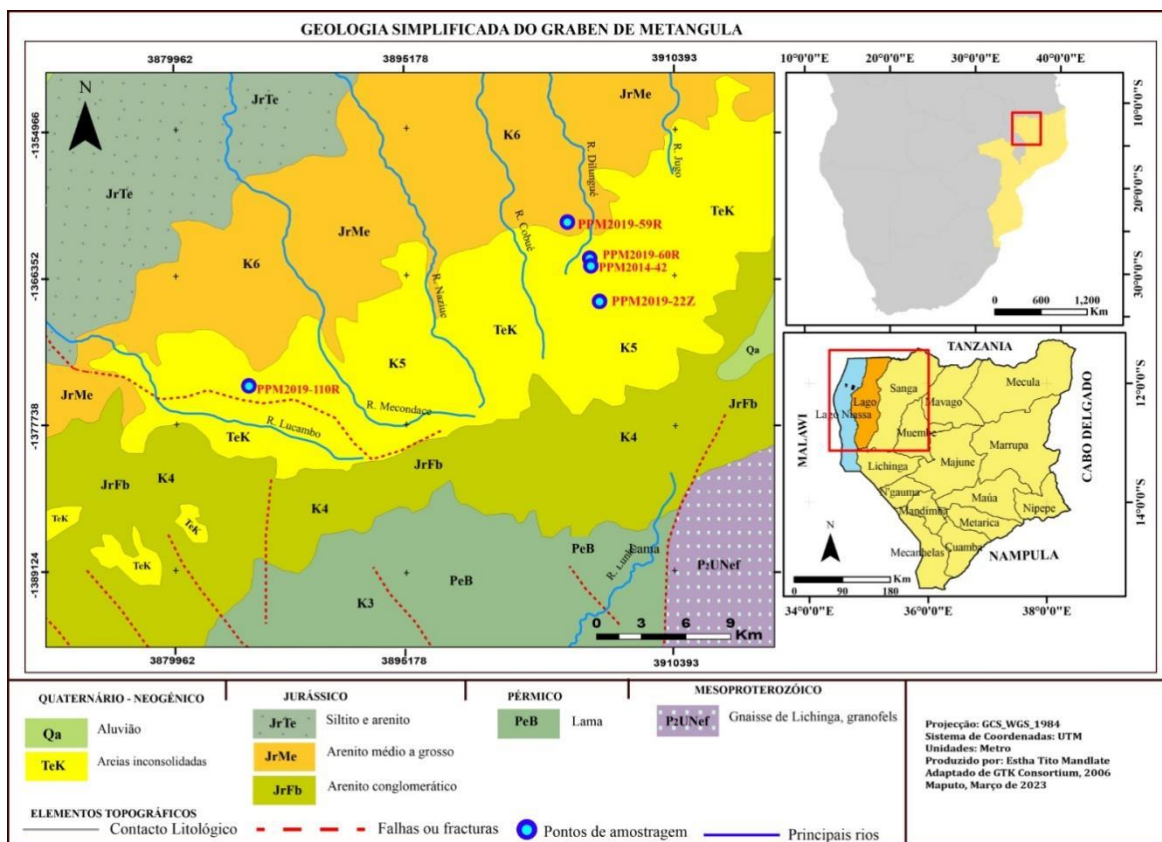


Figura 2: Mapa geológico do Graben de Metangula (Adaptado de Verniers et al., 1989).

Litostratigrafia do Graben de Metangula

O Graben de Metangula é dividido em três diferentes unidades, nomeadamente: Karoo Inferior, Karoo Médio e Karoo Superior, por conta das diferenças litológicas nesta bacia (Verniers et al., 1989). Os espécimes do presente estudo foram coletados nas Formações K5 e K6 pertencentes ao Karoo médio, por esta razão estas duas formações serão tratadas com maior atenção.

Karoo Inferior: é constituído por rochas da formação do Ecca (**PeE**) e a sua subdivisão estratigráfica baseia-se nas diferenças litológicas e sedimentológicas, assim sendo, encontra-se dividido em Formação K2, K3 e K4 (Verniers et al., 1989). Estima-se uma espessura de 125-330m constituído essencialmente de siltitos e arenitos cinzentos com frequentes níveis carbonáceos (Verniers et al., 1989).

Karoo Médio: compõe a formação de Beaufort (**PeB**) consistindo em aproximadamente 600 km de siltitos vermelhos, com níveis de fósseis de vertebrados (Verniers et al., 1989). As litologias deste grupo compreendem do topo a base, os seguintes membros: K5c, K5b e K5a para Formação K5 e K6b, K6a3, K6a2 e K6a1 para Formação K6 (Verniers et al., 1989; Araújo et al., 2020).

Tabela 1: Descrição litostratigráfica e fossilífera das formações do Karoo Médio no Graben de Metangula.

Formação	Descrição lito-estratigráfica
K5	K5c Consiste essencialmente em arenitos de coloração cinzento-avermelhado de granulometria fina, siltitos e argilitos compactos, com uma laminação esferoidal (Verniers et al., 1989). São encontrados nesta formação, fósseis de <i>Endothiodon</i> , <i>Pelecypoda</i> , <i>Niassodon mfumukasi</i> , crânio gorgonopsiano, bivalves não marinhos e fragmentos de troncos fósseis (Verniers et al., 1989; Araújo et al., 2020).
	K5b É constituído por siltitos com uma granulação variada (fina, média e grosseira) com uma coloração cinzento-esverdeado escuro e finamente acamado (Verniers et al., 1989). São encontrados nesta formação fósseis de <i>Endothiodon</i> (Araújo et al., 2020).
	K5a É composto por siltitos de granulação fina com uma coloração cinzento-avermelhado, em direção a base ocorrem camadas de arenitos e siltito (Verniers et al., 1989). Foi registado nesta formação, a ocorrência de troncos fósseis (Araújo et

		al., 2020).
K6	K6b	Caracterizado pela presença de siltitos finos compactos de coloração cinzentos-avermelhados e de troncos fósseis silicificados (Verniers et al., 1989; Araújo et al., 2020).
	K6a3	É constituído por siltitos e argilitos finos acastanhados a esverdeados e por vezes amarelados, com estruturas de laminação esferoidal. São encontrados fragmentos de osso réptil e de troncos fósseis silicificados (Verniers et al., 1989; Araújo et al., 2020).
	K6a2	Consiste em siltitos finos avermelhados com alguns conglomerados siltíticos duros e um horizonte contendo fósseis de répteis (Verniers et al., 1989). Nesta formação destaca-se ainda escassas impressões de <i>Glossopteris</i> e vários crânios de dicinodontes semelhantes ao <i>Daptocephalus</i> (Araújo et al. 2020).
	K6a1	É constituído fundamentalmente por siltitos, e argilitos acinzentados de granulação fina, contendo calcilutite finamente acamado ou laminado, variando de castanho a avermelhado (Verniers et al., 1989). Estão presentes neste membro impressões de folhas de <i>Glossopteris</i> e ossos de terapsídeos (Araújo et al. 2020).

Karoo Superior

No Karoo Superior, além das diferenças litológicas e sedimentológicas, a subdivisão deste grupo é também baseada nas proporções de silte e fracções de areia nas sequências sedimentares (Verniers et al., 1989). O Karoo Superior encontra-se subdividido em 8 formações: Formação de Lipirichi, Formação de Tende, Matchedje, Mecondece, Moola, Congresso, Fúbuè e a Formação do Monte Lilonga (Verniers et al. 1989).

1.6. Estrutura e tectónica do Graben de Metangula

A estrutura do Graben de Metangula apresenta-se delimitada por falhas que separam os terrenos pré-câmbrios dos sedimentos do Karoo (Afonso, 1984; Paulino, 2009).

A bacia é predominantemente preenchida por falhas normais, e regista uma ausência de falhas inversas, o se pressupõe que o Graben de Metangula formou-se através de um regime de forças distensivas (Afonso, 1984).

A concordância entre os alongamentos da bacia no sentido NE-NW e os alinhamentos do cinturão de Moçambique sugere que a bacia do Karoo se formou em um rift embrionária pré-Karoo devido ao reajuste de fracturas pré-câmbrias. Conforme a bacia de Metangula foi se

enchendo de sedimentos do Ecca e do Beaufort-Stormberg a mesma afundava progressivamente (Afonso, 1984).

Os sedimentos do Karoo inferior e médio (idade Ecca) foram depositados em um sistema limnítico-fluvial com uma estrutura de bacia distinta em comparação com o Graben do Karoo. As variações de fácies laterais observadas em camadas de carvão, sedimentos carbonático, sedimentos calcários e conglomerados são interrompidas pela presença da estrutura de Graben (Verniers, 1989).

1.7. Contexto geológico das ocorrências de *Endothiodon*

Os espécimes PPN2014-42, PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I e PPM2019-60R-II, foram colhidos no membro K5c na Formação K5 (Relatório PaleoMoz, não publicados). Este membro é caracterizado por apresentar as seguintes rochas sedimentares: arenito, siltitos e argilitos cinzento avermelhado em geral de granulometria fina (Araújo et al., 2020). Entretanto, o espécime PPM2019-110R pertence a Formação K6 membro K6a1 e é constituído fundamentalmente por siltitos, e argilitos acinzentados de granulação fina (Araújo et al. 2020).

Abaixo, um breve resumo do contexto geológico das três espécies válidas do *Endothiodon* :

Tabela 2: Contexto geológico das espécies de *Endothiodon*.

Ocorrência	Descrição litológica	Espécie
Formação Rio de Rasto (morro pelado)	Caracterizado por arenitos com uma granulometria que varia de finos a médios comumente estratificado com intercalações pelíticas vermelhas (Boos et al., 2013).	<i>E. bathystoma</i>
Formação Ruhuhu (camadas de estromatólitos)	Constituído por siltitos micáceos com nódulos calcários que se tornam grosseiros em arenitos micáceos (Cox & Angielczyk, 2015)	<i>E. tolani</i>

Bacia Principal da África do Sul (Grupo Beaufort)	Encontrado em camadas de siltitos cinzentos acima de nódulos de calcário (Maharaj et al., 2019)	<i>E. bathystoma</i>
Formação Kundaram	Representado por argilito vermelho, arenito, alternâncias arenito-argilito e xistos ferruginosos (Ray, 2000).	<i>E. mahalanobisi</i>
Graben de Metangula (Formação K5c)	Caracterizado por siltitos e argilitos compactados cinzento-avermelhados, de granulação fina concreções calcárias (Macungo et al., 2020)	<i>E. bathystoma</i> ; <i>E. tolani</i> ; <i>E. mahalanobisi</i>

CAPÍTULO II: MATERIAS E METODOLOGIA

2.1. Materiais

No presente trabalho foram empregues, os seguintes materiais:

- ✓ **Espécimes:** mandíbulas-PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II e crânios (com suas mandíbulas desarticuladas)-PPM2019-110R, PPN2014-42;
- ✓ **Material de acondicionamento do fóssil:** papel higiénico e papel aderente (usados para embalar os espécimes, logo após a sua colecta);
- ✓ **Material de limpeza:** água (lavagem dos espécimes), pincéis e escova (ambos são usados para a remoção da poeira superficial);
- ✓ **Material mecânico:** PaleoAro ME9100 (usado para remoção da matriz em volta dos espécimes) e pistola de ar comprimido (usado para limpar a poeira usando a pressão do ar);
- ✓ **Câmara fotográfica Canon EOS 4000D:** Para os registos fotográficos utilizados no presente trabalho;
- ✓ **Material químico:** paralóide B72, acetona, ácido fórmico, e copo de Becker;
- ✓ **Material de protecção pessoal:** capacete, máscara, luvas, bata, abafador de ruídos, óculos;
- ✓ **Diversos:** esponja, régua, bacia, caderneta e esferográfica

2.2. Metodologia

Para a realização do presente trabalho, foi necessário seguir uma sequência de etapas a fim de obter os resultados finais

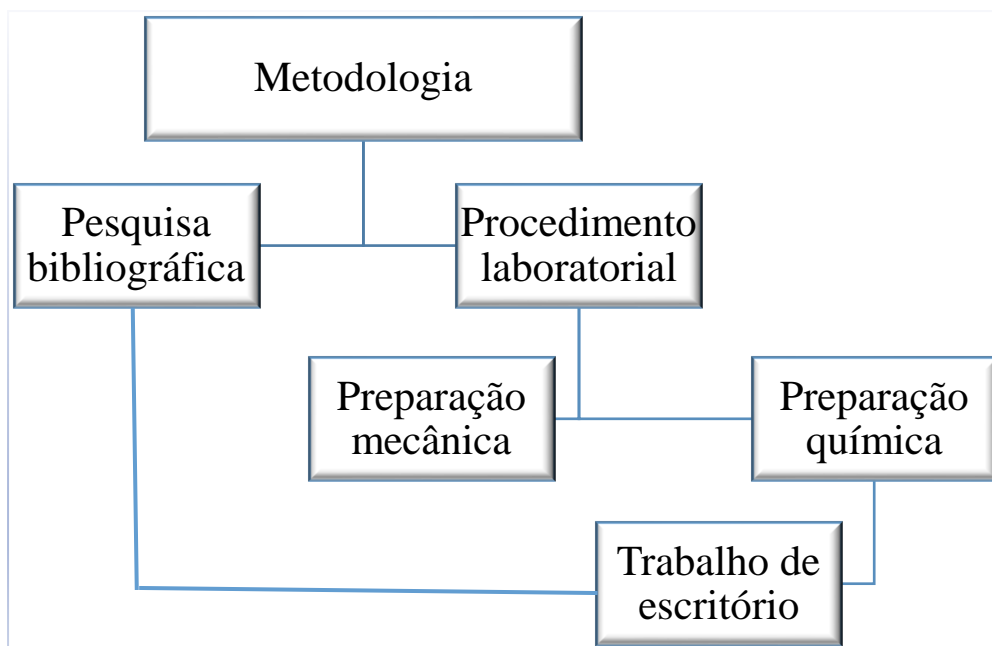


Figura 3: Ilustração das diferentes etapas usadas para a realização do trabalho.

2.2.1. Pesquisa bibliográfica

Para uma melhor compreensão do abordado no presente trabalho, foi preciso uma compilação de informações em relação a geologia da área de estudo (Graben de Metangula) e referentes aos fósseis de vertebrados (dicinodontes do Pérmico superior). E para o efeito recorreu-se á teses elaboradas no projecto PaleoMoz (ex: Nhassengo, 2016; Chume, 2018; Zunguza, 2019; Cumbane, 2021), diversos artigos académicos (ex: Verniers et al., 1989; Ray, 2000; Castanhinha et al., 2013; Cox & Angielczyk, 2015; Macungo et al., 2020, entre outros), revistas científicas (como por exemplo: Journal of African Earth Sciences; PeerJ; PLOS One e vários outros) e *sites* (ex: <https://www.portaldogoverno.gov.mz>).

2.2.2. Procedimento laboratorial

Para o trato laboratorial, tem-se à disposição os espécimes para a realização da preparação com o objectivo de expor todos ossos. Para tal, os espécimes são submetidos a dois procedimentos de preparação no laboratório de paleontologia de Moçambique, nomeadamente: preparação mecânica e preparação química.

2.2.2.1. Preparação mecânica

A fase da preparação mecânica consistiu na retirada da matriz que envolvia os espécimes, com o auxílio do PaleoAro ME9100, instrumento cuja base de funcionamento é o ar

comprimido. Dentre os espécimes estudados no presente trabalho, o PPN2014-42 e o PPM2019-110R encontravam-se previamente preparados.

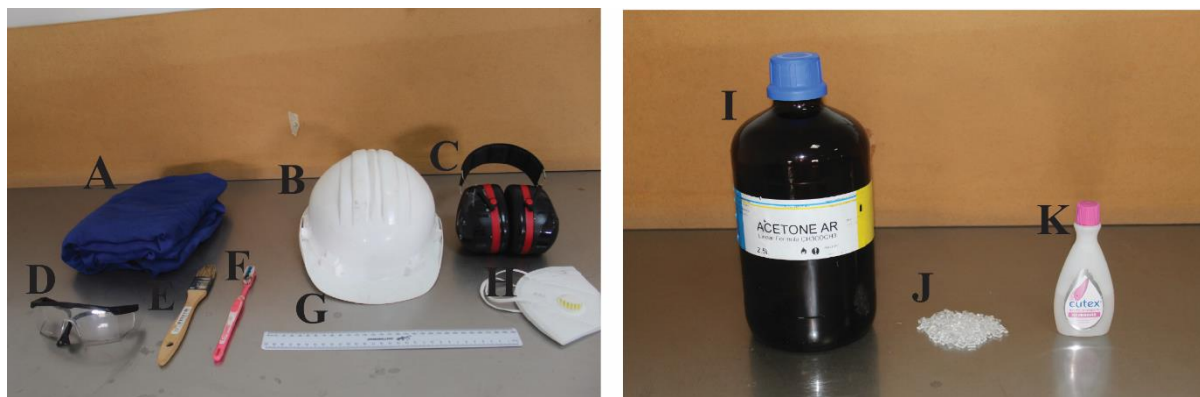


Figura 4: Materiais usados na preparação mecânica. **A**-bata, **B**-capacete, **C**-abafador de ruídos, **D**-óculos de protecção, **E**-pincel, **F**-escova, **G**-régua, **H**-máscara, **I**-acetona, **J**-paralóide sólido, **K**-paralóide B72 (substância líquida feita a partir da mistura da acetona com o paralóide sólido).

O processo de preparação mecânica (fig. 5C) dos fósseis é executado mediante a seguinte ordem: primeiramente deve-se retirar os materiais de acondicionamento dos fósseis, para de seguida fotografar os espécimes. Para os espécimes desse estudo, foi necessário também fazer uma pequena lavagem com recurso a água corrente e escova de modo a retirar a poeira superficial. Depois da secagem à temperatura ambiente, fez-se o uso do paralóide B72 para consolidar o osso exposto.

De seguida, fez-se o uso do PaleoAro ME9100 para remoção total da matriz. No decorrer da preparação, quando o espécime fragmentava recorria-se ao paralóide B72, como forma de colar a parte fragmentada no espécime.

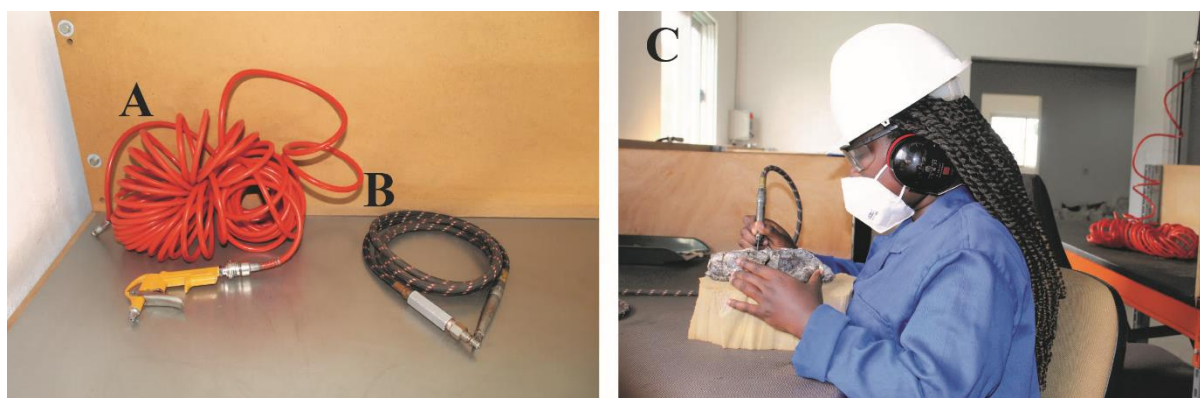


Figura 5: Preparação mecânica. **A**-pistola de ar; **B**-PaleoAro ME9100; **C**-processo da preparação mecânica dos espécimes.

2.2.2.2. Preparação química

A preparação química consiste na retirada da matriz restante, uma vez que, durante a preparação mecânica com o uso apenas do PaleoAro ME9100 não foi possível retirar toda a matriz que envolvia o espécime (pois poderia fragmentar o espécime). O espécime PPM2019-110R foi submetido a preparação química. Observa-se que o PPN2014-42 também passou por este método de preparação.

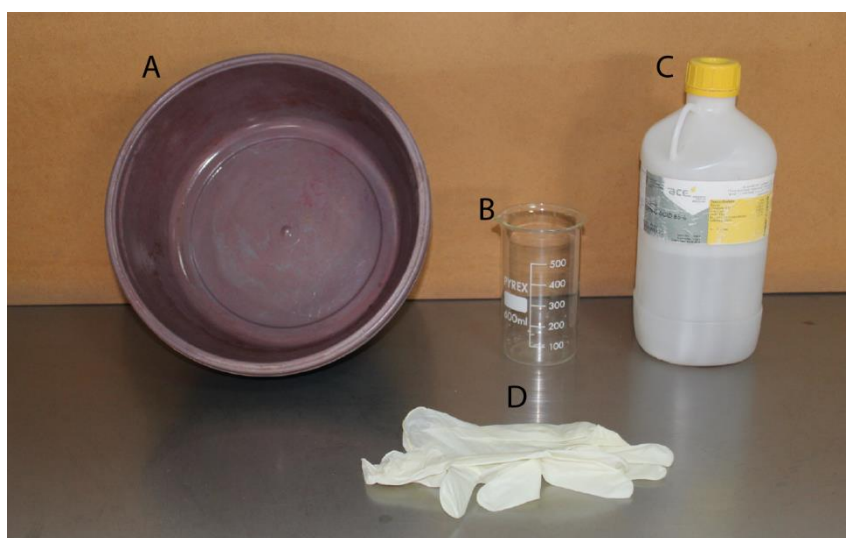


Figura 6: Materiais usados na preparação química: **A**-bacia, **B**-Becker; **C**-ácido fórmico, **D**-luvas.

Para a realização deste método, foi preciso embeber o espécime PPM2019-110R numa concentração de 5 % de ácido fórmico dissolvido em três litros de água corrente durante aproximadamente três horas, e de seguida a amostra foi retirada e embebida em água corrente por vinte quatro horas com o objectivo de neutralizar o ácido (fig. 7B).

O espécime PPM2019-110R reagiu positivamente ao ácido, isto é, a matriz restante foi retirada. Por fim, o espécime foi secado à temperatura ambiente, seguido da consolidação com o paralóide B72.

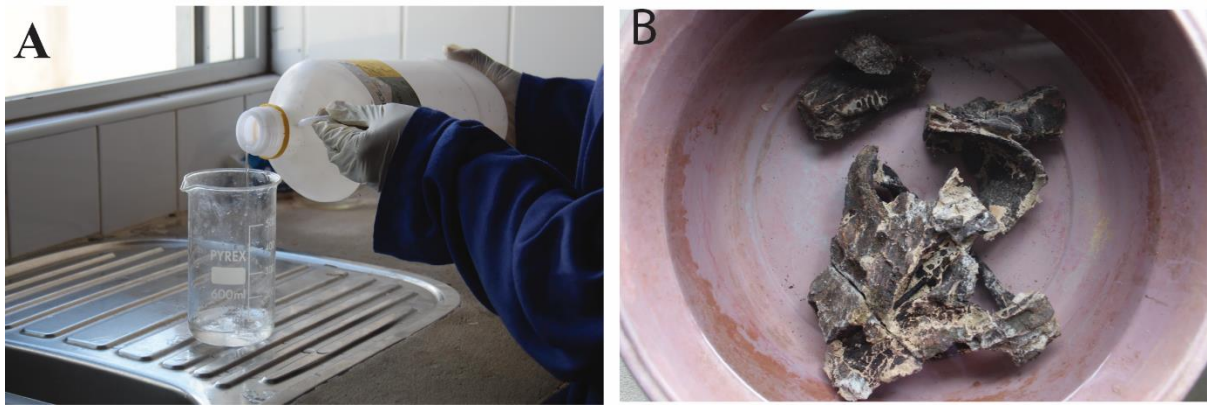


Figura 7: Ilustração das etapas da preparação química: **A**-medição da concentração de 5 % do ácido fórmico; **B**-espécime PPM2019-110R embebido em água para neutralizar o ácido.

2.2.3. Trabalho de escritório

Esta é a fase em que resulta na realização do presente trabalho de culminação de curso. Em que faz-se uma síntese referente a pesquisa bibliográfica, identificação e descrição dos espécimes PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II, PPM2019-110R e PPN2014-42 e posterior análise e discussão de resultados.

Para o efeito, precisa-se incluir o uso de determinados programas computacionais, como:

- ✓ **Adobe Photoshop CS6 (64 bit):** usado para retirar o fundo da fotografia em uso, de modo a deixa-lo branco e padronizado, o que facilita na identificação anatómica;
- ✓ **Adobe Illustrator CC 2015:** após usar o Photoshop, importou-se a fotografia neste programa com o objectivo de fazer a identificação das estruturas anatómicas dos espécimes;
- ✓ **ArcGIS 10.8:** usado para a elaboração dos mapas de localização geográfica e geológica.

CAPÍTULO III: APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

3.1. DESCRIÇÃO ANATÓMICA

A descrição a seguir é uma síntese osteológica de dois espécimes: PPN2014-42 e PPM2019-110R. O espécime PPN2014-42 é um crânio completo, que sofreu uma deformação lateroventral, em que a região do palato foi severamente danificada e a região occipital sofreu um deslocamento. O espécime PPN2014-42 foi sujeito a preparação química, e com o efeito do ácido, o espécime encontra-se erodido.

O espécime PPM2019-110R é também um crânio quase completo, faltando apenas a região occipital e parcialmente a região do basicrânio.

Embora os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R possuam as suas respectivas mandíbulas, as mesmas encontram-se desarticuladas do crânio.

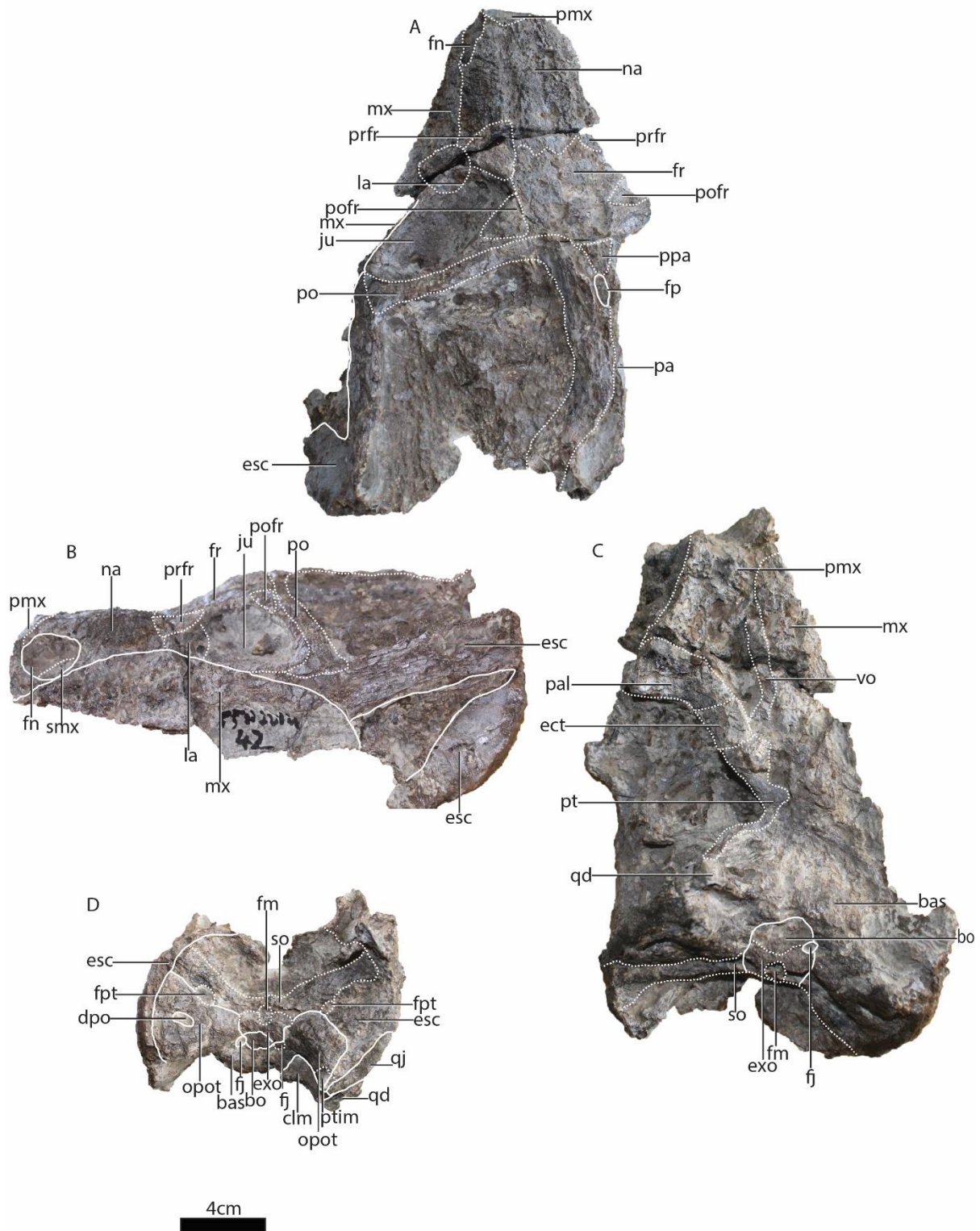


Figura 8:Crânio do espécime PPN2014-42, em vistas: **A**-dorsal, **B**-lateral esquerda, **C**-ventral, **D**-posterior. **bo**-basioccipital, **clm**-columela, **dpo**-depressão posterior do opistótico, **ect**-ectopterigóide, **esc**-escamoso, **exo**- exoccipital, **fj**-foramen jugular, **fm**-foramen magno, **fn**-fossa nasal, **fpt**-fenestra pós-temporal, **ju**-jugal, **la**-lacrimal, **mx**- maxila, **na**-nasal, **opot**- opistótico, **pa**-parietal, **ppa**-pré- parietal,

pal-palatino, **pmx**-pré-maxila, **po**-pós-orbital, **pofr**-pós-frontal, **prfr**- pré-frontal, **pt**-pterigóide, **ptim**-processo timpânico, **qd**-quadrado, **qj**- quadratojugal, **smx**-septomaxila, **so**-supraoccipital, **vo**- vómer. Linha tracejada-sutura inferida.

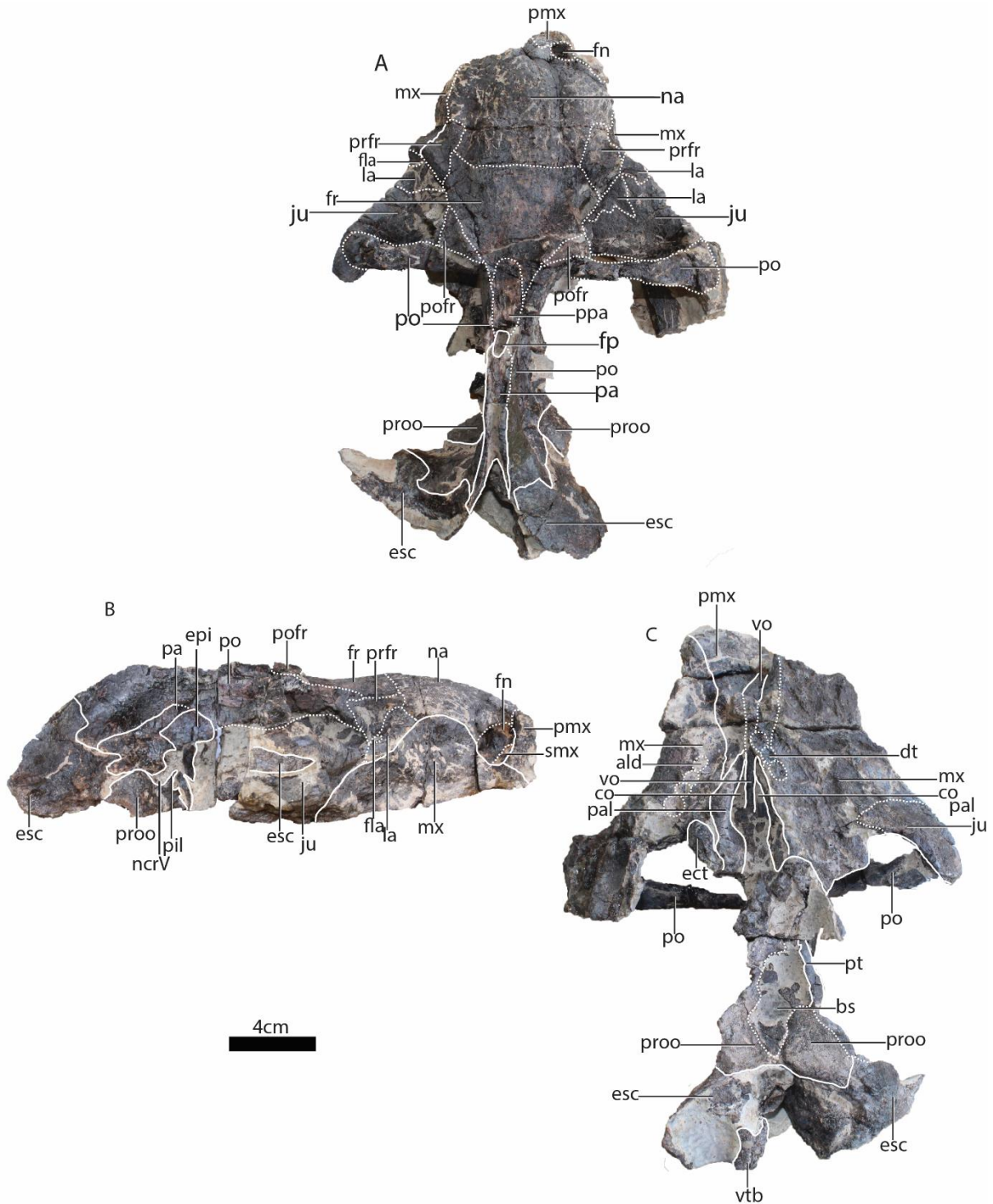


Figura 9:Crânio do espécime PPM2019-110R, em vistas: **A**-dorsal, **B**-lateral direita, **C**-ventral. **ald**-alvéolo dentário, **bs**-basisfenóide, **co**-coana, **dt**-dente, **ect**-ectopterigóide, **esc**-

escamoso, **epi**-epipterigoide, **fn**-fossa nasal, **ju**-jugal, **fla**-foramen lacrimal, **fp**-foramen pineal, **fpl**-foramen palatino lateral, **fr**-frontal, **la**-lacrimal, **mx**-maxila, **na**-nasal, **ncrV**-passagem do nervo cranial trigeminal, **pa**-parietal, **pil**-pila antótica, **ppa**-pré- parietal, **pal**-palatino, **pmx**-pré-maxila, **po**-pós-orbital, **po**fr-pós-frontal, **prfr**-pré-frontal, **proo**-proótico, **pt**-pterigóide, **smx**-septomaxila, **vo**-vómer, **vtb**-vertebras. Linha tracejada-sutura inferida.

3.1.1. Região do tecto do crânio

3.1.1.1. Lacrimal

O lacrimal é um osso par do tecto do crânio, que forma a margem anterior e a região interna da órbita (Castanhinha et al., 2013). No PPN2014-42, apenas o lacrimal esquerdo está preservado pois o espécime sofreu uma compressão lateroventral, ao passo que o PPM2019-110R possui os dois lacrimais preservados. Esta descrição do lacrimal é sobretudo baseada no espécime PPM2019-110R, dado que o espécime PPN2014-42 se encontra mal preservado.

A superfície externa do lacrimal no espécime PPM2019-110R apresenta uma ligeira rugosidade provavelmente como resultado do efeito do ácido durante a preparação química (fig. 9A, B). Em vista dorsal, a margem lateral do lacrimal no PPM2019-110R partilha uma sutura interdigitada com o jugal dentro da órbita, porém, a margem medial é recta no contacto com o pré-frontal (fig. 9A). Para o espécime PPN2014-42, o lacrimal possui uma forma circular em vista dorsal, porém esta forma deve ser interpretada com cautela porque esta zona do crânio está severamente erodida e os limites verdadeiros do lacrimal não podem ser traçados. Assim, o contacto entre o lacrimal e o pré-frontal pode ser descrito como sendo côncavo no PPN2014-42. Importa referir que a forma do lacrimal não é idêntica nos dois lados do PPM2019-110R devido à deformação.

Em vista lateral, o lacrimal do PPM2019-110R apresenta uma forma sub-triangular com o ápice voltado para a zona posterior no contacto com o jugal (fig. 9B). O foramen lacrimal é muito pequeno no espécime PPM2019-110R, e possui uma orla elíptica em que a sua margem medial é mais afunilada em relação a margem lateral. Devido ao estado de preservação, o foramen lacrimal não pode ser observado no PPN2014-42. Na sua extensão ventral e anterodorsal, o lacrimal se sobrepõe a maxila e nasal, respetivamente em ambos espécimes (fig. 8B, fig. 9B).

3.1.1.2. Nasal

O nasal é um osso singular que corresponde à borda anterior do tecto do crânio imediatamente posterior a pré-maxila. A sua maior exposição no crânio encontra-se nas vistas dorsal e lateral.

O nasal encontra-se preservado nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R e apresenta uma textura rugosa em ambos com um relevo relativamente alto (fig. 8A, B, fig. 9A, B). Em semelhança com outros espécimes de *Endothiodon*, o nasal de PPN2014-42, PPM2019-110R possui cristas nasais localizadas na superfície dorsal do nasal ao longo de toda sua extensão anteroposterior (fig. 8A, B, fig. 9A, B). As cristas nasais são muito pouco proeminentes ao contrário do que acontece com o *E. bathystoma* (Maharaj et al., 2024).

Estas cristas apresentam uma textura rugosa nos dois espécimes sendo quatro e todas paralelas entre si e orientadas anteroposteriormente, tal como acontece no *E. mahalanobisi* espécime moçambicano PPN2012-10-C3-1 β (Maharaj et al., 2024) previamente *E. bathystoma* (Macungo et al., 2020). Lateralmente, o nasal é escavado pela fossa nasal na sua margem anteroventral, esta fossa encontra-se preservada nos espécimes PPN2014-42, PPM2019-110R (fig. 12A, B, fig. 9A, B). Ventralmente, através de uma sutura linear, o nasal contacta a maxila e o lacrimal em ambos espécimes.

Uma pequena porção da pré-maxila encontra-se preservada nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R e contacta o nasal ao longo de uma sutura côncava em vista dorsal (fig. 8A, fig. 9A). No espécime PPN2014-42 na sua extensão posterior, o nasal contacta o frontal através de uma sutura ondulada semelhante ao observado em *E. mahalanobisi* (Ray, 2000), e no espécime PPM2019-110R a sutura é transversal ao eixo sagital do crânio. O contacto entre o nasal com o pré-frontal dá-se ao longo de uma sutura convexa imediatamente anterior ao contacto com o frontal.

3.1.1.3. Pré-frontal

O pré-frontal é um osso par geralmente pequeno que se localiza na margem anterior a borda orbital (Castanhinha et al., 2013).

O pré-frontal possui uma superfície externa ligeiramente rugosa nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R (fig. 12A, B, fig. 9A, B).

Os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R possuem o pré-frontal preservado, todavia, no espécime PPN2014-42 somente o pré-frontal esquerdo permanece completamente

preservado. O pré-frontal direito do espécime PPN2014-42 encontra-se parcialmente erodido por conta do estado de deformação em que o espécime se apresenta (fig. 8A).

O pré-frontal não forma bossas nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, semelhante ao *E. mahalanobisi*, mas difere do observado em *E. bathystoma* e *E. tolani* (Maharaj et al., 2024). No entanto, apesar do espécime PPM2019-110R não possuir nenhuma bossa pré-frontal, observa-se uma pequena saliência em seus pré-frontais (fig. 9A). Em PPN2014-42 e PPM2019-110R observa-se um contacto através de uma sutura côncava na margem anterior do pré-frontal entres este e o nasal em vista dorsal (fig.12A, fig. 9A). Posteriormente em ambos espécimes, o pré-frontal contacta o frontal ao longo de uma sutura recta. Em vista lateral, o pré-frontal contacta o lacrimal ventralmente através de uma sutura oblíqua em ambos espécimes e contacta a maxila. A condição destes espécimes contrasta claramente com a condição observada no *E. bathystoma* cujos pré-frontais têm uma bossa bem desenvolvida (Maharaj et al., 2024).

3.1.1.4. Frontal

O frontal é um osso par que forma a maior extensão do tecto do crânio localizado na região interorbital do crânio imediatamente posterior ao nasal (Castanhinha et al., 2013; Macungo et al., 2020). A morfologia dorsal do frontal nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R é semelhante à do *E. mahalanobisi* (Ray, 2000) por apresentar forma trapezoidal (fig.12A, fig. 9A). A sua superfície externa apresenta uma rugosidade no espécime PPN2014-42 e uma suavidade em PPM2019-110R que pode ser em virtude da preparação química. O frontal em relação ao nasal exhibe-se ligeiramente deprimido, ou seja, com um relevo relativamente baixo no espécime PPM2019-110R, e no espécime PPN2014-42 aparenta estar em harmonia, apesar de não se encontrar bem preservado.

Em vista dorsal, o frontal do espécime PPM2019-110R contacta anteriormente o nasal através de uma sutura transversal em relação ao eixo sagital do crânio, numa sutura ondulada para PPN2014-42, anteriormente contacta o pré-frontal por uma sutura oblíqua em ambos espécimes, posteriormente contacta o pré-parietal através de uma sutura convexa e posterolateralmente contacta o pós-frontal.

3.1.1.5. Pós-frontal

O pós-frontal é um osso par que se localiza entre o frontal, o pós-orbital e o parietal contribuindo para formação da borda posterodorsal da abertura orbital (Castanhinha et al., 2013; Angielczyk and Kammerer, 2017). Apesar de alguns espécimes de *Endothiodon* (ex: *E. mahalanobisi* e *E. tolani*, em Ray, 2000 e Cox & Angielczyk, 2015) não possuírem o pós-frontal como um elemento distinto, o pós-frontal nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R encontra-se bem exposto como ilustrado em vista dorsal e lateral (fig. 8A, B, fig. 9A, B). Morfologicamente, os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R possuem um pós-frontal triangular, estando seu ápice orientado posteriormente (fig. 9A), semelhante ao *Niassodon mfumukasi*. Em vista dorsal, o pós-frontal contacta o frontal anteriormente e o pós-orbital posteriormente por uma sutura linear em ambos espécimes.

3.1.1.6. Pré-parietal

O pré-parietal é um osso singular que forma a margem anterior do foramen pineal (Castanhinha et al., 2013; Kammerer et al., 2015; Macungo et al., 2020).

O foramen pineal aparece preservado nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, sendo que no espécime PPN2014-42, o mesmo encontra-se pouco escavado. Nos dois espécimes sua borda lateral, o pré-parietal não forma uma saliência (ou bossa) pineal ou ainda cristas que bordeiam o foramen pineal, típico do *E. mahalanobisi* (Maharaj et al., 2024), provavelmente devido à má preservação desta região. A ausência da bossa ou crista parietal torna os dois espécimes diferentes de *E. bathystoma*, *E. tolani* (Owen et al., 1876; Cox & Angielczyk, 2015) que possuem uma bossa pineal e uma fina crista que bordeia o foramen pineal, respectivamente. A forma do foramen pineal é elíptica em ambos espécimes (fig. 8A, fig. 9A), o que os difere do *E. bathystoma* (Owen et al., 1876) que possui forma circular.

Na superfície dorsal do espécime PPM2019-110R, o pré-parietal tem a forma elíptica (fig. 9A) como em *E. mahalanobisi* (Ray, 2000). O espécime PPN2014-42 foi submetido à preparação química com ácido fórmico que alterou significativamente a morfologia dorsal do espécime.

O pré-parietal contacta anteriormente o frontal através de uma sutura convexa no espécime PPM2019-110R, e por um contacto linear no espécime PPN2014-42. Lateralmente, o pré-parietal contacta o pós-orbital através de uma sutura linear. Anteriormente o pré-parietal contacta o frontal por uma sutura linear em PPN2014-42, no espécime PPM2019-110R a sutura é côncava (fig. 8A, fig. 9A).

3.1.1.7. Parietal

O parietal é um osso par que se localiza na região posterior ao tecto do crânio formando a porção posterior do foramen pineal.

O parietal em PPM2014-42, encontra-se parcialmente preservado, todavia, no espécime PPM2019-110R este osso, está bem preservado, podendo ser observado em vista dorsal e lateral (fig. 9A, B). Nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, o parietal é alongado e no PPM2019-110R o parietal na região mais posterior forma entre si uma sutura anteriormente convexa com o interparietal.

Em vista dorsal, o parietal contacta o pós-orbital lateralmente através de uma sutura linear em ambos espécimes. Em vista lateral, como em outros dicinodontes (ex: *Kembawacela yajuwayeyi*, Araújo et al., 2022), o parietal do espécime PPM2019-110R descende para contactar o ramo ascendente do epipterigóide em vista lateral e anteriormente contacta o escamoso (fig. 9B). O contacto parietal-epipterigóide não é observável em PPN2014-42, por conta da má preservação destes ossos.

3.1.1.8. Septomaxila

A septomaxila é um osso par e tipicamente exibe uma morfologia de placa que forma o assoalho da narina externa, imediatamente posteroventral ao processo dorsal da pré-maxila.

Apesar de ser um osso geralmente pouco expressivo e de difícil preservação nos dicinodontes, a septomaxila é limitada pela maxila posteriormente e pelo nasal dorsalmente (Kammerer and Angielczyk, 2017). Assim, nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, a septomaxila encontra-se pobremente preservada e a sua superfície é ligeiramente suave. A sua exposição é observada somente em vista lateral (fig. 8B, fig. 9B). No espécime PPN2014-42 está preservada apenas a septomaxila esquerda, entretanto, no espécime PPM2019-110R somente a septomaxila direita é que está preservada (fig. 8B, fig. 9B).

As porções que restam da septomaxila nos dois espécimes conservam, um aspecto rectangular quando observados em vista lateral, porém, é evidente que esta forma surge como resultado do estado de preservação dos dois espécimes. Por outro lado, a septomaxila bem preservada exibe um formato circular na vista lateral, conforme exemplificado pelo *Compsodon helmoedi* (Angielczyk and Kammerer, 2017). As duas aberturas que caracterizam uma septomaxila bem preservada, nomeadamente o foramen o canal septomaxilar não se encontram presentes nos dois espécimes devido a preservação.

3.1.2. Região do palato

3.1.2.1. Pré-maxila

A pré-maxila é um osso singular que compõe a margem mais anterior da região do palato (Ray, 2000). Assim, a pré-maxila, consiste numa placa ventral e um processo ascendente dorsal, podendo ser descrito em vista dorsal, lateral e ventral.

Dorsalmente, a zona mais anterior deste osso encontra-se danificada, assim sendo, apenas uma pequena porção do processo ascendente da pré-maxila, pode ser reconhecida nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R (fig. 8A, fig. 9A).

No palato, uma fileira de dentes direccionada anteroposteriormente é prolongada até a região da pré-maxila no espécime PPM2019-110R preservando um alvéolo contendo um dente quebrado.

No *E. mahalanobisi* e *E. tolani* (Cox & Angielczyk, 2015), os primeiros dois dentes estão implantados na pré-maxila, porém, esta característica não foi possível observar nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R.

Em vista dorsal do PPN2014-42 e PPM2019-110R, a pré-maxila contacta posteriormente o nasal através de uma sutura convexa posteriormente, e bordeia anteriormente a fossa nasal (fig. 8B, fig. 9B). No entanto, a porção da pré-maxila que bordeia a fossa nasal não é observada em PPN2014-42. Em vista lateral, a pré-maxila contacta a maxila e a septomaxila.

Tal como em outros dicinodontes (ex: *E. mahalanobisi*, Ray, 2000), a extensão posterior da pré-maxila em vista ventral é interrompida medialmente pelo vómer nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R.

3.1.2.2. Maxila

A maxila é um osso do crânio que corresponde em geral à maior porção da região do palato, contribuindo assim para a formação facial e palatal do crânio (Angielczyk and Kammerer, 2017).

A maxila encontra-se preservada no espécime PPM2019-110R sendo a maxila direita relativamente mais espessa (fig. 9C). No espécime PPN2014-42, a maxila encontra-se igualmente preservada, contudo a zona do palato está bastante deformado (fig. 8C).

Uma pequena porção da maxila pode ser observada em vista dorsal nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R (fig. 8A, fig. 9A). Este osso pode igualmente ser observado em vista lateral e ventral em ambos espécimes.

A superfície externa da maxila nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R é rugosa e a sua forma é rectangular em vista ventral (fig. 8C, fig. 9C) semelhante ao *E. mahalanobisi* e *E. tolani* (Ray, 2000; Cox & Angielczyk, 2015).

Em PPN2014-42 e PPM2019-110R, a maxila não possui presas, como é típico do *E. bathystoma* e *E. mahalanobisi* (Maharaj et al., 2024). Assim sendo, ambos espécimes diferem-se do *E. tolani* que possui uma presa caniniforme (Cox & Angielczyk, 2015).

Em vista ventral, como em *E. mahalanobisi*, *Niassodon mfumukasi*, *E. tolani*, (Ray, 2000; Castanhinha et al., 2013; Cox & Angielczyk, 2015;), o espécime PPM2019-110R possui uma fileira de dentes que se prolonga até a pré-maxila (fig. 9C). Esta fileira preserva os alvéolos dentais (cavidade no qual os dentes são alojados) que desempenham a função de suportar e proteger a raiz do dente e alicerçar o dente. Foram registados no total sete alvéolos dentais, em que quatro pertencem à maxila esquerda e três a maxila direita. Estes alvéolos preservaram alguns dentes pós-caninos. Em vista ventral a maxila contacta posteriormente o ectopterigóide através de uma sutura convexa, o palatino lateralmente ladeado pelo vómer.

Os dentes do espécime PPM2019-110R estão fragmentados transversalmente em vista ventral. Por conta da severa deformação aliada ao processo de preparação química não foi possível verificar a presença dos alvéolos e dos dentes no espécime PPN2014-42.

É descrito em dicinodontes, um processo caniniforme que desenvolve ventralmente sob forma de uma saliência na face lateral da maxila (Castanhinha et al., 2013), porém, esse processo não foi verificado nos espécimes em estudo, tal como é comum nos *Endothiodon* (Maharaj et al., 2024).

Em vista dorsal dos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, uma pequena parte da maxila é observada, e a mesma contacta o nasal e o lacrimal através de uma sutura linear. Apenas no espécime PPM2019-110R, é visível o contacto maxila-pré-frontal por uma sutura linear. Em ambos espécimes, em vista lateral, a maxila forma a margem posterior da fossa nasal e contacta a septomaxila e pré-maxila anteriormente. Posteriormente a maxila contacta o jugal, que encontra-se entre a maxila e o escamoso (ou seja, não há contacto entre eles), tal como no *Niassodon mfumukasi*.

3.1.2.3. Vómer

O vómer é um osso singular que forma a porção medial do palato entre os ossos palatinos, pré-maxila e a maxila (Macungo et al., 2020). No PPN2014-42, o vómer não está bem preservado quando comparado com o espécime PPM2019-110R, e nos dois espécimes o vómer pode ser descrito apenas em vista ventral (fig. 8C, fig. 9C).

O vómer é formado por uma placa vomerina medioventral subtriangular que expande ventralmente a partir da margem dorsal deste osso (Araújo et al., 2022). Nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, a placa vomerina medioventral é expandida anteriormente (fig. 8C, fig. 9C), em semelhança com o *E. mahalanobisi*, espécime PPN10-07-C3-1β (Macungo et al., 2020).

A margem posterior da placa vomerina medioventral bifurca-se para contactar o pterigóide limitando anteriormente a vacuidade do interpterigóide (Angielczyk and Kammerer, 2017).

Devido a preservação, o vómer nos dois espécimes em estudo apresenta-se sob forma alongada e lenticular, sem nenhuma expansão para criar uma placa vomerina igual aos outros dicinodontes. Aliado a preservação, sem nenhum limite do vómer pode ser definido com certeza nestes espécimes, mas sabe-se dos outros dicinodontes que este osso contacta o palatino lateralmente, a maxila e a pré-maxila anteriormente e o pterigóide posteriormente (Araújo et al., 2022).

3.1.2.4. Palatino

O palatino é um osso par que contribui para a formação da região do palato secundário que se encontra localizado lateralmente ao vómer, podendo ser descrito em vista ventral (fig. 8C, fig. 9C; Macungo et al., 2020).

Os palatinos encontram-se pobremente preservados nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, isto é, no espécime PPN2014-42 o palatino esquerdo encontra-se deslocado por conta da deformação lateroventral e o palatino direito foi erodido (fig. 8C). A estrutura mais marcante na face ventral do palatino bem preservado nos endotiodontídeos é um par de sulcos palatinos e o foramen palatino lateral (Castanhinha et al., 2013; Macungo et al., 2020). Os sulcos palatinos não podem ser observados nos espécimes em estudo, porém, observa-se o foramen palatino lateral elíptico entre o palatino e o ectopterigóide (fig. 9C).

Na sua margem medial, o palatino flanqueia a coana, e no espécime PPM2019-110R esta possui uma forma triangular (fig. 9C).

É descrito em alguns dicinodontes, a presença de uma fossa labial entre o palatino, maxila e jugal, porém nos espécimes em estudo esta fossa está ausente, como em *E. mahalanobisi* e *Niassodon mfumukasi*, (Ray, 2000; Castanhinha et al., 2013).

Em vista ventral, em ambos espécimes, o palatino, a pré-maxila e a maxila formam uma sutura em T invertido observado anteriormente. O palatino afunila até estabelecer o contacto com o vómer medialmente (fig. 9C). O contacto entre o palatino e o ectopterigóide é ligeiramente espaçado e dá-se lateralmente por meio de uma sutura sub-linear.

3.1.2.5. Pterigóide

O pterigóide é um osso que marca o limite posterior do palato e se estende até o basicrânio em vista ventral. A presença de dois ramos anteriores e dois ramos posteriores divergindo a partir da placa mediana, torna o pterigóide com aspecto de um X em dicinodontes, compondo assim a anatomia geral deste osso (Cox & Angielczyk, 2015; Angielczyk and Kammerer, 2017).

Nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, os pterigóides estão pobremente preservados (fig. 8C, fig. 9C). No espécime PPM2019-110R apenas a porção do ramo posterior (quadrático) encontra-se preservada. O ramo posterior do pterigóide contacta o quadrado posteriormente no espécime PPN2014-42, este contacto em PPM2019-110R não se verifica, pois, o quadrado direito não se encontra preservado. É de notar que o ramo posterior do pterigóide também contacta o basisfenóide.

A erosão tomou conta da superfície ventral da placa mediana do pterigóide nos espécimes em estudo levando consigo a crista oesfágica, estrutura esta que está presente nos endotiodontídeos (Castanhinha et al., 2013; Cox & Angielczyk, 2015). A vacuidade do interpterigóide também não se encontra preservada nos espécimes em estudo.

3.1.2.6. Ectopterigóide

O ectopterigóide é um osso par da região do palato que se encontra lateralmente ao palatino e é orientado anteroposteriormente (Angielczyk and Kammerer, 2017; Macungo et al., 2020). O ectopterigóide apresenta-se em forma de placa e pode ser observado em vista ventral e lateral mas para os espécimes em estudo, este osso encontra-se exposto apenas em vista ventral. Nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, apenas o ectopterigóide esquerdo

encontra-se preservado, sendo que no PPM2019-110R essa preservação é parcial por conta da deformação.

A sua superfície externa é rugosa devido ao efeito do ácido durante a preparação química e apresenta um relevo relativamente alto no espécime PPM2019-110R comparativamente ao palatino. O ectopterigóide forma a borda lateral do foramen palatino lateral elíptico (fig. 9C).

Em vista ventral, em ambos espécimes em estudo, o ectopterigóide contacta o palatino medialmente por uma sutura linear. No PPM2019-110R, o ectopterigóide apresenta um relevo elevado em relação a maxila e estabelece um contacto com este osso anteriormente por uma sutura côncava como no PPN2012-10-C3-1β.

3.1.3. Região da arcada zigomática

3.1.3.1. Jugal

O jugal é um osso par que forma a margem lateral da órbita nos dicinodontes (Ray, 2000; Macungo et al., 2020).

Em condições de boa preservação, o jugal consiste em três processos distintos: um anterior que contacta a maxila medialmente, um dorsal ligeiramente curto que contacta medialmente o pós-orbital, e um terceiro (processo temporal) que se estende posteriormente contactando o escamoso (Araújo et al., 2022). Estes processos podem ser observados em vista: dorsal, lateral e ventral.

No espécime PPN2014-42, o jugal esquerdo está intacto podendo ser observado apenas em vistas dorsal e lateral (fig. 8A, B), pois a sua face ventral não está preservada. Em PPM2019-110R, tanto o jugal direito quanto o esquerdo estão preservados e expostos em vista dorsal, lateral e ventral, embora nesta última a sua preservação seja parcial.

Em ambos espécimes, o jugal apresenta na sua superfície externa uma certa suavidade e dorsalmente um formato trapezoidal.

Em vista dorsal, o jugal dos dois espécimes possui um formato sub-trapezoidal e conserva um processo dorsal. O processo dorsal do jugal, é curvilíneo e se estende posteriormente para contactar o pós-orbital, (fig. 8A, fig. 9A). Dentro da órbita, o jugal contacta o lacrimal anteriormente através de uma sutura convexa em PPN2014-42 e interdigitada em PPM2019-110R (fig. 8A, fig. 9A).

Em vista lateral, o processo temporal do jugal contacta o escamoso posteriormente e é sobreposto pelo pós-orbital em ambos espécimes. No espécime PPN2014-42, o processo anterior do jugal é sobreposto pela maxila tal como em outros dicinodontes (ex: *Kombuisia*, Fröbisch, 2007). Em PPM2019-110R, a maxila sobrepõe-se ligeiramente ao jugal, assim, o contacto jugal-maxila é dado anteriormente através de uma sutura oblíqua (fig. 9C).

Os ossos que circundam o jugal em vista ventral do espécime PPM2019-110R não estão preservados, pelo que nenhum contacto pode ser descrito nessa vista. Nesta vista, o jugal assume uma forma semi-lunar, com a concavidade formando a margem medial da órbita (fig. 9C).

3.1.3.2. Escamoso

O escamoso é um osso par que compõe a porção posterior e lateral do crânio, sendo constituído por três processos distintos, nomeadamente o processo temporal/dorsal, processo zigomático/lateral e processo quadrático/ventral (Castanhinha et al., 2013; Angielczyk and Kammerer, 2017; Araújo et al., 2022). Os espécimes em estudo exibem o escamoso com a sua superfície externa rugosa, e pode ser observado em vistas dorsal, lateral, posterior e ventral (fig. 8A, B, D, fig. 9A, B, C).

Tipicamente, o processo dorsal do escamoso contribui para formação da placa occipital e bordeia posteriormente a fenestra temporal (Castanhinha et al., 2013; Angielczyk and Kammerer, 2017). Este processo encontra-se pobremente preservado em PPN2014-42 e melhor preservado no espécime PPM2019-110R, que em vista lateral contacta o pós-orbital e o parietal. Na placa occipital não é possível descrever os contactos por conta da preservação.

O processo zigomático estende-se lateralmente às aberturas temporais e orbital, e constitui a maior porção do escamoso presente em PPN2014-42 embora esteja preservado somente no ramo esquerdo (fig. 8A). Em PPM2019-110R o processo zigomático do escamoso não está preservado (fig. 9A). Em PPN2014-42, este processo contacta a maxila em vista lateral e é expandido mediolateralmente em semelhança com o *Compsodon helmoedi* (Angielczyk and Kammerer, 2017) e diferentemente de *Niassodon mfumukasi* (Castanhinha et al., 2013) em que se expande dorsoventralmente.

O processo quadrático do escamoso corresponde a extensão ventral do escamoso para contactar o quadrado e o quadratojugal. Este processo possui uma exposição occipital, que ladeia a fenestra pós-temporal contactando o supraoccipital e o opistótico nos dicinodontes. No espécime PPN2014-42, o processo quadrático contacta o supraoccipital e opistótico por

meio de uma sutura semi-circular (fig. 8D), que contribui para uma ligeira acomodação do opistótico sob o escamoso que descende para contactar o quadratojugal através de uma sutura oblíqua (fig. 8D). Este processo forma a margem lateral da fenestra pós-temporal (fig. 8D). A região occipital não está preservada em PPM2019-110R, nesse caso os contactos não podem ser definidos.

3.1.3.3. Pós-orbital

O pós-orbital é um osso que bordeia posteriormente a órbita e prolonga-se posteriormente formando a parede medial da fenestra temporal (Macungo et al., 2020).

A superfície externa do pós-orbital é rugosa nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R devido ao efeito do ácido durante a preparação química.

O pós-orbital é subdividido em dois diferentes processos, que se encontram direccionados de forma perpendicular entre si (Fröbisch, 2007). O primeiro processo (processo descendente/lateral) contribui para a formação da barra pós-orbital e o segundo processo (processo posterior) contribui para formação do tecto do crânio (Angielczyk and Kammerer, 2017; Araújo et al., 2022).

Em vista dorsal, a barra pós-orbital (ou o processo descendente) nos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R possui uma forma de vara e expande-se ventralmente onde assenta sobre o escamoso. Além disso, esta barra envia um pequeno processo curto anteriormente no PPN2014 e PPM2019-110R que através deste, dá-se o contacto côncavo com o jugal. A margem anterior da barra pós-orbital no PPN2014-42 encontra-se ligeiramente encurvada, enquanto a margem posterior permanece recta em vista dorsal (fig. 8A).

O processo posterior (horizontal) se estende por todo comprimento da barra intertemporal e sutura-se ao processo dorsal do escamoso. O contacto entre o pós-orbital e escamoso verifica-se posteriormente apenas em PPN2014-42, o que o difere do *Dicynodon angielczyki* (Kammerer, 2019) em que esse contacto não está presente.

3.1.4. Região do basicrânio

3.1.4.1. Proótico

O proótico é um osso par que forma a parede lateral do basicrânio e bordeia o foramen magno anteriormente (Fröbisch, 2007; Macungo et al., 2020).

Em muitos dicinodontes, como por exemplo *Compsodon helmoedi*, *Abajudon kaayai*, *Dicynodon huenei*, *Kembawacaela kitchingi* (Angielczyk and Kammerer, 2017; Olroyd et al., 2018; Kammerer et al., 2019; Angielczyk et al., 2019), o proótico encontra-se fundido com opistótico formando o periótico. Em PPN2014-42 o proótico não se encontra preservado, entretanto, para o espécime PPM2019-110R este osso está preservado e separado do opistótico (fig. 9C, D) tal como noutros endotiodontídeos (Ray, 2000; Cox & Angielczyk, 2015).

O proótico é formado pelo corpo principal do proótico em forma de D (também denominado por processo alar) e um processo anterior ascendente denominado por pila antótica (Castanhinha et al., 2013; Macungo et al., 2022).

A superfície lateral do processo alar é ligeiramente suave e forma a parede anterolateral do basicrânio (Macungo et al., 2022). Na margem posterodorsal do processo alar no espécime PPM2019-110R há uma pequena escavação que se assemelha ao denominado por recesso lateral do supraoccipital em Macungo et al., (2022). Este recesso possui forma de meia-lua e descende ao longo de toda a altura do proótico no PPM2019-110R e em todos espécimes onde ele está presente (Macungo et al., 2022). O relevo do processo alar é alto em relação aos ossos que o contactam em vista lateral (fig. 9B). No espécime PPM2019-110R o foramen facial não está preservado.

A pila antótica do espécime PPM2019-110R (fig. 9C) é longa e relativamente estreita com uma orientação anterodorsal em relação ao processo alar. Na sua margem posterior, i.e., entre a pila antótica e o processo alar forma-se uma incisura pelo qual dá-se a passagem do nervo cranial trigeminal (ncrV).

Em vista lateral, o proótico contacta o parietal através de sutura convexa onde ambos encontram-se ao mesmo nível em termos de relevo, fazendo com que a sutura supracitada esteja alocada numa depressão (fig. 9B).

3.1.4.2. Quadrado-Quadratojugal-Columela

No espécime PPN2014-42, o quadrado e o quadratojugal não estão fundidos, tal como ocorre noutros endotiodontídeos (Ray, 2000; Cox & Angielczyk, 2015; Macungo et al., 2020).

O **quadrado** é um osso par do basicrânio que caracteristicamente em dicinodontes, é constituído por côndilos articulares (lateral e medial) e um processo dorsal (Castanhinha et al., 2013; Macungo et al., 2020).

No espécime PPN2014-42, somente o quadrado esquerdo encontra-se preservado, como pode-se observar em vista ventral e posterior (fig. 8C, D) contudo, no espécime PPM2019-110R o quadrado não está preservado. O processo dorsal do quadrado em PPN2014-42 possui a forma de placa, morfologia comum dentre os dicinodontes. Os côndilos articulares possuem a mesma altura em PPN2014-42. O côndilo medial é mais expandido comparativamente ao côndilo lateral.

Medialmente, os côndilos articulares são separados por um largo sulco direccionados anteroposteriormente como acontece em *Niassodon* (Castanhinha et al., 2013).

O foramen quadrado é ausente neste espécime, diferente do que ocorre em *Rastodon* (Boos et al., 2016).

Em vista posterior, o quadratojugal separa medialmente o quadrado do escamoso, suturando-se de forma ligeiramente oblíqua ao quadrado. O quadrado também contacta a columela através de uma pequena sutura oblíqua.

O **quadratojugal** é um osso com aspecto de uma placa com superfície anterior côncava que é mais largo dorsalmente e mais estreito ventralmente onde sobrepõe o quadrado (Castanhinha et al., 2013; Boos et al., 2016; Angielczyk and Kammerer, 2017).

Por natureza, o quadratojugal insere-se entre o escamoso (posteriormente) e o processo dorsal do quadrado (anteriormente). Assim, a sua melhor visibilidade é em vista lateral, que aparece sob forma de varinha ligeiramente encurvada.

A **columela** é um osso par com a forma de uma haste que possui extremidades proximal e distal expandida localizada entre a fenestra oval e o quadrado (Cox, 1959; Ray, 2000; Angielczyk and Kammerer, 2017).

A columela é melhor descrito em vista ventral, entretanto, para o espécime PPN2014-42 a sua exposição é observada somente em vista posterior, com a sua preservação sendo parcial (apenas a columela direita) com uma superfície externa suave (fig. 8C).

A columela não possui o foramen estapediano como na maioria dos dicinodontes, foramen este não presente em vários dicinodontes uma vez que é exclusivamente observado em *Cistecephalus* e *Kawingasaurus* (Broili and Schröder, 1935 a; Cox et al., 1972).

3.1.4.3. Basisfenóide

O basisfenóide é um osso singular que contribui para a formação do basicrânio , e localiza-se imediatamente anterior às duas túberas convergentes as quais são divididas por uma abertura mediana profunda (Ray, 2000).

Sendo observado apenas em vista ventral, no basisfenóide de ambos espécimes em estudo, é difícil fazer a determinação precisa da sua morfologia por conta do seu pobre estado de preservação (fig. 8C, fig. 9C).

Na margem onde as tuberosidades basioccipitais se encontram, o basisfenóide do espécime PPN2014-42, contacta posteriormente o basioccipital por uma sutura não muito clara. O basisfenóide forma a porção anterior da fenestra oval. Esta fenestra não se encontra visível no espécime PPN2014-42. Essa abertura permite a passagem de informação entre o exterior e o cérebro e em boas condições de preservação é maioritariamente circundado pelo basioccipital e lateralmente pelo opistótico.

Em vista ventral, no espécime PPM2019-110R o basisfenóide contacta lateralmente o ramo quadrático do pterigóide por uma sutura linear e compartilha uma sutura côncava com o proótico.

3.1.4.4. Epipterigóide

O epipterigóide é um osso subdividido em uma parte fina e alongada que se estende dorsalmente para contactar o parietal denominado ramo ascendente e uma base longa que assenta sobre a placa mediana e o ramo quadrático do pterigóide (Castanhinha et al., 2013; Macungo et al., 2022).

Apenas o espécime PPM2019-110R preserva o epipterigóide, em que ambas porções que o compõe podem ser observadas apenas em vista lateral (fig. 9B).

O ramo ascendente do epipterigóide em PPM2019-110R ostenta uma forma irregular com uma ligeira expansão na sua margem dorsal em que sutura-se ao parietal (fig. 9B).

Ventralmente, a base do epipterigóide contacta o proótico através de uma sutura convexa.

3.1.5. Região occipital

A região occipital do espécime PPM2019-110R não se encontra preservada, por conta da deformação, i.e., o espécime sofreu um corte coronal na região do basicrânio . Assim sendo não é possível descrever os ossos basioccipital, exoccipital, supraoccipital, opistótico e columela neste espécime.

Por outro lado, a região occipital do espécime PPN2014-42 está intacta.

3.1.5.1. Basioccipital

A parte ventral do côndilo occipital é formada pelo basioccipital, e este se estende anteriormente para formar a base do crânio juntamente com o basisfenóide (Angielczyk and Kammerer, 2017; Angielczyk et al., 2019). A porção posterior do basioccipital forma o terço ventral do côndilo occipital (cujos dois côndilos dorsais são formados pelo exoccipital). Nesta zona, o basioccipital flanqueia anteriormente o foramen jugular (sendo que as outras margens são formadas pelo exoccipital e pelo opistótico) nos dicinodontes (Macungo et al., 2022).

Embora encontre-se achatado, o basioccipital no PPN2014-42 preserva um contorno sub-trapezoidal e apresenta uma superfície rugosa em vista ventral (fig. 8C).

Além do côndilo occipital, a estrutura marcante da zona ventral do basioccipital são as tuberosidades basioccipitais, que correspondem a extensão anterior do basioccipital em forma de um cilindro baixo. Esta estrutura também pode ser observada em vista posterior (fig. 8D) conservando a forma cilíndrica semelhante ao *Compsodon helmoedi* (Angielczyk and Kammerer, 2017). Nota que as tuberosidades basioccipitais marcam o limite entre o basioccipital e o basisfenóide, e é no topo delas que se forma a fenestra oval. Entretanto, no espécime PPN2014-42 o limite basioccipital-basisfenóide, não é claro por conta da preservação nesta área.

Uma crista intertuberal está ausente no PPN2014-42 tal como em *E. mahalanobisi*, *Niassodon mfumukasi*, *E. tolani* (Ray, 2000; Castanhinha et al., 2013; Cox & Angielczyk, 2015).

O basioccipital contacta dorsalmente o exoccipital no côndilo occipital por uma sutura côncava. O contacto entre o basioccipital e o opistótico ficou obstruído pela compressão do espécime, e por essa razão, a proporção da contribuição destes ossos incluindo o exoccipital na composição do foramen jugular não pode ser determinada.

3.1.5.2. Exoccipital

O exoccipital é um osso que compõe os dois terços dorsais do côndilo occipital, que bordeia ventralmente o foramen magno e forma a porção dorsal do foramen jugular (Olroyd et al., 2018; Macungo et al., 2022).

Os exoccipitais em PPN2014-42 encontram-se achatados em vista posterior por conta da compressão dorsoventral sofrida pelo espécime o que condiciona a determinação da sua morfologia original.

A margem ventral dos exoccipitais contribui para a formação do foramen jugular. O foramen jugular é uma pequena abertura oval localizada na intersecção entre o exoccipital, opistótico, e o basioccipital (Boos et al., 2016). Este foramen desempenha a função de permitir a passagem dos nervos glossofaríngeo e vagoaccessório oriundo do cérebro (Castanhinha et al., 2013).

A metade ventral do foramen magno é formada pelos exoccipitais (fig. 8C). Este foramen é a maior abertura do crânio e exerce a função de permitir a comunicação da cavidade craniana e o canal vertebral. A metade dorsal deste foramen é circundada pelo supraoccipital. Devido a compressão, a natureza do foramen não pode ser determinada no espécime PPN2014-42

Todos os ossos que circundam os exoccipitais são suturados por limites côncavos. Esses contactos são dados dorsalmente pelo supraoccipital, ventralmente pelo basioccipital e lateralmente pelo opistótico.

3.1.5.3. Supraoccipital

O supraoccipital é um osso singular localizado na margem dorsal da placa occipital circundando na sua margem ventral o foramen magno (Castanhinha et al., 2013; Macungo et al., 2022).

O supraoccipital não está muito bem preservado no espécime PPN2014-42, entretanto, o seu relevo é ligeiramente alto e pode ser descrito em vista posterior (fig. 8D).

Anatomicamente, o supraoccipital dos endotiodontídeos é constituído por duas asas laterais e um lobo medial (Castanhinha et al., 2013). A asa lateral esquerda encontra-se maioritariamente erodida comparativamente a ala direita. As asas do supraoccipital apresentam um formato rectangular (fig. 8D). O lobo medial dorsal do supraoccipital não está muito bem preservado e a sua forma não pode ser determinada, entretanto, este lobo encontra-se orientado transversalmente na placa occipital.

No espécime PPN2014-42, o supraoccipital forma a margem dorsal das fenestras pós-temporais (fig. 8D). A forma das fenestras pós-temporais não pode ser determinada por conta da preservação aliado a compressão dorsoventral.

Em vista posterior, o supraoccipital contacta o escamoso por uma sutura ligeiramente convexa na sua margem lateral e contacta ventralmente os ossos opistótico, exoccipital também em uma sutura convexa. A ligação entre o supraoccipital e o tabular e interparietal não pode ser traçada neste espécime devido a deformação sofrida.

3.1.5.4. Opistótico

O opistótico é um osso par que compõe a margem lateral da placa occipital e forma a borda ventral da fenestra pós-temporal (Castanhinha et al., 2013).

Em PPN2014-42, o opistótico encontra-se exposto somente em vista posterior e a superfície externa é rugosa (fig. 8D).

Na sua expansão lateral, o opistótico forma o processo paraoccipital robusto direccionado horizontalmente na placa occipital no espécime PPN2014-42.

O processo paraoccipital esquerdo, apresenta uma pequena depressão rasa na face posterior do opistótico (fig. 8D). Esta depressão assemelha-se ao recesso oval do *Pristerodon* (Macungo et al., 2022).

O opistótico de PPN2014-42 preserva o processo ventromedial (Macungo et al., 2022) direccionado verticalmente. Diferentemente do que ocorre em *Pristerodon* em que esse processo contacta o basioccipital, o que se verifica no espécime PPN2014-42 é que o opistótico compartilha uma sutura côncava com o exoccipital.

Na margem lateral do processo paraoccipital em PPN2014-42 sobrepõe-se o processo timpânico (*sensu* Cox, 1959), o que difere de *E. tolani* e *Abajudon kaayai* (Cox & Angielczyk, 2015; Olroyd et al., 2018) em que o processo timpânico está ausente.

O opistótico, contacta dorsalmente o supraoccipital através de uma sutura linear, lateralmente contacta o escamoso por uma sutura curva e contacta o exoccipital medialmente por uma sutura côncava. Em PPN2014-42, o opistótico forma igualmente a margem ventral da fenestra pós-temporal, margem lateral do foramen jugular e não possível verificar a sua contribuição para a margem posterior da fenestra oval.

3.1.6. Mandíbula

As descrições abaixo compõem-se de partes anteriores de mandíbulas que se encontram desarticuladas do crânio e em bom estado de preservação correspondentes aos espécimes

PPN2014-42, PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II e PPM2019-110R. Estes espécimes preservam os seguintes ossos: dental, esplenial e angular.

3.1.6.1. Dental

O dental é um osso singular que compõe a maior parte da mandíbula, em que os dois ramos dentários são unidos na porção anterior da mandíbula.

A textura externa é ligeiramente rugosa em todos espécimes.

Tal como noutros espécimes de *Endothiodon*, o dental dos espécimes PPM2019-60R-I e PPM2019-110R possui um sulco pós-dental estreito em vista dorsal (fig. 13A, fig. 15A). O sulco pós-dental encontra-se mais escavado no ramo esquerdo para o PPM2019-60R-I e no espécime PPM2019-110R encontra-se somente escavado no ramo direito (fig. 13A, fig. 15A). A ausência do sulco pós-dental nos espécimes, PPN2014-42, PPM2019-22Z, PPM2019-59R, e PPM2019-60-II, é resultado da não preservação da região mais posterior da mandíbula nestes espécimes.

Uma fileira de dentes pode ser observada nos espécimes PPN2014-42, PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60-II e PPM2019-110R. Nos espécimes PPM2019-60-II e PPN2014-42 os dentes não se encontram preservados, no PPM2019-59R apenas um dente no ramo esquerdo está parcialmente preservado, no PPM2019-22Z em cada ramo, dois dentes estão preservados e para o espécime PPM2019-110R, os dentes se encontram melhor preservados no ramo direito apresentando assim, nove dentes. A presença de apenas uma fileira de dentes é característica de *Endothiodon uniseriis* (Owen, 1876; Olroyd et al., 2021) sinónimo de *E. bathystoma* (Maharaj et al., 2024) mas também é visível em espécimes de *E. mahalanobisi* e *E. tolani* (Maharaj et al., 2024). Por isso, o número de fileiras de dentes não constitui uma característica diagnóstica para as espécies de *Endothiodon* (Maharaj et al., 2024). Por outro lado, o espécime PPM2019-60R-I possui duas fileiras de dentes que são compostos por cinco dentes bem preservados no ramo direito (fig. 13A).

No espécime PPM2019-60-II há um dente que se encontra deslocado, como é possível ver nas vistas dorsal, posterior e ventral (fig. 14A, C, F.). Esse deslocamento é devido a uma deformação mediolateral sofrido pelo espécime que fez com que o ramo direito mudasse a sua forma original (fig. 14D). No espécime PPN2014-42 também é notória uma deformação, causada por um achatamento lateral que faz com que a face medial não esteja visível (fig. 10A).

Em todos os espécimes é possível observar entre os ramos dentais a presença da sínfise mandibular, a qual aparece com uma crista robusta nos espécimes PPM2019-60R-I e PPM2019-22Z o que se assemelha ao descrito para o *E. bathystoma* (Boos et al., 2013). Por outro lado, a sínfise mandibular é delgada nos espécimes PPM2019-60R-II, PPM2019-59R, PPM2019-110R e PPN2014-42 semelhante a condição no *E. mahalanobisi* (Boos et al, 2013; Ray, 2000).

Dentre os espécimes em estudo, apenas o PPN2014-42 possui uma fenestra mandibular que contacta anteriormente o dental e posteriormente o angular.

3.1.6.2. Esplénial

O esplénial é um osso mandibular que é constituído por um elemento único fundido, e pode ser observada em vista dorsal e ventral.

O esplénial pode ser identificado nos espécimes PPM2019-60R-II, PPM2019-59R e PPM2019-110R, apesar de não ser possível verificar a continuidade posterior, ao passo que nos espécimes PPM2019-60R-II, PPM2019-22Z e PPN2014-42 não é possível identificar o esplénial devido ao estado de preservação.

Nos espécimes PPM2019-59R, PPM2019-60R-II e PPM2019-110R em vista ventral é possível verificar o contacto entre o esplénial e o dental no qual se forma uma sutura convexa (fig. 12F, fig. 14F, fig. 15F). A sutura do esplénial nos espécimes PPM2019-59R e PPM2019-110R possui uma terminação relativamente elevada em ponta estreita que contribui para a formação da sínfise o que se assemelha ao processo lanceolado do *Niassodon mfumukasi* (Castanhinha et al., 2013). Todavia, em vista dorsal os espécimes PPM2019-59R, PPM2019-60R-II e PPM2019-110R apresentam o esplénial em forma de U em semelhança ao *Endothiodon* descrito por Macungo et al., 2020.

A face dorsal do esplénial no espécime PPM2019-59R possui uma escavação localizada junto ao contacto com o dental (fig. 12A). Esta escavação não está descrita em nenhum outro *Endothiodon* e, por essa razão a sua presença no PPM2019-59R pode ser interpretada como proveniente da destruição do espécime durante a preservação.

3.1.6.3. Angular

O angular é um osso laminar que se alonga posteriormente entre o dental e o esplénial.

Dentre os espécimes usados neste estudo, só foi possível identificar o angular nos espécimes PPM2019-60R-II e PPN2014-42. No espécime PPM2019-60R-II, o angular está preservado

apenas no ramo esquerdo da mandíbula, e apresenta-se de forma estreita e pode ser observada nas vistas posterior, lateral direita e ventral (fig. 14C, D, F). No espécime PPN2014-42 o angular encontra-se preservado em ambos ramos dentários.

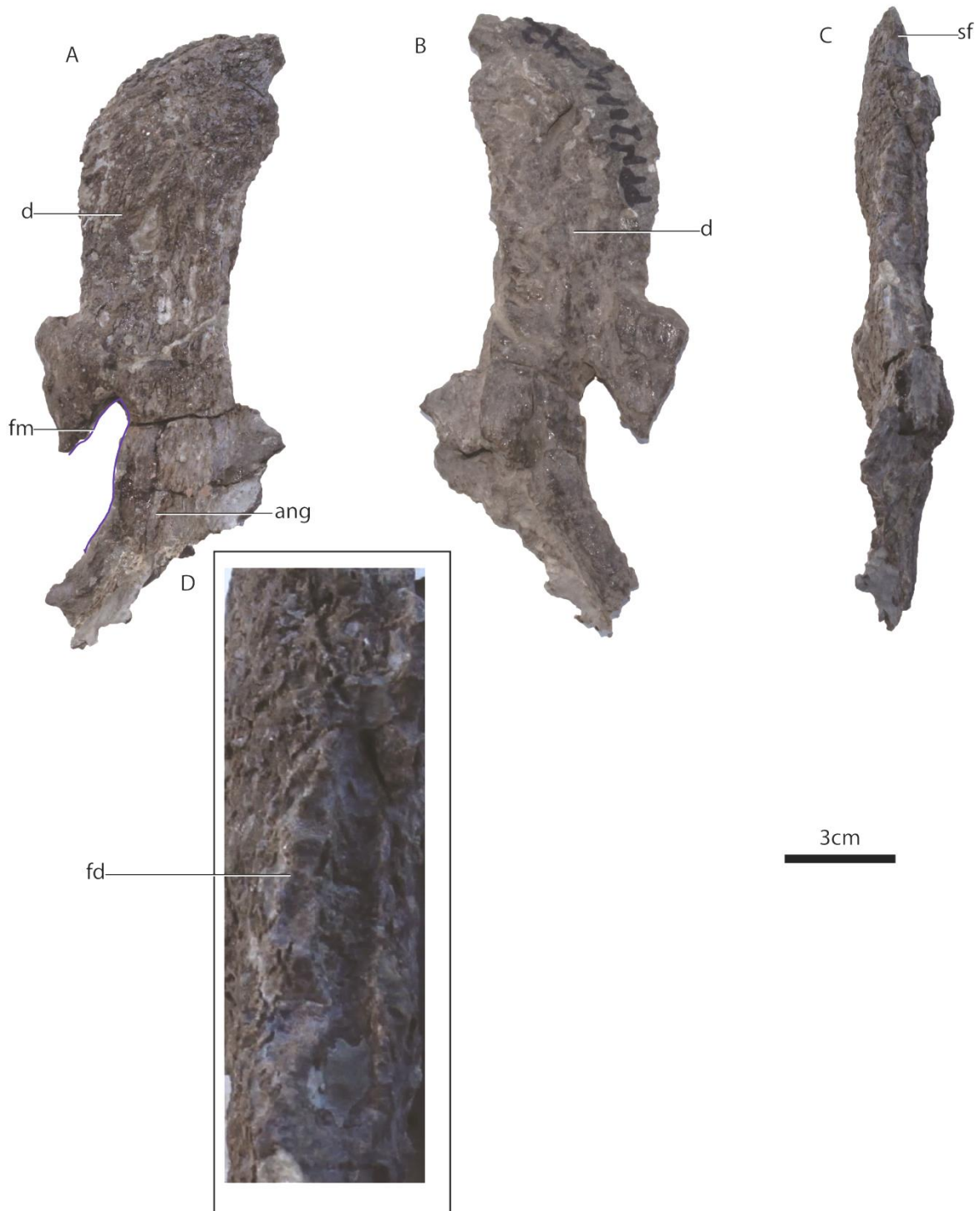


Figura 10: Mandíbula do espécime PPN2014-42, em vistas: **A**-lateral esquerda, **B**-lateral direita, **C**-ventral, **D**-dorsal ampliada **ang**-angular, **d**-dental, **fd**-fileira de dentes, **fm**-fenestra mandibular, **sf**-sínfise.

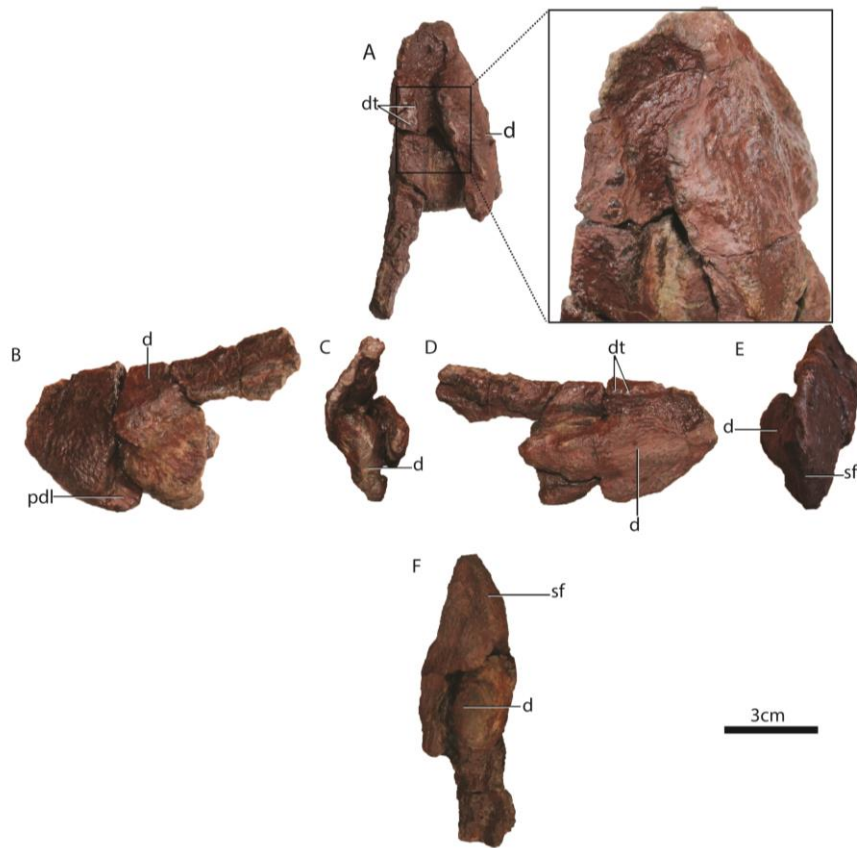


Figura 11: Mandíbula do espécime PPM2019-22Z, em vistas: **A**-dorsal, **B**-lateral esquerda, **C**-posterior, **D**-lateral direita, **E**-anterior, **F**-ventral. **d**-dental, **dt**-dente, **sf**-símfise, **pdl**-plataforma dentária lateral.

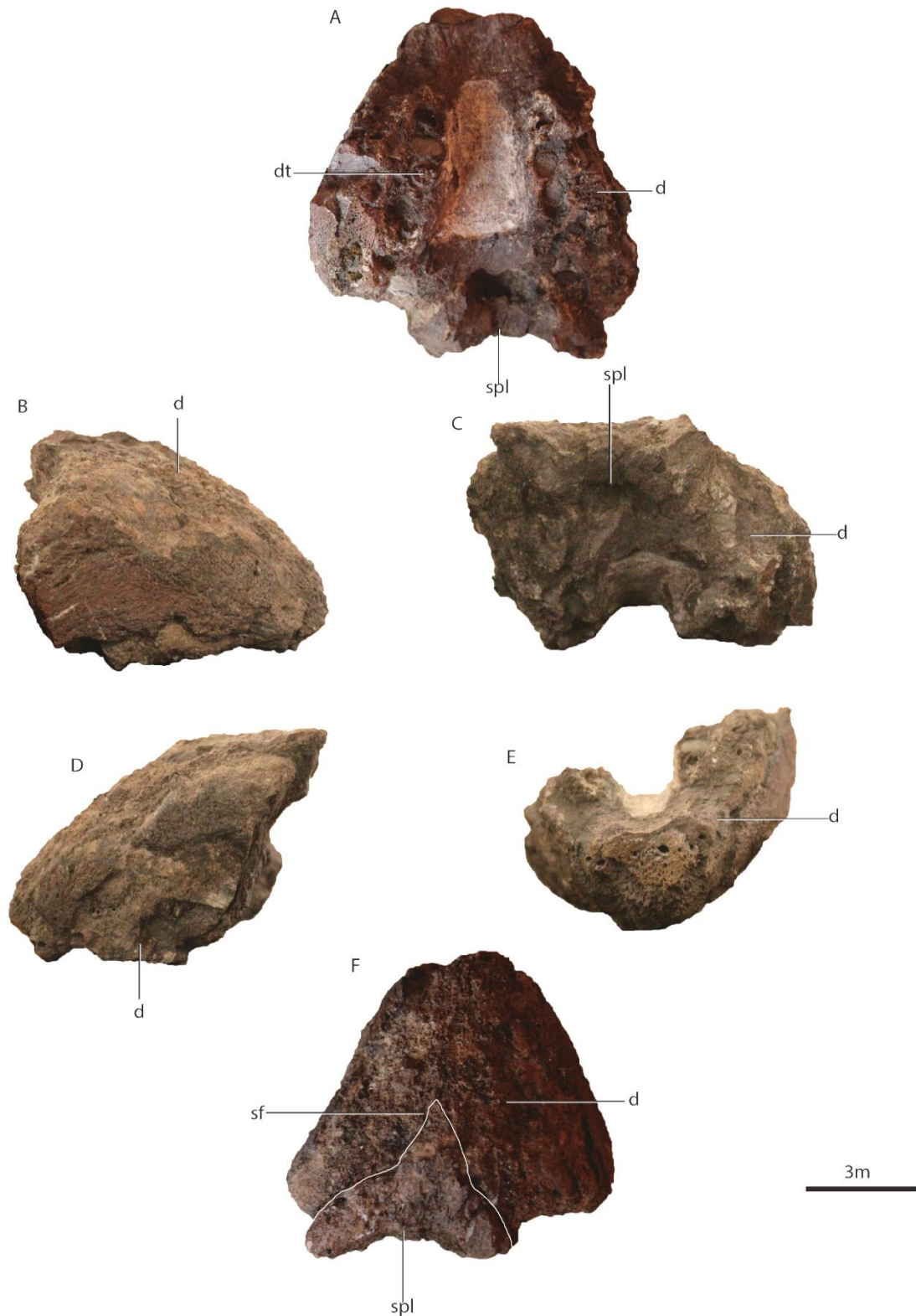


Figura 12: Mandíbula do espécime PPM2019-59R, em vistas: **A**-dorsal, **B**-lateral esquerda, **C**-posterior, **D**- lateral direita, **E**-anterior, **F**-ventral. **d**-dental, **dt**-dente, **es**-escavação, **sf**-sínfise, **spl**-esplénial.

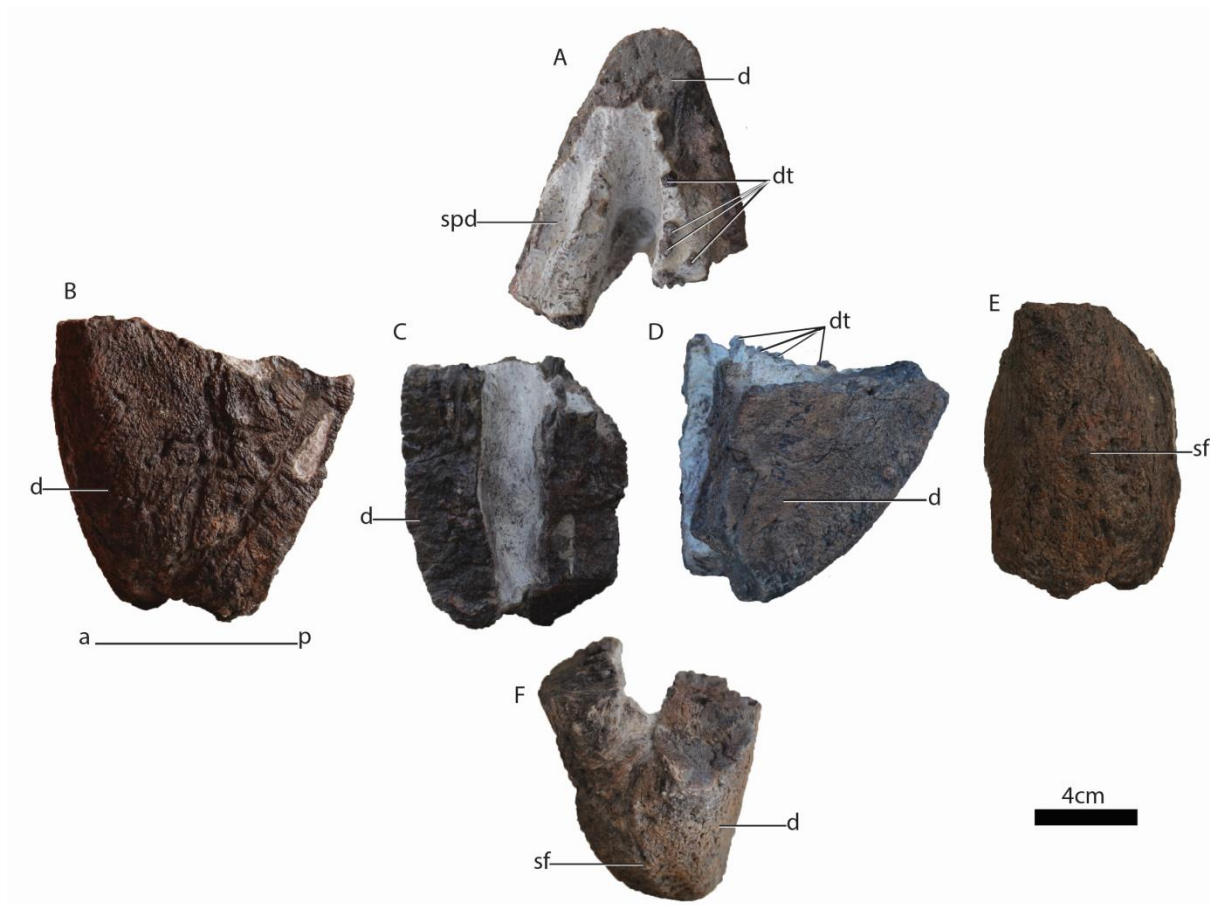


Figura 13: Mandíbula do espécime PPM2019-60R-I, em vistas: **A**-dorsal, **B**-lateral esquerda, **C**-posterior, **D**- lateral direita, **E**- anterior, **F**-ventral. **d**-dental, **dt**-dente, **sf**-sínfise, **spd**-sulco pós-dental, **spl**-esplénial. **a-p** (anterior-posterior).

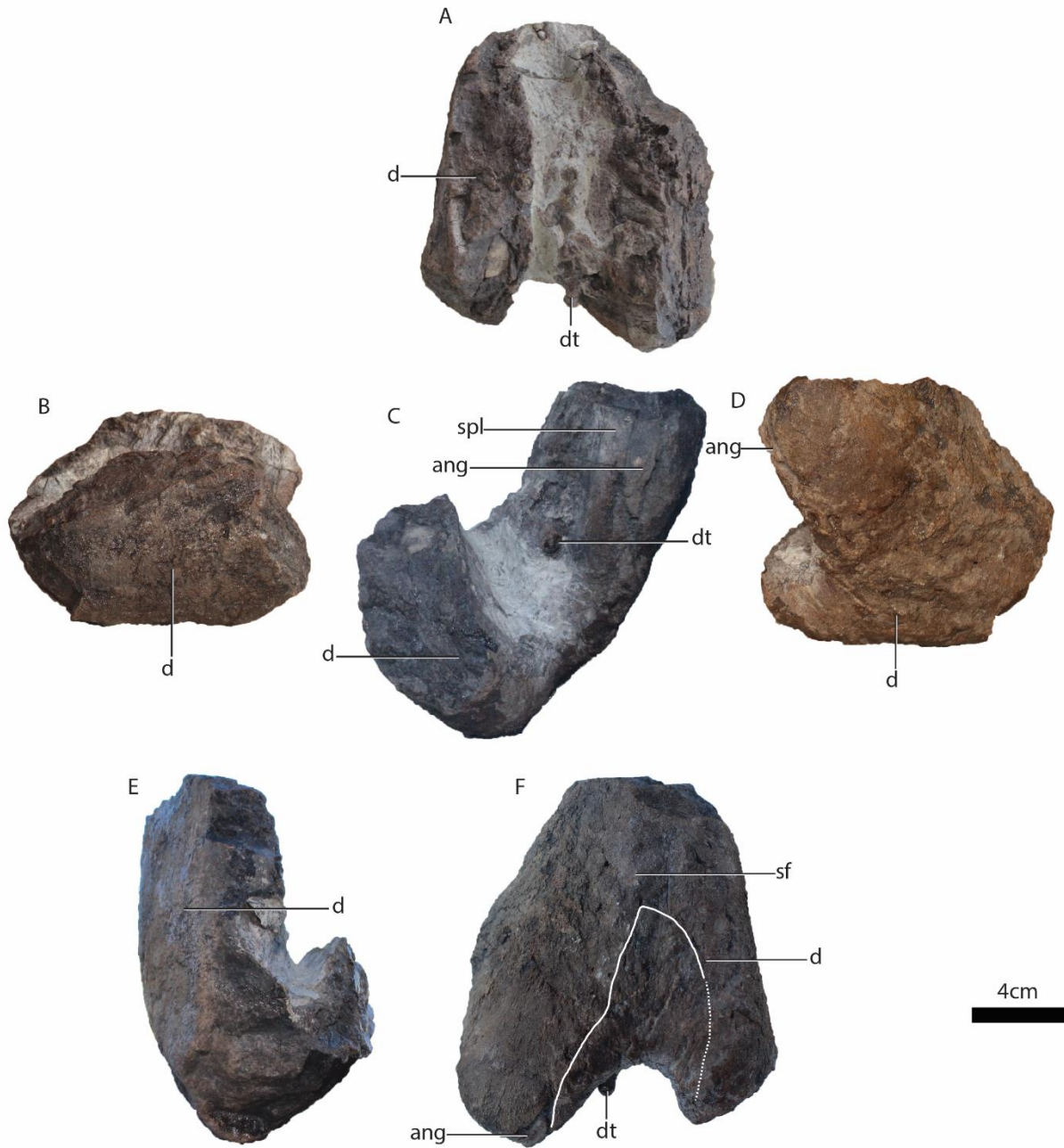


Figura 14: Mandíbula do espécime PPM2019-60R-II, em vistas: **A**-dorsal, **B**-lateral esquerda, **C**-posterior, **D**-lateral direita, **E**- anterior, **F**-ventral. **ang**-angular, **d**-dental, **dt**-dente, **sf**-sífnise, **spl**-esplénial.

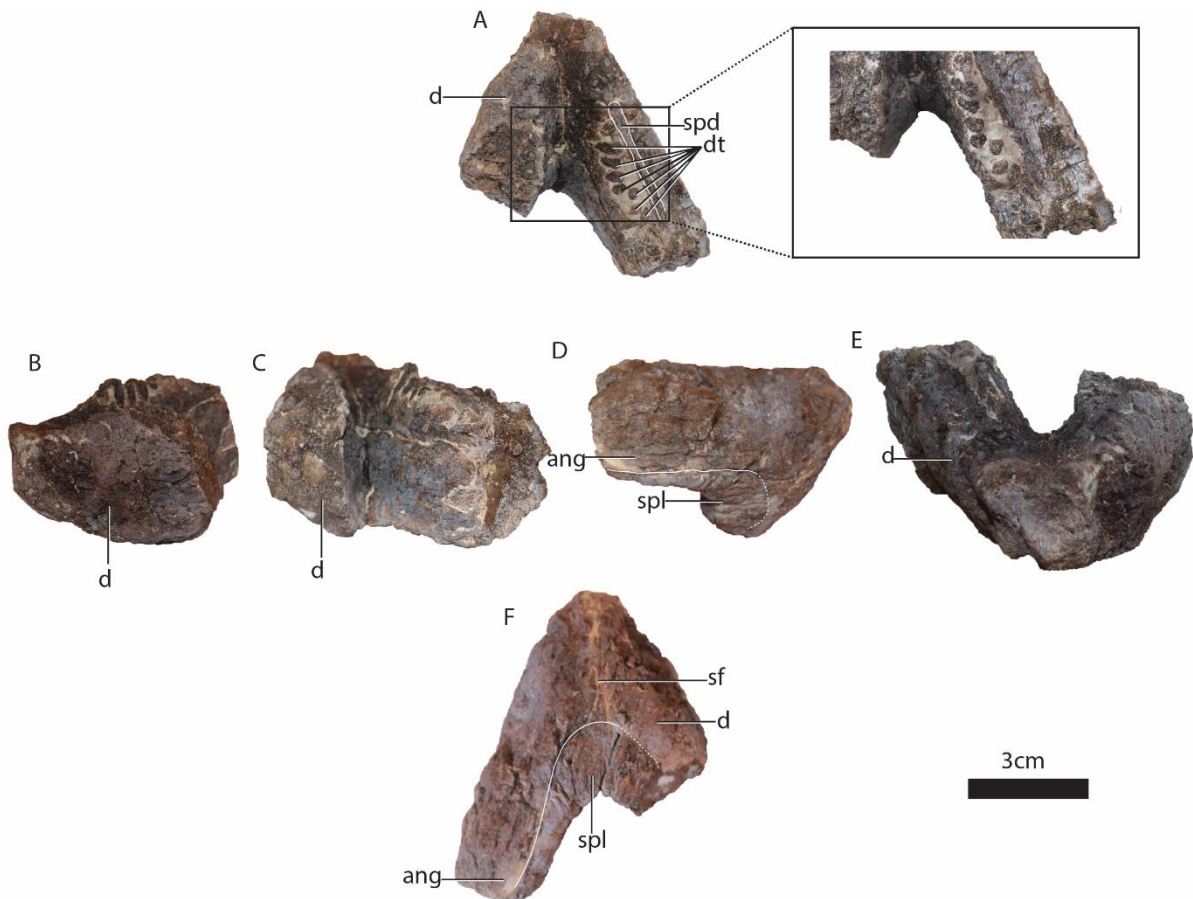


Figura 15: Mandíbula do espécime PPM2019-110R, em vistas: **A**-dorsal, **B**-lateral esquerda, **C**-posterior, **D**-lateral direita, **E**-anterior, **F**-ventral. **ang**-angular, **d**-dental, **dt**-dente, **sf**-sínfise, **spd**-sulco pós-dental, **spl**-esplénial.

CAPÍTULO IV: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Identificação taxonómica

Espécimes: PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II, PPM2019-59R, PPM2019-22Z

Diagnose: As mandíbulas dos espécimes PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II, PPM2019-59R, PPM2019-22Z possuem os dentais com uma forma triangular em vista dorsal, sínfise mandibular estreita/delgada em PPM2019-60R-II, PPM2019-59R, PPM2019-110R e PPN2014-42 e robusta em PPM2019-22Z e PPM2019-60R-I; sulco pós-dental lateral à fileira dos dentes em PPM2019-60R-I.

Espécimes: PPN2014-42 e PPM2019-110R

Diagnose: Os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R possuem ausência de bossas pré-frontais, foramen pineal elíptico, ausência de bossa ou cristas circundando o foramen pineal, ausência de presas caninas, ausência do processo caniniforme, uma fileira de dentes na maxila, dentais com uma forma triangular, uma fileira de dentes em suas mandíbulas, sínfise mandibular delgada. O espécime PPM2019-110R possui ainda, sulco pós-dental triangular e lateral à fileira dos dentes e dentes pós-caninos em seu palato.

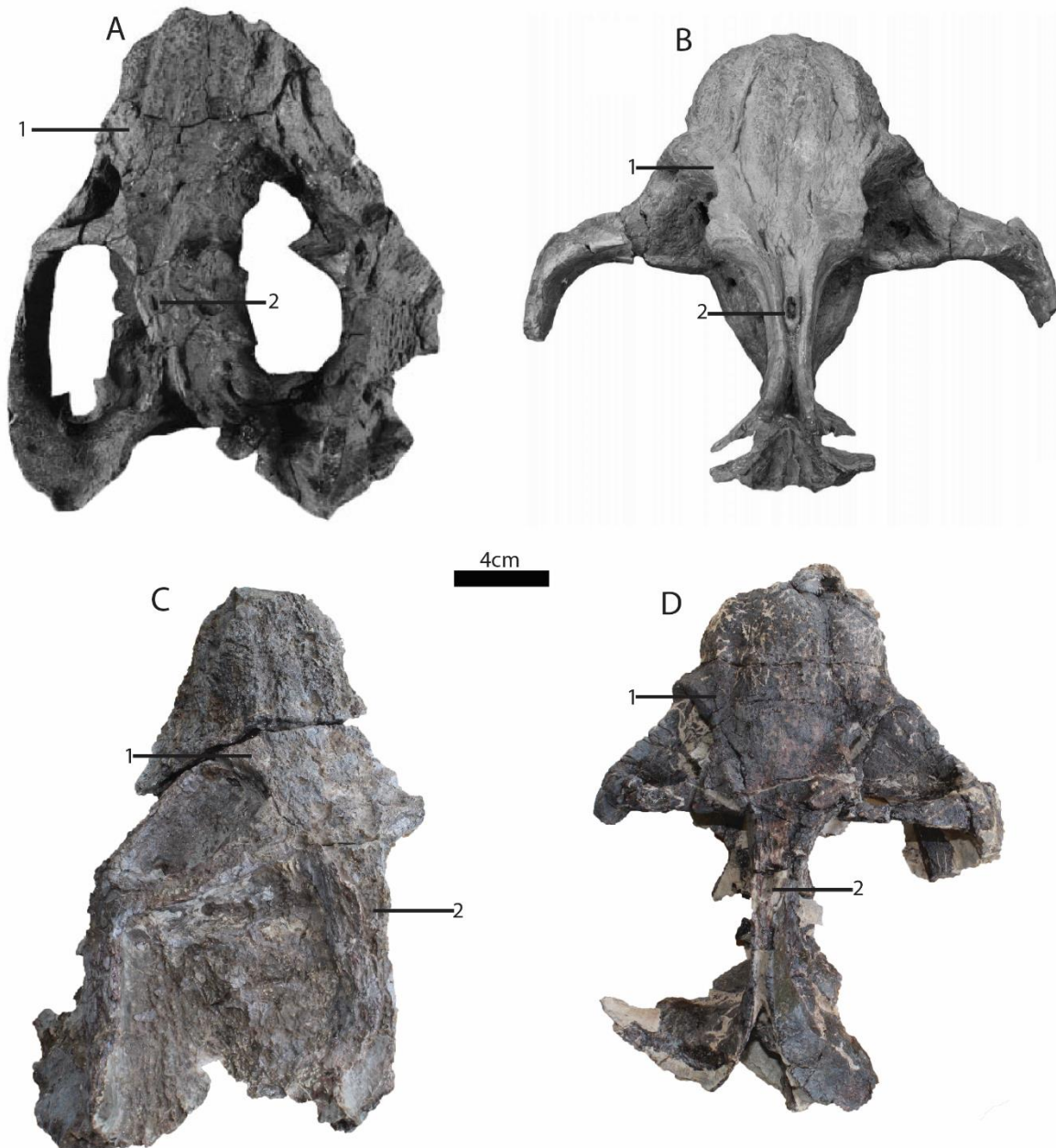


Figura 16: Comparação da vista dorsal entre os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R com o *E. mahalanobisi* e *E. tolani*. **A-***E. mahalanobisi* espécime ISI R201, **B-** *E. tolani* espécime NHMUK PV R12443, **C-**espécime PPN2014-42, **D-**espécime PPM2019-110R, **1-** ilustra a presença/ ausência de bossa pré-frontal, **2-**ilustra forma do foramen pineal e a presença/ ausência de bossa pineal.

Taxonomia da Família Endothiodontia

A família Endothiodontia compreende os géneros, *Abajudon*, *Endothiodon* e *Niassodon* (Olroyd et al., 2018; Macungo et al., 2022; Da Silva et al., 2023). O género *Abajudon* é

constituído unicamente pela espécie *Abajudon kaayai* (Olroyd et al., 2018); o género *Endothiodon* pelas espécies *E. bathystoma* (Owen, 1876), *E. mahalanobisi* (Ray, 2000), *E. tolani* (Cox & Angielczyk 2015); e o género *Niassodon* pela espécie *Niassodon mfumukasi* (Castanhinha et al., 2013). Os espécimes deste estudo diferenciam-se do *Abajudon* e do *Niassodon* por estes apresentarem barra intertemporal larga e, sulcos e cristas na superfície dorsal dos frontais, respectivamente.

As diferenças na morfologia craniana como a forma do foramen pineal, presença de presas caninas, presença de bossa pineal e bossa pré-frontal, são características distintivas dentro das espécies do género *Endothiodon*. Assim sendo, o principal caracter de distinção do *E. tolani* é a presença de presas caninas em seu palato (Cox & Angielczyk 2015), ausente tanto no *E. bathystoma* quanto no *E. mahalanobisi*. O *E. mahalanobisi* que possui um foramen pineal elíptico se distingue do *E. bathystoma* e do *E. tolani* pela ausência de bossa ou crista bordeando o foramen pineal pois o *E. bathystoma* possui um foramen pineal circular circundado por uma bossa pineal e o *E. tolani* apresenta um foramen pineal circular com cristas parietais em seu redor. Além do mais, somente o *E. mahalanobisi* não forma bossas em seu pré-frontal (Maharaj et al, *in press*). Pelo que podemos considerar os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R como *E. mahalanobisi*. Os crânios dos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R apresentam maior semelhança com o *E. mahalanobisi* por não apresentar presas caninas, em vista ventral possuem um foramen pineal elíptico sem nenhuma bossa ou cristas em seu redor e por não formar bossas no pré-frontal. As respectivas mandíbulas apresentam sínfise mandibular delgada tal como nesta espécie.

Os espécimes PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II, PPM2019-59R, PPM2019-22Z, PPN2014-42 e PPM2019-110R, possuem características atribuídas ao género *Endothiodon*, nomeadamente: presença de dentes pós-caninos, longas fileiras de dentes maxilares, sínfise dentária estreita ou robusta (Boos et al., 2013, Cox & Angielczyk, 2015, Maharaj et al., 2019; Macungo et al., 2020).

Em relação às mandíbulas, as espécies *E. bathystoma*, *E. mahalanobisi* e *E. tolani* apresentam muitas similaridades. As semelhanças presentes nestas espécies incluem: os seus dentes mandibulares organizados em ondas de substituição e o sulco pós-dental triangular e lateral à fileira dos dentes. O *E. mahalanobisi* e *E. tolani* apresentam igualmente uma semelhança na sínfise mandibular que é estreita tal como nos espécimes PPM2019-60R-II, PPM2019-59R porém a sínfise mandibular do *E. bathystoma* é robusta tal como acontece nos espécimes

PPM2019-22Z e PPM2019-60R-I (Boos et al., 2013; fig.11E, fig.12F, fig.13E e fig.14F). Essas similaridades complicam o apuramento da espécie para os espécimes PPM2019-60R-II, PPM2019-59R, uma vez que baseando-se apenas na sínfise mandibular, os espécimes PPM2019-22Z e PPM2019-60R-I podem ser classificados como *E. bathystoma*, porém olhando para este mesmo caráter seria inconclusivo para PPM2019-60R-II, PPM2019-59R.

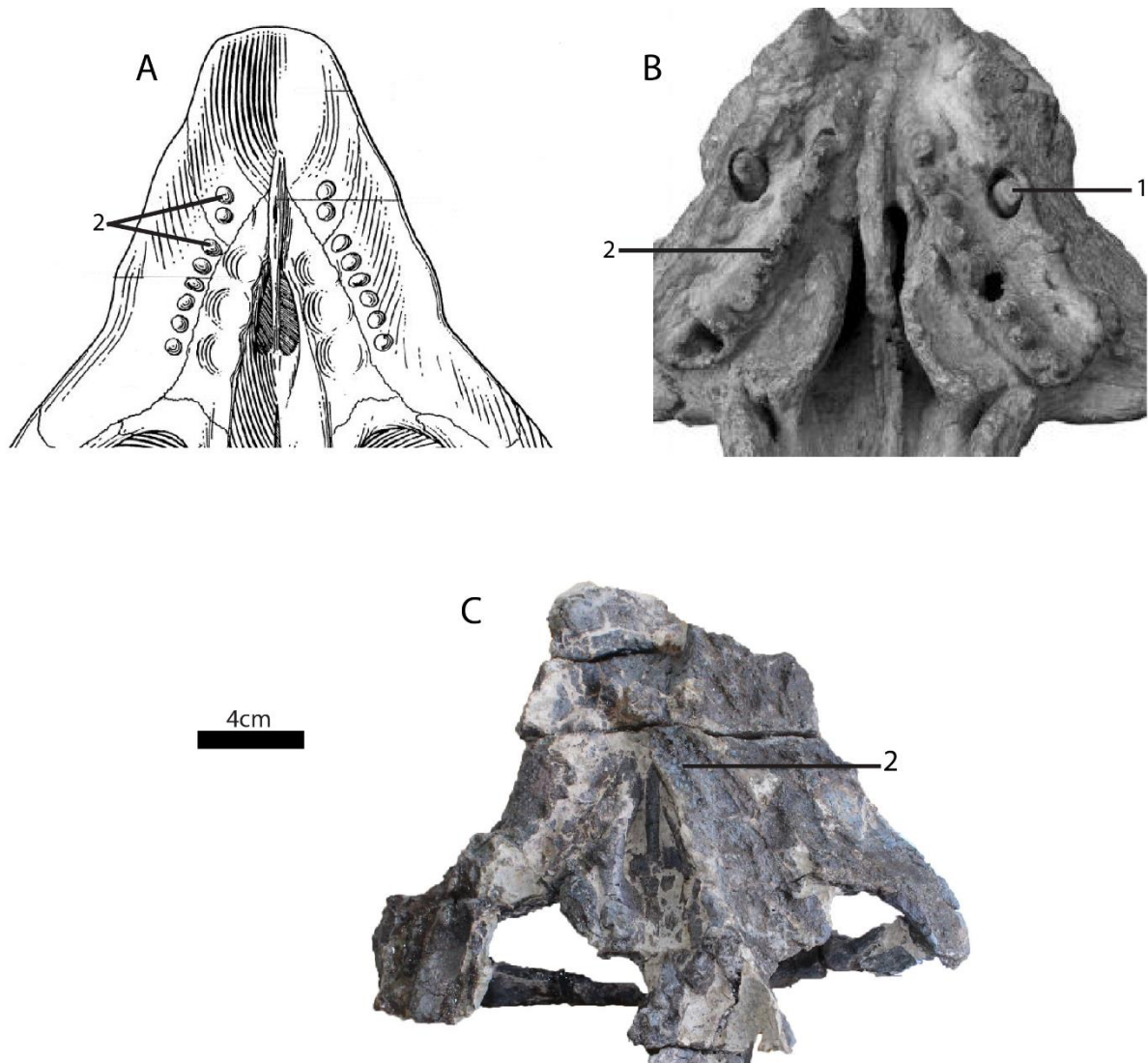


Figura 17: Comparação da vista ventral entre o espécime PPM2019-110R com o *E. mahalanobisi* e *E. tolani*. **A-** *E. mahalanobisi* espécime ISI R201, **B-** *E. tolani* espécime NHMUK PV R12443, **C-** espécime PPM2019-110R, **1-** ilustra a presença de presas caninas, **2-** ilustra os dentes pós-caninos.

Conforme mencionado anteriormente, além de Moçambique o *E. bathystoma* ocorre na África do Sul, Malawi, Zâmbia, Índia, Brasil; o *E. tolani* na Tanzânia, Zâmbia; e o *E. mahalanobisi* na Índia (Maharaj et al., 2024). Ou seja, somente Moçambique regista a coexistência dessas três espécies concretamente na Bacia de Metangula nas Formações K5 e K6. Esta coexistência pode ser sustentada pela correlação existente entre a Formação Kundaram na Índia onde o *E. mahalanobisi* é conhecido com a Sub-zona Tropicostoma-Gorgonops da Bacia Principal do Karoo onde foi encontrado pela primeira vez o *E. bathystoma* (Maharaj et al., 2024). Além disso, o Pérmico passou por intervalos tanto de climas quentes quanto os de climas frios, com isso a variação paleoclimática em Niassa neste período, incluía mudanças na temperatura, humidade e sazonalidade que pode ter influenciado na distribuição das espécies do *Endothiodon* na bacia de Metangula. Esta bacia apresenta sedimentos carbonáceos em cinco níveis no Karoo inferior e médio nomeadamente K2, K4, K5b, K6a1, K6a3 em ambientes lacustres ou fluviais que por sua vez indicam a presença de clima húmido tropical e períodos secos revelados por sedimentos carbonáceos (Verniers et al., 1989). Esta interpretação é análogo a bacia de Ruhuhu em que o *E. tolani* é conhecido pois no período Pérmico predominava o clima quente e húmido (Cox & Angielczyk, 2015). Essa informação faz sugerir que de facto o *Endothiodon* adaptava-se melhor em condições de clima temperado húmido e subtropical quente.

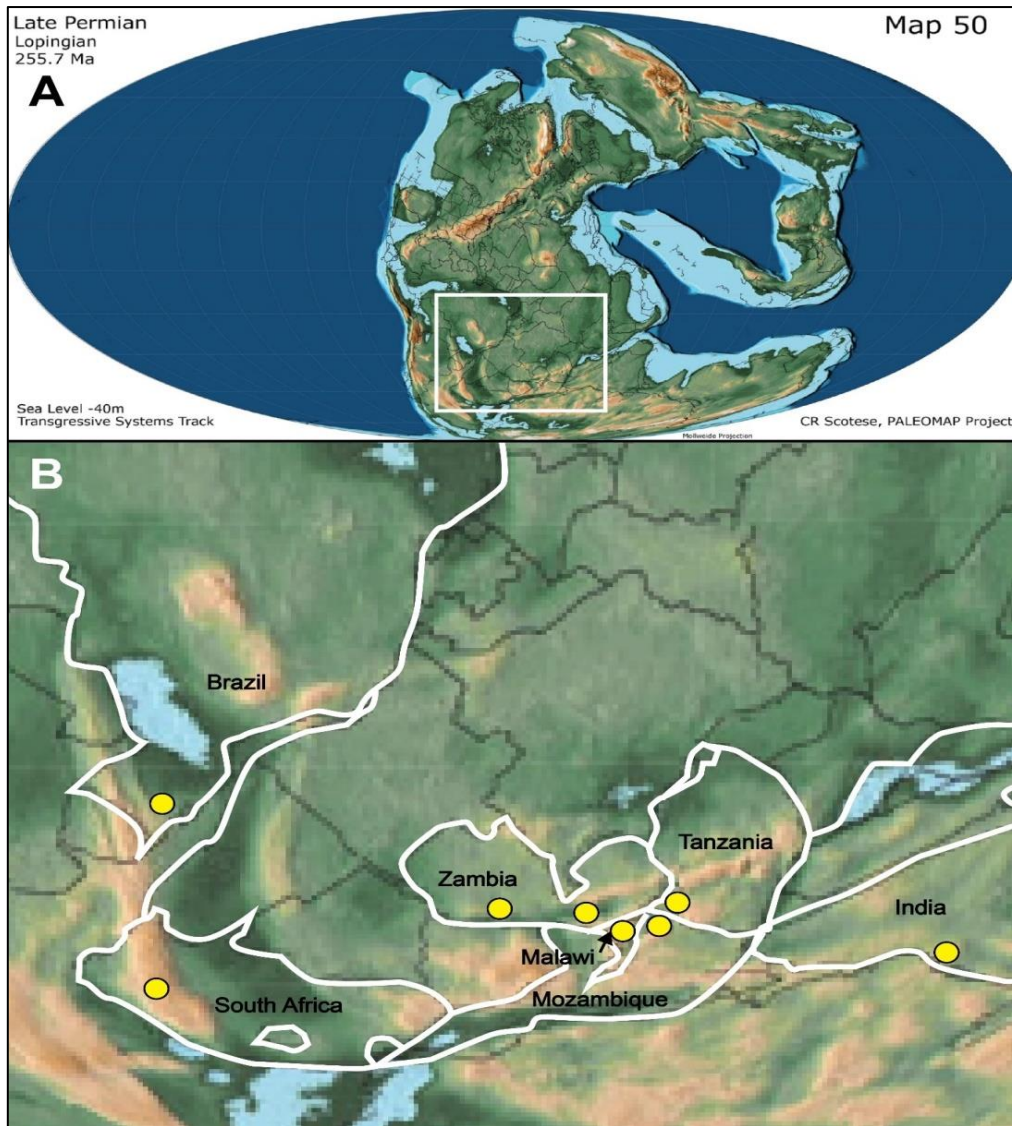


Figura 18: Reconstrução paleogeográfica do Lopingiano (A); bacias de Gondwana (B).
Fonte: Maharaj et al., 2024.

4.2. JUSTIFICATIVA TAXONÓMICA

Paleontologia sistemática

Clado: Synapsida Osborn, 1903

Ordem: Therapsida Broom, 1905

Subordem: Anomodontia Owen, 1860

Infraordem: Dicynodontia Owen, 1860

Família: Endothiodontia Owen, 1876

Género: *Endothiodon* Owen, 1876

Endothiodon mahalanobisi Ray, 2000

Taxonomia do género *Endothiodon* Moçambicano: coexistência do *Endothiodon bathystoma*, *Endothiodon mahalanobisi* e do *Endothiodon tolani* no Graben de Metangula, Província de Niassa

Espécimes referidos: PPN2014-42 e PPM2019-110R

Endothiodon sp.

Espécimes referidos: PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II, PPM2019-59R, PPM2019-22Z.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

Após a implementação da pesquisa bibliográfica, procedimento laboratorial e trabalho de escritório visando o estudo da taxonomia do *Endothiodon*, conclui-se que :

- Não foi possível aferir a espécie dos espécimes PPM2019-22Z, PPM2019-59R, PPM2019-60R-I, PPM2019-60R-II;
- Os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R pertencem a espécie *E. mahalanobisi* por exibirem caracteres diagnósticos como a ausência de presas caninas, foramen pineal elíptico sem nenhuma bossa pineal e ausência de uma bossa pré-frontal;
- Os *Endothiodon* moçambicanos pertencem as espécies *E. bathystoma*, *E. mahalanobisi* e *E. tolani*;
- Os espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R são as primeiras espécies descritas de *E. mahalanobisi* no Graben de Metangula;
- A coexistência das espécies de *Endothiodon* moçambicanos pode ser justificada pelo clima temperado húmido e subtropical quente do Graben de Metangula.

5.2. RECOMENDAÇÕES

Apesar dos fósseis de *Endothiodon* serem dos mais estudados no Graben de Metangula, permanecem algumas lacunas por se esclarecer de modo a providenciar maior entendimento sobre este género, por conseguinte, recomenda-se a:

- ❖ Realização de mais trabalhos de prospecção de modo a encontrar um indivíduo mais completo e melhor preservado que irá permitir o acesso a detalhes anatómicos nunca explorados até hoje, com vista o afinamento da diagnose entre as espécies do género *Endothiodon*;
- ❖ Havendo possibilidade, pode-se recorrer ao acesso às estruturas internas dos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R (ex: ouvido interno, ossos como orbitoesfenóide) através da tecnologia de tomografia micro-computarizada (μ CT-scan), de modo a identificar caracteres que possam integrar na diagnose das diversas espécies do género *Endothiodon*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Afonso, R.S. (1984), Ambiente geológico dos Carvões Gonduânicos de Moçambique—uma síntese. *Comum. Serv. Geol. PortugaL*, t 70, fasc. 2, pp. 205-214.
2. Amaral, M. (2020), Histologia dos dentes e ossos mandibulares e maxilares dos *Endothiodon* do Graben de Metangula, Projecto Cientifico, Departamento de Geologia UEM.
3. Angielczyk, K.D., Rubidge, B.S. (2012), Skeletal morphology, phylogenetic relationships and stratigraphic range of *Eosimops newtoni* Broom 1921, a pylaecephalid dicynodont (Therapsida, Anomodontia), from middle Permian of South Africa, *Journal of Systematic Paleontology*, Vol. 11,(2) 191-231.
4. Angielczyk Kenneth D. e Cox C. Barry (2015), Distinctive emydopoid dicynodont (Therapsida, Anomodontia) mandibles from the Permian Ruhuhu and Usili formations (Songea Group), Ruhuhu Basin, Tanzania, *Journal of Vertebrate Paleontology*.
5. Angielczyk, K.D., Kammerer, C.F. (2017), The cranial morphology, phylogenetic position and biogeography of the upper Permian Dicynodont *Compsodon helmoedi* van hoepen (Therapsida, Anomodontia), *Papers in Paleontology*, pp.1-33, doi: 10.1002/spp2.1087.
6. Araújo, R., et al., (2018), *Endothiodon cf. bathystoma* (Synapsida: Dicynodontia) bony labyrinth anatomy, variation and body mass estimates, *PLOS ONE*.
7. Araújo, R., Macungo, Z., Smith, R., Tolan, S., Angielczyk, K., Croweley, J., Missile D., Mugabe, J. (2020), The first lower Triassic tetrapod fossils from Metangula Graben (Niassa Province Mozambique) and their biostratigraphic significance, *Palaeontologia africana* 54: 56-68.
8. Araújo, R., et al., (2022) *Kembawacela yajuwayeyi* n. sp., a new cistecephalid species (Dicynodontia, Emydopoidea) from the Upper Permian of Malawi, *Journal of African Earth Sciences*.
9. Boos, Alessandra, (2012), Descrição osteológica de um exemplar de *Endothiodon* (synapsida, Dicynodontia) proveniente da Serra do Cadeado (Formação rio do Rasto, Permiano Superior) e suas implicações bioestratigráficas e

paleobiogeográficas, dissertação de mestrado, universidade federal do rio grande do sul, porto alegre.

10. Boos, A. D. S., C. L. Schultz, C. S. Vega, and J. J. Aumond, (2013), On the presence of the late Permian dicynodont *Endothiodon* in Brazil. *Palaeontology* 56:837–848.
11. Boos, A. D. S et al., (2016), A New Dicynodont (Therapsida: Anomodontia) from the Permian of Southern Brazil and Its Implications for Bidentalians Origins, *PLOS ONE* 11(5):e0155000.
12. Castanhinha R, et al., (2013), Bringing Dicynodonts Back to Life: Paleobiology and Anatomy of a New Emydopoid Genus from the Upper Permian of Mozambique. *PLOS ONE* 8(12): e80974. doi:10.1371/journal.pone.0080974.
13. Catauneanu, et al., (2005), The Karoo Basins of South-Central Africa, *Journal of African Earth Sciences*, 211-253.
14. Chume, Ivânia Loide (2018), Análise do modo de mastigação e alimentação dos *Endothiodon* do Graben de Metangula-Província do Niassa.
15. Cox, C.B. (1959), On the anatomy of a new Dicynodont genus with evidence of the position of the tympanum, Zoology Department.
16. Cox, C.B. and Angielczyk, K.D. (2015), A new Endothiodont Dicynodont (Therapsida, Anomodontia) from the Permian Ruhuhu formation (Songea Group) of Tanzania and its feeding system, *Journal of vertebrate paleontology*.
17. Cumbane, KJ (2021), Descrição anatômica comparativa e identificação taxonômica de um novo dicinodonte: *Dicynodon* cf. *Angielczyk* da formação k5c do graben de metangula- província do Niassa, Projecto Cientifico, Departamento de Geologia UEM.
18. Frobisch, J., (2006), The cranial anatomy of *Kombuisia frerensis* Hotton (Synapsida, Dicynodontia) and a new phylogeny of anomodont therapsids, *Zoological Journal of the Linnean Society*, 150, 117-144.
19. Frobisch, J., Reisz, R.R. (2008), A new species of *Emydops* (Synapsida, Anomodontia) and a discussion of dental variability and pathology in dicynodonts, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28:3, 770-787, doi: 10.1671/0272-4633(2008)228[770 ANSOES]2.0.CO.
20. Kammerer, C.F., Angielczyk, K.D., Frobisch, J. (2015), Redescription of *Digalodon rubidgei*, an emydopoid dicynodont (Therapsida, Anomodontia) from

- the late Permian of South Africa, fossil record, 18, 43-55, doi: 10.5194/fr-18-43-2015.
21. Kammerer, C.F. (2019), Revision of the Tanzanian dicynodont *Dicynodon huenei* (Therapsida, Anomodontia) from the Permian Usili formation, PeerJ 7: e7420, doi: 10.7717/peerj.7420.
 22. Kammerer, C.F., et al., (2021), New material of *Dicynodon angielczki* (Synapsida: Anomodontia) from Mozambique and Zambia with biostratigraphic implications for African permo-triassic basins, Journal of vertebrate paleontology, DOI: 10.1080/027246.
 23. Kammerer CF, Ordoñez M.A, (2021), Dicynodonts (Therapsida: Anomodontia) of South America. Journal of South American Earth Sciences 108:103171.
 24. Latimer, E. M., Gow, C.E. e Rubidge, B. S. (1995), Dentition and Feeding Niche of *Endothiodon* (Synapsida, Anomodontia), Palaeont. afr., pp. 75-82.
 25. Liu J. (2021), The tetrapod fauna of the upper Permian Naobaogou Formation of China: 6. *Turfanodon jiufengensis* sp. nov. (Dicynodontia). PeerJ 9:e10854 10.7717/peerj.10854.
 26. Macungo Zanildo, et al., (2020), *Endothiodon* (Therapsida, Anomodontia) specimens from the late Permian of the Metangula Graben (Niassa Province, Mozambique) and a review of the genus.
 27. Macungo, Z. A. (2016), Descrição osteológica e identificação taxionómica de vários fósseis de vertebrados do Niassa, Maputo.
 28. Macungo, Zanildo, et al., (2022), X-ray microcomputed and synchrotron tomographic analysis of the basicranial axis of the basicranial axis of emydopoid dicynodonts: implications for fossoriality and phylogeny.
 29. MAE-Ministério da Administração Estatal (2014), Perfil do Distrito de Lago Provincia do Niassa, Niassa, disponível em <https://www.portaldogoverno.gov.mz>.
 30. Maharaj, I. E. M., (2019), Comprehensive description of a skeleton on *Endothiodon bathystoma* (Anomodontia Therapsida) a dicynodont from the late Permian of the Karoo basin of South Africa, Master dissertation, University of Cape Town.
 31. Maharaj et al., (2024), Taxonomic review of the late Permian dicynodont genus *Endothiodon* (Therapsida, Anomodontia). Journal of Systematic Paleontology.
 32. Nhamutole, N., Bamford, M., Araújo, R., (2021), New Species of *Protaxodioxylon* (conifer wood) from the Middle Permian of the Metangula Graben (Niassa

- Province, Mozambique) and their implications, *Journal of African Earth Sciences*, 183 (2021) 104323.
33. Nhassengo, A. B. (2016), Estudo de fósseis de vertebrados do Graben de Metangula, província do Niassa, com recurso ao acervo e base de dados da UEM, Maputo.
34. Olroyd, S.L. et al., (2018), New materials of the enigmatic dicynodont *Abajudon kaayai* (Therapsida, Anomodontia) from the Lower Madumabisa Mudstone Formation, Middle Permian of Zambia, *Journal of Vertebrate Paleontology*.
35. Owen, R, 1876. Descriptive and Illustrated Catalogue of the Fossil Reptilia in the Collection of the British Museum. Trustees of the British Museum of Natural History, London, pp 88.
36. Paulino, F.J.P. (2009), Proposta duma Estratigrafia do Supergrupo do Karoo de Moçambique, à Luz dos Dados da Nova Cartografia Geológica na Escala 1:250.000. Projecto Científico de conclusão da Licenciatura em Geologia, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique.
37. Ray, Sanghamitra, (1997), Review of the Endothiodonts, pp. 23-36.
38. Ray, Sanghamitra, (2000), Endothiodont Dicynodonts from the Late Permian Kundaram Formation India, *Palaeontology*, Vol. 43, Part 2, pp. 375–404.
39. Vasconcelos, L (2009), Cool in Mozambique, 3rd Symposium on Gondwana Coals.
40. Verniers, J., et al., (1989), The Karoo Graben of Metangula, Northern Mozambique *Journal of African Earth*, Vol .9 (1), pp. 137-158.
41. Zunguza, S., (2019), Descrição Osteológica e Aplicação da Estatística Descritiva na Caracterização da População dos Dicinodontes do Graben de Metangula- Província do Niassa.

7. ANEXOS

Anexo 1: Ilustração da vista lateral direita e occipital dos espécimes PPN2014-42 e PPM2019-110R, respectivamente.



Vista lateral direita do espécime PPN-2014-42 Vista occipital do espécime PPM2019-110R

Anexo 2: Ilustração da vista dorsal e ventral do espécime PPN2012-10-C3-1 β (Macungo et al., 2020).



Vista dorsal do PPN2012-10-C3-1 β

Vista ventral do PPN2012-10-C3-1 β