

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Camila Scartezini de Araujo

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA DE AFLORAMENTOS  
FOSSILÍFEROS DO MUNICÍPIO VALE DO SOL (TRIÁSSICO SUPERIOR,  
SUPERSEQUÊNCIA SANTA MARIA) E IMPLICAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS

Porto Alegre

2018

Camila Scartezini de Araujo

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO FAUNÍSTICA DE AFLORAMENTOS  
FOSSILÍFEROS DO MUNICÍPIO VALE DO SOL (TRIÁSSICO SUPERIOR,  
SUPERSEQUÊNCIA SANTA MARIA) E IMPLICAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS

Trabalho de Conclusão de curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas na Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marina Bento  
Soares

Banca Examinadora

Dra. Bianca Martins Mastrantonio

Dr. Pablo Gusmão Rodrigues

Porto Alegre

2018

## **Agradecimentos**

Aos meus pais e irmãos por todo o apoio que sempre me deram em relação a minha educação.

A todos os meus amigos que eu conquistei antes e durante esta trajetória de cinco anos na graduação, que estiveram comigo dentro e fora da universidade, me dando apoio e compartilhando comigo momentos muito especiais e de alegria.

A minha orientadora Marina Bento Soares por todo apoio e auxílio na execução dos trabalhos desenvolvidos durante a minha trajetória como bolsista de iniciação científica.

A todos os integrantes do laboratório de Paleontologia de Vertebrados da UFRGS, que me auxiliaram a construir este trabalho, em especial ao Voltaire Dutra Paes Netto que me auxiliou desde o primeiro dia que eu entrei na paleontologia, assim como ao Tomaz Panceri Melo e Francesco Battista pelo auxílio direto na execução desta pesquisa.

## Resumo

A bioestratigrafia é responsável pela datação relativa das rochas e correlação entre afloramentos de diferentes localidades, baseando-se apenas no conteúdo fóssilífero. Ela representa uma importante ferramenta para o estudo estratigráfico de pacotes sedimentares como a Supersequência Santa Maria (SSM), caracterizada por aflorar de forma esparsa e descontínua, na região central do estado do Rio Grande do Sul. Baseando-se na bioestratigrafia de tetrápodes fósseis, esse pacote sedimentar se divide em quatro Zonas de Associação (ZAs), da base para o topo: ZA *Dinodontosaurus* (Sequência Pinheiros-Chiniquá), ZA *Santacruzodon* (Sequência Santa Cruz), ZA *Hyperodapedon* (Sequência Candelária) e ZA *Riograndia* (Sequência Candelária). Existem discussões acerca da possível divisão da ZA *Hyperodapedon*, com propostas de que os depósitos onde o rincossauro *Hyperodapedon* abunda sejam mais antigos que os depósitos onde se tem o registro do cinodonte *Exaeretodon*, definindo duas associações faunísticas distintas. Desde de 2011 a localidade Vale do Sol tem revelado um rico conteúdo fóssilífero contando com mais de 100 exemplares de vertebrados fósseis coletados. O presente trabalho tem como objetivo identificar os exemplares, coletados ao longo destes sete anos, posiciona-los em seus respectivos níveis de coleta, para assim correlacionar bioestratigraficamente a assembleia fóssilífera de Vale do Sol com as outras localidades da Sequência Candelária. Três afloramentos da área de estudo foram individualmente correlacionados com as outras localidades fóssilíferas da Sequência Candelária, executando-se também uma análise de *cluster*, com o auxílio do software PAST3 e o Índice de Jaccard, a fim de avaliar a similaridade de Vale do Sol com tais localidades. Vale do Sol apresenta uma assembleia fóssilífera dominada pelo grupo Rhynchosauria, representando 82% da sua composição, sendo o restante representado por 12% de Cynodontia e 6% de Archosauria. Dentre os afloramentos da Sequência Candelária, Vale do Sol apresenta maior similaridade com o Sítio Janner (Agudo), devido ao registro compartilhado dos cinodontes *Exaeretodon riograndensis* e *Trucidocynodon riograndensis*. O afloramento Degrau registra a ocorrência de *Exaeretodon* no mesmo nível que *Hyperodapedon*, não apresentando a mudança faunística sugerida nas propostas de subdivisão da ZA *Hyperodapedon*, e, portanto, não corroborando-as. A Área Vale do Sol é correlacionável com o afloramento Sanga do Mato recentemente datado em  $233.23 \pm 0.61$  Ma e à base da Formação Ischigualasto, Argentina. Isto sugere que a assembleia fóssilífera de Vale do Sol seria correlata à biozona argentina *Hyperodapedon-Herrerasaurus-Exaeretodon*.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 OBJETIVOS .....	3
3 CONTEXTO GEOLÓGICO E BIOESTRATIGRÁFICO .....	4
3.1 Sequência Pinheiros-Chiniquá .....	6
3.2 Sequência Santa Cruz .....	7
3.3 Sequência Candelária .....	8
3.4 Sequência Mata .....	9
3.5 Área de Estudo .....	10
4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	12
4.1 Compilação das informações .....	12
4.2 Uniformização da nomenclatura .....	12
4.3 Exemplares provenientes da Área Vale do Sol .....	13
4.4 Organização e triagem dos materiais .....	14
4.5 Recuperação das informações de posição estratigráfica .....	14
4.6 Preparação dos materiais .....	15
4.7 Identificação Taxonômica .....	15
4.8 Descrição dos materiais .....	17
4.9 Trabalho de Campo .....	17
4.10 Mapeamento do Pontos da Área de Estudo .....	19
4.11 Levantamento dos Perfis Estratigráficos .....	19
4.12 Análise de <i>Cluster</i> .....	20
5 RESULTADOS .....	22
5.1 Nomenclatura e mapeamento dos afloramentos .....	22

5.2 Descrição dos afloramentos .....	23
5.3 Identificação e descrição dos materiais .....	32
5.4 Análise da composição Faunística .....	63
5.5 Posição estratigráfica dos espécimes identificados .....	67
5.6 Análise de <i>Cluster</i> .....	70
<b>6 DISCUSSÃO</b>	
6.1 Correlação com outras localidades da Sequência Candelária .....	71
6.2 Análise de <i>Cluster</i> .....	79
6.3 Propostas de divisão da ZA <i>Hyperodapedon</i> .....	80
6.4 Datações absolutas da Sequência Candelária .....	82
7 Conclusões .....	83
8 Referências .....	84

## 1 INTRODUÇÃO

A estratigrafia é a área de estudo, dentro das geociências, responsável por determinar a idade relativa das rochas através de dados paleontológicos (ROHN, 2010), e dentro desta, a bioestratigrafia se encarrega de realizar essa organização por meio dos fósseis, independente das outras características da rocha (ZERFASS & ANDRADE, 2008). Tendo em vista que a evolução da vida ocorreu em uma ordem definida, de maneira irreversível, o registro fóssil acaba por se tornar uma importante ferramenta para diferenciar as rochas mais antigas daquelas relativamente mais novas (ROHN, 2010), além de servir como ferramenta de correlação entre diferentes localidades (HANCOCK, 1977).

Fósseis de tetrápodes continentais têm sido utilizados em uma série de trabalhos de cunho bioestratigráfico, permitindo biozoneamentos e correlações entre unidades geológicas de diferentes continentes (e.g., ABDALA & RIBEIRO, 2012; LANGER *et al.*, 2007; LUCAS & HECKERT, 2002). No Brasil, o registro de tetrápodes do Triássico se restringe à região central do estado do Rio Grande do Sul, na margem sul da Bacia do Paraná (LANGER *et al.*, 2007; ZERFASS *et al.*, 2003). Esses depósitos compreendem duas supersequências: Sanga do Cabral (Eotriássico) e Santa Maria (Triássico Médio-Neotriássico) (ZERFASS *et al.*, 2003). A Supersequência Santa Maria (SSM) é caracterizada por possuir homogeneidade entre as litofácies, e por aflorar de forma esparsa e descontínua no centro do estado (HORN *et al.*, 2014; LANGER *et al.*, 2018). Sendo assim, correlações bioestratigráficas se mostram como a melhor ferramenta para distinguir os diferentes níveis estratigráficos dentro do pacote (HORN *et al.*, 2014).

A SSM é dividida em quatro sequências da base para o topo, sendo as três primeiras caracterizadas por distintas zonas de associação de vertebrados (ZA): Sequência Pinheiros-Chiniquá (ZA *Dinodontosaurus*), Sequência Santa Cruz (ZA *Santacruzodon*), Sequência Candelária (ZA *Hyperodapedon* e ZA *Riograndia* ) e Sequência Mata (desprovida de fósseis de tetrápodes) (HORN *et al.*, 2014; SOARES *et al.*, 2011).

O primeiro biozoneamento para a SSM foi proposto por Barberena em 1977, e compreendia apenas duas ZA: ZA Therapsida (base) e ZA Rhynchocephalia (topo) (BARBERENA, 1977), enquanto que o biozoneamento atual, apresentado acima, compreende quatro ZA. Esse refinamento do biozoneamento só foi possível devido a

descoberta de novos afloramentos, o estudo de suas assembleias fósseis e o trabalho de correlações com faunas da Argentina e de Madagascar (SCHULTZ *et al.*, 2000; LANGER *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2011). Porém, ainda existem questões a serem resolvidas sobre a bioestratigrafia do Triássico Médio-Superior brasileiro, fazendo-se necessários mais esforços de coleta e o contínuo estudo de suas assembleias (LANGER *et al.*, 2007).

Tomando como exemplo a ZA *Hyperodapedon*, reconhecida na base da Sequência Candelária e caracterizada pela presença de rincossauros, cinodontes, proterochampsídeos, aetossauros, rauisúquios e dinossauros, ainda há discussões sobre se ela representa uma única fauna ou se seria possível subdividi-la conforme diferenças na composição faunística de seus níveis estratigráficos. Dessa forma, já foram apresentadas duas propostas referentes a possíveis subdivisões. A primeira, de Langer *et al.* (2007) sugere que a ZA *Hyperodapedon* compreende internamente duas subzonas distintas, a da base caracterizada pela abundância de *Hyperodapedon*, caracterizando assim uma Zona Acme de *Hyperodapedon*, e a do topo, caracterizada pela ocorrência de *Exaeretodon*, em associação com a diminuição do registro de *Hyperodapedon*. A segunda proposta, de Horn *et al.* (2011), defende que a ZA *Hyperodapedon* corresponde a duas ZA diferentes. Esta última proposta foi apresentada no IV Congresso Latino Americano de Paleontologia de Vertebrados, com base no estudo preliminar do conteúdo fóssilífero de tetrápodes coletados no conjunto de afloramentos localizados no trecho da BR-153, entre o km 308 e o km 310, correspondente aos limites do município Vale do Sol. A assembleia faunística dessa localidade, preliminarmente, apresentava distribuição similar à da Formação Ischigualasto da Argentina (MARTÍNEZ *et al.*, 2012), ou seja, duas faunas distintas sendo a da base dominada pelo rincossauro *Hyperodapedon* sp. e a superior com ausência deste e com o predomínio do cinodonte traversodontídeo *Exaeretodon riograndensis* (HORN *et al.*, 2011). Com isso, os autores sugeriram a mesma divisão para o Brasil, com uma ZA *Hyperodapedon* na base e uma ZA *Exaeretodon* no topo, compreendendo, ambas, o alcance bioestratigráfico que anteriormente era atribuído a apenas uma ZA.

Entre os anos de 2011 e 2018, 114 exemplares de vertebrados fósseis foram coletados na localidade de Vale do Sol, e, apesar da grande quantidade de exemplares o resumo, apresentado por Horn *et al.*, (2011), continua sendo a única publicação referente a esses materiais e ao conjunto de afloramentos de Vale do Sol.



Assim, durante o ano de 2018, entre janeiro e outubro, buscou-se aliar a preparação desses materiais fósseis e a obtenção de suas identificações taxonômicas com aquisição de dados de campo, a fim de discutir as implicações bioestratigráficas que essa assembleia faunística tem no contexto da SSM e nas questões referentes à ZA *Hyperodapedon*. Os resultados obtidos e as contribuições a respeito das propostas de refinamento bioestratigráfico, expostas acima, serão apresentados neste trabalho.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral:

Este trabalho tem como objetivo realizar a identificação taxonômica de espécimes de vertebrados fósseis coletados em afloramentos localizados no Município Vale do Sol, pertencentes à Sequência Candelária da Supersequência Santa Maria (Triássico Superior do Rio Grande do Sul, Brasil), com o objetivo de (1) corroborar ou não a vinculação da associação faunística em questão com a ZA *Hyperodapedon*; (2) correlacionar bioestratigraficamente esta associação faunística com as de outras localidades da Sequência Candelária; (3) testar as afinidades faunísticas da associação de Vale do Sol com as demais associações recuperadas em distintos afloramentos fossilíferos da Sequência Candelária.

### 2.2 Objetivos Específicos:

- Realizar a identificação taxonômica e uma descrição anatômica dos espécimes atribuídos ao gênero *Hyperodapedon* (UFRGS-PV- 1236, 1273, 1382, 1383, 1384, 1389, 1394, 1398, 1401, 1406, 1407-T) a fim de corroborar a correlação prévia destes afloramentos a ZA *Hyperodapedon*;
- Realizar a identificação taxonômica e a descrição anatômica dos espécimes de *Cynodontia* UFRGS-PV-1368-T e UFRGS-PV-1385-T.

- Realizar a identificação taxonômica e a descrição anatômica dos espécimes atribuídos a Archosauria (UFRGS-PV- 1388, 1414, 1415-T).
- Estabelecer a identificação taxonômica ao nível menos inclusivo possível dos demais espécimes de vertebrados coletados nos afloramentos fossilíferos de Vale do Sol;
- Propor uma uniformização da nomenclatura para o conjunto de afloramentos fossilíferos em questão;
- Levantar perfis estratigráficos dos afloramentos, com indicação dos níveis de coleta dos fósseis, quando possível;
- Discutir o posicionamento bioestratigráfico da associação faunística de Vale do Sol, correlacionando-a com outras associações faunísticas da Sequência Candelária.
- Analisar e discutir as propostas precedentes de subdivisão da ZA *Hyperodapedon*.

### 3 CONTEXTO GEOLÓGICO E BIOESTRATIGRÁFICO

Cobrindo 1.700.00 km<sup>2</sup> de área da América do Sul está a Bacia do Paraná (Fig. 1), uma bacia cratônica, com pacote sedimentar depositado entre o final do Ordoviciano (Paleozoico) e o final do Cretáceo (Mesozoico). Sua área se estende pelo território do Paraguai, Uruguai, Argentina e Brasil (MILANI *et al.*, 2007).

No extremo sul do Brasil, na região central do estado do Rio Grande do Sul, aflora o intervalo triássico, compreendendo duas supersequências: Supersequência Sanga do Cabral (Eotriássico) e a Supersequência Santa Maria (Meso-Neotriássico) (ZERFASS *et al.*, 2003) (Fig. 1). A Supersequência Santa Maria é identificada como uma sequência de segunda ordem, por sua vez, dividida em quatro sequências de terceira ordem (produto sedimentar de ciclos de base de 0,5 a 3 milhões de anos) (HORN *et al.*, 2014; ZERFASS *et al.*, 2003). São elas, da base para o topo: Sequência Pinheiros-Chiniquá, Sequência Santa Cruz, Sequência Candelária e Sequência Mata (HORN *et al.*, 2014) (Fig. 2). As

idades das sequências são baseadas em correlações bioestratigráficas com faunas argentinas e de Madagascar (HORN *et al.*, 2018). Assim, são individualizadas nestas sequências, quatro associações fósseis que se sucedem no tempo, da mais antiga para a mais jovem: ZA *Dinodontosaurus*, que ocorre na Sequência Pinheiros-Chiniquá, e indica uma idade Neoladíniana a Eocarniana (EZCURRA *et al.*, 2017); ZA *Santacruzodon*, típica da Sequência Santa Cruz, de idade Eocarniana (PHILIPP *et al.*, 2018); ZA *Hyperodapedon*, que caracteriza a base da Sequência Candelária, de idade Neocarniana (LANGER *et al.*, 2018); e a ZA *Riograndia*, reconhecida no topo da Sequência Candelária, de idade Noriana (LANGER *et al.*, 2018; SOARES *et al.*, 2011a).

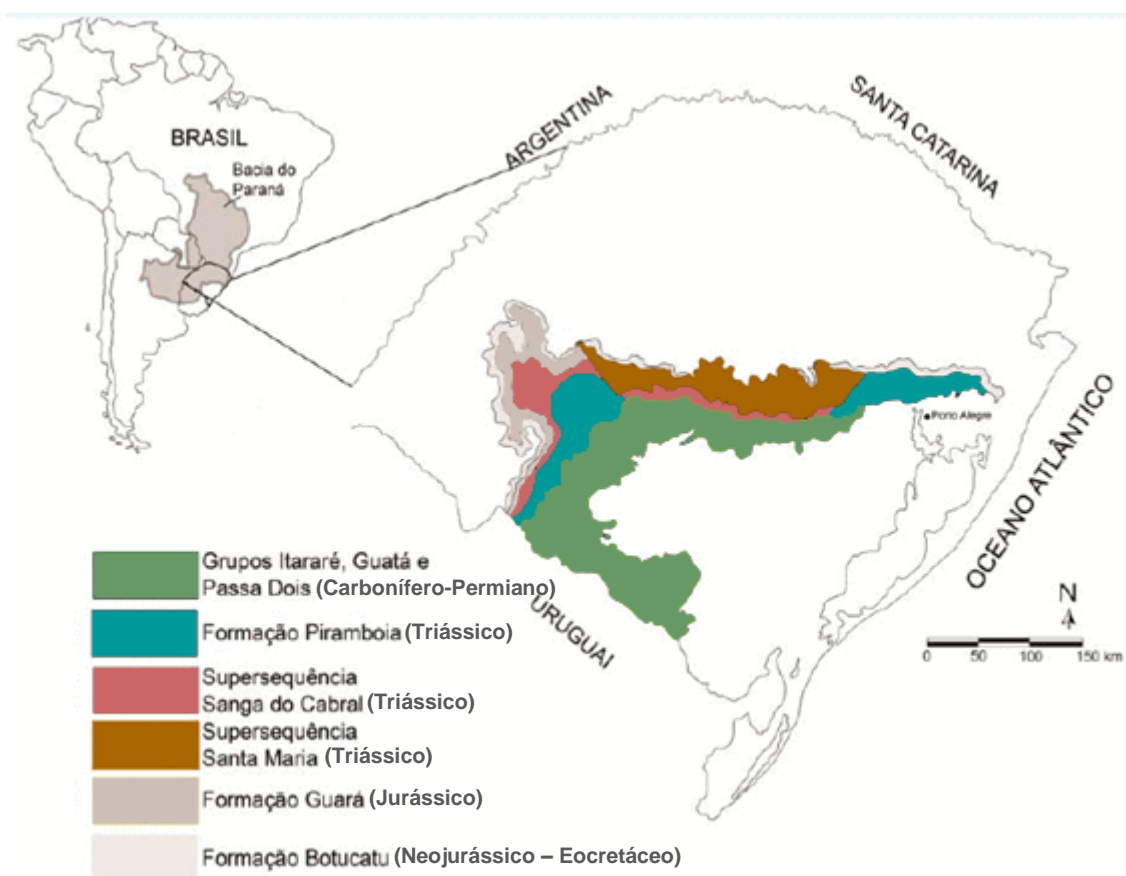


Figura 1. Localização da Bacia do Paraná na América do Sul. Em destaque o estado Rio Grande do Sul, com a Supersequência Santa Maria evidenciada em amarelo escuro. Modificada de Soares *et al.* (2011b).

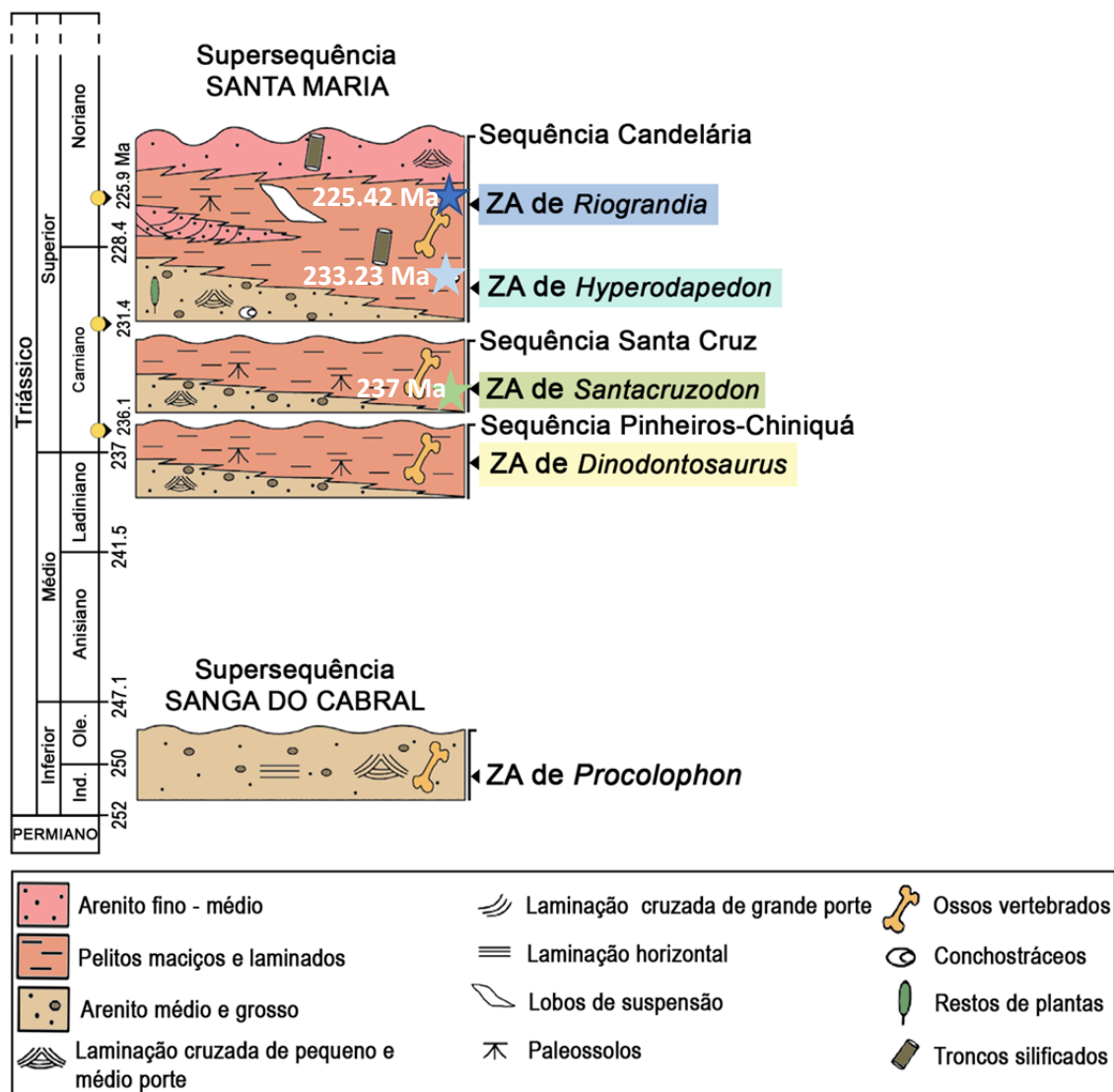


Figura 2. Arcabouço crono- e bioestratigráfico para o Triássico de Rio Grande do Sul, baseado em Zerfass *et al.* (2003), Soares *et al.* (2011a) e Horn *et al.* (2014) indicando as Zonas de Associação (ZA) com conteúdo fossilífero de tetrápodes. As datações radiométricas de 236.1, 231.4 e 225.9 Ma correspondem à primeira metade da Formação Chañares, base da Formação Ischigualasto, e a base da Formação Los Colorados, respectivamente. As estrelas azul escuro e azul claro correspondem às datações radioisotópicas realizadas por Langer *et al.*, (2018) de 225.42 Ma para o topo da Sequência Candelária e de 233.23 Ma para a sua porção central, respectivamente. A estrela verde corresponde à datação radioisotópica realizada por Philipp *et al.* (2018) de 237 Ma, como idade de deposição máxima para a Sequência Santa Cruz. Modificada de Martinelli *et al.* (2017).

### 3.1 Sequência Pinheiros-Chiniquá:

A Sequência Pinheiros-Chiniquá é composta por fácies de conglomerados sustentados por clastos e arenitos com estratificação cruzada, sobrepostas por argilitos laminados (HORN *et al.*, 2014; ZERFASS *et al.*, 2003). Tal conjunto de fácies é interpretado como a transição de depósitos fluviais de alta energia para depósitos lacustres superficiais (HORN *et al.*, 2013, 2014; ZERFASS *et al.*, 2003).

Associada aos estratos dessa sequência se encontra a fauna da ZA *Dinodontosaurus* (HORN *et al.*, 2014; SOARES *et al.*, 2011a). Esta é caracterizada pela ocorrência abundante do dicinodonte *Dinodontosaurus* sp. e do cinodonte *Massetognathus* sp. (BARBERENA *et al.*, 1985a). Ambos os táxons correlacionam esta ZA com a ZA *Massetognathus–Chanaresuchus* da Formação Chañares, Argentina (SCHULTZ *et al.*, 2000), datada por Marsicano *et al.* (2015) como de idade Eocarniana (236-233 Ma; MARSICANO *et al.*, 2015). Ezcurra *et al.* (2017) propuseram a existência de uma ZA mais antiga na mesma formação argentina (ZA *Tarjadia*), também com a presença de táxons correlacionáveis à ZA *Dinodontosaurus* (eg., *Aleodon* sp.), que possivelmente englobaria o limite Ladiniano-Carniano (EZCURRA *et al.*, 2017), posicionando, assim, a ZA *Dinodontosaurus* próximo a este limite (EZCURRA *et al.*, 2017).

Através de datação radioisotópica U-Pb, baseada na análise de zircão detrítico, Philipp *et al.* (2018) dataram como  $237 \pm 1.5$  Ma a idade máxima de deposição para a sobreposta Sequência Santa Cruz (sendo que,  $237 - 1.5$  Ma corresponde ao Eocarniano e  $237 + 1.5$  Ma, ao Neoladiniano), que comporta a ZA *Santacruzodon*, considerada como mais jovem que a ZA *Dinodontosaurus*. Isso sugere que a Sequência Pinheiros-Chiniquá pode ter sido depositada durante o Ladiniano até o Eocarniano (PHILIPP *et al.*, 2018).

### 3.2 Sequência Santa Cruz:

Essa unidade começa com a deposição de conglomerados e arenitos em um sistema fluvial entrelaçado (FACCINI, 2000). Sua porção superior, é caracterizada pela expansão de um sistema deposicional dominado por depósitos de planície, com grãos finos, e com a formação de canais fluviais isolados menores (PHILIPP *et al.*, 2018).

A fauna associada a esta sequência (ZA *Santacruzodon*) é majoritariamente composta por cinodontes traversodontídeos, como *Santacruzodon hopsoni* e *Menadon besairiei* (ABDALA & RIBEIRO, 2003; MELO *et al.*, 2015). Devido às grandes similaridades morfológicas entre o táxon *Santacruzodon* e o cindonte traversodontídeo *Dadadon isaloi*, da Formação Isalo II de Madagascar, além do registro compartilhado de *Menadon besairiei* nas duas localidades (ABDALA & RIBEIRO, 2010; MELO *et al.*, 2015), para a ZA *Santacruzodon* foi estimada uma idade entre o Neoladiniano e o Eocarniano. Tanto as datações da Formação Chañares (233.7 - 236.2 Ma; EZCURRA *et al.*, 2017; MARSICANO *et al.*, 2015), que compreende uma fauna mais antiga que a fauna

da ZA *Santacruzodon*, quanto o mais recente trabalho de datação radioisotópica da Sequência Santa Cruz (PHILIPP *et al.*, 2018) que aponta como 237 Ma a idade de deposição máxima desta sequência, indicam uma idade Carniana para a ZA *Santacruzodon*.

### 3.3 Sequência Candelária:

Essa unidade comporta dois sistemas deposicionais distintos: o trato de sistema de nível baixo e o trato de sistema transgressivo (*Low Stand System Tract* - LST, e *Transgressive System Tract* - TST; ZERFASS *et al.*, 2003). O LST é caracterizado por arenitos, médios a finos, de estratificação cruzada e lâminas de argilito, graduando-se em depósitos espessos de argilitos na parte central (HORN *et al.*, 2013; ZERFASS *et al.*, 2003). Este conjunto de fácies é interpretado como um sistema fluvial de planície, com rios de alta sinuosidade (HORN *et al.*, 2013; ZERFASS *et al.*, 2003). Associada com esta primeira parte da sequência deposicional se encontra parte da fauna da ZA *Hyperodapedon* (HORN *et al.*, 2014; SOARES *et al.*, 2011). No topo, o TST é composto por argilito maciço até laminado, sendo observado o escalonamento de arenitos-siltitos com estratificação cruzada ao longo do contato com a associação de fácies do sistema deposicional inferior. Esse sistema deposicional é interpretado como um sistema lacustre deltaico (HORN *et al.*, 2013; ZERFASS *et al.*, 2003). Associado a esse conjunto de fácies se encontra o restante da fauna da ZA *Hyperodapedon* e, sobreposta a esta, a fauna da ZA *Riograndia* (HORN *et al.*, 2014; SOARES *et al.*, 2011a).

#### 3.3.1 ZA *Hyperodapedon*:

A ZA *Hyperodapedon* é caracterizada pela abundância de rincossauros do gênero *Hyperodapedon* (*Hyperodapedon huenei*, *Hyperodapedon sanjuanensis*, *Hyperodapedon mariensis*) e pelo registro também conspícuo do cinodonte *Exaeretodon riograndensis* (LANGER, 2005a, 2005b, 2007). Esses táxons correlacionam a ZA *Hyperodapedon* com a fauna da Formação Ischigualasto da Argentina (Biozona *Hyperodapedon-Exaeretodon-Herrerasaurus* e Biozona *Exaeretodon*), com idade estimada entre Neocarniano e Eonorian (LANGER *et al.*, 2005a, 2005b, 2007; MARTÍNEZ *et al.*, 2012). Datações radioisotópicas dos estratos que abrigam o sauropodomorfo basal *Saturnalia tupiniquim* (táxon restrito à ZA *Hyperodapedon*) indicam o começo da deposição da Sequência

Candelária no Neocarniano, em  $233.23 \pm 0.73$  Ma (LANGER *et al.*, 2018), indo ao encontro da datação relativa apresentada acima baseada em correlações bioestratigráficas. Essa ZA também conta com o registro de cinodontes do clado Probainognathia, como *Trucidocynodon riograndensis* OLIVEIRA *et al.*, 2010, *Therioherpeton cargini* BONAPARTE & BARBERENA 1975, e *Prozostrodon brasiliensis* BARBERENA *et al.*, 1987; aetossauros (e.g. *Aetosauroides* ZACHARIAS, 1982 *Aetobarbakinoides* DESOJO *et al.*, 2012; proterochampsídeos (e.g. *Proterochampsa nodosa* BARBERENA, 1982); rauissúquios *Rauisuchus tiradentes* HUENE, 1942; dinossauros herrerasaurídeos (como *Staurikosaurus pricei*; COLBERT, 1970) e sauropodomorfos basais como *Buriolestes schultzi* CABREIRA *et al.*, 2016, *Saturnalia tupiniquim* LANGER *et al.*, 1999 e *Pampadromeus barberenai* CABREIRA *et al.*, 2011.

### 3.3.2 ZA Riograndia:

A ZA *Riograndia* é composta majoritariamente por cinodontes Probainognathia de pequeno porte (SOARES *et al.*, 2011a), como *Riograndia guaibensis* BONAPARTE *et al.*, 2001, *Irajatherium hernandezii* MARTINELLI *et al.*, 2005 e *Brasilodon quadrangularis* BONAPARTE *et al.*, 2003. Entretanto, é a presença do dicinodonte *Jachaleria candelariensis* que permite a correlação direta desta ZA com a fauna da base da Formação Los Colorados e a fauna das porções mais superiores da Formação Ischigualasto (Biozona *Jachaleria*), na Argentina (LANGER *et al.*, 2007; MARTÍNEZ *et al.*, 2012). As faunas brasileira e argentina datam do Noriano (LANGER *et al.*, 2007), sendo que a datação radioisotópica do afloramento Linha São Luiz (município Faxinal do Soturno, RS), que contém fósseis pertencentes à ZA *Riograndia*, indica uma idade de deposição máxima igual a  $225 \pm 0,37$  Ma, corroborando a posição da ZA de *Riograndia* dentro do Noriano (LANGER *et al.*, 2018; SOARES *et al.*, 2011a).

### 3.4 Sequência Mata:

Unidade constituída por arenitos, com geometria interna caracterizada por estratificação cruzada até conglomerática, interpretados como produtos de canais fluviais (HORN *et al.*, 2013; ZERFASS *et al.*, 2003). Em associação com estas fácies não são encontrados vertebrados fósseis, apenas troncos e fragmentos de lenhos silicificados em

abundância. Tais registros não fornecem informações bioestratigráficas suficientes para se estabelecer uma idade precisa para esta sequência (ZERFASS *et al.*, 2003).

### **3.5 Área de Estudo:**

A área de estudo deste trabalho está situada no estado do Rio Grande do Sul (RS), mais especificamente dentro dos limites do município Vale do Sol, entre o km 308 e o km 310 da BR-153 (Fig. 3), englobando três afloramentos fossilíferos. Como a localidade já é conhecida pelos pesquisadores do Laboratório de Paleontologia de Vertebrados do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia (DPE) do Instituto de Geociências (IGEO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) há sete anos, os referidos afloramentos já possuem denominações registradas em livro-tombo. Porém cada afloramento apresenta em média três nomenclaturas diferentes registradas no livro. Essa pluralidade de nomes dificulta a organização dos exemplares provenientes da área, assim como o estudo dela. Logo, aqui neste trabalho é proposta a uniformização desta nomenclatura (ver mais detalhes em 4.2 Uniformização da nomenclatura), sendo o afloramento do km 310 denominado afloramento Mangueira, o afloramento do km 309 + 400 m, afloramento Degrau, e o afloramento do km 308, afloramento Placa (Fig. 4). E será utilizada a denominação Área Vale do Sol no presente trabalho para se referir aos três afloramentos em conjunto.



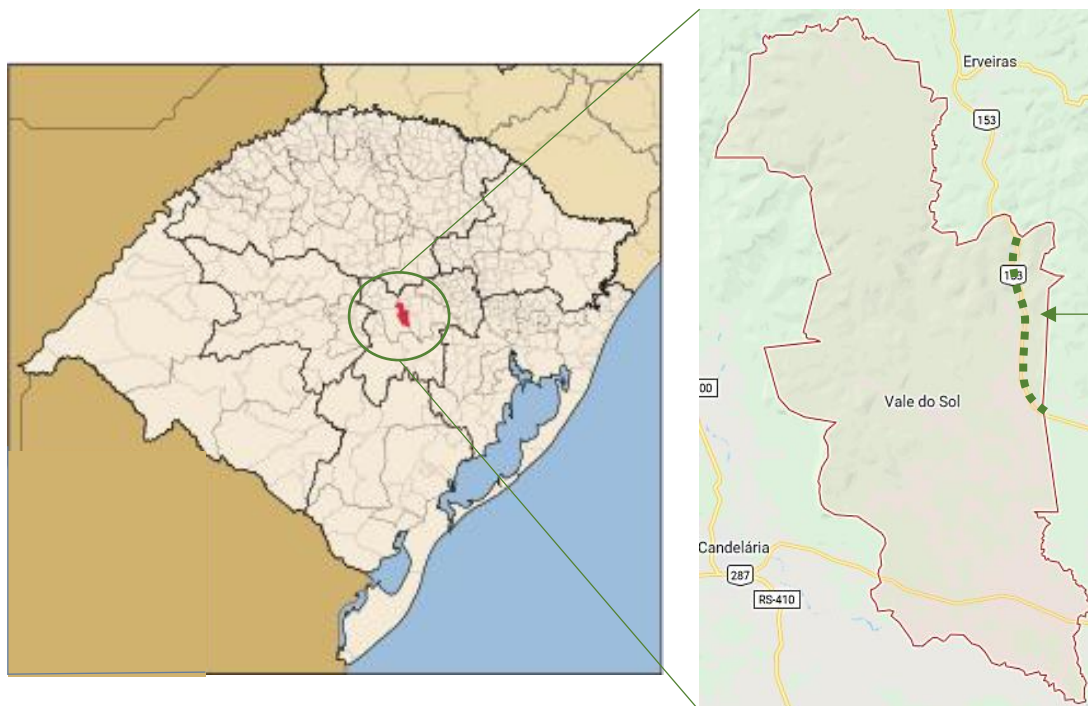


Figura 3. À esquerda, localização do município Vale do Sol (delimitado em vermelho) no estado Rio Grande do Sul. À direita, destacados os limites do município e dentro deste, a área de estudo, evidenciada pela linha tracejada verde. Modificado de Abreu, 2016 e Google Maps, acessado em 01/02/2018.

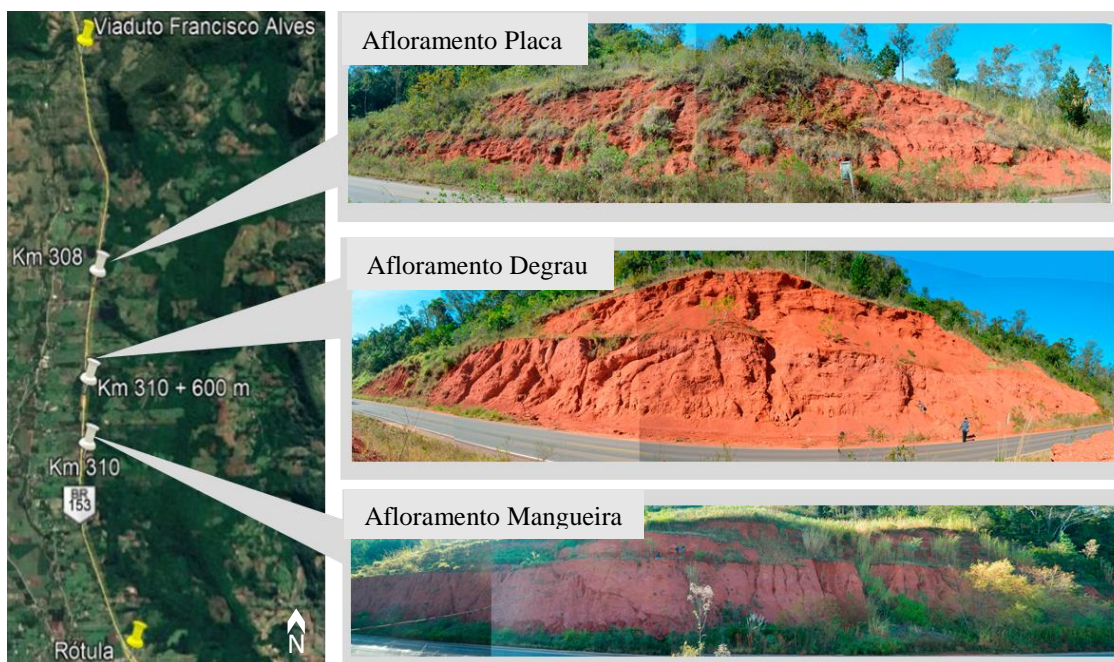


Figura 4 Localização dos afloramentos Mangueira, Degrau e Placa na BR-153. À direita a vista panorâmica de cada afloramento.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Compilação das informações

O primeiro passo desse estudo foi reunir, organizar e analisar as informações sobre os espécimes fósseis depositados nos livros-tombo do Laboratório de Paleontologia de Vertebrados do DPE/IGEO/UFRGS (livro tomo de espécimes e livro-tombo de blocos, sob a sigla UFRGS-PV-XXX-T) referentes à Área Vale do Sol. Além destas informações, contou-se com registros de informações recebidas dos pesquisadores envolvidos nas coletas anteriores, como: fotos, anotações de campo e perfis estratigráficos. Tais dados foram separados por data e procedência (afloramento), sempre que possível.

### 4.2 Uniformização da nomenclatura

Durante a análise das informações, observou-se que cada um dos três afloramentos em estudo, possuía mais de uma nomenclatura registrada no livro-tombo, variando de acordo com os coletores e a época de coleta. A múltipla nomenclatura dificulta a análise dos dados registrados no livro-tombo e das informações de coleta referentes aos materiais depositados em laboratório, principalmente para pesquisadores não familiarizados com a região, além de gerar dúvidas sobre qual a procedência dos materiais já depositados na coleção. O estabelecimento de uma única denominação para cada afloramento é importante para facilitar o estudo e estudos futuros na região, assim como para viabilizar a referência de cada afloramento como unidade individual. Para esta tarefa foram utilizados dois critérios:

- a) Evitar a utilização de números (*e.g.* Vale do Sol 1, Vale do Sol 2), dado ao fato de se tratar de um trecho de estrada com diversos afloramentos, dos quais só se tem confirmada até o momento, a natureza fossilífera de três;
- b) Priorizar a nomenclatura original, ou seja, a primeira registrada no livro-tombo.

Tendo em vista estes critérios, como já foi exposto na seção 3.5 Área de Estudo, se propôs a seguinte nomenclatura: afloramento Mangueira (km 310), afloramento Degrau (km 309 + 400 m) e afloramento Placa (km 308). A uniformização da nomenclatura permitiu uma melhor organização dos materiais depositados na coleção UFRGS-PV e em laboratório.

### 4.3 Exemplos provenientes da Área Vale do Sol

Dentre os 114 exemplares provenientes da área de estudo apenas 16,7 % (n = 19) (Quadros 1, 2, 3 e 4) estavam depositados na coleção do Laboratório de Paleontologia de Vertebrados da UFRGS (UFRGS-PV-T). Os outros 83,3 % (n = 95) estavam em laboratório aguardando preparação, colagem e identificação. Estes foram organizados de acordo com os critérios discutidos abaixo, e suas informações serão apresentadas na seção 5 Resultados, deste trabalho.

Quadro 1. Exemplos depositados na coleção UFRGS-PV-T provenientes do afloramento Mangueira

<b>AFLORAMENTO MANGUEIRA</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
Rhynchosauria indet. (n = 4)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1205-T	Fragmentos de crânio	-
UFRGS-PV-1217-T	Rádio	-
UFRGS-PV-1278-T	Vértebra	-
UFRGS-PV-1279-T	Pré-maxila	-

Quadro 2. Exemplos depositados na coleção UFRGS-PV-T provenientes do afloramento Degrau

<b>AFLORAMENTO DEGRAU</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
Rhynchosauria indet. (n = 9)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1218-T	Astrágalo	-
UFRGS-PV-1219-T	Vértebra	-
UFRGS-PV-1235-T	Fêmur	-
UFRGS-PV-1282-T	Vértebra	-
UFRGS-PV-1203-T	Úmero	-
UFRGS-PV-1204-T	Vértebra	rolado
UFRGS-PV-1209-T	Úmero	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1210-T	Úmero	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1332-T	Vértebras	rolado
<b>CYNODONTIA</b>		
Cynodontia indet. (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1207-T	Mandíbula	-

Quadro 3. Exemplos depositados na coleção UFRGS-PV-T provenientes do afloramento Placa

<b>AFLORAMENTO PLACA</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
<i>Hyperodapedon</i> sp. (n = 1)		

Nº Tombo	Descrição	Observações
UFRGS-PV-1236-T	Dentário	-
<i>Hyperodapedon mariensis</i> (n = 1)		
Nº Tombo	Descrição	Observações
UFRGS-PV-1273-T	Crânio	<i>in situ</i>

Quadro 4. Exemplares depositados na coleção UFRGS-PV-T sem afloramento de procedência

VALE DO SOL		
RHYNCHOSAURIA		
Rhynchosauria indet. (n = 3)		
Nº Tombo	Descrição	Observações
UFRGS-PV-1233-T	Úmero	-
UFRGS-PV-1242-T	Úmero	-
UFRGS-PV-1280-T	Mandíbula	-

#### 4.4 Organização e triagem dos materiais

Os exemplares depositados em laboratório foram organizados de acordo com o afloramento de proveniência e o ano de coleta, com uma categoria específica para aqueles onde estas informações não se preservaram. O segundo passo foi a realização de uma triagem destes materiais de acordo com nível de informação que cada exemplar continha. O primeiro nível foi o de potencial diagnóstico, ou seja, se a natureza do material permite a identificação, no mínimo ao nível de grupo (*e.g.* Cynodontia, Rhynchosauria, Archosauria), ou não. Todos os materiais com potencial diagnóstico foram utilizados nesta pesquisa. O segundo nível se referia a informação do nível estratigráfico de coleta do espécime, materiais com essa informação foram incluídos no estudo bioestratigráfico, os outros exemplares tiveram sua atuação restrita ao estudo de composição faunística.

#### 4.5 Recuperação das informações de posição estratigráfica

Essa etapa teve o intuito de estabelecer o nível estratigráfico do máximo possível de exemplares identificados. Com exceção dos materiais que carregavam junto com as informações de coleta o seu nível estratigráfico no afloramento, esse dado foi buscado e obtido por meio de:

- a) Análise e cruzamento de informações das anotações de campo, dos registros fotográficos das coletas anteriores, e informações depositadas na secção

“observações” dos livros-tombo (no caso dos materiais que já estavam depositados na coleção);

- b) Consulta com os pesquisadores envolvidos nas coletas entre os anos 2011 e 2017. Estes auxiliaram no processo apontando, em fotos panorâmicas dos afloramentos, o ponto de coleta dos espécimes, quando essa informação era de seu conhecimento;

As informações obtidas nessa etapa foram utilizadas para a construção de uma imagem de cada afloramento com os espécimes indicados nos seus respectivos pontos de coleta.

#### **4.6 Preparação dos materiais**

Dentre os materiais aqui estudados ( $n = 119$ ), em 21% ( $n = 25$ ) se fez necessária preparação para a identificação taxonômica ser possível. Dois tipos de preparação protagonizaram esse processo, de acordo com o estado de preservação do material:

- a) Preparação mecânica: esta metodologia foi empregada nos materiais inseridos em blocos de rocha e para os materiais que já estavam em grande parte expostos, mas cujos caracteres diagnósticos não estavam visíveis. Ela consiste na remoção mecânica da rocha que envolve o exemplar fóssil, utilizando: pincéis, agulhas histológicas, martelos pneumático MicroJack5, MicroJack2 e Aro1. Paraloid B-72, cola instantânea e Polietileno Glicol 4000 também são utilizadas durante o processo para prevenção e manutenção de fraturas no material.
- b) Colagem: método utilizado para os materiais rolados, muito fragmentados, de modo que a colagem dos diversos fragmentos foi necessária para a reconstrução do material até que a identificação taxonômica fosse possível. Para execução dessa metodologia é utilizado: cola instantânea, Polietileno Glicol 4000 e Paraloid B-72.

#### **4.7 Identificação Taxonômica**

Esta é a etapa fundamental do estudo de análise da composição faunística. A metodologia aplicada para a identificação se fundamentou em dois processos principais:

- a) Consulta à literatura específica: em primeiro lugar se reuniu os artigos científicos referentes às identificações e descrições anatômicas, de crânio e pós-crânio, dos táxons que compõem a ZA *Hyperodapedon*. A leitura desses artigos foi de grande importância para uma maior compreensão dos elementos anatômicos que diferem entre os grupos taxonômicos que compõem essa ZA, e ao nível de gênero e espécie, quais os caracteres que em conjunto definem a diagnose desses táxons. Posteriormente a essa etapa inicial de reconhecimento, o processo de consulta aos artigos se deu de forma contínua durante toda a fase de identificação taxonômica, principalmente dos exemplares identificados a nível de gênero e espécie, ou seja, que forneciam um maior número de caracteres diagnósticos a serem avaliados em conjunto.
- b) Comparação com os exemplares depositados na coleção UFRGS-PV: esse processo consistiu em comparar o exemplar que se desejava identificar, com os espécimes devidamente identificados e depositados na coleção UFRGS-PV. Para esta etapa foram utilizados todos os espécimes do táxon a ser identificado, independentemente da localidade dentro da SSM, já que a comparação tinha apenas o propósito de alcançar a identificação taxonômica ao nível menos inclusivo possível. O método é baseado na comparação visual entre dois fragmentos correspondentes ao mesmo elemento anatômico, a fim de observar a similaridade entre eles. Quando se observa similaridade máxima com um táxon e divergência significativa com os outros táxons da ZA *Hyperodapedon* o exemplar é identificado como pertencente a este.

Depois de identificado o exemplar era registrado no livro-tombo. Com seu número de tombo atribuído era então, depositado na coleção UFRGS-PV. Nessa etapa, o máximo de informações recuperadas sobre a coleta do exemplar é registrada junto a ele na seção “observações” do livro-tombo.

Os materiais os quais não foi possível a identificação taxonômica em nenhum nível, foram identificados com o código VDS (Vale do Sol) numerado de 001 a 059, à medida que eram analisados e registrados. Esse processo consistiu em:

- a) Fazer um registro fotográfico dos exemplares, em geral de natureza fragmentária.

- b) Registrar em uma tabela específica para esses materiais: código do exemplar (*e.g.* VDS002), descrição do que é o material (*e.g.* 3 falanges e 1 centro de vértebra) e informações de coleta (quando disponíveis)
- c) Separar os materiais na tabela, assim como fisicamente no laboratório, por afloramento de procedência, e dentro destes grupos, por data de coleta, do mais antigo para o mais recente.

#### **4.8 Descrição dos materiais**

Os materiais identificados a nível de gênero ou espécie, tiveram seus elementos anatômicos mais significativos para identificação descritos. Esta etapa teve o intuito de fazer um registro das características apresentadas pelas maxila e mandíbulas dos espécimes, da localidade Vale do Sol, identificados como *Hyperodapedon* sp. Também, de reportar com maiores detalhes os espécimes identificados a nível de espécie dentro de Cynodontia, assim como os exemplares atribuídos a Archosauria, devido ao valor que estes trazem para o estudo de análise da composição faunística

#### **4.9 Trabalhos de Campo**

No decorrer deste trabalho (janeiro a novembro de 2018), quatro trabalhos de campo foram realizados para a área em estudo, assim como uma visita à coleção do Museu Municipal Aristides Carlos Rodrigues, em Candelária, onde alguns dos exemplares da Área Vale do Sol estão depositados. Esses trabalhos de campo tiveram o intuito realizar registro fotográfico dos afloramentos, levantamento de perfis estratigráficos, obter coordenadas geográficas, e registrar pontos de referência que “limitassem” o trecho estudado.

##### **4.9.1 Primeiro Trabalho de Campo: 30/01/2018**

Neste trabalho os esforços foram focados em realizar o reconhecimento geral da área de estudo, assim como reavaliar seus limites. Foram obtidas as coordenadas geográficas dos afloramentos integrantes do estudo e materiais fósseis foram coletados

O início do processo de reconhecimento da Área Vale do Sol consistiu em prospecção em dois afloramentos (referidos nesse trabalho como P1 e P2), entre o km

317 (P2) e o km 323 (P1) da BR-153, que se situam fora dos limites do trecho onde coletas anteriores haviam sido realizadas. Exemplares de vertebrados fósseis não foram encontrados nesses afloramentos, porém de acordo com dados fornecidos pelos pesquisadores presentes e envolvidos em coletas anteriores, pouco ou nenhum esforço de amostragem foi despendido nos afloramentos fora do trecho onde é confirmada a natureza fossilífera (km 308 e km 310). Sendo assim, tanto este trabalho de campo quanto os anteriores (2011-2017) não fornecem parâmetros suficientes para a conclusão de que os afloramentos entre o km 317 e o km 323 são de natureza afossilífera.

Tendo em vista as informações apresentadas acima, a área de estudo manteve sua definição como: os três afloramentos fossilíferos dos quais provieram os exemplares coletados entre os anos de 2011 e 2017, situados entre os km 308 e o km 310 da BR-153. Após o processo de reconhecimento dos afloramentos, o restante dos esforços de coleta foi despendido na aquisição de informações (*e.g.* registro fotográfico, coordenadas geográficas) e busca de materiais fósseis. Este trabalho de campo contou com a participação de dois discentes do Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS que estiveram envolvidos em coletas anteriores nesta localidade. Com a prospecção nos afloramentos, novas informações sobre as coletas anteriores, como posição exata de coleta de exemplares já depositados na coleção e em laboratório, emergiram e foram devidamente registradas, sendo agregadas posteriormente às informações prévias.

#### **4.9.2 Visita à coleção do Museu Municipal Aristides Carlos Rodrigues (MMACR): 1/02/2018**

Logo após o primeiro trabalho de campo, como fechamento da viagem que estava sendo realizada pelo Laboratório de Paleontologia de Vertebrados da UFRGS na região, foi realizada uma visita a coleção do Museu Municipal Aristides Carlos Rodrigues, de Candelária, onde também existem exemplares da Área Vale do Sol, depositados. Foi efetuado, então, um registro fotográfico destes espécimes (tombados sob a sigla MMACR-PV-T), assim como um registro escrito das informações que os curadores da coleção e participantes de coletas, executadas entre 2011 e 2017, tinham sobre os afloramentos presentes no trecho estudado. Estes exemplares não estão entre os espécimes aqui estudados, mas os seus dados foram devidamente registrados como um



anexo das informações depositadas nos livros tombos da coleção UFRGS-PV, para estudos futuros.

#### **4.9.3 Segundo Trabalho de Campo: 19/06/2018 – 20/06/2018**

Este trabalho objetivou maiores esforços de coleta especificamente no afloramento Mangueira, devido ao baixo número de espécimes apresentado por este, quando em comparação com os outros dois pontos amostrados. Então, o primeiro dia de coleta focou os esforços nesse afloramento e no segundo dia, coletas foram realizadas nos afloramentos Degrau e Placa. Este trabalho contou com a participação de membros da equipe do MMACR. A informação previamente fornecida por estes, sobre a existência de mais um afloramento fossilífero a apenas 1km de distância do início da área de estudo, foi averiguada e confirmada. Este afloramento se localiza no km 311 da BR-153 (sendo referido nesse trabalho como P0) e os materiais coletados no afloramento nesta data foram depositados na coleção do MMACR.

#### **4.9.4 Terceiro Trabalho de Campo: 26/08/2018**

Novas coletas de materiais foram realizadas, focando os esforços nos três pontos da área de estudo e no afloramento do km 311 como um todo. Alguns exemplares deste afloramento, fora da área de estudo, foram coletados e depositados na coleção UFRGS-PV-T, mas pela escassez de exemplares (n = 4), natureza fragmentária da maioria dos materiais (n=3) e falta de tempo hábil para a preparação e identificação do exemplar mais completo (n=1), estes não fizeram parte do estudo.

#### **4.9.5 Quarto Trabalho de Campo: 20/10/2018**

Esse trabalho objetivou o levantamento de perfis estratigráficos dos três afloramentos em estudo. Foram utilizados: papel quadriculado, fita métrica de 50 metros e escala métrica de madeira de 2 metros.

#### **4.10 Mapeamento do Pontos da Área de Estudo:**

Após o primeiro trabalho de campo (30/01/2018), já em posse das coordenadas geográficas, foi realizado, através do software livre Google Earth Pro, o mapeamento dos

pontos dos afloramentos visitados e de pontos de referência que limitam a área de estudo. Esse mapeamento tem o intuito de facilitar o acesso a informações, como: a distância entre os pontos, a posição da Área Vale do Sol em relação às outras localidades da SSM, a localização exata dos outros afloramentos visitados durante a pesquisa, fora da área em estudo.

#### **4.11 Levantamento de perfis estratigráficos**

Em campo foi realizado o levantamento de seções colunares dos três afloramentos, procurando a posição mais central e representativa, considerando a tectônica e variação laterais de fácies. Posteriormente os perfis foram finalizados em laboratório com o auxílio do Inkscape, software livre de edição de gráfico vetoriais.

#### **4.12 Análise de *Cluster***

A análise de *cluster* tem sido utilizada na paleontologia para investigação de fenômenos ecológicos e biogeográficos (FRÖBISCH, 2009). É uma análise agrupamento, que consiste em: combinar as amostras aos pares, através de uma matriz contendo os caracteres similares (ou dissimilares) entre cada uma delas, de forma que os pares mais similares entre si formem um grupo único. A análise só termina quando todos os grupos são combinados entre si, resultando em um dendograma. No dendograma, a distância entre os grupos representa o seu nível de similaridade (BARROS, 2007).

Essa metodologia foi aplicada a fim de avaliar o nível de similaridade da fauna encontrada na Área Vale do Sol com as faunas das outras localidades da Sequência Candelária, correlacionadas à ZA *Hyperodapedon*. A unidade taxonômica operacional empregada na análise foi a de gênero. Na análise foram utilizadas as localidades que apresentavam no mínimo duas unidades taxonômicas operacionais distintas, já que afloramentos *singletons* (com a ocorrência de apenas um táxon) não são aplicáveis a análises de similaridade (HOLTZ JR. *et al.*, 2004). E, a fim de realçar a presença compartilhada dos táxons entre as localidades, foram excluídos da análise os táxons que ocorrem em apenas uma localidade (SHUBIN & SUES, 1991).

Através de levantamento bibliográfico de artigos e estudos referentes à ZA *Hyperodapedon*, foi possível reunir as informações das ocorrências registradas para cada afloramento. Além da Área Vale do Sol (Vale do Sol, RS), as localidades utilizadas na

análise aqui apresentada são: Faixa Nova (Santa Maria, RS), Cidade dos Meninos (região de Santa Maria), Área São João do Polêsine (São João do Polêsine, RS), Inhamandá 1 (São Pedro do Sul, RS), Sítio Janner (Agudo, RS), Sanga do Mato (região de Santa Maria), Sítio *Therioherpeton* (região de Santa Maria), Vila Botucará 1 (região de Candelária, RS), Área São José (região de Santa Maria) e Linha Facão (região de Candelária). E os táxons envolvidos na análise foram: os cinodontes *Exaeretodon* e *Trucidocynodon*, o aetossauro *Aetosauroides* e os rincossauros *Hyperodapedon* e *Teyumbaita*.

Esta etapa do trabalho foi executada com o auxílio do software livre PAST3 (Ø. HAMMER *et al.*, 2001) e o emprego do coeficiente qualitativo Índice de Jaccard, o mais usual na ecologia para comparar áreas de acordo com a presença e ausência de espécies (BARROS, 2007).

O processo consistiu, em primeiro lugar, na elaboração de uma matriz de presença e ausência dos táxons da ZA *Hyperodapedon*, nas localidades da base da Sequência Candelária, registrando com “1” a presença e com “0” a ausência (exemplificação na Tabela. 2). Essa matriz foi convertida pelo software em um dendograma de similaridade, onde a distância entre as localidade significa seu nível de similaridade (exemplificação na Fig. 5).

Tabela 1. Exemplo ilustrativo de uma matriz de presença e ausência de táxons

	Táxon 1	Táxon 2	Táxon 3
Afloramento 1	1	0	1
Afloramento 2	0	1	0
Afloramento 3	1	0	0
Afloramento 4	1	0	1
Afloramento 5	0	1	0

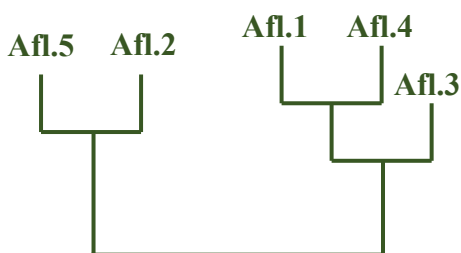


Figura 5. Dendograma ilustrativo de similaridade entre afloramentos

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Nomenclatura e Mapeamento dos pontos

Os pontos de referência que limitam a área de estudo na BR-153, sentido município Santa Cruz do Sul em direção ao município de Herveiras, são: a rótula que dá acesso da BR-153 ao município Vale do Sol, localizada no km 312 e o viaduto São Francisco, km 306 (Fig. 6). Dentro da área de estudo, no sentido rótula para o viaduto, os afloramentos encontrados são: afloramento Mangueira ( $29^{\circ}35'20.56''S$   $52^{\circ}38'2.29''O$ ), afloramento Degrau ( $29^{\circ}35'1.30''S$   $52^{\circ}38'1.90''O$ ) e afloramento Placa ( $29^{\circ}34'29.15''S$   $52^{\circ}37'58.49''O$ ). Na figura 6 é possível visualizar a localização destes pontos assim como de: P1 ( $29^{\circ}40'45.24''S$   $52^{\circ}34'43.54''O$ ) e P2 ( $29^{\circ}37'48.74''S$   $52^{\circ}35'9.78''O$ ), ambos afloramentos visitados em 30/01/2018 onde não foram encontrados exemplares fósseis; e P0 ( $29^{\circ}35'56.54''S$   $52^{\circ}37'56.26''O$ ), afloramento confirmado durante a pesquisa como fossilífero, com escasso número de exemplares depositados no Laboratório de Paleontologia de Vertebrados da UFRGS e na coleção do MMACR.

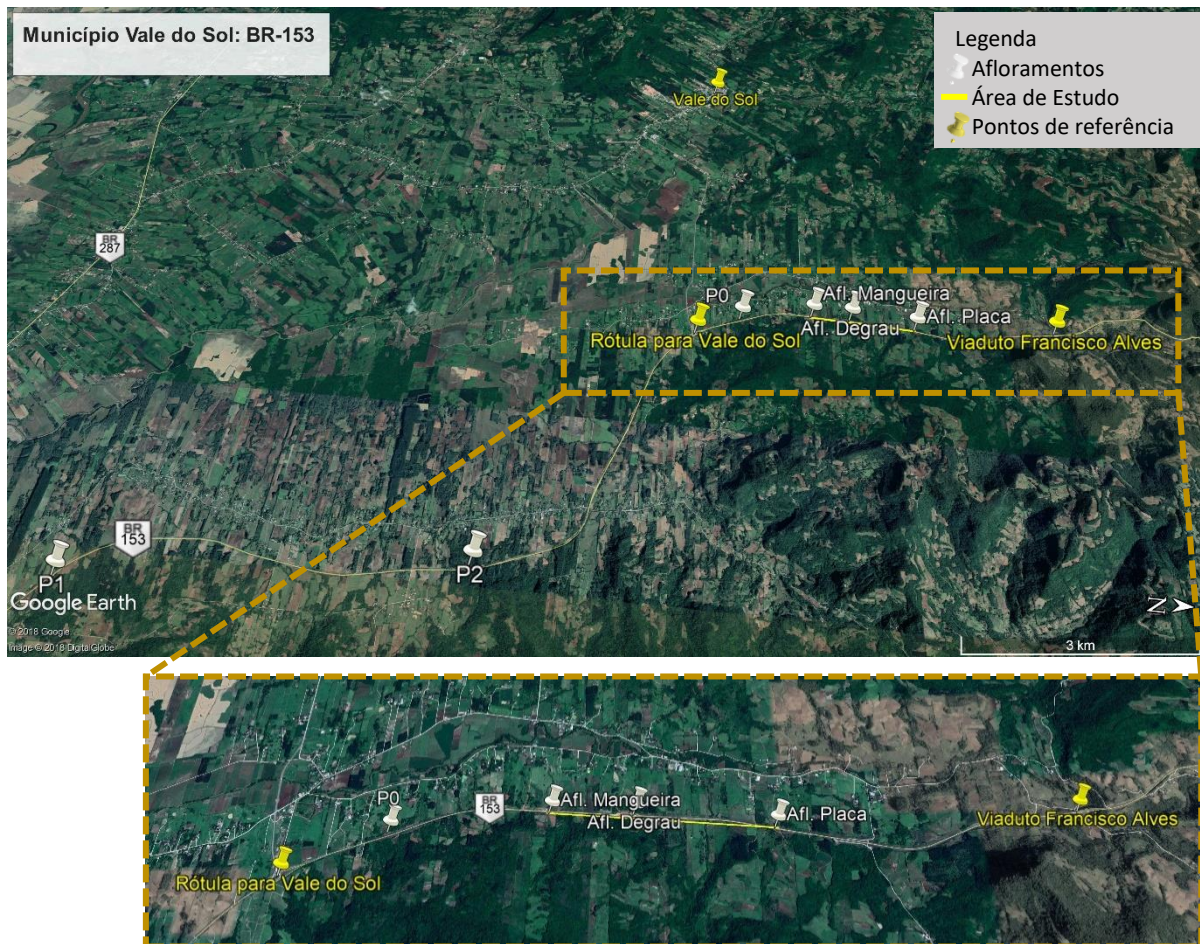


Figura 6. Mapa do trecho da BR-153, dentro dos limites do município Vale do Sol. Em destaque no retângulo amarela a Área de Estudo.

## 5.2 Descrição dos afloramentos

Observando os afloramentos a partir de um ponto mais distante (lado oposto da rodovia onde estes afloram) (Fig. 7, 8, 9), não se observam estruturas sedimentares que indiquem diferentes momentos deposicionais, sendo observada apenas uma grande unidade maciça. Porém, ao se aproximar dos afloramentos, as litologias diferem, sendo encontradas distintas estruturas e granulometrias ao longo da seção. Abaixo são descritos os afloramentos em detalhe.



Figura 7. Foto panorâmica composta do afloramento Mangueira.



Figura 8. Foto panorâmica composta do afloramento Degrau.



Figura 9. Foto panorâmica composta do afloramento Placa.

### 5.2.1 Afloramento Mangueira:

Esse afloramento está localizado no km 310 da BR-153, o corte da estrada permite ver rochas aflorantes em ambos os lados da rodovia, embora só tenham sido encontrados restos fósseis na porção mais à direita (sentido rótula para o viaduto). A altura máxima registrada para a área em estudo foi de 16,75 m (Fig.10). Este afloramento é caracterizado por siltitos médios com intraclastos na base até a sua porção média (1,65 m a 13,25 m), apresentando trechos onde se observa um afinamento do tamanho de grão, aproximando-se mais do siltito fino, junto com a redução dos intraclastos (10,65 m a 11,25 m), ou até ausência destes (2,60 m a 3,40 m), e o aparecimento de laminações plano-paralelas. Na porção superior do afloramento ocorre uma diminuição gradativa da granulometria, se observando primeiro siltitos finos com laminações plano paralelas (13,25 m a 14,25 m) até siltito muito fino com presença das laminações plano paralelas, e com aumento do componente argila no topo do afloramento (15,25 m a 16,75 m). Os materiais fósseis coletados provêm dos intervalos meio e topo, com ocorrências esporádicas de exemplares rolados na base do afloramento.

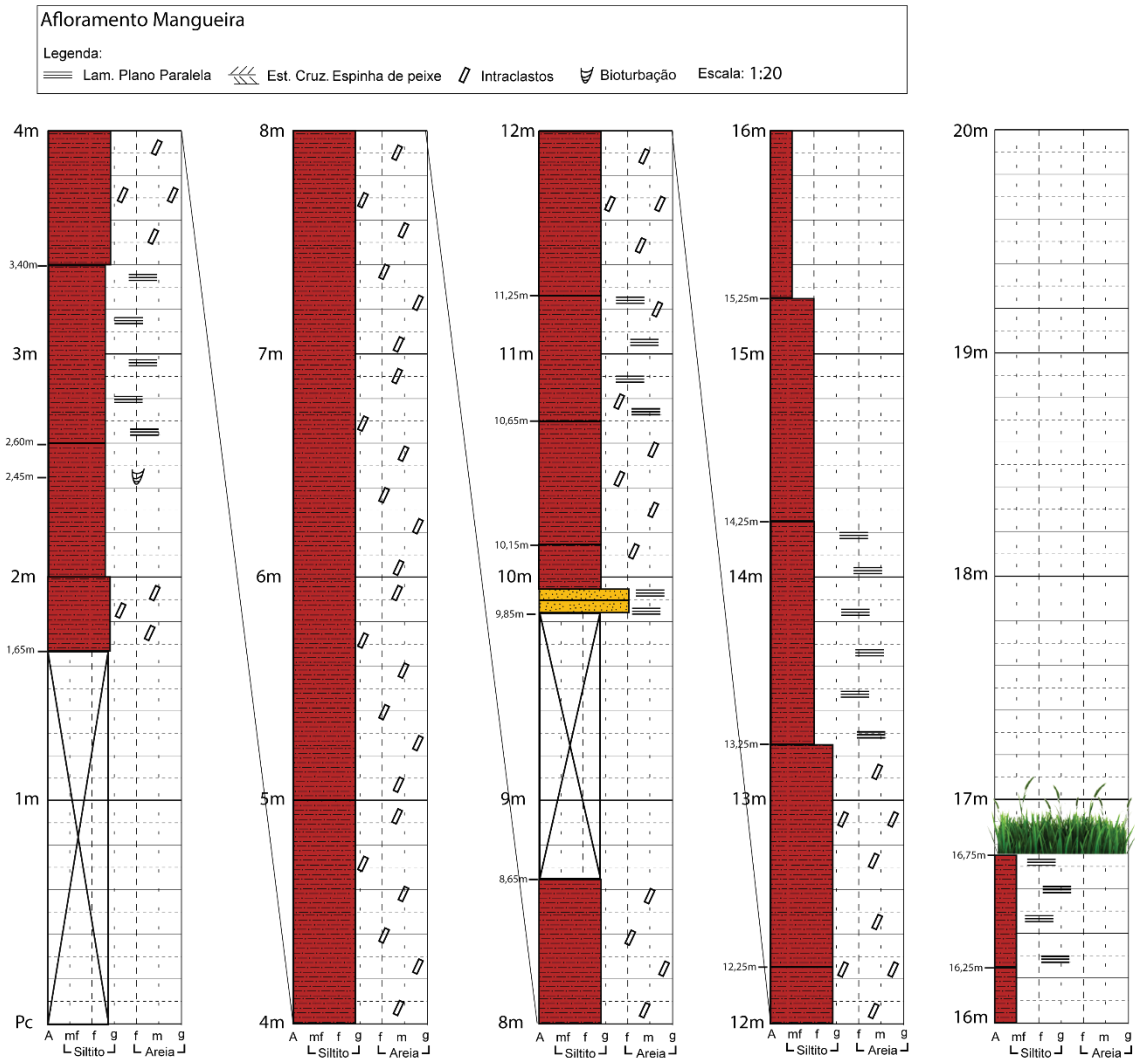
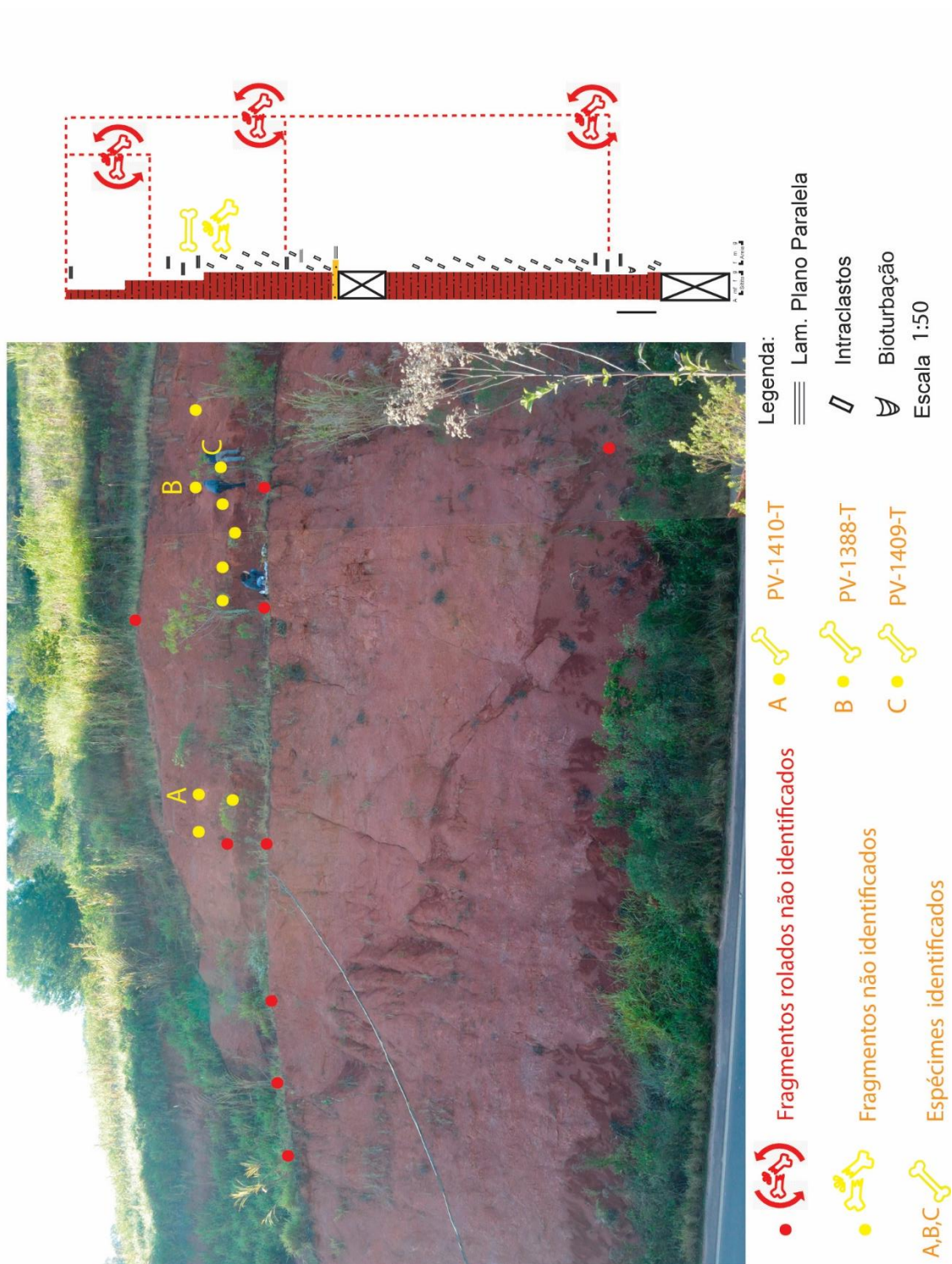


Figura 10 Perfil do afloramento Mangueira



*Figura 11* Afloramento Mangueira com a indicação dos materiais coletados, assim como a posição destes no perfil do afloramento, à direita da imagem. Os pontos amarelos correspondem a materiais coletados *in situ*, e os pontos vermelhos a materiais coletados rolados. Sendo os pontos demarcados com letras (A, B, C, etc.) os espécimes identificados. Ao lado da imagem os exemplares estão representados nos seus respectivos níveis no perfil do afloramento, sendo as linhas tracejadas a representação dos possíveis alcances dos materiais rolados.



### **5.2.2 Afloramento Degrau:**

Localizado no km 310 + 600 m da BR-153, existe registro de exemplares fósseis nas rochas aflorantes em ambos os lados da rodovia. Porém, todos os materiais depositados no Laboratório de Paleontologia de vertebrados da UFRGS (tombados e não tombados), foram coletados à direita da rodovia (sentido rótula para o viaduto). A altura máxima da área em estudo é de 16,60 m (Fig. 12). É caracterizada por siltitos médios com intraclastos da base até o meio do afloramento (Pc - 8 m), apresentando dois trechos onde se observa um afinamento do tamanho de grão se aproximando mais de siltito fino, junto com a ausência dos intraclastos (5,25 m a 6,20 m; 6,80 m a 7,40 m), e o aparecimento de laminações plano-paralelas. A partir dos 8 m até os 10,50 m se observa siltitos médios com escassez de intraclastos e grande quantidade de laminações plano-paralelas. Na porção superior do afloramento ocorre uma redução no tamanho do grão, sendo primeiro observados siltitos finos com laminações plano paralelas (10,50 m a 12,10 m) e depois siltitos muito finos sem laminações (12,10 m a 16,60 m). Os materiais fósseis coletados provêm dos intervalos meio e topo, com ocorrências esporádicas de exemplares rolados a base do afloramento (Fig. 13).

**Afloramento Degrau**

Legenda:

- ▬▬▬ Lam. Plano Paralela
- ≡≡≡ Est. Cruz. Espinha de peixe
- ▧ Intraclastos
- ⤴ Bioturbação

Escala: 1:20

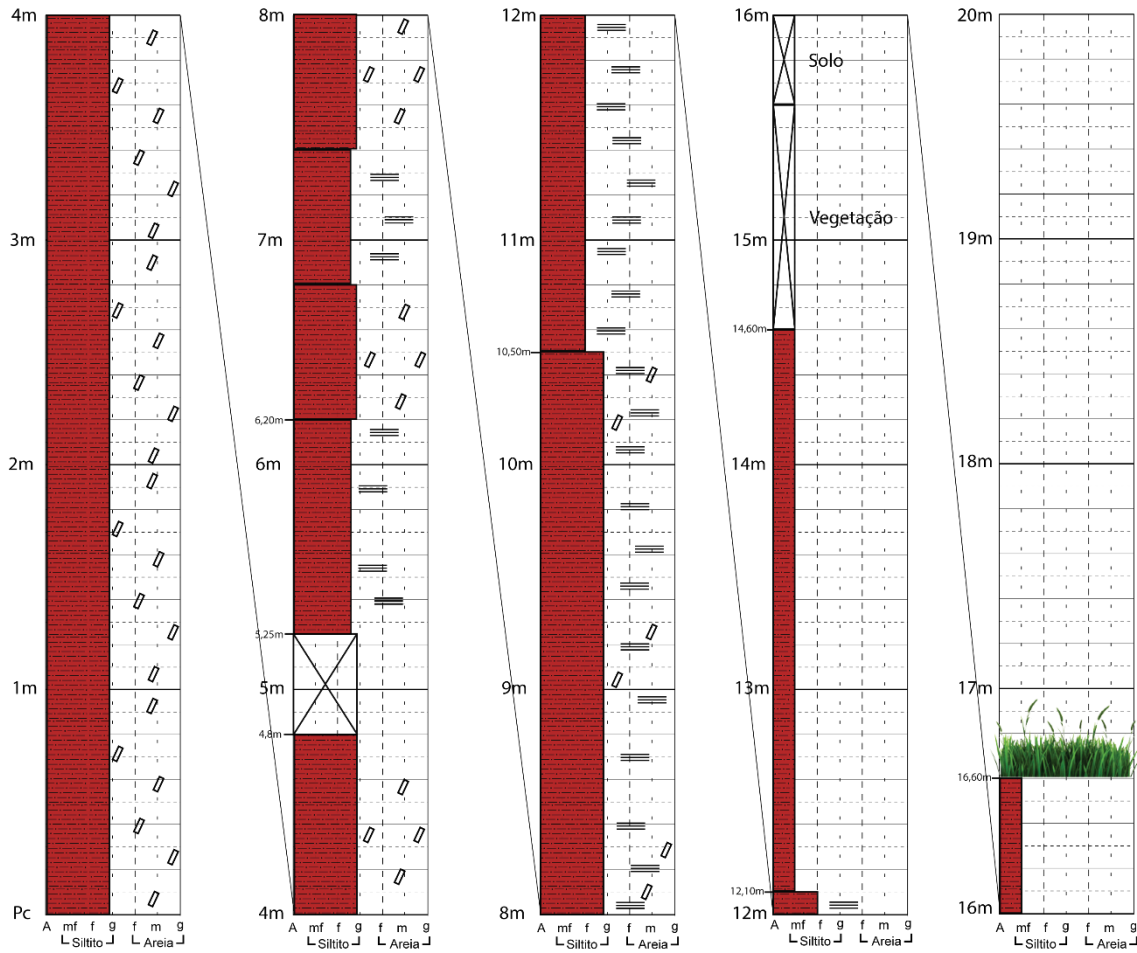


Figura 12. Perfil do afloramento Degrau

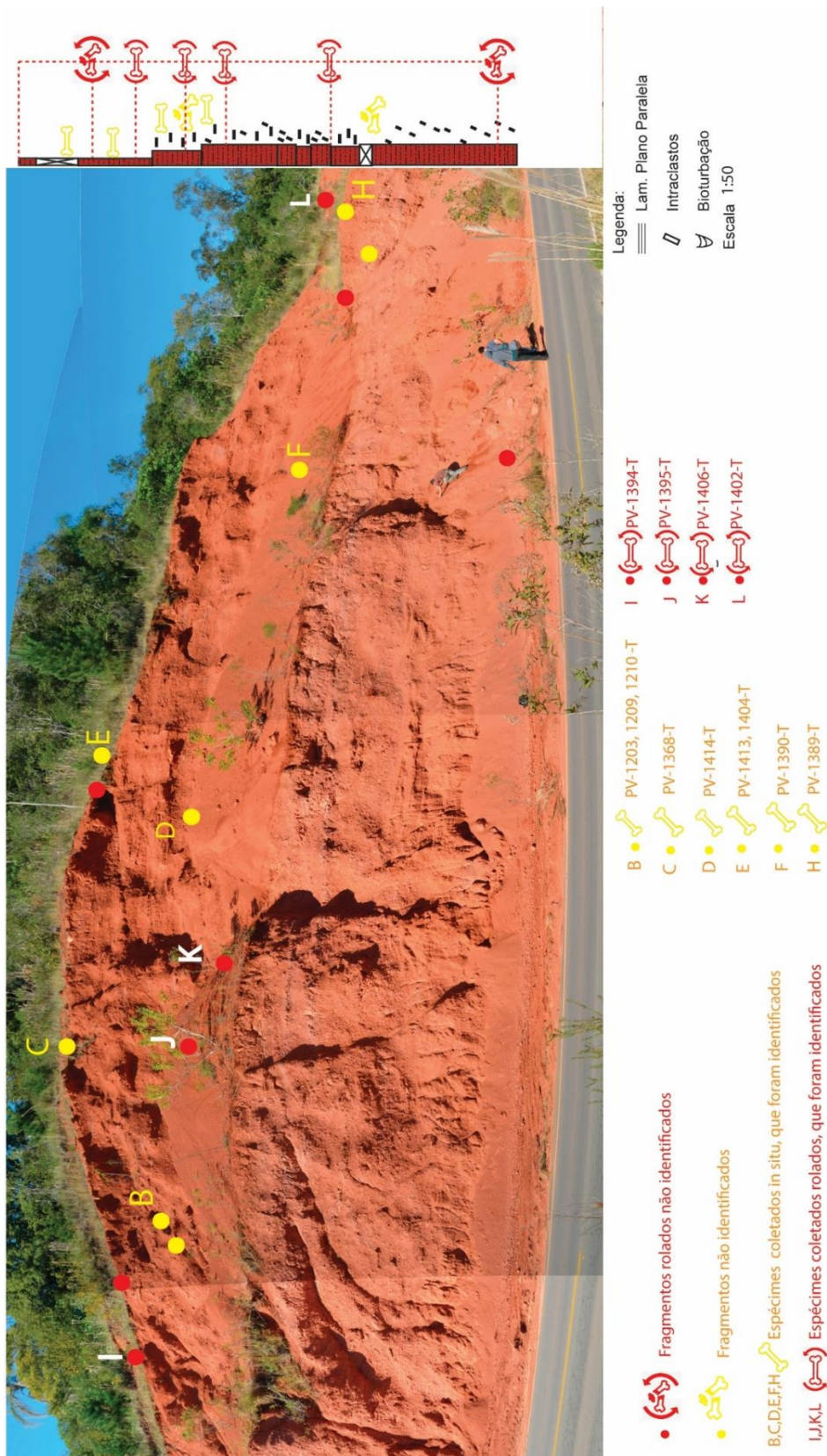


Figura 13. Afloramento Degrau com a indicação dos materiais coletados, assim como a posição destes no perfil do afloramento, à direita da imagem. Os pontos amarelos correspondem a materiais coletados *in situ*, e os pontos vermelhos a materiais coletados rolados. Sendo os pontos demarcados com letras (A, B, C, etc.) os espécimes identificados. Ao lado da imagem os exemplares estão representados nos seus respectivos níveis no perfil do afloramento, sendo as linhas tracejadas a representação dos possíveis alcances dos materiais rolados.

### 5.2.3 Afloramento Placa:

Localizado no km 308 da BR-153, só é possível observar rochas aflorantes na porção à direita da rodovia (sentido rótula para o viaduto). A altura máxima da área em estudo é de 10,75 m (Fig. 14). É caracterizado por siltitos finos, com intraclastos e laminações cruzadas espinha-de-peixe, da base até a porção mais ao topo do afloramento (1,60 m a 7,25 m). Na porção mais superior se observa uma redução no tamanho de grão, se apresentando um siltito fino mais próximo do muito fino, com muito poucos intraclastos, e microlaminações de argila. Os exemplares fósseis provêm tanto da base quanto do topo do afloramento.

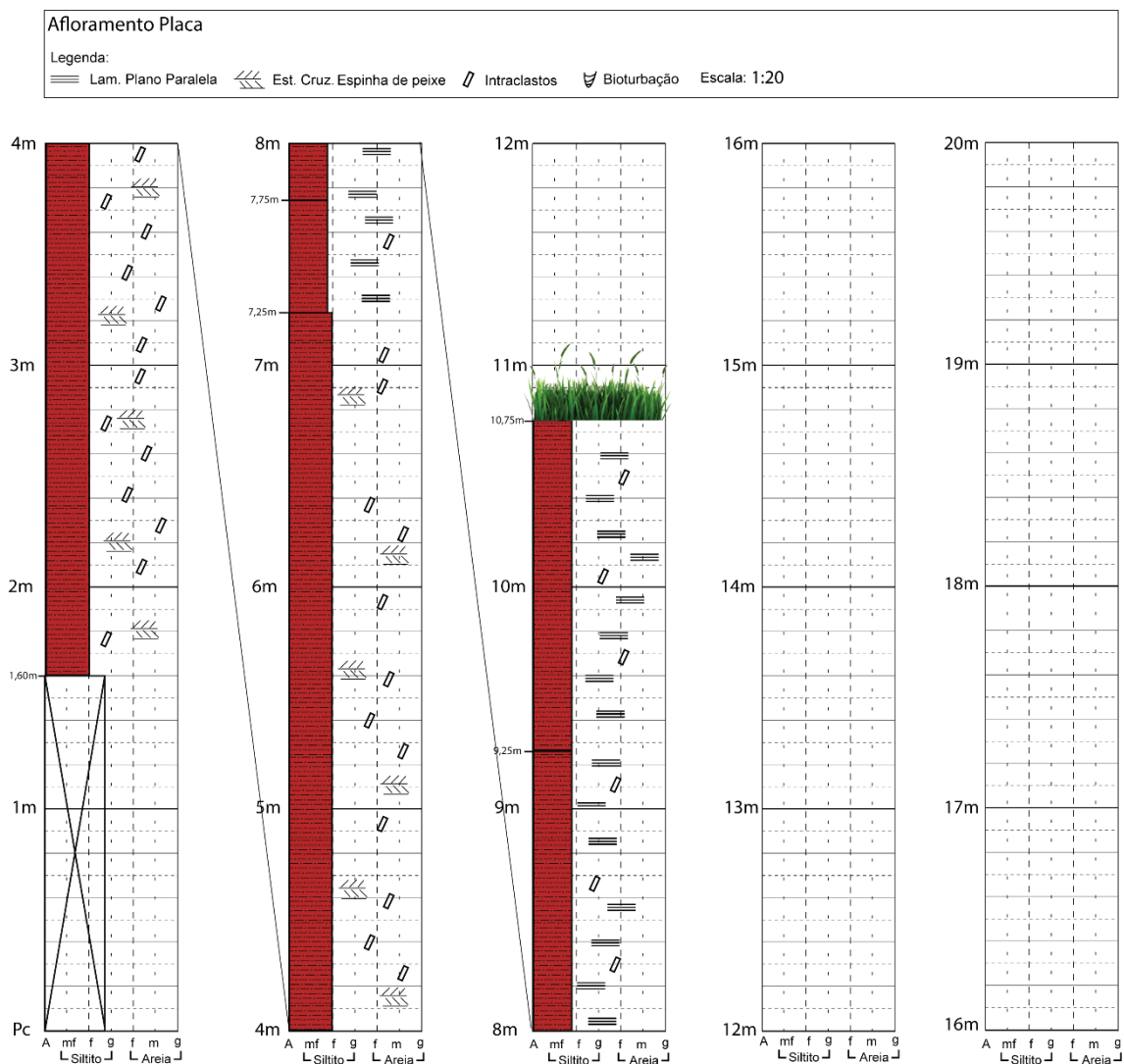


Figura 14. Perfil do afloramento Placa

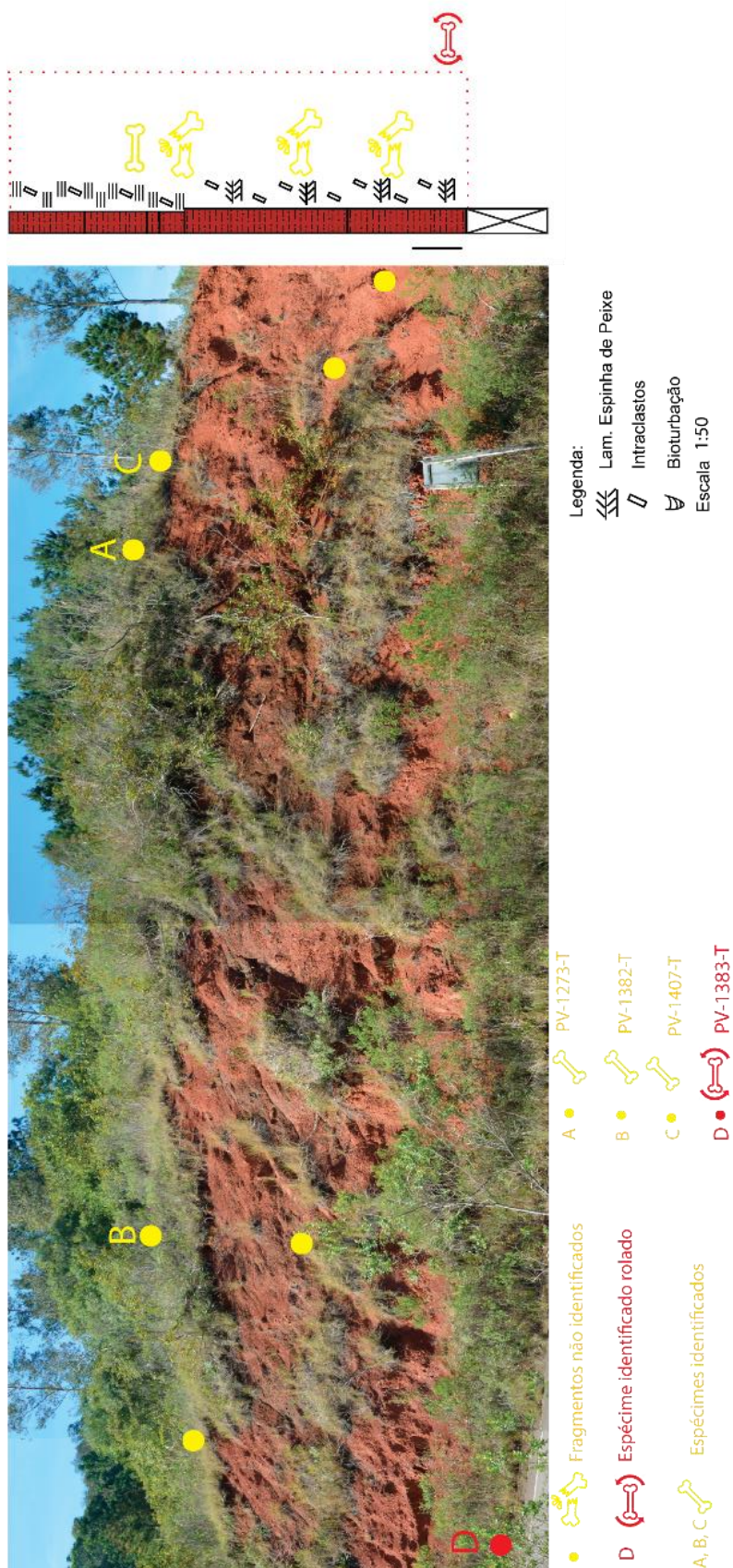


Figura 15. Afloramento Placa com a indicação dos materiais coletados, assim como a posição destes no perfil do afloramento, à direita da imagem. Os pontos amarelos correspondem a materiais coletados *in situ*, e o ponto vermelho ao espécime coletado rolado. Sendo os pontos demarcados com letras (A, B, C, etc.) os espécimes identificados. Ao lado da imagem os exemplares estão representados nos seus respectivos níveis no perfil do afloramento, sendo a linha tracejada a representação da possível posição do espécime rolado.

### 5.3 Identificação e descrição dos materiais

#### 5.3.1 Descrições anatômicas

##### 5.3.1.1 *Hyperodapedon*

**SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**  
**ARCHOSAUMORPHA Von Huene, 1946**  
**RHYNCHOSAURIA Osborn, 1903**  
**RHYNCHOSAURIDAE Huxley, 1887**  
**HYPERODAPEDONTINAE Chatterjee, 1969**  
**(nom. trans. Ex Lydekker 1885)**  
***HYPERODAPEDON* Huxley, 1859**

Essa seção do trabalho tem como objetivo descrever sucintamente os elementos anatômicos identificados dos exemplares assinalados para o gênero *Hyperodapedon*, assim como reportar quais caracteres levaram a esta identificação.

#### **Espécime UFRGS-PV-1236-T – Proveniente do afloramento Placa**

É constituído apenas pelo dentário esquerdo do indivíduo, associado com uma pequena porção fragmentária do esplenial. O exemplar possui um comprimento total de 10,84 cm e uma altura de 5,9 cm (dentário + esplenial), sendo a altura do dentário igual a 3,6 cm. A largura máxima do foi registrada como 1,5 cm. Sua superfície dorsal apresenta apenas uma lâmina cortante, fraturada na maior parte de sua extensão apical. Sua porção mais posterior se encontra preservada e é possível ver os dentes bucais praticamente desgastados por completo. Na borda medial do dentário se encontram cinco dentes cônicos organizados em uma fileira longitudinal, bem evidentes e espaçados entre si (2,8 mm a 4,2 mm entre um dente e outro), esses dentes são os dentes linguais, diferindo dos dentes bucais que ficam localizados na lâmina cortante (LANGER & SCHULTZ, 2010). Os dentes linguais variam no comprimento da sua base entre 2,5 mm (2° e 3°) e 3,5 mm (1° e 4°), com altura total variando entre 1,3 mm (2° e 3°) e 1,6 mm (1° e 4°).

Em conjunto, os caracteres dentes linguais e apenas uma lâmina cortante fazem parte da diagnose das espécies *Hyperodapedon huenei* e *Hyperodapedon mariensis* (LANGER & SCHULTZ, 2000; TUPI-CALDAS, 1933). O que as diferencia é a configuração da maxila, onde *H. huenei* apresenta dois sulcos face ventral da maxila, enquanto *H. mariensis* apresenta apenas um sulco (LANGER & SCHULTZ, 2000; TUPI-CALDAS, 1933). Logo como o espécime UFRGS-PV-1236-T consiste apenas em parte da mandíbula, sua identificação só pode ser feita em nível de gênero, como *Hyperodapedon* sp. (HUXLEY, 1859).

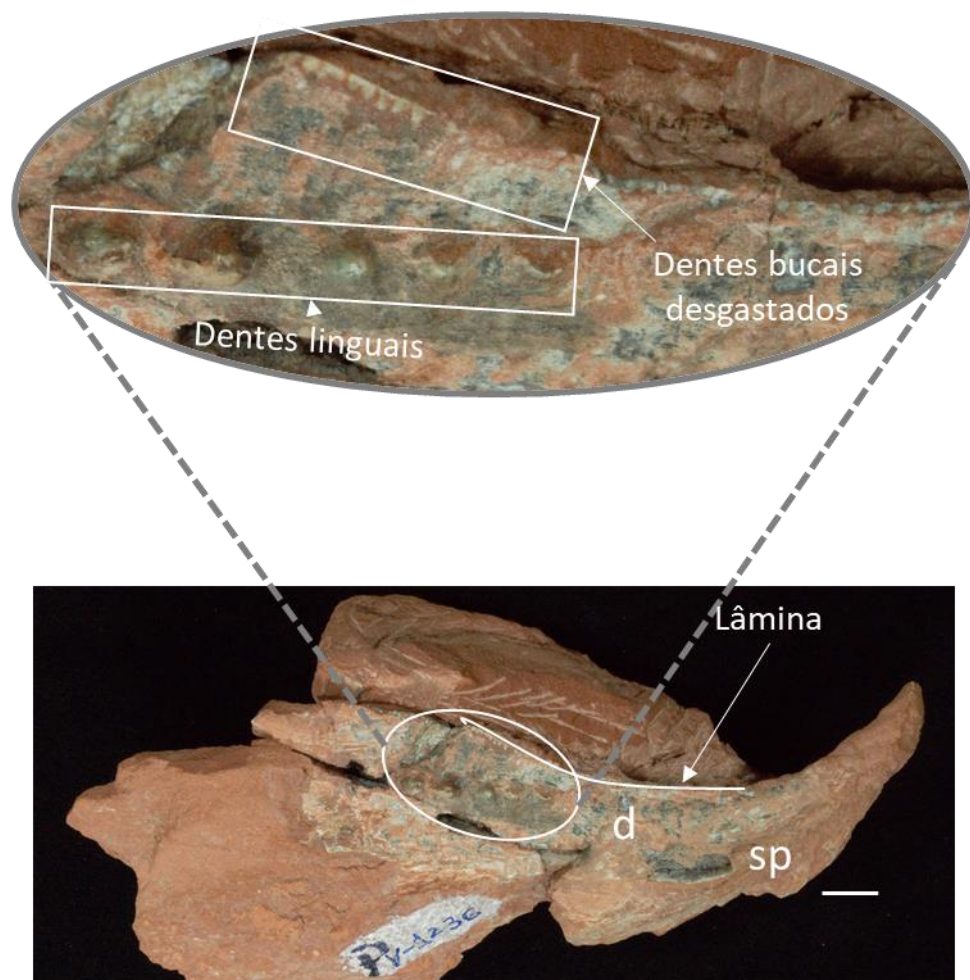


Figura 16. Dentário esquerdo de *Hyperodapedon* sp. (UFRGS-PV-1236-T) em vista medial. Em detalhe, os dentes linguais e bucais desgastados. Abreviações: Dentário – d, Esplénial – sp. Escala: 1cm.

#### **Espécime UFRGS-PV-1273-T – Proveniente do afloramento Placa**

Este espécime consiste em um bloco sedimentar contendo fragmentos do crânio, alguns articulados e outros desarticulados. No bloco preservaram-se a maxila e a pré-maxila direita articuladas, o dentário direito (que se encontra um pouco deslocado para

baixo e para a esquerda, da sua posição de articulação), a porção anterior da maxila esquerda articulada, e o dentário esquerdo desarticulado dos outros elementos do crânio. A pré-maxila é orientada dorsoventralmente, uma característica apomórfica para Rhynchosauria (LANGER & SCULTZ 2000), e apresenta as seguintes dimensões: 12,38 cm de altura, 2,1 de comprimento e 1,89 cm largura.

A maxila direita apresenta apenas um sulco na sua superfície ventral, sendo possível observar o desgaste dos dentes mais anteriores, tanto na área medial quanto na área lateral. A porção posterior da maxila não se fez acessível pela preparação mecânica, sendo então, difícil inferir a quantidade de fileiras dentárias em ambas as áreas. Suas dimensões consistem em: 10,4 cm de comprimento, 3,6 cm de altura máxima e 3 cm de largura.

Ambos dentários apresentam apenas uma lâmina na sua superfície dorsal. No dentário direito, devido a concreções, não é possível visualizar os dentes bucais. Ocorrem concreções também na borda medial, porém foi possível a preparação mecânica sem o dano ao exemplar, revelando dois dentes linguais, porém não sendo possível determinar ao certo seu padrão de disposição. Medidas: 11,94 cm de comprimento, 7,7 cm de altura, 2,49 cm de largura. No dentário esquerdo é possível a visualização dos dentes bucais enfileirados longitudinalmente (altura de 2,35 mm, largura lábio-lingual igual a 3,22 mm). Na borda medial é possível a visualização de apenas um dente lingual, apresentando sinais de desgaste. As dimensões deste dentário consistem em: 15,62 de comprimento, 7,67 cm de altura e 2,96 cm de largura.

Os caracteres da maxila (um sulco na superfície ventral) e do dentário (uma lâmina cortante e dentes linguais) em conjunto, permitem a identificação do indivíduo como *H. mariensis* (TUPI-CALDAS, 1933).



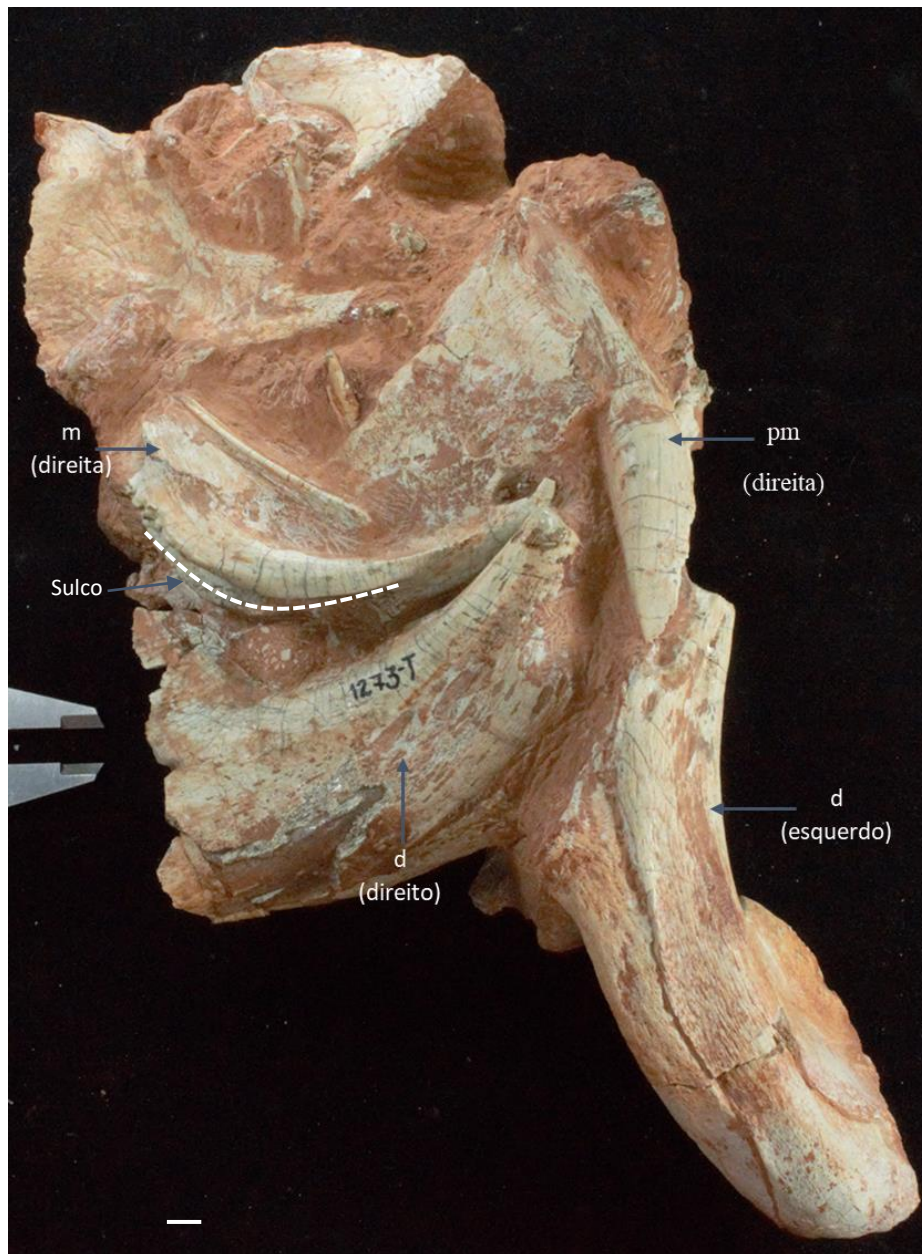


Figura 17 Fragmentos de crânio de *Hyperodapedon mariensis* (UFRGS-PV-1273-T) em vista látero-anterior. Abreviações: Dentário – d, Maxila – m, Pré-maxila – pm. Escala: 1cm.

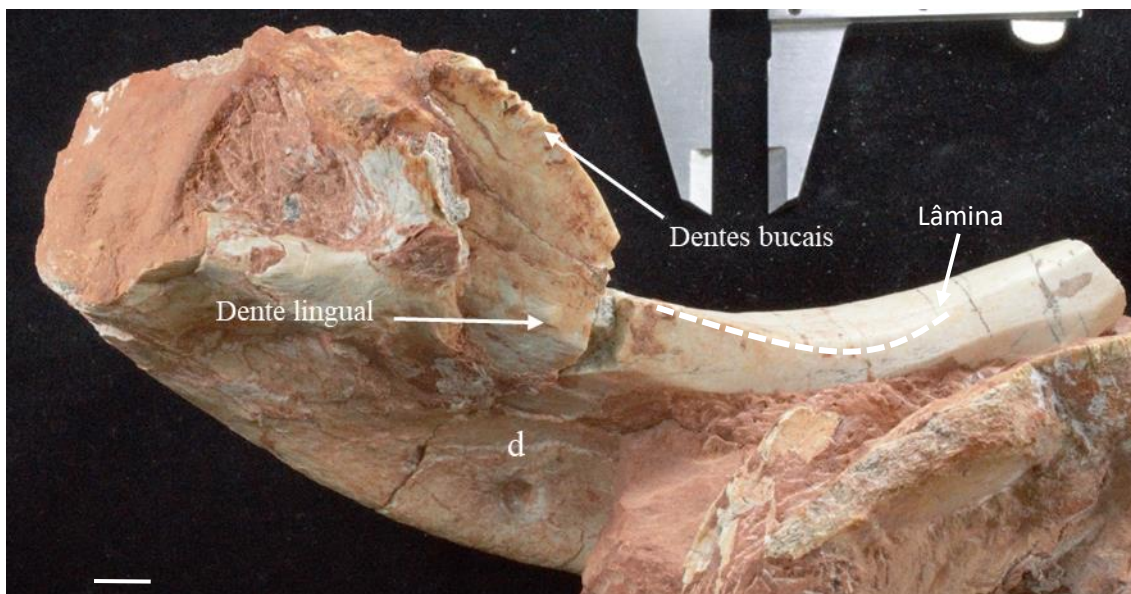


Figura 18. Dentário esquerdo de *Hyperodapedon mariensis* (PV-1273-T) em vista dorso-medial. Abreviações: Dentário – d. Escala: 1cm.

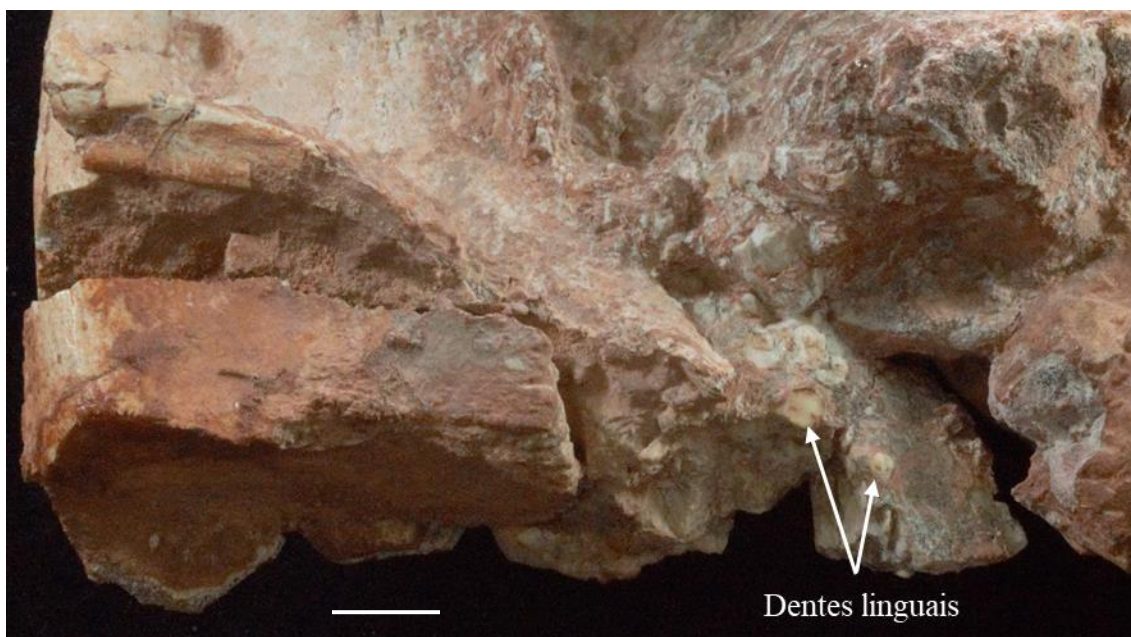


Figura 19 Dentário direito de *Hyperodapedon mariensis* (UFRGS-PV-1273-T) em vista medial em evidência dois dentes linguais. Abreviações: Dentário – d. Escala: 1cm.

### Espécime UFRGS-PV-1382-T – Proveniente do afloramento Placa

Este espécime é composto por elementos de crânio e pós-crânio. Destes, os que ficaram expostos após a preparação mecânica, e passíveis de identificação, são o dentário esquerdo e a maxila direita.

O dentário esquerdo apresenta 13,86 cm de comprimento, 4,23 cm de altura e 1,56 cm de largura. Possui apenas uma lâmina cortante na sua superfície dorsal, fraturada na

metade posterior, onde é possível observar alguns dentes bucais. Na porção posterior da lâmina se encontra uma secção fraturada onde é possível visualizar quatro dentes bucais quebrados e enfileirados longitudinalmente (Fig. 20, em detalhe). Na sua borda medial é possível observar quatro dentes linguais, quebrados, distribuídos em um padrão difuso. Os três primeiros estão enfileirados longitudinalmente, bem espaçados entre si (5 mm entre um e outro), e o quarto se encontra mais acima da fileira, quase que em linha vertical com o terceiro (Fig. 20).

A superfície ventral da maxila é constituída de duas áreas principais portadores de dentes, separadas por um sulco: a área medial e a área lateral. A área medial apresenta uma ou duas fileiras de dentes (a preparação não permitiu acessar com precisão essa informação). Já a área lateral comporta, no mínimo, quatro fileiras de dentes. A porção posterior da maxila se encontra fraturada, assim como uma parte da face medial. As medidas da maxila são 8,35 cm de comprimento, 3,375 de largura e 3,4 de altura.

Os caracteres da maxila (um sulco na superfície ventral) e do dentário (uma lâmina cortante e dentes linguais) em conjunto, permitem a identificação do indivíduo como *H. mariensis* (TUPI-CALDAS, 1933).

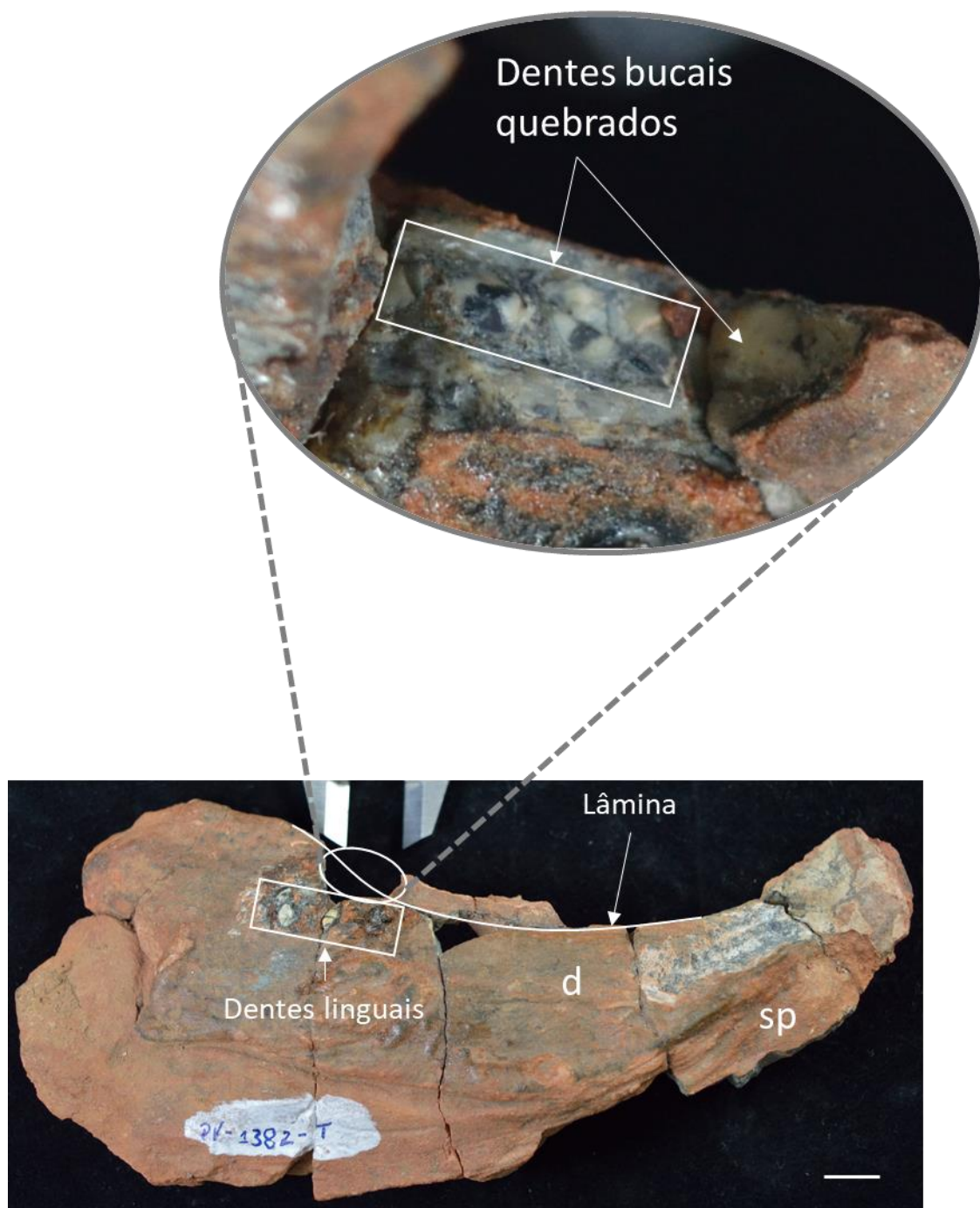


Figura 20. Dentário esquerdo de *Hyperodapedon marieneis* (UFRGS-PV-1382-T) em vista medial; em destaque, os dentes bucais quebrados. Abreviações: Dentário – d, Esplenial – sp. Escala: 1 cm.



Figura 21 Maxila direita de *Hyperodapedon mariensis* (UFRGS-PV-1382-T) em vista ventral. Escala: 1 cm.

#### **Espécime UFRGS-PV-1383-T – Proveniente do afloramento Placa**

Exemplar composto por elementos de crânio e pós-crânio. Destes estão aptos para identificação e descrição a pré-maxila e maxila esquerda, assim como o dentário esquerdo (associado com os espleniais direito e esquerdo). Os elementos de pós-crânio se apresentam, assim como os elementos de crânio, em blocos de sedimento. Não havendo tempo hábil para a preparação de todos os elementos, focou-se apenas nos elementos de crânio com caracteres mais diagnósticos para o grupo (maxilas e dentários).

O dentário apresenta um comprimento de 18,6 cm, um altura de 7,76 cm e uma largura de 3,26 cm. Porta apenas uma lâmina cortante na sua superfície dorsal. Na porção posterior desta lâmina é possível observar alguns dentes bucais enfileirados longitudinalmente, estes possuem 2,7 mm de altura. A borda medial do dentário não possui dentes linguais.

Um pouco deslocado para a direita, da sua posição real, o esplenial esquerdo se encontra na sua porção anterior em contato com o esplenial direito. Ambos possuem um comprimento de 12,6 cm, altura de 2,6 cm e a largura máxima é de 1,08 cm.

A maxila esquerda apresenta apenas um sulco na sua face ventral, separando a área que comporta os dentes, em uma área medial e uma lateral. A área medial apresenta

duas fileiras de dentes, enquanto a área lateral apresenta, no mínimo, quatro fileiras de dentes. Articulados à maxila estão a pré-maxila direita e uma porção do palatino onde se observa parte da coana esquerda. As medidas da pré-maxila esquerda são: 8,11 cm de altura, 2,7 cm de comprimento e 1,46 cm de largura.

Os caracteres apresentados por esse espécime, dentário com uma lâmina, ausência de dentes linguais e maxila com um sulco na face ventral, permitem sua identificação como pertencente à espécie *Hyperodapedon sanjuanensis* (SILL, 1970).

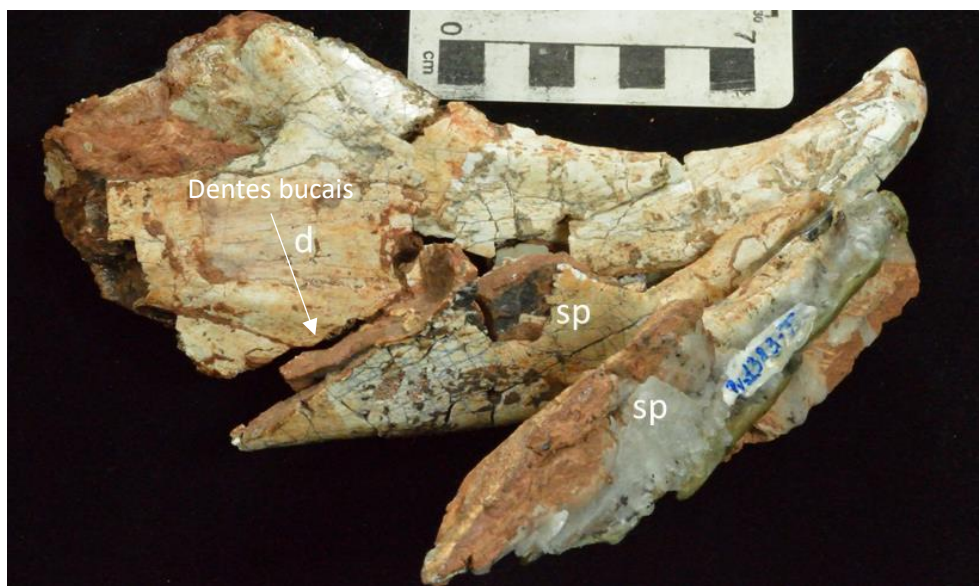


Figura 22. Mandíbula de *Hyperodapedon sanjuanensis* (UFRGS-PV-1383-T) em vista medial. Abreviações: Dentário – d. Esplenial – sp.

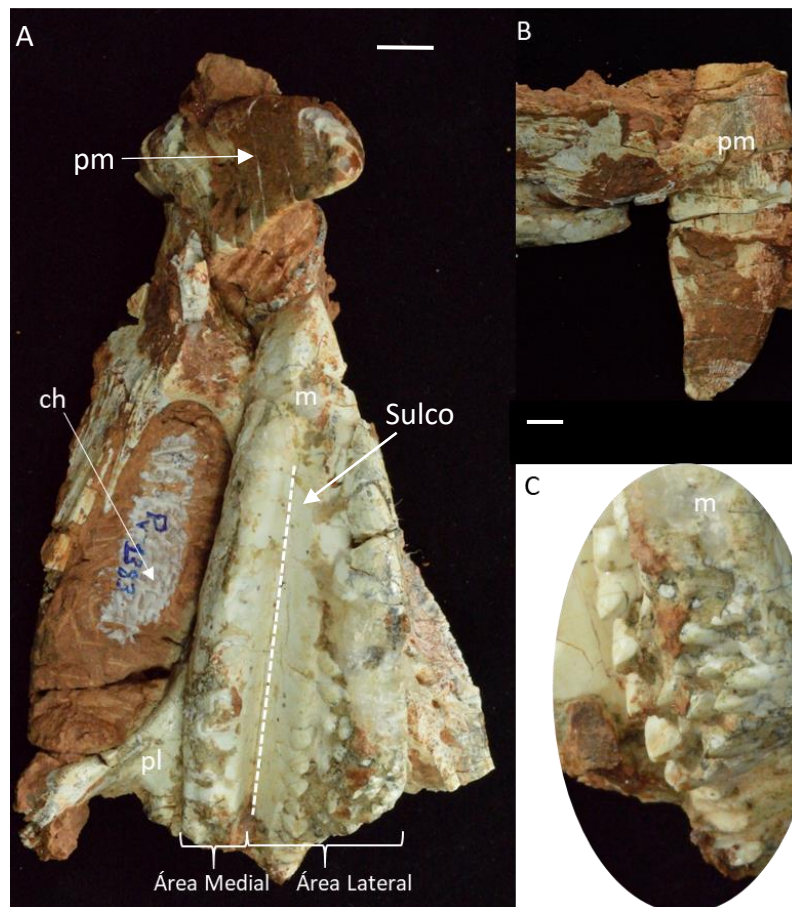
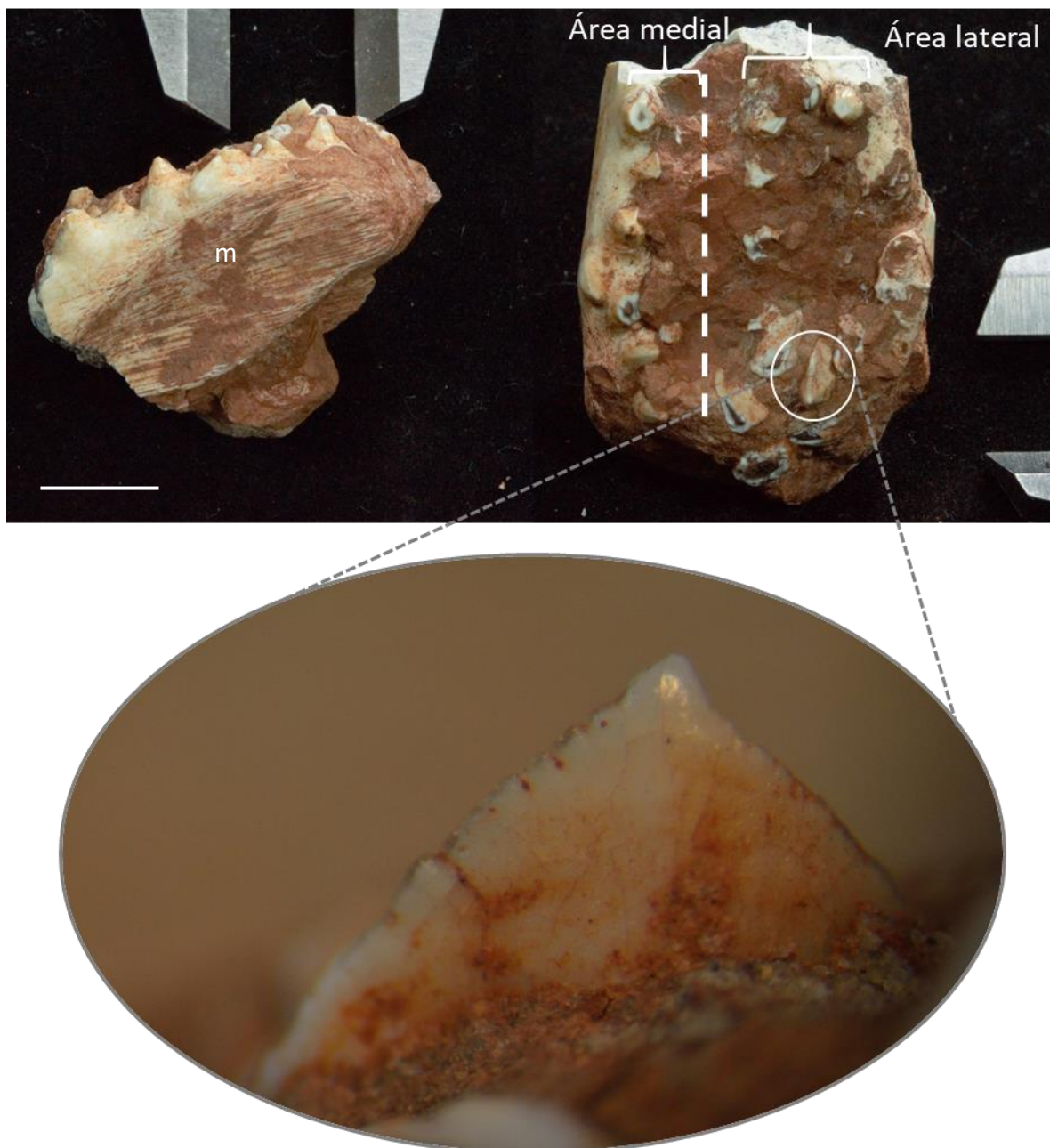


Figura 23. Fragmentos de crânio de *Hyperodapedon sanjuanensis* (UFRGS-PV-1383-T). A) Maxila esquerda em vista ventral articulada à pré-maxila esquerda, ao palatino e a coana esquerda. B) Pré-maxila esquerda em vista medial. C) Em detalhe os dentes da área lateral da maxila. Abreviações: Maxila – m, Pré-maxila – pm, Coana – ch, Palatino – pl.

#### **Espécime UFRGS-PV-1384-T – Proveniente do afloramento Degrau**

O exemplar consiste em um fragmento de maxila esquerda, apresentando apenas um sulco na face ventral. A área medial apresenta duas fileiras de dentes, enquanto a área lateral apresenta, no mínimo, três fileiras. Dentre os dentes mais posteriores da área lateral da maxila, se encontra um dente que apresenta estruturas que lembram serrilhas. A maxila se encontra quebrada na porção mais anterior. As medidas do exemplar são: 3,12 cm de comprimento, 2,32 de largura e 1,69 de altura.

A presença de apenas um sulco na face ventral da maxila, permite a identificação em nível de gênero como *Hyperodapedon* sp. (HUXLEY, 1859). Podendo se tratar tanto da espécie *H. mariensis* quanto da *H. sanjuanensis*, que divergem devido as características do dentário. Ambas espécies possuem apenas uma lâmina na face dorsal do dentário, porém os dentes linguais estão presentes em *H. mariensis* e se encontram ausentes em *H. sanjuanensis* (SILL, 1970; TUPI-CALDAS, 1933).



*Figura 24.* Maxila esquerda de *Hyperodapedon* sp. (UFRGS-PV-1384-T) em vista medial e ventral; em detalhe dente posterior da área lateral com estruturas similares a serrilhas. Abreviações: Maxila – m. Escala: 1cm.

#### **Espécime UFRGS-PV-1389-T – Proveniente do afloramento Degrau**

Este espécime parece conter os elementos do crânio na sua totalidade, porém desarticulados no bloco de rocha no qual foi coletado. A fim de identificar o espécime em tempo hábil para incluí-lo no presente trabalho, a preparação focou o elemento mais diagnóstico que o material continha, a maxila. Infelizmente a mandíbula ainda não foi encontrada, mas é provável que esteja preservada dentro do bloco.



Assim, o exemplar aqui descrito consiste em uma maxila direita, com apenas um sulco na sua face ventral. Sua área medial comporta duas fileiras de dentes, enquanto a área lateral comporta três fileiras. A maxila apresenta 4,83 cm de comprimento, 1,68 cm de largura máxima e 1,4 cm de altura.

A presença de um sulco na face ventral da maxila se apresenta como suficiente para designar o espécime ao gênero *Hyperodapedon* (HUXLEY, 1859). Porém, para maiores inferências sobre a espécie seria necessário avaliar-se as características do dentário (presença ou ausência de dentes linguais), o que deverá ser feito futuramente, caso esse tenha sido preservado.

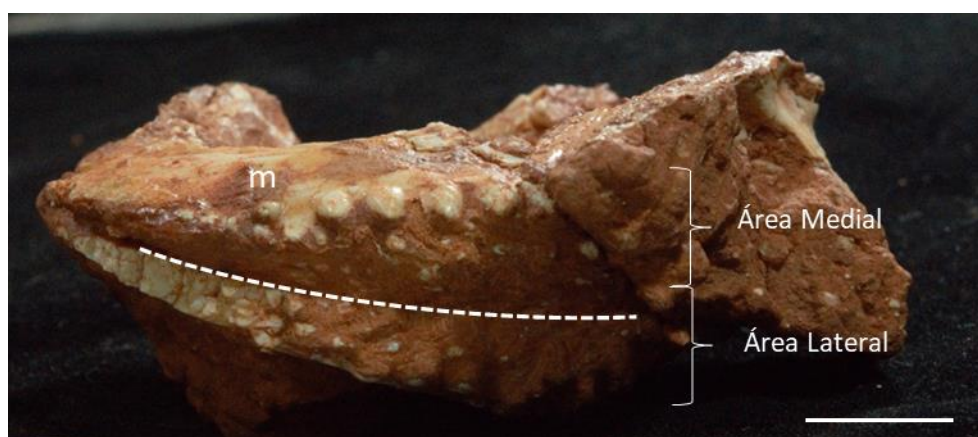


Figura 25 Maxila direita de *Hyperodapedon* sp. em vista ventral (UFRGS-PV-1389-T). Abreviações: Maxila – m. Escala: 1cm.

### **Espécime UFRGS-PV-1394-T – Proveniente do afloramento Degrau**

Consiste em um fragmento de um dentário esquerdo. Compreende metade da porção anterior do elemento mais a primeira metade da porção posterior. Possui apenas uma lâmina cortante na sua superfície dorsal, e nenhum dente bucal foi observado. Apenas a porção mais anterior da borda mediana foi preservada, não sendo possível constatar a presença ou ausência de dentes linguais, já que estes se encontram em geral na porção mais posterior. Tendo em vista que não representa o dentário em sua completude, suas dimensões são: 15,1 cm de comprimento, 4,78 cm de altura e 2,15 cm de largura.

A presença de apenas uma lâmina cortante no dentário permite identificar o espécime como sendo do gênero *Hyperodapedon* (HUXLEY, 1859). Dada a natureza fragmentária do exemplar, coletado rolado ao topo do afloramento Degrau, é difícil inferir

se a ausência dos dentes linguais é característica do indivíduo ou se estes foram removidos por processos bioestratinômicos.

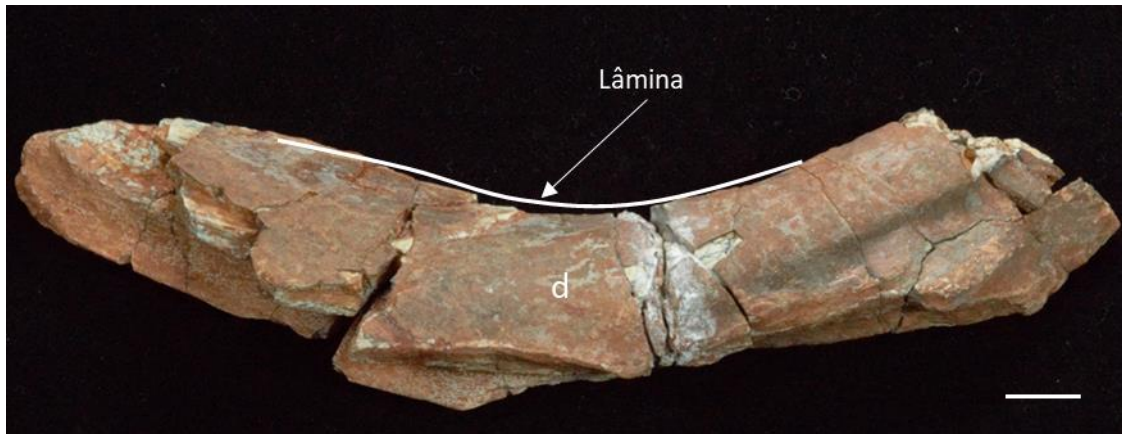


Figura 26. Fragmento do dentário esquerdo de *Hyperodapedon* sp. (UFRGS-PV-1394-T) em vista medial. Abreviações: Dentário – d.

#### **Espécime UFRGS-PV-1398-T – Proveniente do afloramento Degrau**

Este é o menor espécime de rincossauro deste trabalho, consistindo em apenas uma maxila. Não foi possível determinar sua orientação, pois a preparação se deu apenas ao máximo que a fragilidade do exemplar permitiu. Suas dimensões são: 1,68 cm de comprimento, 0,73 cm de largura e 0,78 cm de altura. Assim como o espécime PV-1384-T, apresenta estruturas que lembram serrilhas, porém neste é mais difícil de discernir se estas estruturas são do indivíduo ou infligidas após a morte. Aparenta compor a maxila em sua totalidade. Apresenta apenas um sulco na face ventral, possibilitando a identificação do indivíduo como pertencente ao gênero *Hyperodapedon* (HUXLEY, 1859).



Figura 27 Maxila de *Hyperodapedon* sp. (UFRGS-PV-1398-T), em detalhe dente com estruturas similares a serrilhas. Escala: 1 mm.

### **Espécime UFRGS-PV-1401-T– Proveniente do afloramento Degrau**

Espécime de rincossauro de pequeno porte. Trata-se de um fragmento de dentário onde a posição de um forame mental, assim como a posição dos dentes linguais, permitiu orientar o dentário como direto. Apresenta apenas uma lâmina na superfície dorsal, a qual está fraturada em toda sua extensão apical, não sendo possível observar os dentes bucais. Na borda medial se observa três dentes linguais enfileirados longitudinalmente,

quebrados, mas bem evidentes. Suas medidas consistem em: 4,5 cm de comprimento, 2,6 cm de altura e 0,72 cm de largura.

A presença de apenas uma lâmina na superfície dorsal do dentário permite a identificação em nível de gênero como *Hyperodapedon* sp. (HUXLEY, 1859).

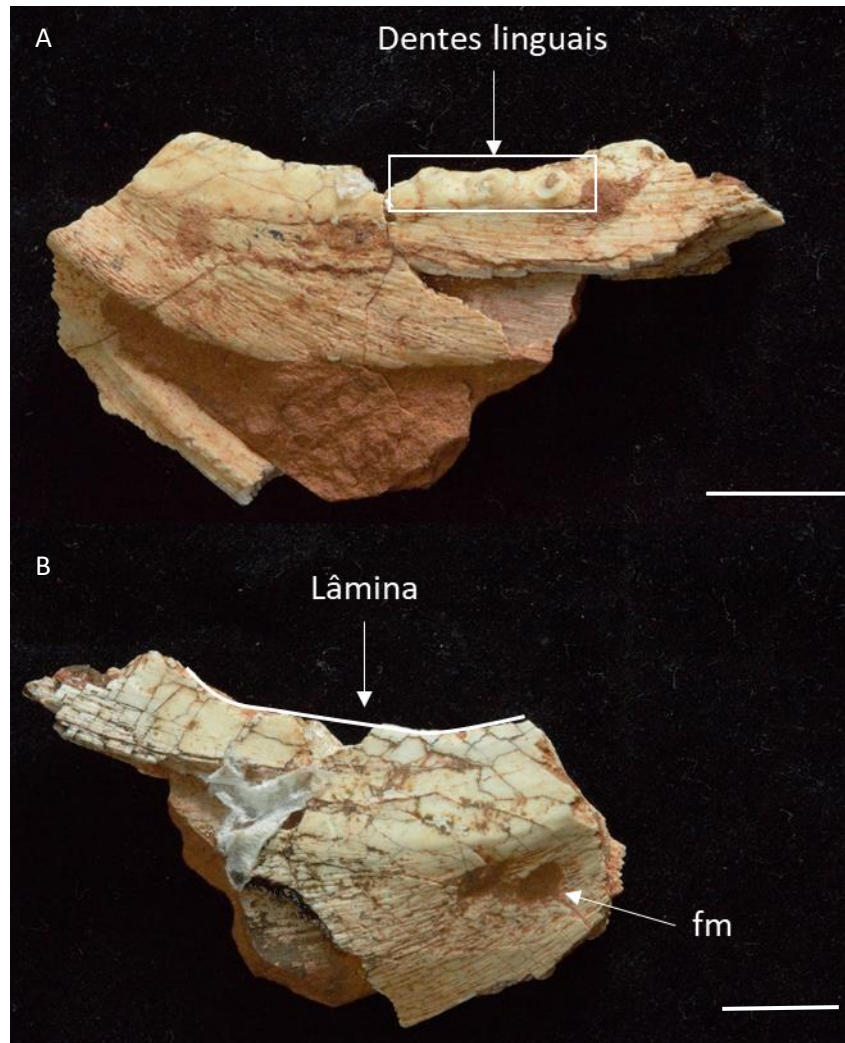


Figura 28 Dentário direito de *Hyperodapedon* sp. (UFRGS-PV-1401-T) em vista medial (A) e lateral (B). Abreviações: Forame mental – fm. Escala: 1 cm.

### **Espécime UFRGS-PV-1406-T – Proveniente do afloramento Degrau**

O exemplar consiste apenas na porção anterior de uma maxila direita, associada com fragmentos do crânio. Esta maxila apresenta um sulco na superfície ventral. A área medial contém duas fileiras de dentes, e a área lateral possui, no mínimo, três fileiras. Suas medidas são: 4,22 cm de comprimento, 1,16 cm de altura e 2,09 cm de largura. A presença de um sulco na face ventral da maxila permite designar o espécime ao gênero *Hyperodapedon* (HUXLEY, 1859).



Figura 29 Maxila direita de *Hyperodapedon* sp. (UFRGS-PV-1406-T), em vista ventral. Abreviações: Dentário – d. Escala: 1cm.

#### **Espécime UFRGS-PV-1407-T – Proveniente do afloramento Placa**

O exemplar consiste em uma maxila esquerda com 5,21 cm de comprimento, 1,73 cm de largura e 1,85 cm de altura máxima. A preparação até o momento só possibilitou acessar a porção posterior desta. Possui apenas um sulco, e a área medial com uma ou, no máximo, duas fileiras de dentes. A área lateral possui quatro fileiras de dentes

A presença de apenas um sulco na face ventral da maxila se apresenta como suficiente para designar o espécime ao gênero *Hyperodapedon* (HUXLEY, 1859).

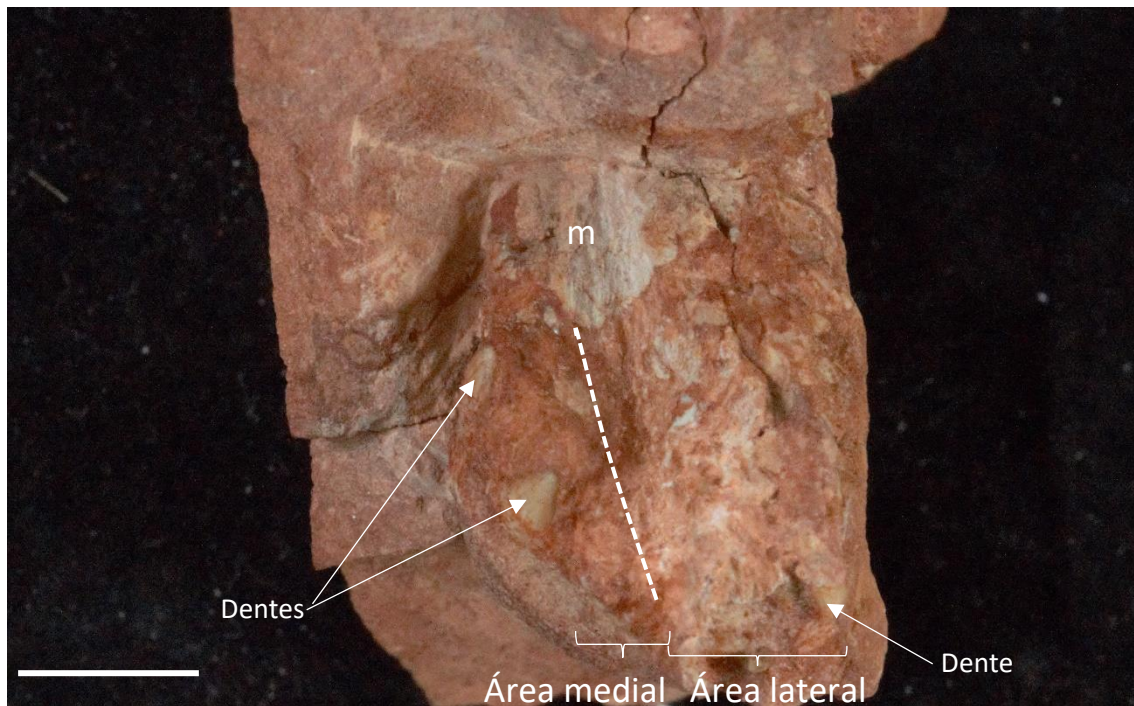


Figura 30 Maxila esquerda de *Hyperodapedon* sp. (UFRGS-PV-1407-T) em vista ventral. Abreviações: Maxila -m. Escala: 1 cm.

### 5.3.1.2 Cynodontia

#### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

**THERAPSIDA** Broom, 1905

**CYNODONTIA** Owen, 1861

**EUCYNODONTIA** Kemp, 1982

**TRAVERSODONTIDAE** Huene, 1936

***EXAERETODON*** Cabrera, 1943

***EXAERETODON RIOGRANDENSIS*** Abdala, Barberena & Dornelles, 2002

#### **Espécime UFRGS-PV-1368-T – Proveniente do afloramento Degrau**

O espécime consiste em elementos de crânio e pós-crânio atribuídos a *Exaeretodon riograndensis*. Os elementos do crânio são dois ramos da mandíbula articulados, três dentes pós-caninos inferiores (molde e dois exemplares, um deles preservado no alvéolo), pré-maxila esquerda, três dentes incisivos superiores (dois preservados em seus alvéolos e um solto), maxila esquerda com o canino preservado no alvéolo e um pós-canino superior direito. O material de pós-crânio consiste em costelas, três vértebras articuladas e um úmero. Todos esses elementos, com exceção da mandíbula

articulada, se encontram desarticulados e fragmentados em um bloco de sedimento que possui 24 cm de comprimento, 17 cm de largura e 6,2 cm de altura. Aqui são descritos os elementos mais significativos para a sua identificação taxonômica.

Está exposta no bloco a face lateral da maxila esquerda. Nesta, é possível observar o canino ainda no seu alvéolo, seguido de um diastema, e os alvéolos dos primeiros quatro pós-caninos. Logo acima do canino é possível visualizar o forame maxilar anterior, e mais posterior a este, na linha do segundo pós-canino, se observa o forame maxilar. A maxila esquerda se preservou apenas até a linha do quinto pós-canino, sendo a última estrutura possível de se observar, a depressão que segue o forame lacrimal. Esse exemplar possui um comprimento de 8,62 cm e altura máxima de 6,54 cm (da ponta do canino até o topo da maxila), sendo que a medida da sua largura se encontra inacessível. O pós-canino direito superior preservou-se com sua raiz (simples); ele apresenta um alto grau de desgaste, sendo caracterizado por uma forma espatulada, e dimensões de 2,06 cm de altura, 1,83 cm de largura lábio-lingual e 0,69 cm de comprimento anteroposterior. Sua forma e as facetas de desgaste gastas na face ou borda lingual permitem inferir que se trata do 1º ou 2º pós-canino (ABDALA *et al.*, 2002). O canino possui 3,64 cm de altura e 1,11 cm de largura.

Os dentários preservaram-se articulados e com um pós-canino ainda em seu alvéolo no ramo direito. Este parece se tratar do 5º pós-canino. Na face lateral do ramo horizontal do dentário direito observa-se, em sua metade posterior, o processo angular que se caracteriza por ser proeminente e agudo (Fig. 35). Os pós-caninos, tanto o preservado no dentário, quanto o que se isolado em meio ao bloco, assim como os moldes deixados por este último e por outros dois que não se preservaram, exibem um formato subquadrangular em vista oclusal, com quatro cúspides nos vértices delimitando uma bacia oclusal no centro. Tais cúspides encontram-se desgastadas ou fraturadas.

Em conjunto as características acima descritas para o dentário, para a maxila, e para os dentes permitem a identificação do espécime como *Exaeretodon riograndensis* (ABDALA *et al.*, 2002, 2013).

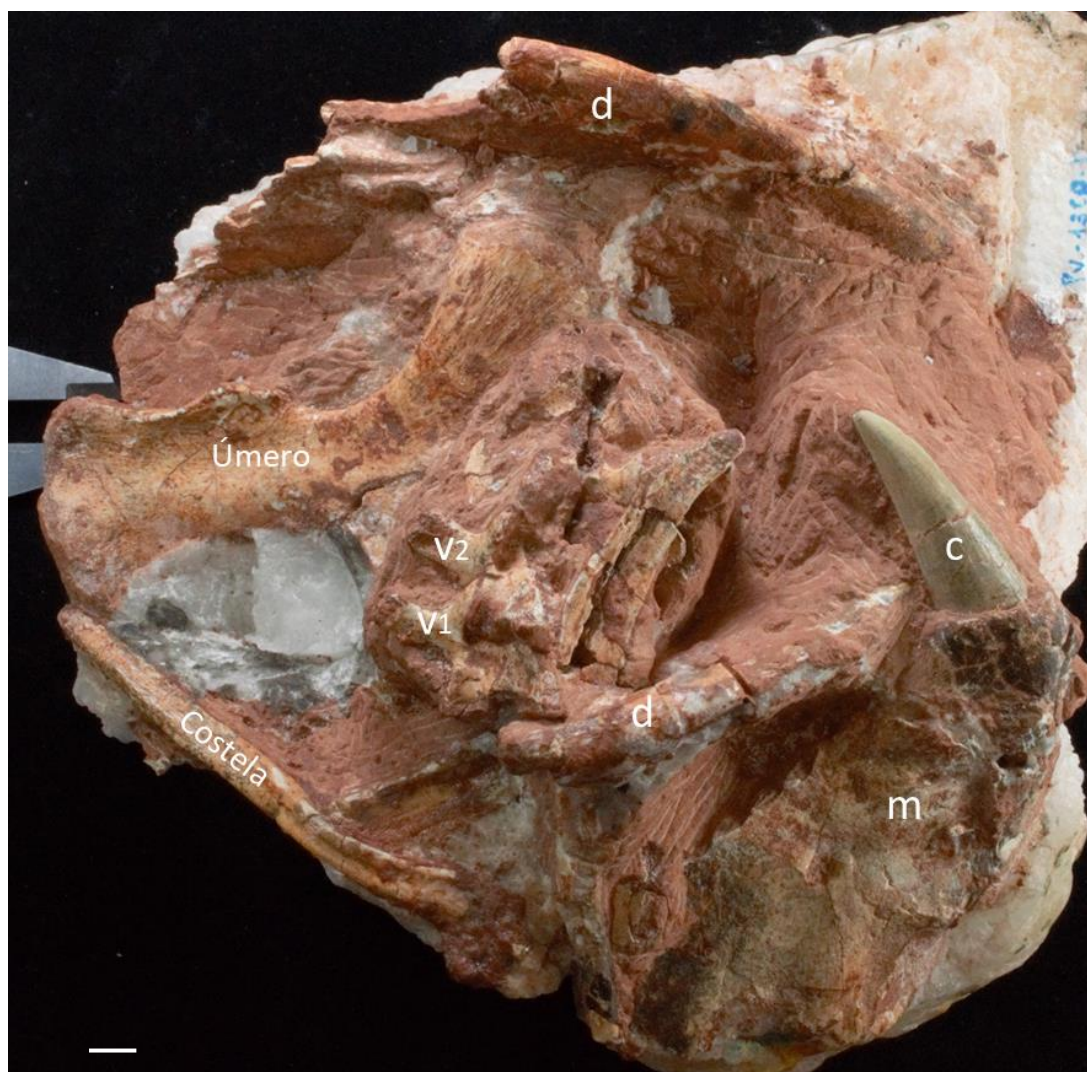


Figura 31. Fragmentos de crânio e pós-crânio de *Exaeretodon riograndensis* (UFRGS-PV-1368-T). Abreviações: Canino – c, Dentário – d, Maxila – m, V<sub>1</sub> e V<sub>2</sub> – duas vértebras articuladas. Escala: 1 cm.



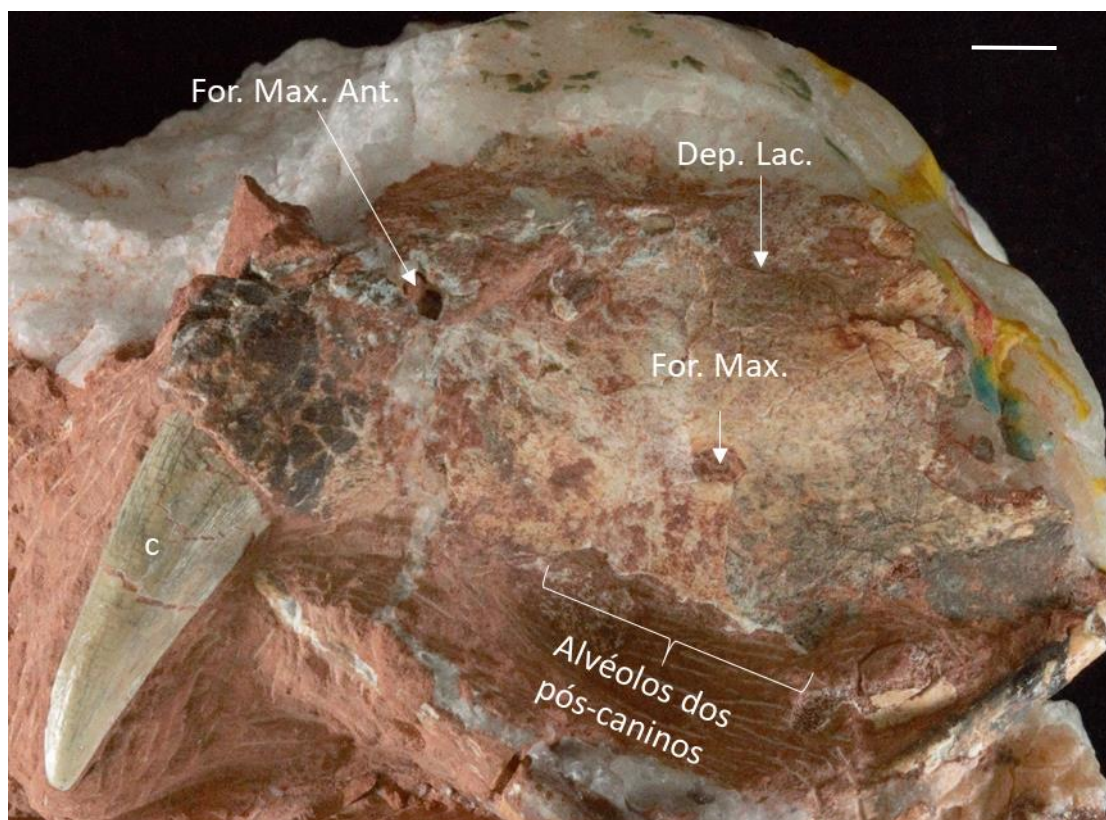


Figura 32 Maxila de *Exaeretodon riograndensis* (UFRGS-PV-1368-T) em vista lateral. Abreviações: Canino -c, For. Max. Ant. – Forame maxilar anterior, For. Max. – Forame maxilar, Dep. Lac. – Depressão do forame lacrimal. Escala: 1 cm.

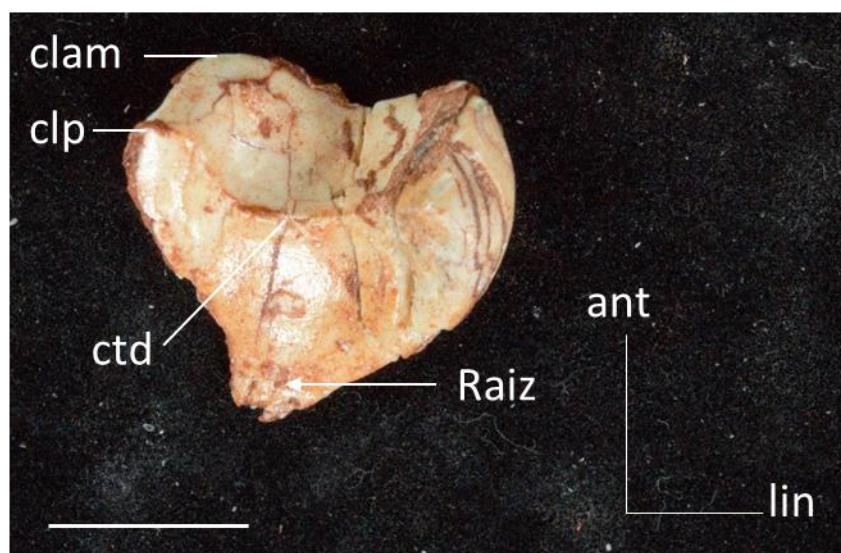


Figura 33 Dente pós-canino superior direito (UFRGS-PV-1368-T). Abreviações: Anterior – ant, Lingual – lin, Cúspide labial acessória mesial – clam, Cúspide labial principal – clp, Crista transversal distal- ctd. Escala: 1 cm.

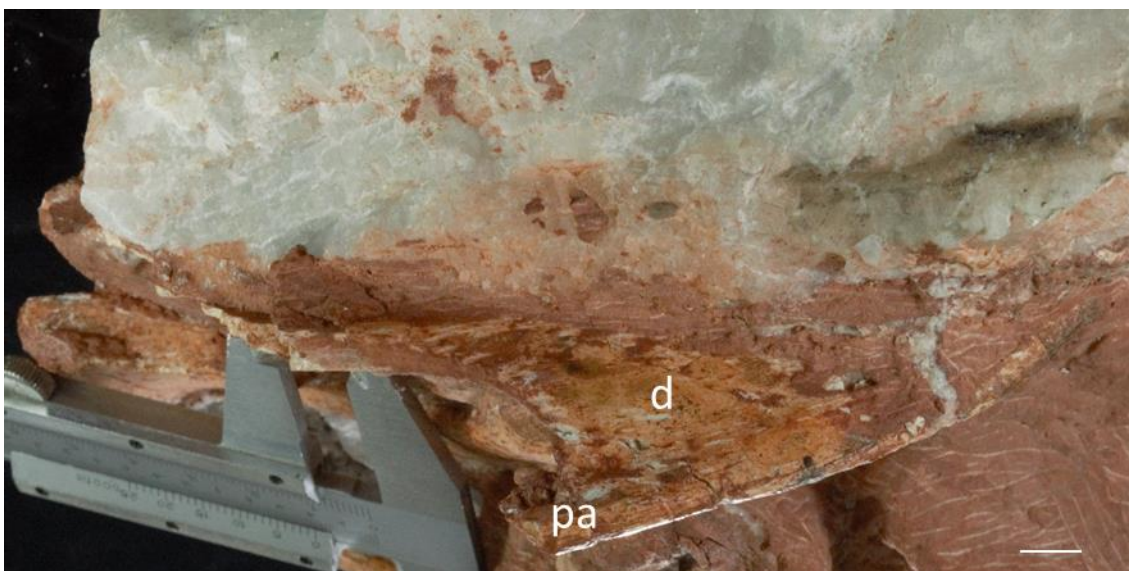


Figura 34 Dentário direito (UFRGS-PV-1368-T) em vista lateral. Abreviações: Dentário – d, Processo angular – pa. Escala: 1cm.

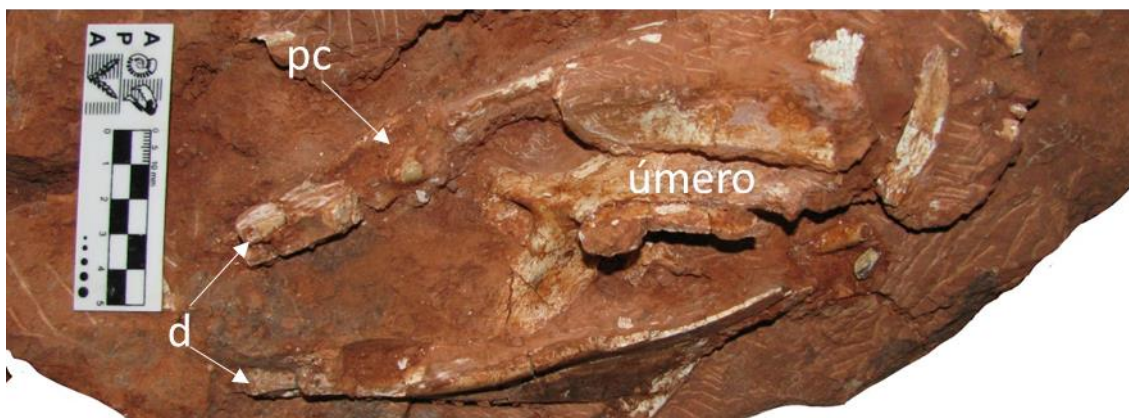


Figura 35 Dentários esquerdo e direito (UFRGS-PV-1368-T), em vista oclusal. Em evidência o 5º pós-canino preservado em seu alvéolo. Abreviações: Dentário -d, Pós-canino - pc. Escala: 1 cm.



Figura 36 Dente pós-canino inferior (UFRGS-PV-1368-T) em vista oclusal. Abreviações: cúspide anterior bucal – cab, cúspide posterior bucal – cpb, cúspide anterior lingual – cal, cúspide posterior lingual – cpl, bucal oclusal - boc. Escala: 1 cm.

**SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA****THERAPSIDA Broom, 1905****CYNODONTIA Owen, 1861****EUCYNODONTIA Kemp, 1982****PROBAINOGNATHIA Hopson, 1990****ECTENINIIDAE Martinez, 2013****TRUCIDOCYNODON Oliveira, 2010*****TRUCIDOCYNODON RIOGRANDENSIS* Oliveira, 2010****Espécime UFRGS-PV-1385-T– Proveniente do afloramento Degrau**

Este espécime consiste em um dente pós-canino e duas vértebras pré-sacrais articuladas. O dente pós-canino é bulboso, possui uma cúspide principal e duas cúspides acessórias, todas serrilhadas e voltadas posteriormente. Essas características juntamente com a informação da localidade de coleta (ZA *Hyperodapedon*, Brasil), permitem identificar o espécime como *Trucidocynodon riograndensis*. E quanto a posição ele pode ser tanto um pós-canino superior (6° ou 8°) quanto um inferior (7° ou 9°) (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Suas dimensões são: 6,6 mm de altura e 6,4 mm de comprimento na base.

Associadas ao dente descrito acima se encontravam duas vértebras pré-sacrais articuladas, com dimensões e características similares ao do holótipo de *T. riograndensis* (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Estas características consistem em: centro com quilha mediana central, as pré-zigapófises inclinadas em relação ao plano horizontal, a espinha neural (na vértebra em que se encontra preservada) com sua extensão reduzida (3,4 mm) e direcionada posteriormente, o processo transversal largo, achatado dorso-ventralmente e direcionado posteriormente. Estas características permitem posicionar essas vértebras entre as cinco primeiras pré-sacrais. A vértebra anterior e completa apresenta 1,48 cm de largura, 1,53 de comprimento e 1,54 cm de altura máxima.



Figura 37 A) Vértex pré-sacrais em vista dorsal e dente pós-canino de *Trucidocynodon riograndensis* (UFRGS-PV-1385-T). B) Vértex pré-sacral em vista anterior. C) Dente pós-canino superior (em vista lateral) ou inferior (em vista medial). Abreviações: Pós-canino – pc, Quilha medial ventral – k, Processo transversal – pt, Pré-zigapófise- pz, Pós-zigapófise – poz. Escala: 1cm.

### 5.3.1.3 Archosauria

#### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

**ARCHOSAURIA** Cope, 1869

**PSEUDOSUCHIA** Zittel, 1887±1890

**AETOSAURIA** Marsh, 1884

**AETOSAURIA** indet.

#### Espécime UFRGS-PV-1388-T: Proveniente do afloramento Mangueira

Este espécime consiste em um osteoderma, de espessura fina (3,2 mm), 2,89 cm de comprimento e 1,69 cm de largura. Apresenta ornamentações e possui uma barra anterior. Esta última característica, no período Triássico, ocorre apenas em Aetosauria e Doswelliidae. Sendo que Doswelliidae não ocorrem na América do Sul e seus osteodermas são caracterizados por uma espessura grossa (DESOJO *et al.*, 2013). Tendo

em vista estas informações, somado às ornamentações que o exemplar apresenta, é possível inferir que este fragmento, da porção anterior do osteoderma, pertence a um Aetosauria (DESOJO *et al.*, 2013; Comunicação pessoal de PAES-NETTO V.D., 2018). Devido à natureza fragmentária do exemplar não é possível identificação em níveis menos inclusivos, como gênero.

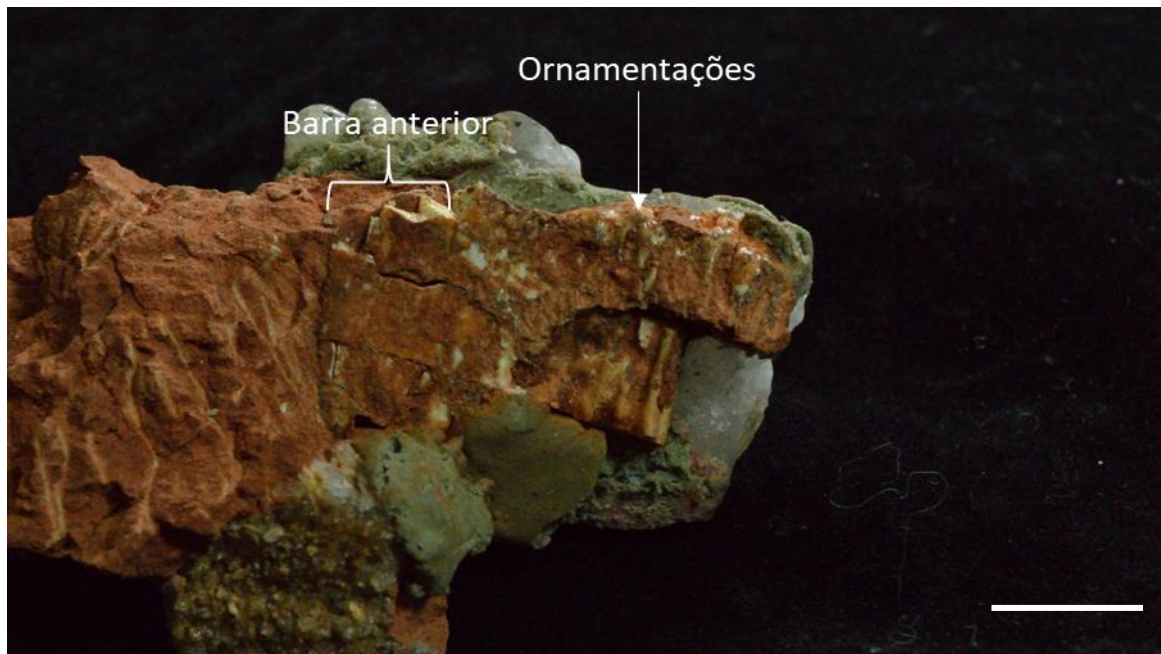


Figura 38 Fragmento de osteoderma de Aetosauria indet. (UFRGS-PV-1388-T) em vista externa. Escala: 1 cm.

## SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

### ARCHOSAURIA Cope, 1869

#### PSEUDOSUCHIA Zittel, 1887–1890 SENSU Gauthier & Padian, 1985

#### RAUISUCHIA Von Huene, 1942 SENSU Brusatte *et al.*, 2010

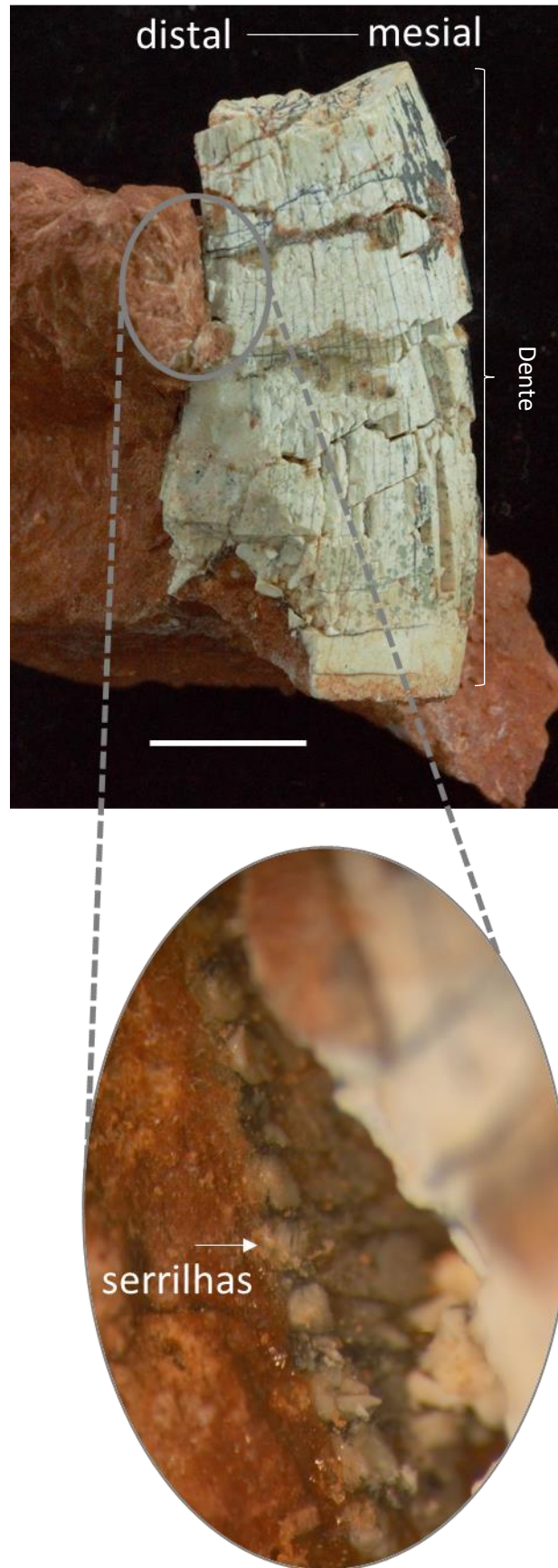
#### **Espécimes UFRGS-PV-1414, 1415-T: Provenientes do afloramento Degrau**

Os espécimes identificados previamente como Archosauria indeterminados se tratam de dentes isolados, caracterizados por serem comprimidos lábio-lingualmente, curvados distalmente e por possuírem serrilhas na carena distal, caracterizando-se como o padrão zifodonte (LANGSTON, 1975). Como literatura base para descrição e tentativas de identificação, foi utilizado o trabalho de Oliveira & Pinheiro (2017). Este trabalho, através da análise de dentes isolados de archosauriformes provenientes da ZA

*Hyperodapedon* (Sítio Piveta, São João do Polêsine, RS), identificou três morfótipos entre eles, sendo designados a Phytosauria (morfótipo I) e “Rauisuchia” (morfótipos II, III). Apenas algumas análises encontram Rauisuchia como um grupo monofilético, sendo assim muitos autores (*e.g.* WEINBAUM & HUNGERBÜHLER, 2007; GAUTHIER *et al.*, 2011; NESBITT, 2011) ainda utilizam o termo “rauisuchia” para se referir a esses animais em um sentido parafilético (OLIVEIRA & PINHEIRO, 2017).

#### **Espécime UFRGS-PV-1414-T – Proveniente do afloramento Degrau**

Este dente se encontra quebrado na porção apical, assim como na face distal. O comprimento total, até a fratura, é de 36,3 mm, a largura lábio-lingual é de 13 mm, e o comprimento da coroa é de 17,9 mm. As serrilhas se preservaram em uma pequena porção da face distal, apresentando uma proporção de três dentículos por 1 mm. A razão entre o comprimento mesiodistal e a largura lábio-lingual da coroa é igual a 1,38. Estas características aproximam o espécime do morfótipo II de Oliveira & Pinheiro (2017), levando a uma identificação preliminar como “Rauisuchia” indet (Fig. 39).



*Figura 39* Dente de “*Rauisuchia*” (UFRGS-PV-1414-T), em detalhe as serrilhas preservadas na face distal.  
Escala: 1 cm.

**Espécime UFRGS-PV-1415-T– Proveniente do afloramento Degrau**

O dente consiste na coroa, sendo o restante representado pela sua impressão detalhada na rocha. A coroa está fraturada na porção apical. O comprimento total, até a fratura, é de 19 mm, com largura lábio-lingual de 4,7 mm e comprimento da coroa de 6,8 mm. As serrilhas se preservaram como impressão apenas na face distal do dente, apresentando uma proporção de quatro denticulos por 1 mm. A razão entre o comprimento da coroa e a largura lábio-lingual é igual a 1,45. Estas características aproximam o espécime do morfótipo III de Oliveira & Pinheiro (2017), que também leva a uma identificação preliminar como “Raiusuchia” indet (Fig. 40).



*Figura 40* Dente de “Raiusuchia” (UFRGS-PV-1415-T). Em detalhe, impressão das serrilhas na face distal do dente. Escala: 1 cm.



### 5.3.2 Outros espécimes identificados

Dentre os materiais depositados no Laboratório de Paleontologia de Vertebrados da UFRGS e alguns exemplares já tombados na sua coleção, em 33 espécimes foram possíveis identificações ao menos em nível de grupo para identificação, assim como a revisão da identificação de alguns que estavam depositados na coleção UFRGS-PV-T. Nos quadros 5, 6, 7 e 8 são apresentados os 33 espécimes identificados durante o trabalho. No quadros 9, 10, 11 e 12 essas identificações foram compiladas com os dados já registrados no livro tomo do referido Laboratório antes do início da pesquisa, apresentando na íntegra todos os espécimes identificados para os afloramentos.

Cada quadro encontra-se dividida de acordo com os grupos taxonômicos mais inclusivos e dentro destes são listados os táxons identificados (*e.g.* família, gênero ou espécie) com seus respectivos exemplares (UFRGS-PV-T). Para cada espécime são apresentados, de forma sucinta, os elementos que o compõem (*e.g.* úmero, dentes etc.), e o estado no qual ele foi encontrado (*in situ* ou rolado), sendo utilizado “-” para exemplares onde essa informação é desconhecida.

Quadro 5: Espécimes identificados no afloramento Mangueira.

<b>AFLORAMENTO MANGUEIRA</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
Rhynchosauria indet. (n = 5)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1408-T	Falange ungueal	-
UFRGS-PV-1409-T	Fêmur	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1410-T	Ílio	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1411-T	Fêmur, vértebras, costela	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1412-T	Pré-articular	-
<b>ARCHOSAURIA</b>		
Aetosauria indet. (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1388-T	Osteoderma	<i>in situ</i>

Quadro 6: Espécimes identificados no afloramento Degrau.

<b>AFLORAMENTO DEGRAU</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
Rhynchosauria indet. (n = 8)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1390-T	Pé articulado	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1395-T	Úmero e ílios	rolados
UFRGS-PV-1397-T	Maxila	-
UFRGS-PV-1399-T	Úmero	<i>in situ</i>

UFRGS-PV-1400-T	Dentário	-
UFRGS-PV-1402-T	Tíbia	-
UFRGS-PV-1403-T	Dentário	rolado
UFRGS-PV-1405-T	Mandíbula	<i>in situ</i>
<i>Hyperodapedon sp.</i> (n = 6)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1384-T	Maxila	-
UFRGS-PV-1389-T	Crânio	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1394-T	Dentário	rolado
UFRGS-PV-1398-T	Maxila	-
UFRGS-PV-1401-T	Dentário	-
UFRGS-PV-1406-T	Maxila	rolado
<b>ARCHOSAURIA</b>		
Archosauria indet. (n = 2)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1414-T	Dente	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1415-T	Dente	-
<b>CYNODONTIA</b>		
Traversodontidae indet. (n = 2)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1413-T	Dentes incisivo e pós-canino	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1404-T	Dentes e fragmentos de pós-crânio	rolados
<i>Exaeretodon riograndensis</i> (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1368-T	Fragmentos de crânio e pós-crânio	<i>in situ</i>
<i>Trucidocynodon riograndensis</i> (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1385-T	Dentes pós-caninos e vértebras	<i>in situ</i>

Quadro 7: Espécimes identificados no afloramento Placa.

<b>AFLORAMENTO PLACA</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
<i>Hyperodapedon sp.</i> (n = 2)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1236-T	Dentário	-
UFRGS-PV-1407-T	Maxila	<i>in situ</i>
<i>Hyperodapedon mariensis</i> (n = 2)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1273-T	Crânio	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1382-T	Crânio e pós-crânio	<i>in situ</i>
<i>Hyperodapedon sanjuanensis</i> (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1383-T	Crânio e pós-crânio	rolados

Quadro 8: Espécimes identificados, sem informação sobre o afloramento de procedência.

<b>VALE DO SOL</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
Rhynchosauria indet. (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1393-T	Fragmentos de maxila	rolados
<b>CYNODONTIA</b>		
Traversodontidae indet. (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1392-T	Dentes pós-caninos e mandíbula	-

Quadro 9: Compilação de todos os espécimes do afloramento Mangueira identificados taxonomicamente.

<b>AFLORAMENTO MANGUEIRA</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
Rhynchosauria indet. (n = 9)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1205-T	Fragmentos de crânio	-
UFRGS-PV-1217-T	Rádio	-
UFRGS-PV-1278-T	Vértebra	-
UFRGS-PV-1279-T	Pré-maxila	-
UFRGS-PV-1408-T	Falange ungueal	-
UFRGS-PV-1409-T	Fêmur	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1410-T	Cintura pélvica - Ílio	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1411-T	Fêmur, vértebras, costelas	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1412-T	Pré-articular	-
<b>ARCHOSAURIA</b>		
Aetosauria indet. (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1388-T	Osteoderma	<i>in situ</i>

Quadro 10: Compilação de todos os espécimes do afloramento Degrau identificados taxonomicamente.

<b>AFLORAMENTO DEGRAU</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
Rhynchosauria indet. (n = 17)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1218-T	Astrágalo	-
UFRGS-PV-1219-T	Vértebra	-
UFRGS-PV-1235-T	Fêmur	-
UFRGS-PV-1282-T	Vértebra	-
UFRGS-PV-1203-T	Úmero	-
UFRGS-PV-1204-T	Vértebra	rolado
UFRGS-PV-1209-T	Úmero	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1210-T	Úmero	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1332-T	Vértebras	rolado

UFRGS-PV-1390-T	Pé articulado	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1395-T	Úmero e ílios	rolados
UFRGS-PV-1397-T	Maxila	-
UFRGS-PV-1399-T	Úmero	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1400-T	Dentário	-
UFRGS-PV-1402-T	Tíbia	-
UFRGS-PV-1403-T	Dentário	rolados
UFRGS-PV-1405-T	Mandíbula	<i>in situ</i>
<i>Hyperodapedon</i> sp. (n = 6)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1384-T	Maxila	-
UFRGS-PV-1389-T	Crânio	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1394-T	Dentário	rolado
UFRGS-PV-1398-T	Maxila	-
UFRGS-PV-1401-T	Dentário	-
UFRGS-PV-1406-T	Maxila	rolado
<b>ARCHOSAURIA</b>		
Archosauria indet. (n = 2)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1414-T	Dente	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1415-T	Dente	-
<b>CYNODONTIA</b>		
Cynodontia indet. (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1207-T	Mandíbula	-
Traversodontidae indet. (n = 2)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1413-T	Dente incisivo e pós-canino	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1404-T	Dentes e fragmentos de pós-crânio	rolados
<i>Exaeretodon riograndensis</i> (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1368-T	Fragmentos de Crânio e pós-crânio	<i>in situ</i>
<i>Trucidocynodon riograndensis</i> (n = 1)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1385-T	Dente pós-canino e vértebras	<i>in situ</i>

Quadro 11: Compilação de todos os espécimes do afloramento Placa identificados taxonomicamente.

<b>AFLORAMENTO PLACA</b>		
<b>RHYNCHOSAURIA</b>		
<i>Hyperodapedon</i> sp. (n = 2)		
<b>Nº Tombo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Observações</b>
UFRGS-PV-1236-T	Dentário	-
UFRGS-PV-1407-T	Maxila	<i>in situ</i>
<i>Hyperodapedon mariensis</i> (n = 2)		

Nº Tombo	Descrição	Observações
UFRGS-PV-1273-T	Crânio	<i>in situ</i>
UFRGS-PV-1382-T	Crânio e pós-crânio	<i>in situ</i>
<i>Hyperodapedon sanjuanensis</i> (n = 1)		
Nº Tombo	Descrição	Observações
UFRGS-PV-1383-T	Crânio e pós-crânio	rolados

Quadro 12: Compilação de todos os espécimes sem informação sobre o afloramento de procedência, identificados taxonomicamente.

VALE DO SOL		
RHYNCHOSAURIA		
Rhynchosauria indet. (n = 4)		
Nº Tombo	Descrição	Observações
UFRGS-PV-1233-T	Úmero	-
UFRGS-PV-1242-T	Úmero	-
UFRGS-PV-1280-T	Mandíbula	-
UFRGS-PV-1393-T	Fragmentos de maxila	rolados
CYNODONTIA		
Traversodontidae indet. (n = 1)		
Nº Tombo	Descrição	Observações
UFRGS-PV-1392-T	Dentes pós caninos e mandíbula	-

#### 5.4 Análise da Composição Faunística

A análise é apresentada nos tópicos a seguir, dividida em duas partes: a análise da Área Vale do Sol, contando os três afloramentos como uma unidade única; e a análise individual dos afloramentos e suas respectivas composições.

##### 5.4.1 Composição faunística da Área Vale do Sol

A Área Vale do Sol é caracterizada por uma composição faunística com predomínio da ocorrência de rincossauros (82%) sobre os outros dois grupos taxonômicos identificados, cinodontes (12%) e arcosauros (6%). Do total de rincossauros (n = 41), 26,82% (n = 11) foram identificados como pertencendo ao gênero *Hyperodapedon*, e para os outros 73,18% (n = 30) não foi possível chegar a identificações menos inclusivas que Rhynchosauria. Os 12% de cinodontes se dividem em 8% de traversodontídeos, com um espécime identificado ao nível menos inclusivo como *Exaeretodon riograndensis*, 2% de Probainognathia, representado pelo espécime *Trucidocynodon riograndensis*, e 2% cinodonte indeterminado. Os espécimes de Archosauria (n = 3) representam apenas 6%

dos exemplares identificados nesse trabalho, sendo 4% representados por dois exemplares de Archosauria indeterminados (ver: 5.3.2.3 Archosauria, para mais informações sobre a identificação destes) e 2% por um exemplar identificado como Aetosauria indeterminado.

Quadro 13. Lista de táxons, e suas respectivas quantidade de espécimes, identificados na Área Vale do Sol.

Área Vale do Sol	
<b>Archosauria</b>	<b>n = 3</b>
Archosauria indet.	n = 2
Aetosauria	n = 1
<b>Cynodontia</b>	<b>n = 6</b>
Cynodontia indet.	n = 1
Traversodontidae indet.	n = 3
Traversodontidae <i>Exaeretodon riograndensis</i>	n = 1
Probainognathia <i>Trucidocynodon riograndensis</i>	n = 1
<b>Rhynchosauria</b>	<b>n = 41</b>
Rhynchosauria indet	n = 30
<i>Hyperodapedon sp.</i>	n = 8
<i>Hyperodapedon mariensis</i>	n = 2
<i>Hyperodapedon sanjuanensis</i>	n = 1

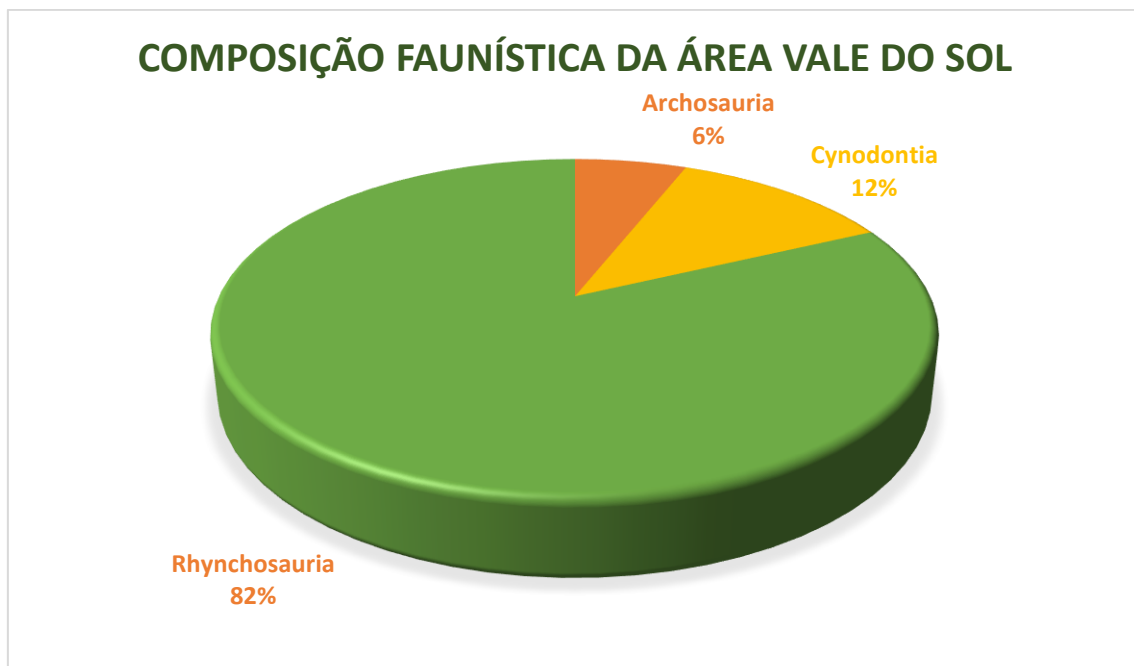


Figura 41 Gráfico de Pizza representando a composição faunística da Área Vale do Sol.

#### 5.4.2 Composição faunística do afloramento Mangueira

Identificações a níveis menos inclusivos (gênero e espécie) ainda não foram possíveis para esse afloramento. Sua composição é dominada por Rhynchosauria (90%), sendo um espécime de Aetosauria (10%) o único registro de outro grupo neste ponto.

Quadro 14. Lista de táxons, e suas respectivas quantidade de espécimes, identificados no Afloramento Mangueira.

Afloramento Mangueira	
<b>Aetosauria</b>	
Aetosauria indet.	n = 1
<b>Rhynchosauria</b>	
Rhynchosauria indet	n = 9



Figura 42 Gráfico de Pizza representado a composição faunística do afloramento Mangueira.

#### 5.4.3 Composição faunística do afloramento Degrau

É o afloramento mais numeroso em questão de indivíduos coletados, assim como em diversidade de táxons. Sua composição é, assim como os outros dois afloramentos, dominada pelo registro de Rhynchosauria (77%), sendo que 26% (n = 6) destes rincossauros foram identificados como *Hyperodapedon* sp. O grupo Cynodontia representa 17% da fauna, enquanto os Archosauriformes representam 6%.

Quadro 15. Lista de táxons, e suas respectivas quantidade de espécimes, identificados no afloramento Degrau.

Afloramento Degrau	
<b>Archosauria</b>	<b>n = 2</b>
Archosauria indet.	n = 2
<b>Cynodontia</b>	<b>n = 5</b>
Cynodontia indet.	n = 1
Traversodontidae indet.	n = 2
Traversodontidae <i>Exaeretodon riograndensis</i>	n = 1
Probainognathia <i>Trucidocynodon riograndensis</i>	n = 1
<b>Rhynchosauria</b>	<b>n = 23</b>
Rhynchosauria indet	n = 17
<i>Hyperodapedon</i> sp.	n = 6

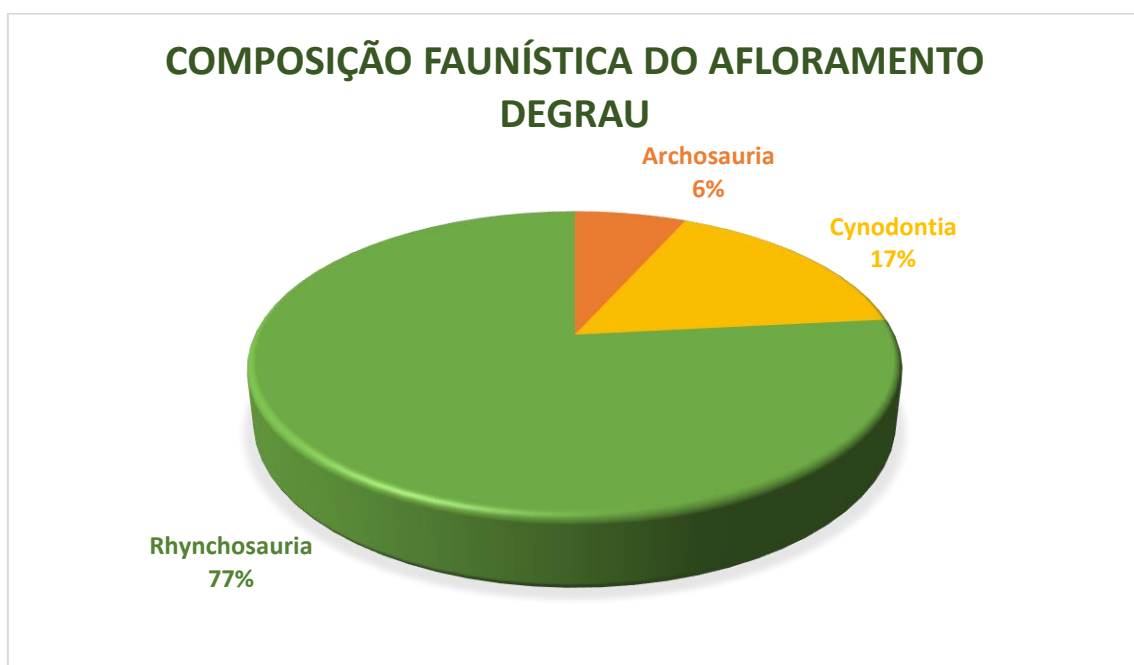


Figura 43 Gráfico de Pizza representado a composição faunística do afloramento Degrau.

#### 5.4.4 Composição faunística do afloramento Placa

Sua composição se dá em totalidade por rincossauros do gênero *Hyperodapedon*, sendo 40% *H. mariensis*, 20% *H. sanjuanensis* e os outros 40%, indivíduos identificados apenas em nível de gênero.



Quadro 16. Lista de táxons, e suas respectivas quantidade de espécimes, identificados no afloramento Placa.

Afloramento Placa	
<b>Rhynchosauria</b>	<b>n = 5</b>
<i>Hyperodapedon sp.</i>	n = 2
<i>Hyperodapedon mariensis</i>	n = 2
<i>Hyperodapedon sanjuanensis</i>	n = 1



Figura 44 Gráfico de Pizza representado a composição faunística do afloramento Placa.

## 5.5 Posição estratigráfica dos espécimes identificados

Dentre os espécimes identificados (n = 50) foi possível recuperar e estabelecer a posição estratigráfica de coleta de 30% (n = 15). A seguir, é discutida a distribuição dos espécimes em cada afloramento.

### 5.5.1 Afloramento Mangueira

Informações sobre a coleta dos materiais entre os anos 2011 e 2017 não foram recuperadas, isso provavelmente se deveu ao fato dos esforços de coleta nesse período terem sido focados nos outros dois afloramentos (Degrau e Placa), o que também influenciou no não tão expressivo número de espécimes coletados neste afloramento, antes do presente trabalho. Os dados apresentados na figura 46 se referem apenas aos

materiais coletados em 2018, quando foi identificado o registro dos grupos Rhynchosauria e Aetosauria, ocorrendo no mesmo nível, na porção média do afloramento.



Figura 45 Afloramento Mangueira, com os espécimes identificados em posição de coleta e posicionados no perfil estratigráfico.

### 5.5.2 Afloramento Degrau

Como já exposto na descrição deste afloramento, os fósseis ocorrem nas suas porções de topo e meio. A ocorrência do grupo Rhynchosauria é abundante nesse intervalo, sendo registrado o gênero *Hyperodapedon* tanto no início do nível do meio, quanto no topo do afloramento. O registro de Cynodontia se restringe à porção de topo do afloramento, sendo observada a ocorrência do espécime de *Trucidocynodon riograndensis* em associação com o espécime de *Exaeretodon riograndensis*, ambos no mesmo nível que o já mencionado espécime de *Hyperodapedon*. A poucos metros a direita, no mesmo nível, foi identificado um cinodonte Traversodontidae cf. *Exaeretodon riograndensis*.

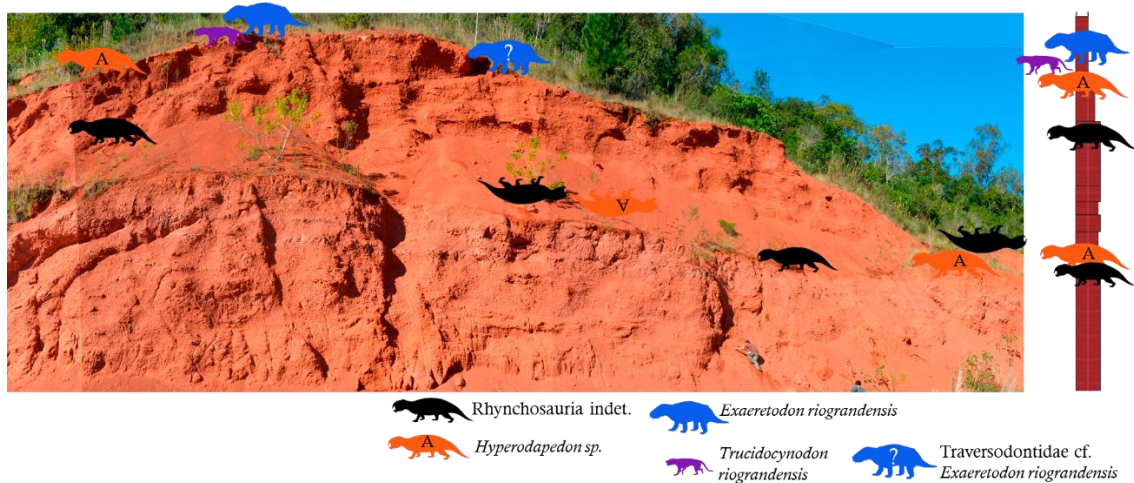


Figura 46 Afloramento Mangueira com os espécimes identificados em posição de coleta e posicionados no perfil estratigráfico. Os espécimes coletados rolados são representados na imagem de cabeça para baixo.

### 5.5.3 Afloramento Placa

Os espécimes identificados neste afloramento provêm apenas da sua porção mais do topo. A exceção é o espécime de *H. sanjuanensis*, o qual foi encontrado como um bloco rolado na base do afloramento, ou seja, sua posição estratigráfica é desconhecida. Os dois espécimes de *H. mariensis* foram coletados 12 metros na horizontal um do outro. O *Hyperodapedon mariensis* PV-1273-T foi coletado, em 2011, praticamente no mesmo ponto que o *Hyperodapedon* sp. PV-1407-T, sendo sete anos a diferença entre as datas destas coletas.

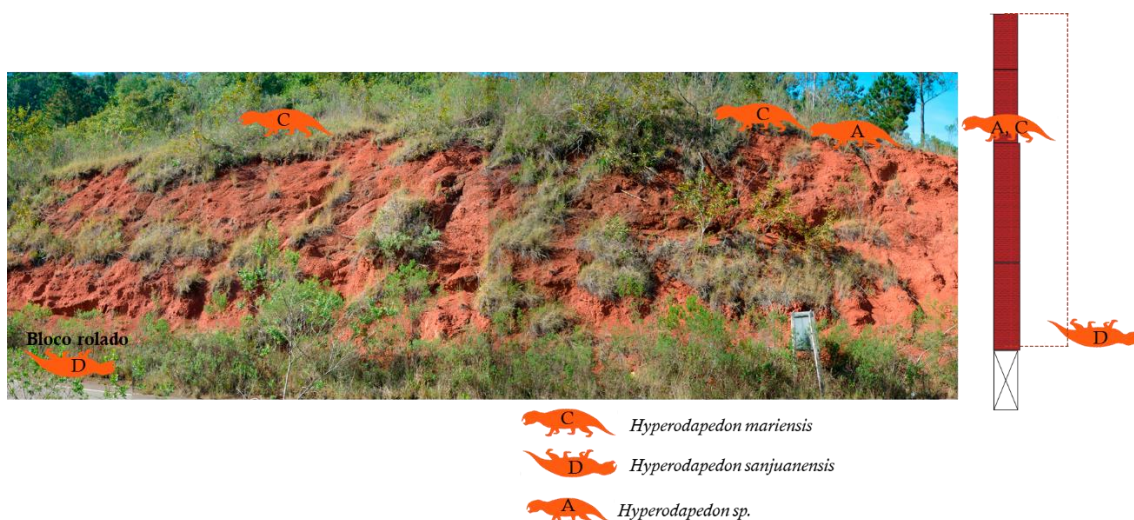


Figura 47 Afloramento Mangueira com os espécimes identificados em posição de coleta e posicionados no perfil estratigráfico. O espécime coletado rolado é representado na imagem de cabeça para baixo.

## 5.6 Análise de Cluster

Como já explicado na seção Materiais e Métodos, a etapa de Análise de Cluster consistiu na elaboração de uma matriz de presença e ausência dos táxons, da ZA *Hyperodapedon*, nas localidades da base da Sequência Candelária, registrando com “1” a presença e com “0” a ausência. A matriz, então, foi convertida pelo software PAST3 (Ø. HAMMER *et al.*, 2001) em um dendograma de similaridade, onde a distância entre as localidades significa seu nível de similaridade.

Os três afloramentos de Vale do Sol foram aplicados na análise como uma unidade, Área Vale do Sol. A partir da matriz apresentada na Figura 48 a análise agrupou a Área Vale do Sol com as localidades (afloramentos) Cidade dos Meninos (região de Santa Maria, RS), Vila Botucaraí 1 (região de Candelária, RS) e Janner (Agudo, RS). Esse agrupamento se deve ao registro compartilhado por essas localidades do cinodonte traversodontídeo *Exaeretodon riograndensis*. E dessas três localidades, Vale do Sol apresenta maior nível de similaridade com o afloramento Janner, devido ao registro compartilhado do cinodonte *Trucidocynodon riograndensis* (Fig. 49) exclusivamente nestas duas localidades (Vale do Sol e Janner). As localidades Sanga do Mato (Santa Maria), Linha Facão (região de Candelária) e Faixa Nova (Santa Maria) foram agrupadas por serem as únicas que compartilham o registro do rincossauro *Teyumbaita sulcognathus* (Fig. 49).

	Aetosauroides	Exaeretodon	Hyperodapedon	Teyumbaita	Trucidocynodon
Faixa Nova	• 1	0	1	1	0
Vale do Sol	• 0	1	1	0	1
Cidade dos Meninos	• 1	1	1	0	0
São João do Polêsine	• 1	0	1	0	0
Inhamandá 1	• 1	0	1	0	0
Janner	• 0	1	1	0	1
Sanga do Mato	• 0	0	1	1	0
Sítio Therioherpeton	• 0	0	1	0	0
Vila Botucaraí 1	• 0	1	1	0	0
Área São José	• 0	0	1	0	0
Linha Facão	• 0	0	1	1	0

Figura 48 Matriz com os dados de presença (1) e ausência (0) dos táxons não endêmicos da ZA *Hyperodapedon*, nas localidades da base da Sequência Candelária, com registro de mais de um gênero.

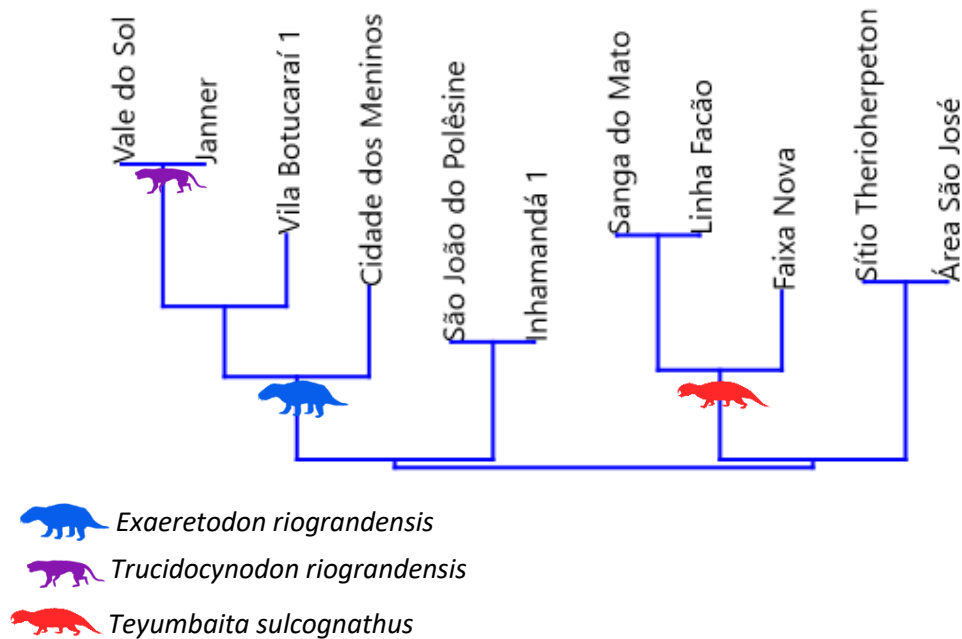


Figura 49 Dendrograma de similaridade gerado pelo software PAST 3 (Ø. HAMMER *et al.*, 2001) a partir da matriz da fig. 48, utilizando o Índice de Jaccard.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Correlação com outras localidades da Sequência Candelária

Langer *et al.* (2007) realizaram uma revisão do registro de tetrápodes fósseis do Triássico sul-brasileiro (Supersequência Sanga do Cabral e Supersequência Santa Maria) e uniram essas informações com os conhecimentos sobre as sequências deposicionais destas unidades geológicas. Um dos resultados foi um quadro onde os principais afloramentos, dispersos e descontínuos, da SSM se complementam como colunas estratigráficas compostas e simplificadas, ordenadas de acordo com seus conteúdos fossilíferos (Figura 50). Esse quadro foi utilizado como base do estudo das correlações bioestratigráficas da Área Vale do Sol e desta com as outras localidades da SSM.

Os três afloramentos, como unidades separadas de estudo, são correlacionáveis com a ZA *Hyperodapedon*, mas de acordo com suas diferentes composições faunísticas é possível delimitar diferentes amplitudes ou alcances bioestratigráficos dentro da ZA. Esses alcances serão discutidos com maiores detalhes a seguir.

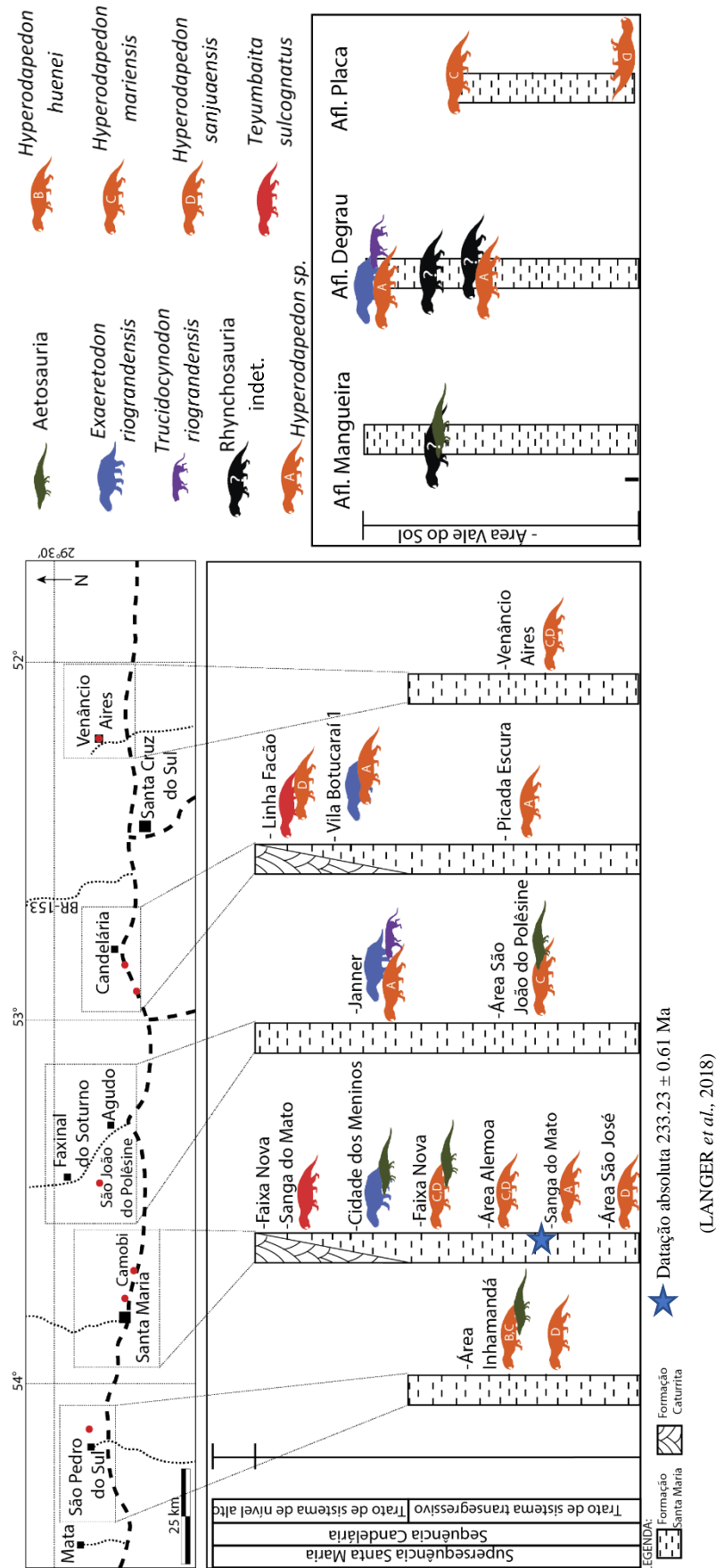


Figura 50. Diagrama ilustrativo das ocorrências de Rhynchosauria, *Exaeretodon*, *Trucidocynodon* e *Aetosauria* nos principais afloramentos da Sequência Candelária. Informações retiradas de Langer *et al.*, 2007 com adição dos dados originais oriundos do presente trabalho.

### 6.1.1 Afloramento Mangueira

Como já mencionado, este afloramento se mostra, até o momento, como o menos diverso em questões de composição faunística. O registro conjunto do espécime de Aetosauria com os outros espécimes de Rhynchosauria ( $n = 9$ ) confirmam o reconhecimento desse afloramento como pertencente à ZA *Hyperodapedon*. Tendo em vista que as identificações taxonômicas só foram possíveis em níveis mais inclusivos, inferências bioestratigráficas mais precisas são difíceis. Rhynchosauria ocorre em toda a extensão da ZA *Hyperodapedon*, enquanto o grupo Aetosauria não ocorre nos afloramentos mais da base (Área São José e os níveis inferiores do afloramento Sanga do Mato) e nos afloramentos mais ao topo da ZA (níveis superiores de Faixa Nova e de Sanga do Mato, e Linha do Facão). Sendo assim, até o presente trabalho, o afloramento Mangueira teve sua amplitude bioestratigráfica dentro da ZA *Hyperodapedon* pautado pela presença de Aetosauria, tendo em vista que esse se apresentou como o único táxon do afloramento a fornecer maior refinamento para este estudo (Fig. 51).

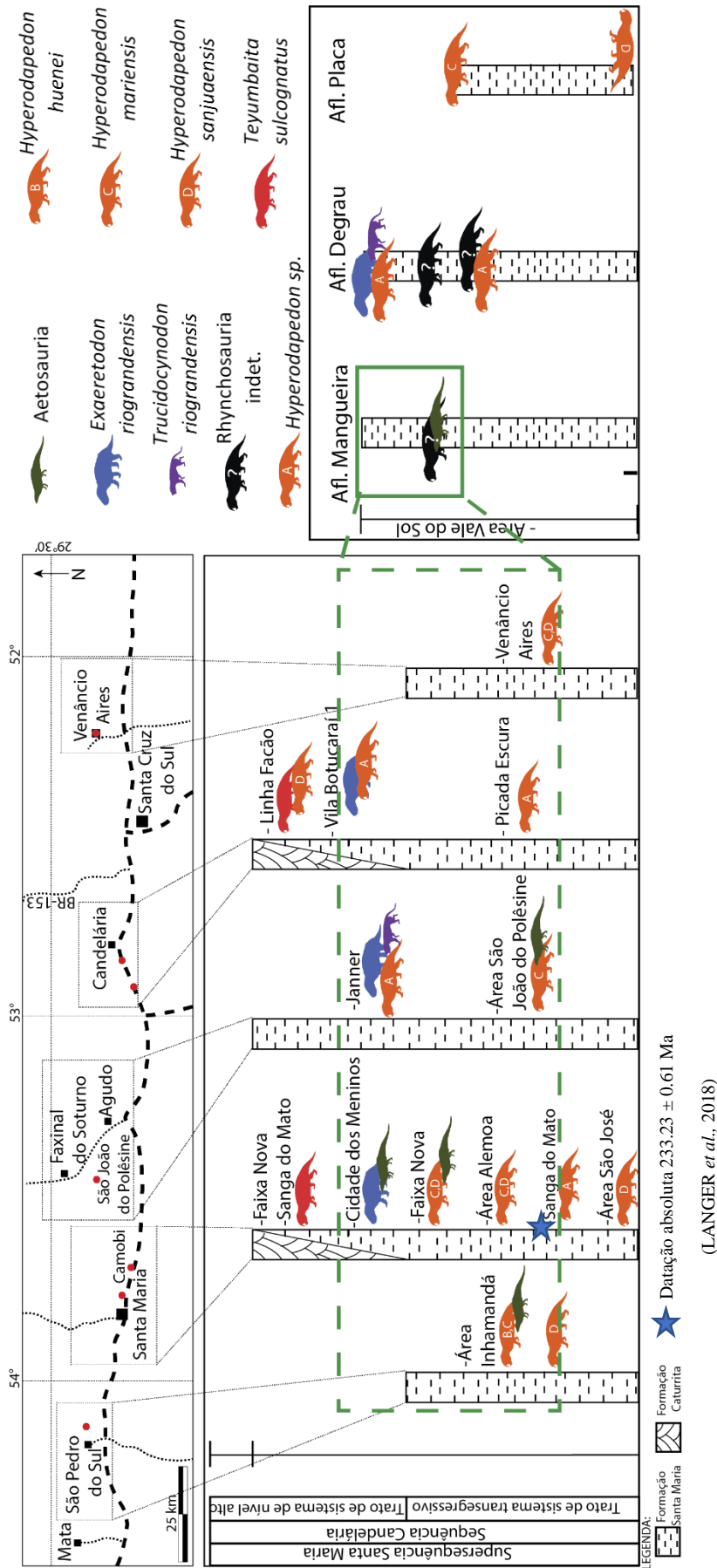


Figura 51 Correlação do afloramento Mangueira com os demais afloramentos fossilíferos da Za *Hyperodapedon*.



### 6.1.2 Afloramento Degrau

Dentre os três afloramentos em estudo, este é o que apresenta maior diversidade na composição faunística. Identificações a níveis menos inclusivos foram possíveis para os cinodontes e os rincossauros. O mesmo não pode ser dito dos dois espécimes de Archosauria, onde o máximo que se chegou foi a identificação preliminar como “Rauisuchia” (ver: 5.3.2.3 Archosauria). Dentre os exemplares de Rhynchosauria (n = 23) foi possível identificar seis espécimes, posicionados tanto no topo quanto no meio do afloramento, como pertencentes ao gênero *Hyperodapedon*, registro esse que, por si só, é suficiente para correlacionar este afloramento com as demais localidades já identificadas como pertencentes à ZA *Hyperodapedon*.

Os espécimes de Cynodontia estão posicionados no topo do afloramento. Dentre eles foi identificado o traversodontídeo *Exaeretodon riograndensis*, que permite uma correlação direta com os afloramentos Cidade dos Meninos (Santa Maria, RS), Botucaraí 1 (região de Candelária, RS), Sítio Janner (Agudo, RS). Associado ao material de *Exaeretodon riograndensis*, e nos mesmos níveis de *Hyperodapedon*, foi identificado o espécime de cinodonte probainognathia *Trucidocynodon riograndensis*, o qual tem outra única ocorrência no Sítio Janner, corroborando a correlação mais direta entre esses dois afloramentos.

A partir desses registros é possível inferir que o afloramento Degrau, é correlacionável com todos os demais afloramentos da ZA *Hyperodapedon*. Uma representação dessa correlação está evidenciada na Fig. 52.

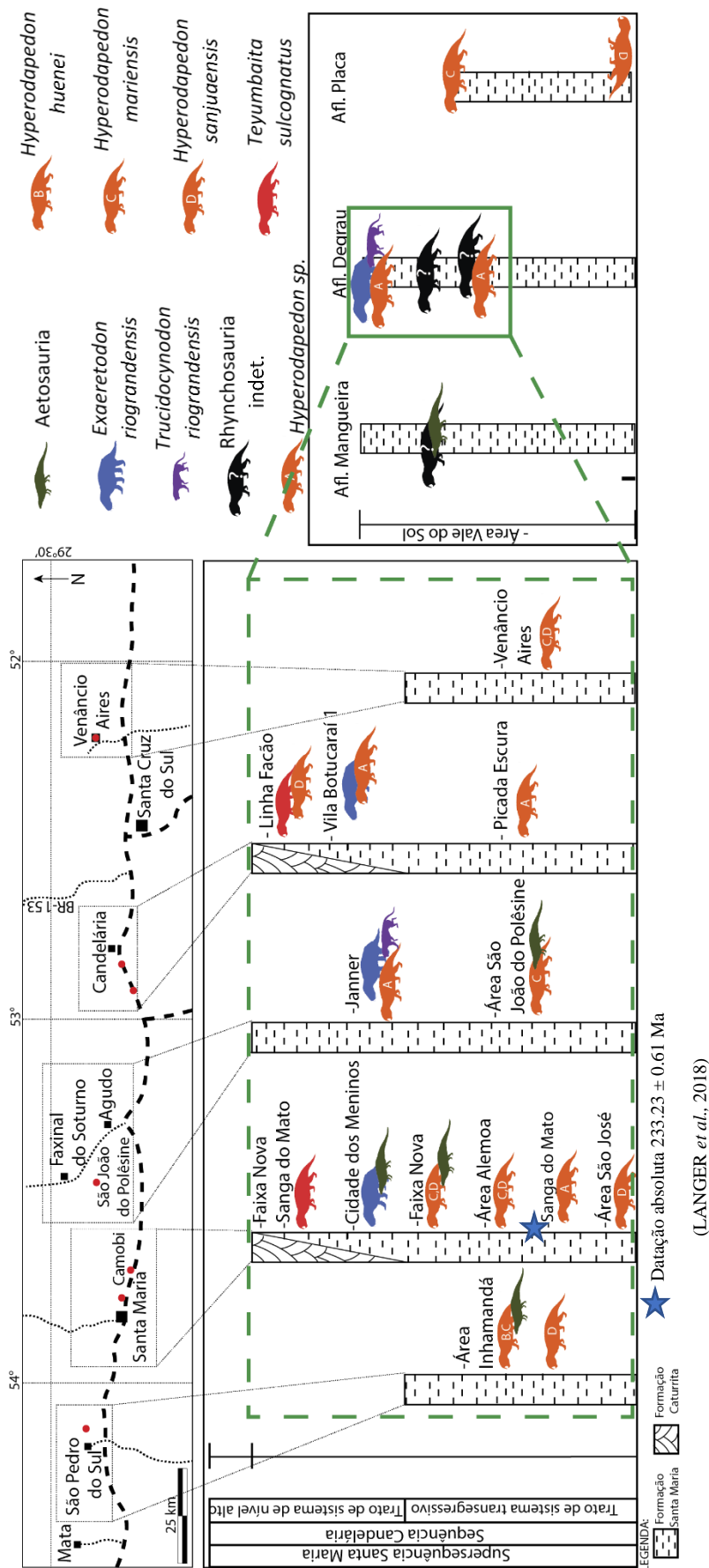


Figura 52 Correlação do afloramento Degraú com os demais afloramentos fossilíferos da ZA *Hyperodapedon*.

### 6.1.3 Afloramento Placa

Até o presente estudo, este afloramento apresenta uma composição faunística restrita a rincossauros, e também fornece os espécimes mais completos do gênero *Hyperodapedon*, em termos de elementos anatômicos. Foram identificados dois espécimes de *Hyperodapedon mariensis*, no topo do afloramento, e um espécime de *Hyperodapedon sanjuanensis*, rolado na base do afloramento. Além destes, também se identificou um espécime do gênero *Hyperodapedon* no topo do afloramento.

Tendo em vista que só é possível utilizar os espécimes de *Hyperodapedon* sp. e *Hyperodapedon mariensis* do topo do afloramento no estudo bioestratigráfico, o alcance do afloramento Placa fica limitado aos limites de ocorrência da espécie *Hyperodapedon mariensis* dentro da ZA *Hyperodapedon*. Essa ocorrência se limita aos níveis mais inferiores da ZA, correlacionando este afloramento diretamente com: Área Inhamandá, níveis inferiores de Faixa Nova, Área Alemoa, Área São João do Polêsine e Venâncio Aires. A correlação está evidenciada na Fig. 53.

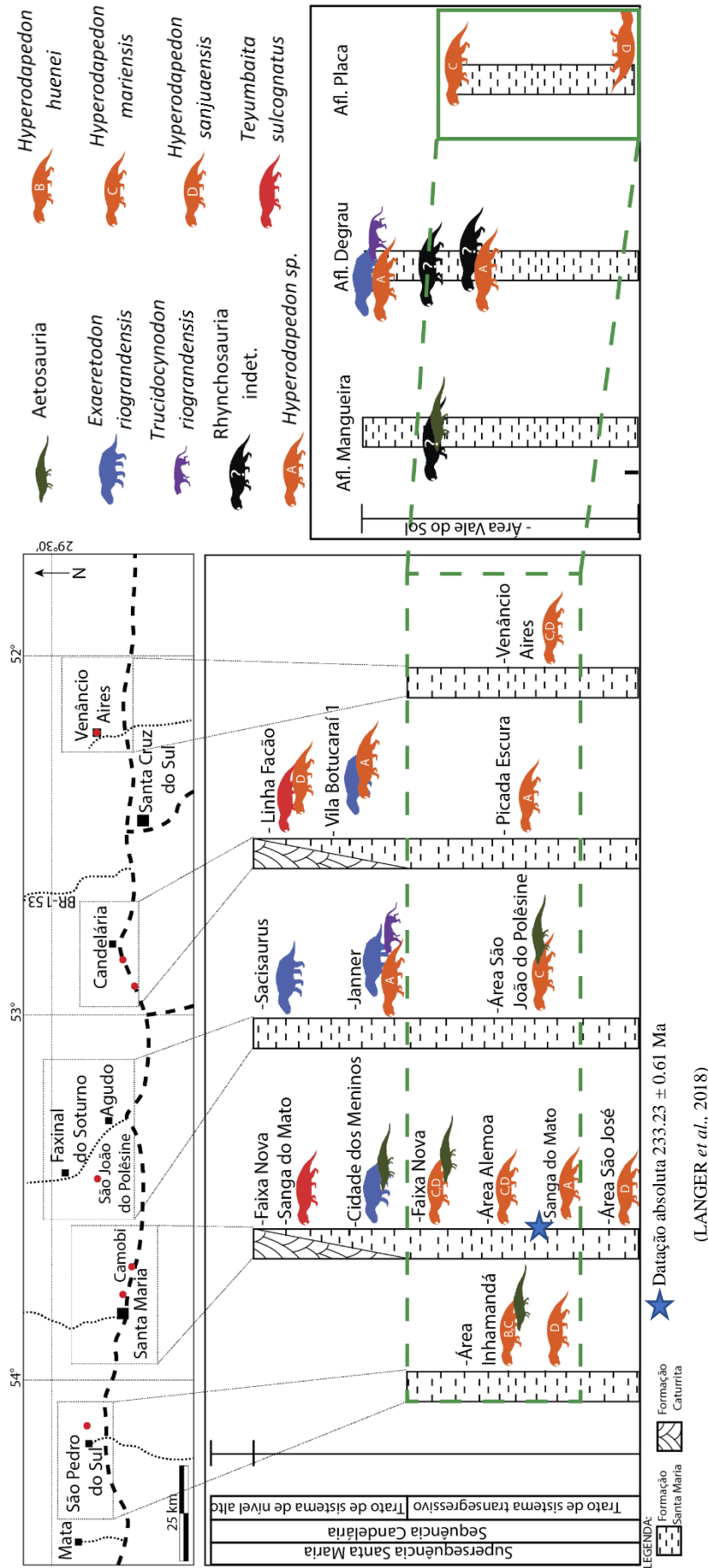


Figura 53 Correlação do afloramento Placa com os demais afloramentos fossilíferos da ZA *Hyperodapedon*.

## 6.2 Análise de *cluster*

Como foi exposto nos resultados, a análise de *cluster* resultou no agrupamento dos afloramentos com registro de *Exaeretodon riograndensis* (*cluster* C), e, dentro deste grupo, Vale do Sol posicionou-se mais próximo do Sítio Janner devido ao registro adicional de *Trucidocynodon riograndensis* em ambas as localidades (Fig. 54). Este dendograma corrobora a correlação bioestratigráfica apresentada acima para o afloramento Degrau.

O *cluster* D agrupou São João do Polêsine e Inhamandá 1 devido ao registro compartilhado do aetossauro do gênero *Aetosauroides*. Este *cluster* está próximo do *cluster* C (onde está Vale do Sol), o que corrobora em parte a correlação feita para o afloramento Mangueira, baseando-se no alcance do grupo Aetosauria dentro da ZA *Hyperodapedon* (Fig. 54). A incongruência se deve ao afloramento Faixa Nova, também com registro de *Aetosauroides*, que se encontra mais distante de Vale do Sol, no *cluster* E. O menor nível de similaridade entre as duas localidades se deve ao registro de *Teyumbaita* em Faixa Nova e sua ausência em Vale do Sol.

A correlação apresentada para o afloramento Placa foi baseada em nível de espécie e, já que a análise de *cluster* não expressa informações nesse nível, não é possível o cruzamento dos resultados desses diferentes estudos.

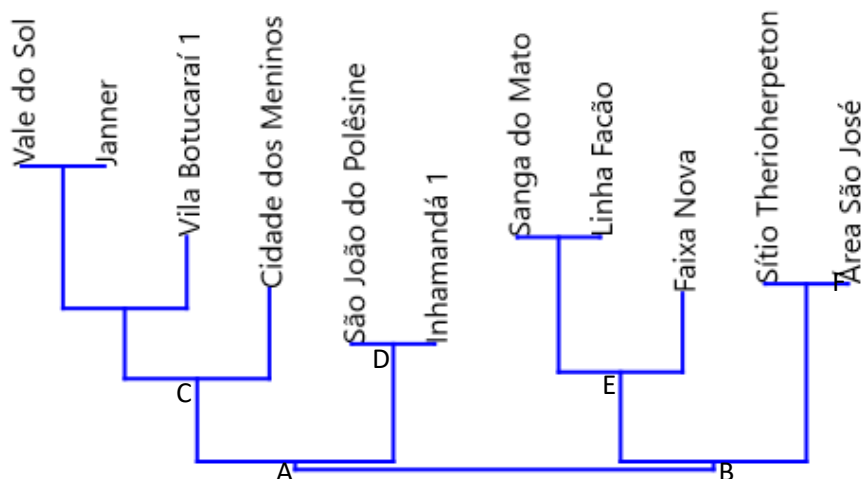


Figura 54 Dendrograma resultante da análise de *cluster*.

### 6.3 Propostas de divisão da ZA de *Hyperodapedon*

Como comentado brevemente na introdução, existem duas propostas de subdivisão da ZA de *Hyperodapedon*, com base no seu conteúdo faunístico LANGER *et al.*, 2007; HORN *et al.*, 2011) Estas propostas serão discutidas a seguir, levando-se em consideração o aporte de novos dados oriundos do presente trabalho.

#### 6.3.1. Proposta de Langer *et al.* (2007)

Segundo Zerfass *et al.*, (2003), o pacote de rochas referente à ZA *Hyperodapedon* comporta um sistema de trato transgressivo (TST) na base e um sistema de trato de nível alto (TSNA) no topo. Assim, baseando-se no fato da ZA *Hyperodapedon* comportar dois sistemas deposicionais distintos, e, principalmente, na aparente diferença entre as faunas destes sistemas, Langer *et al.* (2007) propuseram a manutenção da ZA *Hyperodapedon*, entretanto, reconhecendo uma subzona na base denominada Zona Acme *Hyperodapedon*, seguida por uma subzona caracterizada pela ocorrência de *Exaeretodon* associada com a redução de *Hyperodapedon*. (LANGER *et al.*, 2007).

Para os autores o TST comportaria a Zona Acme de *Hyperodapedon*, caracterizada pela ocorrência em abundância do gênero *Hyperodapedon*, e pelo registro

de *Aetosauroides* e de dinossauros herrerasaurídeos (e.g., *Staurikosaurus*), com a ausência do cinodonte *Exaeretodon*. Um cenário ecológico similar é encontrado nas porções inferiores da Formação Ischigualasto da Argentina, onde é reconhecida a biozona *Hyperodapedon-Exaeretodon-Herrerasaurus*, sugerindo correlação entre esta biozona e a Zona Acme *Hyperodapedon* (LANGER *et al.*, 2007; MARTÍNEZ *et al.*, 2012). Já o TSNA comportaria uma fauna mais jovem onde rincossauros são menos abundantes, ocorrendo junto com *Exaeretodon*. Composição esta que também é útil na comparação com a fauna da Formação Ischigualasto, onde a biozona *Exaeretodon* (situada acima da biozona *Hyperodapedon-Exaeretodon-Herrerasaurus*) é caracterizada pela ausência de rincossauros e o predomínio do gênero que a nomeia (LANGER *et al.*, 2007; MARTÍNEZ *et al.*, 2012). No final de sua proposição, os autores ressaltam a natureza conjectural das correlações expostas, e como ainda são necessários mais esforços de coleta, para determinar se o cinodonte *Exaeretodon* realmente está ausente nos afloramentos onde *Hyperodapedon* é abundante, e, também, se este gênero realmente é menos abundante nos afloramentos onde *Exaeretodon* ocorre (LANGER *et al.*, 2007).

Dentro da Área Vale do Sol o Afloramento Degrau é o único com composição faunística a fornecer novos dados a esta discussão. Este afloramento é produto de apenas um sistema deposicional (TST), sendo caracterizado por siltitos médios a muito finos. Sua composição apresenta Rhynchosauria como táxon dominante em ocorrência, sendo 26% dos espécimes identificados em nível de gênero como *Hyperodapedon* sp. Neste afloramento é registrada a ocorrência simultânea, no mesmo nível (topo), de *Hyperodapedon* e *Exaeretodon*. Sendo assim, as informações trazidas por Vale do Sol parecem não corroborar a proposta da subdivisão da ZA *Hyperodapedon* de Langer *et al.*, (2007) em duas subzonas.

### **6.3.2. Proposta de Horn *et al.* (2011)**

O único trabalho referente, especificamente, à localidade Vale do Sol e seus materiais fósseis é um resumo apresentado no IV Congresso Latino Americano de Paleontologia de Vertebrados, de 2011, apresentado por Horn *et al.* (2011). Neste trabalho, seguindo a ideia de Langer *et al.* (2007), os autores propõem que a ZA *Hyperodapedon* seja dividida em duas biozonas assim como ocorre na Formação Ischigualasto, Argentina (biozona *Hyperodapedon-Exaeretodon-Herrerasaurus* e biozona *Exaeretodon*). Apesar de não sugerirem uma nova terminologia para as duas

supostas biozonas brasileiras, os autores defenderam sua posição baseando-se nos dados apresentados por Vale do Sol, até a data do trabalho, onde era possível observar a mesma mudança faunística que ocorre na Argentina, sendo os níveis superiores marcados pelo registro de *Exaeretodon*, com ausência de Rhynchosauria. Entretanto como exposto acima, com o passar dos anos e novos esforços de coleta, foi possível observar a ocorrência do rincossauro do gênero *Hyperodapedon* no mesmo nível do cinodonte *Exaeretodon*, a exemplo do afloramento Degrau. Logo, os novos dados de Vale do Sol também não corroboram a proposta de Horn *et al.* (2011).

#### 6.4 Datações absolutas da Sequência Candelária

Como apresentado na seção 3.3.1 ZA *Hyperodapedon*, Langer *et al.* (2018) forneceram os primeiros dados de datação radioisotópica para a Sequência Candelária. As amostras geocronológicas foram extraídas do Sítio Sanga do Mato, níveis que abrigam o Sauropodomorpha *Saturnalia tupiniquim* (referentes ao TST, base da ZA *Hyperodapedon*). A idade máxima de deposição encontrada para as amostras do Sítio Sanga do Mato foi de  $233.23 \pm 0.61$  Ma, aproximando-se assim da idade (baseada em  $^{40}\text{Ar}/^{30}\text{Ar}$ ) da base da Formação Ischigualasto da Argentina, cerca de 231.5 Ma (LANGER *et al.*, 2018; MARTINEZ *et al.*, 2011). Segundo Langer *et al.* (2018), a diferença de 1.5 Ma entre as datações pode não ser significativa, levando em consideração o fato da datação da Sequência Candelária ser baseada em zircões detríticos (LANGER *et al.*, 2018).

Essa relação entre as idades da Sequência Candelária, nos nível de TST, que comporta parte da ZA *Hyperodapedon*, corrobora a correlação desta ZA com a Biozona *Hyperodapedon-Exaeretodon-Herrerasaurus* na base da Formação Ischigualasto, de idade Neocarniana (LANGER *et al.*, 2010; MARTINEZ *et al.*, 2012).

Como foi apresentada na seção 6.1 Correlações com outras localidades da Sequência Candelária, a Área Vale do Sol é correlacionável aos níveis de Sanga do Mato que foram datados, podendo, portanto, também ser correlacionada à biozona argentina *Hyperodapedon-Exaeretodon-Herrerasaurus*.



## 7. CONCLUSÕES

Ao se considerar os afloramentos de Vale do Sol como uma unidade, pode se concluir que:

- 1) Todos os afloramentos fossilíferos da Área Vale do Sol apresentam conteúdo taxonômico característico da ZA *Hyperodapedon*, confirmando estudos anteriores preliminares (e.g. HORN *et al.*, 2011);
- 2) Na Área Vale do Sol não é observada uma mudança faunística da base para o topo, como sugerido em trabalhos anteriores (Langer *et al.*, 2007 e Horn *et al.*, 2011) para outras localidades da ZA *Hyperodapedon*, uma vez que se tem a ocorrência, nos mesmos níveis estratigráficos, do rincossauro *Hyperodapedon* sp., abundante na área de estudo, e do cinodonte *Exaeretodon riograndensis*. Isso fica mais bem evidenciado no afloramento Degrau;
- 3) Dentre as localidades fossilíferas conhecidas da ZA *Hyperodapedon*, a maior similaridade faunística se dá entre a área Vale do Sol e o afloramento Janner, de Agudo. Esta similaridade é devida a presença simultânea de rincossauros do gênero *Hyperodapedon* e dos cinodontes *Exaeretodon riograndensis* e *Trucidocynodon riograndensis*;
- 4) Com base no seu conteúdo faunístico a Área Vale do Sol é correlacionável com a Biozona *Hyperodapedon-Exaeretodon-Herrerasaurus* da Formação Ischigualasto da Argentina, de idade Neocarniana, cerca de  $233.23 \pm 0.61$  Ma (MARTINEZ *et al.*, 2011; LANGER *et al.*, 2007 e 2018).

Os afloramentos da Área Vale do Sol aqui estudados se mostram bastante promissores para um maior refinamento da bioestratigrafia da base da Sequência Candelária, referente à ZA *Hyperodapedon*. Vários materiais coletados ainda aguardam preparação e estudo, os quais devem revelar uma diversidade taxonômica ainda maior para a área. Ao mesmo tempo, outros afloramentos, ao longo da BR 153, ainda não devidamente explorados, guardam potencial para novos achados. Assim, é recomendável a continuidade de trabalhos de campo e das coletas sistemáticas na área.

## 8. REFERÊNCIAS

ABDALA, F. & RIBEIRO, A. M. A new traversodontid cynodont from the Santa Maria Formation (Ladinian-Carnian) of southern Brazil, with a phylogenetic analysis of Gondwanan traversodontids. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 139, n. 4, p. 529-545, 2003.

ABDALA, F. & RIBEIRO, A. M. Padrões de diversidade e distribuição de cinodontes não-mamaliformes do Triássico da América do Sul e África. *Paleontologia de Vertebrados-Relações entre América do Sul e África*, Interciência, p. 101-132, 2012.

ABDALA, F.; *et al.* A new species of the traversodontid cynodont *Exaeretodon* from the Santa Maria Formation (Middle/Late Triassic) of southern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 22, n. 2, p. 313-325, 2002.

BARBERENA, M.C. Bioestratigrafia preliminar da formação Santa Maria. *Pesquisas em Geociências*, v. 7, n. 7, p. 111-129, 1977.

BARBERENA, M.C.; *et al.* *Thrinaxodon brasiliensis* sp. nov., a primeira ocorrência de cinodontes galessauros para o Triássico do Rio Grande do Sul. *Anais Congresso Brasileiro de Paleontologia*. 1, pg. 67-74, 1987.

BARROS, Ronald S.M. Medidas de diversidade biológica. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2007.

BONAPARTE, J. F.; *et al.* A primitive Late Triassic “ictidosaur” from Rio Grande do Sul, Brazil. *Palaeontology*, vol. 44, pg. 623-635, 2001.

BONAPARTE, J. F.; *et al.* The sister group of mammals: small cynodonts from the Late Triassic of southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, vol. 5, pg. 5-27, 2003.

CABREIRA, S.F.; *et al.* New stem-sauropodomorph (Dinosauria, Saurischia) from the Triassic of Brazil. *Naturwissenschaften*, 2011.

DE OLIVEIRA, T. M & PINHEIRO, F. L. Isolated archosauriform teeth from the Upper Triassic Candelária Sequence (Hyperodapedon Assemblage Zone, Southern Brazil). *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 20, n. 2, p. 155-162, 2017.

DE OLIVEIRA, T. V.; *et al.* *Trucidocynodon riograndensis* gen. nov. et sp. nov. (Eucynodontia), a new cynodont from the Brazilian Upper Triassic (Santa Maria Formation). *Zootaxa*, v. 2382, n. 1, p. 1-71, 2010.

DOS ANJOS ZERFASS, G.S. & DE JESUS ANDRAE, E. Foraminíferos e Bioestratigrafia: uma abordagem didática. *Terræ Didática*, v. 3, n. 1, p. 18-35, 2008.

EZCURRA, Martín D. *et al.* Deep faunistic turnovers preceded the rise of dinosaurs in southwestern Pangaea. *Nature ecology & evolution*, v. 1, n. 10, p. 1477, 2017.

FACCINI, U. F. Estratigrafia do Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: estilos deposicionais versus espaço de acomodação. *Porto Alegre*, v. 297, p. 2, 2000.

FRÖBISCH, Jörg. Composition and similarity of global anomodont-bearing tetrapod faunas. *Earth-Science Reviews*, v. 95, n. 3-4, p. 119-157, 2009.

HAMMER, Ø., *et al.* Paleontological statistics software: package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, n. 4, 2001.

HANCOCK, J. M.; *et al.* The historic development of concepts of biostratigraphic correlation. *Concepts and Methods of Biostratigraphy*. Dowden, Hutchison, and Ross, Stroudsburg, PA, p. 3-22, 1977

HOLTZ, T. R.; *et al.* Mesozoic biogeography of Dinosauria. 2004.

HORN, B. L. D.; *et al.* Calcretes of the Santa Maria supersequence, Middle Triassic, Rio Grande do Sul, Brazil: classification, genesis and paleoclimatic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 376, p. 39-47, 2013.

HORN, B.L.D; *et al.* NEW FOSSIL-BEARING OUTCROPS OF THE TRIASSIC (CARNIAN) OF SOUTHERN BRAZIL, AND ITS BIOSTRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE. IV Congresso Latinoamericano de Paleontologia de Vertebrados, San Juan, 2011.

HORN, B.L.D.; *et al.* A loess deposit in the Late Triassic of southern Gondwana, and its significance to global paleoclimate. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 81, p. 189-203, 2018.

HORN, B.L.D; *et al.* A new third sequence stratigraphic framework applied to the Triassic of the Paraná Basin, Rio Grande do Sul, Brasil, based on structural, stratigraphic and paleontological data. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 55, p. 123-132, 2014.

HUXLEY, T. H. Postscript to Murchinson, RI On the sandstones of Morayshire (Elgin and c.) containing reptilian remains, and their relations to the Old Red Sandstone of that country. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, v. 15, p. 138-152, 1859.

LANGER, M. C. & SCHULTZ, C.L. A new species of the Late Triassic rhynchosaur *Hyperodapedon* from the Santa Maria Formation of south Brazil. *Palaeontology*, v. 43, n. 4, p. 633-652, 2000.

LANGER, M.C; *et al.* The continental tetrapod-bearing Triassic of south Brazil. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, vol.41, 2007.

LANGER, M.C. Studies on continental Late Triassic tetrapod biochronology. I. The type locality of *Saturnalia tupiniquim* and the faunal succession in south Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 19, n. 2, p. 205-218, 2005a.

LANGER, M.C. Studies on continental Late Triassic tetrapod biochronology. II. The Ischigualastian and a Carnian global correlation. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 19, n. 2, p. 219-239, 2005b.

LANGER, M.C.; *et al.* U-Pb age constraints on dinosaur rise from south Brazil. *Gondwana Research*, v. 57, p. 133-140, 2018.

LANGSTON, W. Ziphodont crocodiles, *Pristichampsus vorax* (Troxell), new combination, from the Eocene of North America. *Field Museum of Natural History*, 1975.

LIPARINI, A.; *et al.* The lower jaw and dentition of the traversodontid *Exaeretodon riograndensis* Abdala, Barberena & Dornelles, from the Brazilian Triassic (Santa Maria 2 Sequence, Hyperodapedon Assemblage Zone). *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, v. 37, n. 3, p. 331-337, 2013.

LUCAS, G. Spencer & HECKERT, B. Andrew. The *Hyperodapedon* Biochron, Late Triassic of Pangea. *New Mexico Museum of Natural History*, New Mexico, 2002.

MARSICANO, Claudia A. *et al.* The precise temporal calibration of dinosaur origins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 3, p. 509-513, 2016.

MARTINELLI, A. G.; *et al.* A new tritheledontid (Therapsida, Eucynodontia) from the Late Triassic of Rio Grande do Sul (Brazil) and its phylogenetic relationships among carnivorous non-mammalian eucynodonts. *Ameghiniana*, vol. 42, pg. 191–208, 2005.

MARTINELLI, AG; *et al.* Two New Cynodonts (Therapsida) from the Middle-Early Late Triassic of Brazil and Comments on South American Probainognathians. *PLoS ONE* 11(10), 2016.

MARTINELLI, A.G. Contribuição ao conhecimento dos cinodontes probainognátios (Therapsida, Cynodontia, Probainognathia) do Triássico da América do Sul e seu impacto na origem dos Mammaliaformes. 2017.

MARTÍNEZ, R.N.; *et al.* Vertebrate succession in the Ischigualasto Formation. *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol.32, p.10-30, 2012.

MELO, Tomaz Panceri; ABDALA, Fernando; SOARES, Marina Bento. The Malagasy cynodont *Menadon besairiei* (Cynodontia; Traversodontidae) in the Middle–Upper Triassic of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 35, n. 6, p. e1002562, 2015.

MILANI, E.J.; *et al.* Bacia do Paraná. B. *Geoci. Petrobras* 15 (2), pg. 265-287, 2007.

PAVANATTO, A.E.B; *et al.* A new Upper Triassic cynodont-bearing fossiliferous site from southern Brazil, with taphonomic remarks and description of a new traversodontid taxon. *Journal of South American Earth Sciences*, 2018.

PHILIPP, Ruy P. *et al.* Middle Triassic SW Gondwana paleogeography and sedimentary dispersal revealed by integration of stratigraphy and U-Pb zircon analysis:

The Santa Cruz Sequence, Paraná Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 88, p. 216-237, 2018.

ROHN, R. Uso Estratigráfico dos Fósseis e Tempo Geológico. p.80-91, 2010. In: CARVALHO, I.S. (Ed.) *Paleontologia: conceito e métodos*, volume 1. 3ª.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

SCHULTZ, C.L; *et al.* Biostratigraphy of southern brazilian middle-upper Triassic. *Revista Brasileira de Geociências*, vol.30(3), p.495-498, 2000.

SHUBIN, N.H. & SUES, H.D. Biogeography of early Mesozoic continental tetrapods: patterns and implications. *Paleobiology*, v. 17, n. 3, p. 214-230, 1991.

SILL, W.D. *Scaphonyx sanjuanensis*, nuevo rincosaurio (reptilia) de la formacion ischigualasto, triasico de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, v. 7, n. 4, p. 341-354, 1970.

SOARES, M. B.; *et al.* A sectorial toothed cynodont from the Triassic Santa Cruz do Sul fauna, Santa Maria Formation, Southern Brazil. *Geodiversitas* 33, pg: 265–278, 2011b.

SOARES, M.B; *et al.* New information on *Riograndia guaibensis* Bonaparte, Ferigolo & Ribeiro, 2001 (Eucynodontia, Tritheledontidae) from the Late Triassic of Southern Brazil: anatomical and biostratigraphic implications. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol.83(1), p. 329-354, 2011.

TUPI-CALDAS, J.A.L. *Curso Geral de Mineralogia e Geologia, Aplicada ao Brasil*. Livraria Globo, Porto Alegre, Brazil, 1933.

ZACARIAS, J.D. Uma nova espécie de tecodonte aetossáurio *Aetosauroides subsulcatus* sp. nov. de Formação Santa Maria, Triássico do Rio Grande do Sul. MSc Thesis, Porto Alegre, UFRGS, p. 69, 1982.

ZERFASS, H.; *et al.* Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of Southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. *Sedimentary Geology*, v. 161, n. 1-2, p. 85-105, 2003.