



INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado  
em Ciências Biológicas

**UM NOVO CINODONTE TRAVERSODONTÍDEO (EUCYNODONTIA,  
TRAVERSODONTIDAE) DA FAUNA DE SANTA CRUZ DO SUL,  
TRIÁSSICO DA FORMAÇÃO SANTA MARIA, RIO GRANDE DO SUL,  
BRASIL**

**Aluno:** Tomaz Panceri Melo

**Orientador:** Marina Bento Soares

**Banca Examinadora:** Dra. Ana Maria Ribeiro

Dr. Cesar Leandro Schultz

Porto Alegre, Dezembro de 2010

## **APRESENTAÇÃO**

Conforme Decisão 01/2010 da COMGRADBIO (ver em <http://www.ufrgs.br/COMGRADBIO/index.html>), optou-se por apresentar este trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas na forma de Artigo a ser submetido a uma revista indexada especializada na área. A revista escolhida foi a REVISTA BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA (RBP) / ISSN 1519 – 7530.

Assim, o trabalho intitulado “Um novo cinodonte traversodontídeo (Eucynodontia, Traversodontidae) da fauna de Santa Cruz do Sul, Triássico da Formação Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil” apresenta-se formatado segundo as normas da RBP para preparação e encaminhamento de manuscritos, as quais se encontram anexadas ao final do artigo.

Tomaz Panceri Melo

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e família, pelo apoio e pela possibilidade de estudar o que eu realmente gosto.

Aos meus amigos, pelos momentos de descontração que ajudaram mais do que mil livros.

Aos meus colegas de laboratório, por criarem a melhor atmosfera de trabalho.

Aos meus professores, que me fizeram ampliar meus horizontes.

À Márcia Kupo, pelo amor, amizade e por me ajudar a ver as coisas com outros olhos.

À Marina Bento Soares, pela orientação e principalmente pela paciência diante da minha inaptidão e desorganização.

“Poets say science takes away from the beauty of the stars – mere globs of gas atoms. I, too, can see the stars on a desert night, and feel them. But do I see less or more?”

Richard Feynman

**UM NOVO CINODONTE TRAVERSODONTÍDEO  
(EUCYNODONTIA, TRAVERSODONTIDAE) DA FAUNA DE  
SANTA CRUZ DO SUL, TRIÁSSICO DA FORMAÇÃO SANTA  
MARIA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

TOMAZ PANCERI MELO, MARINA BENTO SOARES

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43127, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Bairro Agronomia, Porto Alegre, RS, Brasil. tomaz.melo@gmail.com, marina.soares@ufrgs.br

RESUMO – Novos materiais (UFRGS-PV-1164-T e 1165), identificados como *Menadon besairiei*, táxon registrado no grupo “Isalo II” de Madagascar, são reportados pela primeira vez para o Triássico do Rio Grande do Sul. Os materiais são provenientes do afloramento Schoenstatt (município de Santa Cruz do Sul), pertencente à Cenozona de *Santacruzodon* (Neoladiniano-Eocarniano) da Formação Santa Maria. A atribuição ao táxon malgaxe se dá pelo formato alto do crânio, presença de cinco pós-caninos superiores, sendo o primeiro reduzido, seis pós-caninos inferiores, sendo os dois primeiros e o último reduzidos, formato quadrangular dos pós-caninos, quatro grandes incisivos superiores, sendo I1 e I2 procumbentes, três incisivos inferiores procumbentes, porção suborbital do jugal contatando os pterigóides e excluindo a maxila da margem da fenestra suborbital, mandíbula com desenvolvido processo coronóide cobrindo lateralmente o último pós-canino, processo angular bem projetado posteriormente. A fim de testar a vinculação filogenética dos materiais de Santa Cruz do Sul com *Menadon besairiei* foi realizada uma análise cladística, baseada em uma matriz com 19 taxa e 44 caracteres. Nas árvores resultantes, o táxon codificado por UFRGS-PV-1164-T e 1165 agrupou-se com *M. besairiei* no clado (*Gomphodontosuchus* ((*Menadon*, UFRGS) (*Exaeretodon*, *Scalenodontoides*))). Assim, a presença de *M. besairiei* é

atestada definitivamente na Fauna de Santa Cruz do Sul, consistindo do primeiro registro deste táxon malgaxe para a América do Sul e confirmando a correlação bioestratigráfica previamente proposta entre “Isalo II” e a Cenozona de *Santacruzodon* da Formação Santa Maria.

**Palavras-chave:** Therapsida, Eucynodontia, Traversodontidae, *Menadon besairiei*, Triássico, Formação Santa Maria.

ABSTRACT – A NEW TRAVERSODONTID CYNODONT (EUCYNODONTIA, TRAVERSODONTIDAE) FROM THE FAUNA OF SANTA CRUZ DO SUL, TRIASSIC OF SANTA MARIA FORMATION, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL.

New materials (UFRGS-PV-1164T e 1165), identified as *Menadon besairiei*, recorded in the “Isalo II” group from Madagascar, are reported for the first time from the Triassic of southern Brazil. The fossils were collected in the Schoenstatt outcrop (Santa Cruz do Sul municipality), which belongs to the *Santacruzodon* Assemblage Zone (Neoladinian-Eocarnian) in the Santa Maria Formation. The attribution to the Malagasy taxon is due to the deep cranium, five upper postcanines, the first one “peg-like”, six lower postcanines, being the two anterior and the posterior-most reduced, quadrangular format of the postcanines, four upper incisors, with I1 and I2 being procumbent, three lower procumbent incisors, “descending process of the jugal” reaching the pterygoid and excluding the maxilla from the suborbital fenestra, mandible with the deep coronoid process covering the last lower postcanine laterally, angular process posteriorly projected. Aiming to test the phylogenetic position assigned to the specimens of Santa Cruz do Sul, a cladistic analysis was performed based on a matrix composed by 19 taxa and 44 characters. In the resulting trees the taxon, which was coded according to

UFRGS-PV-1164-T and 1165, grouped with *M. besairiei* in the clade (*Gomphodontosuchus* ((*Menadon*, UFRGS) (*Exaeretodon*, *Scalenodontoides*))). Thus, the presence of *M. besairiei* is established to the Fauna of Santa Cruz do Sul, consisting of the first record for South America and confirming the previously proposed biostratigraphic correlation between “Isalo II” and the *Santacruzodon* AZ.

**Key words:** Therapsida, Eucynodontia, Traversodontidae, *Menadon besairiei*, Triassic, Santa Maria Formation.

## INTRODUÇÃO

A família Traversodontidae von Huene, 1936 é uma das mais bem representadas dentro do clado Cynodontia Owen, 1862, surgindo repentinamente no registro fóssil no Anisiano da Argentina (e.g. *Pascualgnathus polanskii*, *Andescynodon mendozensis*), se tornando cosmopolita e compondo um dos mais bem sucedidos grupos de cinodontes durante o Triássico Médio e Superior (Abdala & Ribeiro, 2010; Abdala *et al.*, 2001; Battail & Surkov, 2000; Bonaparte, 1962; Chatterjee, 1982; Gow & Hancox, 1993; Kammerer *et al.*, 2008; Kemp, 2005; Sues *et al.*, 1999).

O sucesso do grupo normalmente é creditado às adaptações ligadas ao processamento oral dos alimentos (Goswami *et al.*, 2005; Hopson, 1984), principalmente no que concerne ao padrão de oclusão das coroas dos dentes pós-caninos, lábio-lingualmente expandidas, o qual precedeu o padrão de oclusão mamaliano (Crompton, 1972 *apud* Kemp, 2005; Kemp, 1980).

Desde que von Huene (1928,1936) coletou os primeiros traversodontídeos na Formação Santa Maria (*Traversodon stahleckeri* e *Gomphodontosuchus brasiliensis*) (Triássico Médio a Superior), o conhecimento acerca dos cinodontes do Rio Grande do Sul cresceu extraordinariamente (Langer *et al.*, 2007).

Na formação Santa Maria, cuja bioestratigrafia é determinada unicamente pelas sucessivas associações de tetrápodes fósseis, a diversidade de cinodontes traversodontídeos é altamente expressiva (Abdala & Ribeiro, 2010; Abdala *et al.*, 2001; Langer *et al.*, 2007) (Figura1).

Na base da formação [Sequência Santa Maria 1 de Zerfass *et al.*(2003)] encontra-se a Cenozona de Therapsida (Schultz *et al.*, 2000), de idade iadiniana, de onde foram descritos os seguintes traversodontídeos: *Luangwa sudamericana*,



*Massetognathus ochagaviae*, *Protuberum cabralensis* e *Traversodon stahleckeri* (Abdala & Sa-Teixeira, 2004; Barberena, 1981; Liu *et al.*, 2008; Reichel *et al.*, 2009; von Huene, 1936).

No topo da formação, na porção carniana da Sequência Santa Maria 2 (Zerfass *et al.*, 2003), a Cenozona de Rhynchosauria apresenta dois traversodontídeos: o abundante *Exaeretodon riograndensis* e o raríssimo *Gomphodontosuchus brasiliensis* (Abdala *et al.*, 2002; von Huene, 1928; Hopson, 1985; Schultz *et al.* 2000).

Na Biozona de Traversodontídeos (Abdala *et al.* 2001), intermediária entre as outras duas biozonas, são conhecidos *Santacruzodon hopsoni* (Abdala & Ribeiro, 2002), *Menadon* sp. (Melo *et al.*, 2009), além de espécimes semelhantes a *Massetognathus*, ainda não formalmente descritos.

Neste trabalho é apresentado um novo achado fóssil da Biozona de Traversodontídeos, representado por um crânio praticamente completo (UFRGS-PV-1164-T), uma mandíbula sem os ossos pós-dentários, um maxilar direito e um pré-maxilar esquerdo (UFRGS-PV-1165-T), o qual foi identificado como *Menadon besairiei* (Melo *et al.*, 2009). Apesar da vinculação do novo material a *M. besairiei* já ter sido noticiada pelos autores (2009), uma descrição anatômica comparativa ainda não havia sido feita, o que é apresentado aqui. Adicionalmente, a fim de confirmar a vinculação dos novos espécimes com o traversodontídeo de Madagascar, foi realizada uma análise cladística, baseada em Kammerer *et al.* (2008), composta por 44 caracteres e 19 *taxa*.

## ÁREA DE ESTUDO E BIOESTRATIGRAFIA

O reconhecimento da Biozona de Traversodontídeos teve início em 1998, quando uma nova associação fóssil, com predominância quase absoluta de cinodontes traversodontídeos, foi descoberta na Formação Santa Maria, denominada Fauna de Santa Cruz do Sul (Abdala *et al.*, 2001). Esta foi registrada inicialmente no afloramento Schoenstatt, localizado no município de Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, à margem da Rodovia BR 287 (Figura 2A-B).

O afloramento Schoenstatt (UTM (22) 359767 E, 6709062 N) é composto de aproximadamente 20 metros de lamitos do Membro Alemoa da Formação Santa Maria (*sensu* Andreis *et al.*, 1980), interpretados como depósitos de planície de inundação, sobrepostos por 15 metros de arenitos afossilíferos representando fácies de canais (Bertoni-Machado & Holz, 2006) (Figura 2A).

Abdala *et al.* (2001) reconheceram quatro novos cinodontes traversodontídeos na Fauna de Santa Cruz do Sul. Segundo os autores, o primeiro deles, denominado Tipo I, estaria mais relacionado à *Gomphodontosuchus* (Hopson, 1985), *Menadon* (Flynn *et al.*, 2000), *Scalenodontoides* (Gow & Hancox, 1993) e *Exaeretodon* (Bonaparte, 1962). O traversodontídeo Tipo II estaria proximamente vinculado à *Dadadon* (Flynn *et al.*, 2000), o Tipo III apresentaria características semelhantes a *Massetognathus* (Romer, 1967) e o Tipo IV assemelharia-se ao traversodontídeo laurasiânico *Boreogomphodon* (Sues & Olsen, 1990).

Além dos já mencionados cinodontes traversodontídeos, os quais correspondem ao grupo fóssil predominante, também são registrados cinodontes chiniquodontídeos (Abdala *et al.*, 2001), um cf. *Probainognathus* (Soares & Abdala, 2008), além de um

arcossauromorfo proterocâmpio (Machado & Kischlat, 2003), identificado como *Chanaresuchus bonapartei* por Raugust (2009).

Segundo Bertoni-Machado & Holz (2006), a tafocenose em questão é produto de ação biogênica, visto que é composta praticamente apenas por crânios e mandíbulas, sem orientação preferencial, partes estas que correspondem a porções menos nutritivas dos esqueletos e são, geralmente, refugadas por animais predadores e/ou necrófagos.

A co-ocorrência de formas com afinidades ladinianas (similares a *Massetognathus* sp., *Chiniquodon* sp. e cf. *Probainognathus* sp.) e de formas similares às encontradas em “Isalo II” de Madagascar, de idade ladiniana-carniana (e.g. *Menadon* e *Dadadon*) (Flynn *et al.*, 2000), justificaram a proposição de uma unidade bioestratigráfica distinta - a Biozona de Traversodontídeos -, de idade Neoladiniana-Eocarniana, preenchendo o hiato temporal que havia entre as Cenozonas de Therapsida (Ladiniano) e Rhynchosauria (Carniano) (Abdala *et al.*, 2001, Schultz *et al.*, 2000).

Dentre aqueles quatro tipos de traversodontídeos apresentados por Abdala *et al.*, (2001), apenas o Tipo II foi formalmente descrito, sendo denominado *Santacruzodon hopsoni* (Abdala & Ribeiro, 2002), exclusivo do Brasil. Considerando que este traversodontídeo é o táxon mais abundante da Fauna de Santa Cruz do Sul, Abdala & Ribeiro (2010) propuseram o nome Cenozona de *Santacruzodon* (*Santacruzodon Assemblage Zone*) para fazer referência a esta fauna, em substituição a Biozona de Traversodontídeos (Abdala *et al.* 2001), terminologia que será adotada a partir deste ponto.

Mais recentemente, outros espécimes de traversodontídeos, compartilhando semelhanças anatômicas com aqueles de Santa Cruz do Sul, foram descobertos em mais dois afloramentos situados nos municípios de Venâncio Aires e Vera Cruz, na região

central do Rio Grande do Sul (Melo *et al.*, 2009, 2010; Reichel *et al.*, 2005). Além das semelhanças anatômicas, o padrão diagenético apresentado pelos fósseis das três localidades, com predominância de permineralização por quartzo, difere do padrão diagenético observado nos fósseis das outras localidades da Formação Santa Maria, onde predomina permineralização por calcita (Reichel *et al.*, 2005; Teixeira *et al.* 2010).

Em conjunto, essas evidências permitiram a ampliação geográfica da Cenozona de *Santacruzodon* e reforçaram sua correlação temporal com a fauna malgaxe da Formação Isalo II, confirmando, assim, a idade Neoladiniana-Eocarniana para esta unidade bioestratigráfica da Formação Santa Maria.

**Abreviaturas institucionais.** **FMNH**, Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, E.U.A.; **UA**, Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar; **UFRGS-PV** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

**Abreviaturas anatômicas.** **alac**, cúspide ântero-labial acessória; **alinc**, cúspide ântero-lingual acessória; **ap**, processo angular do dentário; **Bo**, basiocipital; **Bsf**, basisfenóide; **caep**, *cavum epiptericum*; **cp**, processo coronóide do dentário; **Dt**, dentário; **Ept**, epipterigóide; **exam**, meato auditivo externo; **F**, frontal; **ib**, barra internarial; **Ju**, jugal; **La**, lacrimal; **mf**, forame mental; **msf**, fossa massetéica; **Mx**, maxila; **Na**, nasal; **ob**, bacia oclusal; **occ**, côndilos occipitais; **Op**, opistótico; **or**, órbita; **P**, parietal; **Pa**, palatino; **Pf**, pré-frontal; **plac**, cúspide póstero-labial; **plinc**, cúspide póstero-lingual; **Pmx**, pré-maxila; **Po**, pós-orbital; **pp**, processo parocipital do basiocipital; **prfs**, fossa paracanina; **Pro**, proótico; **Pt**, pterigóide; **smf**, forame septomaxilar; **Smx**, septomaxila; **Sq**, esquamosal; **tc**, crista transversa; **tf**, forame trigêmeo; **tp**, processo transversal do pterigóide; os números referem-se aos pós-caninos inferidos conforme o holótipo (Flynn *et al.*, 2000).

## SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

SYNAPSIDA Osborn, 1903

THERAPSIDA Broom, 1905

CYNODONTIA Owen, 1861

EPICYNODONTIA Hopson & Kitching, 2001

EUCYNODONTIA Kemp, 1982

TRAVERSODONTIDAE von Huene, 1936 (*sensu* Kammerer, Flynn  
Ranivoharimanana & Wyss, 2008)

*MENADON BESAIRIEI* Flynn, Parrish, Rakotosamimanana,  
Ranivoharimanana, Simpson & Wyss, 2000

**Holótipo:** UA 10601, lado direito sincrânio .

**Espécimes adicionais:** FMNH PR 2444, crânio parcial e pós-crânio; FMNH PR 2104, mandíbula isolada; UFRGS-PV-1164-T, um crânio quase completo e UFRGS-PV-1165-T, uma mandíbula sem os ossos pós-dentários, um maxilar direito e um pré-maxilar esquerdo.

**Ocorrência:** “Isalo II Beds” [=Formação Makay (*sensu* Razafimbelo, 1987)], Bacia Morondava, Madagascar. Cenozona de *Santacruzodon*, Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Brasil.

**Idade:** Mesotriássico (Ladiniano) e/ou Neotriássico (Carniano) (Abdala *et al.* 2001; Flynn *et al.*, 1999; Melo *et al.*, 2009).

**Diagnose emendada:** Traversodontídeo com quatro grandes incisivos superiores recurvados e serrados, sendo I1 e I2 procumbentes, I3 e I4 caniniformes, I4 recurvado e serrado; canino superior com o mesmo comprimento que os incisivos, com a autapomorfia de ser inclinado anteriormente e ter o alvéolo lábio-lingualmente mais fino que os alvéolos dos incisivos; ausência de diastema entre os incisivos superiores e caninos; até 8 pós-caninos superiores; i1, i2 e i3 procumbentes; 6 a 7 pós-caninos inferiores; pós-caninos quadrangulares ou trapezoidais em vista oclusal; processo descendente do jugal ausente; processo ventral da porção zigomática do esquamosal cobrindo lateralmente quadrado e quadrado-jugal.

## DESCRIÇÃO E COMPARAÇÕES

### Crânio – Aspecto Geral

Apesar da visível compressão lateral, o aspecto geral do crânio do espécime UFRGS-PV-1164-T é muito semelhante ao de *Menadon besairiei* (FMNH PR 2444), descrito por Kammerer *et al.* (2008). O espécime de Santa Cruz do Sul encontra-se mais completo que FMNH PR 2444, já que foi preservada toda a região pós-orbital, com exceção dos ossos quadrado e quadrado-jugal; a maioria dos dentes pós-caninos; os incisivos e os caninos não foram conservados. Em comparação com *Exaeretodon*, o crânio é notavelmente alto e longo, sendo a região pré-orbital mais curta que a pós-orbital. A plataforma lateral do maxilar (*maxillary bulge*) é menos pronunciada que em outros traversodontídeos, como *Massetognathus* e *Santacruzodon* (Figura 3).

### **Região Nasal/Rostral** (Figuras 3 e 4)

Com relação à morfologia do rosto, não se pode distinguir UFRGS-PV-1164-T do espécime FMNH PR 2444 de *Menadon* (Kammerer *et al.*, 2008). Assim como neste, o rosto é bastante alto, o que também é observado em *Gomphodontosuchus* (Hopson, 1985) e em juvenis de *Exaeretodon* (Abdala *et al.*, 2002). Apesar da deformação tafonômica acima comentada, é possível verificar que a região rostral é larga e robusta.

Em vista palatal, a borda anterior da pré-maxila é semi-circular, com a convexidade mais acentuada do que a observada em FMNH PR 2444. Em vista lateral, a pré-maxila é bordada ântero-dorsalmente pela abertura narial e póstero-dorsalmente pela septomaxila. O contato entre pré-maxila e maxila se dá na margem posterior da primeira, ao nível do forame septo-maxilar.

Um amplo forame septo-maxilar localiza-se entre o processo póstero-dorsal da septo-maxila e a maxila, com a pré-maxila colaborando pontualmente na sua borda ântero-ventral. Tal forame é reportado por Bonaparte (1962) em *Exaeretodon frenguelli* da Argentina e está presente também na espécie brasileira, *E. riograndensis* (Abdala *et al.*, 2002), assim como em FMNH PR 2444 e UA 10601.

A barra internarial é bem desenvolvida, estando quase completa. A narina é delimitada anteriormente pelo processo dorsal da pré-maxila, ventro-anteriormente pela pré-maxila, ventro-posteriormente pela septo-maxila e dorsalmente pelo nasal.

A sutura entre os nasais e as maxilas, e tanto dos nasais quanto das maxilas com os lacrimais não são visíveis devido à grande quantidade de rachaduras na região. Em linhas gerais, a configuração destes três ossos em UFRGS-PV-1164-T parece ser a mesma observada em *Menadon*, como reconstruído por Kammerer *et al.* (2008), e semelhante aos outros traversodontídeos (Barberena, 1974).

Na região posterior aos caninos, a maxila sofre uma constrição, deixando a série de pós-caninos em posição medial em relação aos caninos. O contato entre a maxila e o jugal se dá ântero-ventralmente à órbita.

### **Região Orbital e Arco Zigomático (Figura 3)**

As órbitas semi-circulares são altas e posicionadas lateralmente no crânio.

Os ossos pós-orbitais delimitam as aberturas orbitais dorso-posteriormente, sobrepondo-se aos pré-frontais anteriormente e recobrimdo o primeiro terço da lateral da crista sagital. Os lacrimais e os pré-frontais compõem as porções anterior e ântero-dorsal da órbita, excluindo os frontais da margem da cavidade orbital. Os pré-frontais parecem ter formato retangular, mas rachaduras obscurecem as suturas da região em ambos os lados do crânio.

O jugal perfaz cerca da metade pósterio-ventral da circunferência da órbita, contatando com o pós-orbital (e se sobrepondo a ele) no processo pós-orbital. Na porção mais anterior, o jugal contata o lacrimal dorsalmente, a maxila ântero-ventralmente e o pterigóide ventralmente, mas, ao contrário de *Exaeretodon*, e semelhantemente aos outros traversodontídeos, uma projeção látero-dorsal do pterigóide exclui a maxila da borda da fenestra suborbital (Kammerer *et al.*, 2008), o que pode ser observado em vista palatal.

O arco zigomático é alto, semelhante ao de *Exaeretodon* e *Menadon* (Bonaparte, 1962; Kammerer *et al.*, 2008). A margem dorsal do arco zigomático não ultrapassa a margem dorsal da órbita, situando-se numa altura equivalente à metade desta, assim como em *Menadon* (Flynn *et al.*, 2000).

Na raiz do arco zigomático, o jugal não é projetado na forma de um processo descendente, como aqueles observados, por exemplo, em *Santacruzodon* e *Exaeretodon*



(Abdala & Ribeiro, 2002; Abdala *et al.*, 2002), assemelhando-se mais ao padrão observado em *Massetognathus* (Romer, 1967; Liu *et al.*, 2008).

Posteriormente à órbita, no arco zigomático, o jugal é separado em duas porções, uma dorsal e outra ventral, pelo esquamosal, de forma semelhante a *Exaeretodon* (Bonaparte, 1962; Abdala *et al.*, 2002), mas com a porção dorsal proporcionalmente muito reduzida e a ventral não tão robusta e menos voltada ventralmente. A porção ventral do jugal se estende até o sulco formado pelo esquamosal para receber quadrado e quadrado-jugal.

O esquamosal é dividido em um processo zigomático e outro cranial, separados por uma incisão em forma de um V de ângulo agudo. A porção zigomático do esquamosal compõe aproximadamente a metade póstero-dorsal da área do arco zigomático.

#### **Teto craniano** (Figura 4)

No teto craniano todas as suturas são de difícil visualização, assim como ocorre em FMNH PR 2444. Em comparação com os amplos nasais, os frontais são elementos curtos, de tamanho equivalente em comprimento aos pré-frontais. Apesar de difícil visualização, pode-se identificar as suturas entre os frontais e os pré-frontais, as quais são definidas por linhas retas, paralelas ao plano sagital. O limite anterior dos frontais parece acompanhar o limite anterior da órbita, como ocorre em *Exaeretodon* (Bonaparte, 1962). Uma proeminente depressão interorbital está presente em toda a região ocupada pelos frontais, assim como reportada por Kammerer *et al.* (2008). O par de frontais se projeta entre os parietais através de um processo posterior em forma de cunha. Ao nível do limite entre frontais, parietais e pós-orbitais a crista sagital, baixa e reta, começa sua ascensão até encontrar as cristas lambdóides, no seu limite mais

posterior. A crista parietal é apenas um pouco mais alta do que o crânio ao nível da sutura parietal-frontal. Apenas um fragmento isolado de *Menadon*, descrito por Kammerer *et al.* (2008) conservou parte da crista, o qual se assemelha a UFRGS-PV-1164-T. No primeiro terço dos parietais, observa-se uma separação entre os dois elementos, justamente no local onde se localiza o forame parietal em outros traversodontídeos (e.g. *Protuberum*, *Traversodon*, *Luangwa*), entretanto não parece haver um forame definido no local.

## **Occiput**

Assim como no espécime FMNH PR 2444, a placa occipital de UFRGS-PV-1164-T encontra-se comprimida lateralmente, o que delineia uma forma próxima de um triângulo isóscele com o ângulo superior (onde divergem as cristas lambdóides) de aproximadamente 60 graus, o que confere ao forame magno um aspecto é alto e ovóide. Esta forma da placa occipital apresentada pelos dois espécimes de *Menadon* é um tanto distinta da condição do holótipo, onde o forame magno é mais arredondado. Os dois côndilos occipitais são bem desenvolvidos e separados por um sulco formado pelo basioccipital. Ao lado de cada côndilo occipital, um curto processo paroccipital é visível, fazendo contato lateralmente com a base do processo zigomático do esquamosal.

As cristas lambdóides, delgadas, se projetam posteriormente e acompanham toda a margem posterior do processo craniano do esquamosal, até encontrarem a base, desde onde formam um ângulo em forma de “V” com o processo zigomático do esquamosal.

Acima do forame magno, o supraoccipital tem uma forma alongada e faz contato lateralmente com os tabulares. Acima do supraoccipital, parece haver uma sutura que sugere a presença de um interparietal, lembrado a condição descrita por Bonaparte

(1962) para *Exaeretodon frenguelli*. Flynn *et al.* (2000) e Kammerer *et al.* (2008) não fazem menção a este osso no occiput de *Menadon*. Não foi possível observar a posição dos canais pós-temporais em relação aos tabulares.

### **Palato** (Figura 5)

Os detalhes referentes às suturas e forames do palato de UFRGS-PV-1164-T não puderam ser acessados em função da má preservação da região, sobretudo na área do palato secundário.

O palato secundário apresenta sua maior extensão lateral na altura dos caninos, sofrendo uma constrição na região do diastema entre os caninos e pós-caninos. Nessa mesma região, medialmente aos caninos, localizam-se as fossas paracaninas, como em *Gomphodontosuchus* e *Menadon*, mas não em *Exaeretodon* e *Scalenodontoides* (Hopson, 1985; Kammerer *et al.*, 2008; Abdala *et al.*, 2003; Gow & Hancox, 1993). Os forames incisivos são pouco discerníveis entre as rachaduras, mas parecem ser confluentes. Entretanto, não é possível afirmar que estejam situados dentro dos limites da pré-maxila, como em *Exaeretodon* e *Gomphodontosuchus* (Abdala *et al.*, 2002; Hopson, 1985). Não foi possível identificar os forames palatinos maior e menor.

A partir do nível do primeiro pós-canino preservado (ver Dentição), uma crista longitudinal formada pelas porções mediais dos palatinos se estende até o nível da borda anterior do quarto pós-canino preservado; a partir daí, a crista diverge pósterolateralmente ao longo da borda das narinas internas, definindo o limite posterior da placa palatal dos palatinos. Essa crista é notavelmente saliente, atingindo a altura da coroas dos pós-caninos. Cabe salientar, entretanto, que tal crista (ausente em no holótipo UA 10601) provavelmente corresponda a um artefato de preservação causado

pela compressão lateral do crânio. As narinas internas, delimitadas anterior e lateralmente pelos palatinos, são bastante amplas.

O comprimento do palato secundário, terminando ao nível da borda anterior do quarto pós-canino preservado, é semelhante ao de *Menadon* (Abdala, comunicação pessoal).

Como em outras regiões do crânio, a região do palato primário está fraturada, podendo-se notar apenas as suturas entre os palatinos e os pterigóides. O palato primário apresenta um par de cristas palatinas convergindo posteriormente em direção ao processo cultriforme do parasfenóide. Lateralmente às cristas palatinas, estão situados os processos transversos dos pterigóides, projetados ventro-posteriormente, à semelhança de *Exaeretodon* (Abdala *et al.*, 2002). Cada ramo quadrado dos pterigóides se estende até o nível anterior da margem do *cavum epiptericum*.

#### **Basicrânio** (Figura 4)

Toda a região encontra-se muito mal preservada, não sendo possível a visualização das suturas entre os elementos ósseos, tampouco é possível reconhecer qualquer forame no basicrânio de UFRGS-PV-1164-T (e.g. forame jugular, fenestra rotunda, forames hipoglossais, forame pterigoparocipital). De modo geral, a configuração do basicrânio é semelhante à de *Massetognathus* e *Exaeretodon*, com o basioccipital encurtado ântero-posteriormente e um basisfenóide de aspecto triangular, afinando-se anteriormente. O processo parocipital do opistótico parece mais estreito que o de *Exaeretodon*, fazendo com que os esquamosais aproximem-se mais dos côndilos occipitais. Deste modo toda a região basicranina apresenta-se pouco expandida lateralmente. A exemplo de *Menadon* (Kammerer *et al.*, 2008), o proótico ocuparia uma

porção maior do basicrânio que o opistótico, estando o limite entre os dois ossos no mesmo nível da sutura do basisocipital com o basisfenóide. A lâmina lateral do proótico só não envolve o *cavum epiptericum* anteriormente, já que nesta porção ele está delimitado pelo pterigóide. O ramo quadrado do epiptericóide contata posteriormente a aba lateral do proótico. Na porção do esquamosal exposta no basicrânio, pode-se observar um entalhe para alojamento do quadrado e quadrado-jugal. Este entalhe é delimitado posterior e medialmente pelo esquamosal e lateralmente pelo jugal (porção ventral do jugal). O meato auditivo externo também é visível em norma ventral.

### **Parede lateral da caixa craniana** (Figura 3)

A fissura esfenorbital é delimitada posteriormente pelo processo ascendente do epiptericóide. Assim como em *Exaeretodon*, esta porção do epiptericóide situa-se medial à borda ventral do parietal, a mesma relação entre o proótico e o parietal. A lâmina anterior do proótico ocupa uma posição posterior ao epiptericóide, sendo bem mais estreita que o último. Somente do lado esquerdo de UFRGS-PV-1164-T é possível observar uma abertura, situada no limite entre o epiptericóide e o proótico, que deve corresponder à saída dos ramos V2 e V3 do nervo trigêmeo. A margem posterior da lâmina do proótico é limitada pela porção craniana do esquamosal. Comparações com *Menadon* não são possíveis porque tanto no holótipo quanto no espécime FMNH PR 2444 esta região não foi descrita. A aba lateral do proótico está bem definida, como em *Exaeretodon*, estando sua margem lateral em contato com o esquamosal e sua margem anterior em contato com o ramo quadrado do epiptericóide.

Não é possível definir que o contato frontal-eptericóide ocorra na porção dorsal da fissura esfenorbital, como relatado em *Exaeretodon* (Abdala *et al.*, 2002).

## **Mandíbula** (Figura 6)

Os dentários são ântero-posteriormente curtos e dorso-ventralmente altos, portando, cada um, três incisivos procumbentes, um canino e seis pós-caninos. O ramo horizontal é robusto e transversalmente expandido. O processo coronóide é alto e projetado dorso-posteriormente, recobrando lateralmente o alvéolo do sexto e último pós-canino. O processo angular é bem desenvolvido e projetado posteriormente como em *Exaeretodon* e *Menadon* (Bonaparte, 1962; Flynn *et al.*, 2000). Na região posterior do dentário, dorsalmente ao processo angular, há uma concavidade profunda, semelhante à de *Exaeretodon*. A ampla fossa massetéica inicia no nível do 2º pós-canino, semelhantemente a *Gomphodontosuchus*, *Exaeretodon*, *Scalenodontoides* e *Menadon* (Hopson, 1985; Bonaparte, 1962; Crompton, 1972 *apud* Flynn *et al.*, 2000; Flynn *et al.*, 2000). O forame mental também se encontra no nível do 2º pós-canino.

Os ossos pós dentários não foram preservados, mas o sulco pós dentário estreito indica seu reduzido tamanho, à semelhança de *Exaeretodon* (Bonaparte, 1962).

A sínfise é fusionada e robusta, estendendo-se ventro-posteriormente até o nível do terceiro pós-canino. Uma depressão medial, acompanhando o plano sagital, é observada na região da sínfise, não tão acentuadamente expandida quanto em *Gomphodontosuchus*, porém mais do que em *Exaeretodon* (Abdala *et al.*, 2002; Hopson, 1985).

## **Dentição** (Figura 7)

O crânio apresenta quatro alvéolos incisivos na pré-maxila, sendo I1 e I2 procumbentes, como em *Menadon besairiei* (Kammerer *et al.*, 2008). Todos os alvéolos são ovalados, lábio-lingualmente mais largos e ântero-posteriormente mais curtos do que os dos caninos. Não há diastema entre incisivos e caninos, como evidenciado pelos alvéolos. Os caninos, na maxila, estariam separados do primeiro pós-canino por um longo diastema. Visto que a região do diastema não está bem preservada, pode-se considerar que esta poderia originalmente portar dentes, e, assim, o diastema seria menor do que dá a impressão.

A fileira dentária maxilar inicia paralela ao plano sagital do crânio, afastando-se deste, posteriormente. O primeiro pós-canino é bem menor do que os demais, bastante gasto e de contorno triangular-arredondado em norma oclusal (com o ápice do triângulo dirigido anteriormente), o que lembra a configuração presente em *Gomphodontosuchus* (Hopson, 1985). Os quatro pós-caninos seguintes são sucessivamente maiores e apresentam as coroas alargadas lábio-lingualmente, com um contorno quadrangular em norma oclusal, e implantados obliquamente na maxila. Em função do desgaste e da diagênese sofrida não se pode discernir detalhes referentes à morfologia dentária da série pós-canina, mas fica clara a presença de uma grande cúspide principal, posicionada póstero-labialmente, ligada por uma crista lateral (formando uma borda setorial) a uma cúspide acessória menor, de orientação ântero-labial. A parte da bacia oclusal mais profunda de cada dente está situada junto à crista lateral, em posição ântero-lingual. Na face lingual, há a presença de uma cúspide posterior principal e uma cúspide acessória, posicionada anteriormente à principal. Ambas as cúspides estão conectadas também por uma crista. A cúspide ântero-lingual acessória, por sua vez, está conectada à cúspide ântero-labial acessória por uma crista transversa anterior. A crista transversa posterior, característica dos traversodontídeos (Crompton, 1972 *apud*

Hopson, 1985), ascende da base da cúspide lábio-distal principal até a cúspide pósterolingual principal, sem evidência de uma cúspide central ou cingulo. Essa crista é muito pouco côncava, permitindo apenas uma imbricação leve dos pós-caninos (leve *shoudering*) quando comparada com *Exaeretodon*, *Massetognathus* e mesmo *Gomphodontosuchus* (Hopson, 1985), com quem é mais semelhante (Figura 8).

A descrição acima é consistente com o padrão pós-dentário de *Menadon besairiei*, com a maior discrepância consistindo na ausência dos três primeiros pós-caninos simples presentes no holótipo (Flynn *et al.*, 2000). No entanto, os três primeiros dentes também não são encontrados no espécime FMNH PR 2444. Essa ausência provavelmente deve-se à parca preservação da região correspondente ao diastema entre os caninos e os pós-caninos, já mencionada, ou mesmo à variações ontogenéticas, como sabe-se ocorrer em traversodontídeos (Abdala & Giannini, 2000; Abdala *et al.*, 2002; Bonaparte, 1962).

### **Dentes inferiores**

Os três alvéolos incisivos mandibulares ovalados são voltados anteriormente e bem desenvolvidos, da mesma forma que *Exaeretodon*, *Scalenodontoides* e, especialmente, *Menadon* (Bonaparte, 1962; Crompton, 1972 *apud* Flynn *et al.*, 2000; Flynn *et al.*, 2000), indicando que os incisivos eram procumbentes. O alvéolo canino é grande e algo procumbente também, de formato oval. Após um curto diastema, os alvéolos dos pós-caninos pc1 e pc2 apresentam-se reduzidos e os alvéolos pós-caninos pc3, pc4 e pc5 são mais lábio-lingualmente expandidos, com formato quadrangular e implantação oblíqua ao eixo do crânio. Finalmente, o último pós-canino, pc6, é bastante reduzido, como em *Menadon* (Flynn *et al.*, 2000).



## ANÁLISE FILOGENÉTICA

A fim de testar a vinculação filogenética do material de Santa Cruz do Sul (UFRGS-PV-1164-T e UFRGS-PV-1165-T) com *Menadon besairiei*, foi realizada uma análise filogenética.

A matriz utilizada foi a de Abdala *et al.* (2006) corrigida por Kammerer *et al.* (2008) para os gonfodontes gondwânicos (Apêndice 1). A matriz foi composta pelos 18 *taxa* e 44 caracteres utilizados na matriz de Kammerer *et al.* (2008), com a inclusão de UFRGS-PV-1164-T e UFRGS-PV-1165-T codificados como um novo táxon terminal, totalizando, assim, 19 *taxa*. Utilizou-se o *software* NONA, versão 2.0 (Goloboff, 1993), seguindo as mesmas especificações de Kammerer *et al.* (2008). Os caracteres não foram pesados e os caracteres multi-estado foram tratados como não-ordenados. As árvores resultantes foram editadas com o programa Winclada (Nixon, 1999). A análise cladística produziu 5 árvores mais parcimoniosas, com IC=0,48 e L=121, nas quais o “novo táxon” forma um clado monofilético com *Menadon*, compartilhando com este todas as sinapomorfias do nodo. Em todas as árvores o clado (*Gomphodontosuchus* ((*Menadon*, UFRGS-PV) (*Exaeretodon*, *Scalenodontoides*))) se manteve estável (Figura 9).

## CONCLUSÕES

Os espécimes de Santa Cruz do Sul, UFRGS-PV-1164-T e UFRGS-PV-1165-T, com segurança podem ser atribuídos à *Menadon besairiei*, por compartilharem com a

espécie malgaxe as seguintes características anatômicas: número reduzido de pós-caninos; formato quadrangular dos pós-caninos; quatro grandes incisivos superiores, sendo I1 e I2 procumbentes; porção suborbital do jugal contatando os pterigóides e excluindo a maxila da margem da fenestra suborbital. Essas características, em seu conjunto, são exclusivas de *Menadon besairiei*, não sendo compartilhadas pelos demais traversodontídeos.

A presença de *M. besairiei* na Fauna de Santa Cruz do Sul, atesta definitivamente a presença do táxon de Madagascar na América do Sul, reforçando a correlação temporal (Neoladíniano-Eocarniano) entre “Isalo II” e a Cenozona de *Santacruzodon* da Formação Santa Maria, como proposta por Abdala *et al.* (2001), e contribuindo no entendimento dos padrões de distribuição geográfica e cosmopolitismo exibido pelos traversodontídeos, especialmente no Gondwana.

#### AGRADECIMENTOS

Aos colegas do laboratório de Paleontologia de Vertebrados da UFRGS, em especial Alexandre Liparini, Rodolfo Ribas e Téo Veiga de Oliveira, pelo auxílio na preparação do material e na construção da análise filogenética. Pelas sugestões e fotos esclarecedoras sou grato a Christian Kammerer, Fernando Abdala e Cesar Leandro Schultz. O apoio financeiro foi fornecido pelo Programa de Iniciação Científica FAPERGS e BIC UFRGS.

## REFERÊNCIAS

- Abdala, F.; Barberena, M.C. & Dornelles, J. 2002. A new species of the traversodontid cynodont *Exaeretodon* from the Santa Maria Formation (Middle/Late Triassic) of Southern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**(2):313-325.
- Abdala, F., J. Neveling, & J. Welman. 2006. A new trirachodontid cynodont from the lower levels of the Burgersdorp Formation (Lower Triassic) of the Beaufort Group, South Africa and the cladistic relationships of Gondwanan gomphodonts. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **147**:383–413.
- Abdala, F. & Ribeiro, A.M. 2002. Nuevos cinodontes traversodóntidos (Synapsida-Eucynodontia) de la Formación Santa Maria (Triásico médio-superior), Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Española de Paleontología*, **17**(2):237-243.
- Abdala, F. & Ribeiro, A.M. 2003. A new traversodontid cynodont from the Santa Maria Formation (Ladinian-Carnian) of Southern Brazil, with a phylogenetic analysis of the Gondwanan traversodontids. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **139**:529-545.
- Abdala, F. & Ribeiro, A.M. 2010. Distribution and diversity patterns of Triassic cynodonts (Therapsida, Cynodontia) in Gondwana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **286**:202–217
- Abdala, F.; Ribeiro, A.M. & Schultz, C.L. 2001. A rich cynodont fauna of Santa Cruz do Sul, Santa Maria Formation (Middle-Late Triassic), southern Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, **2001**: 669-687.

- Abdala, F., & Sá-Teixeira, A.M. 2004. A traversodontid cynodont of African affinity in the South American Triassic: *Palaeontologia Africana*, **40**: 11-22.
- Andreis, R.R., Bossi, G.E., & Montardo, D.K., 1980, O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul, *In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 2, 1980, *Anais*, Camboriú, p. 659-673.
- Barberena, M.C. 1974. *Contribuição ao Conhecimento dos Cinodontes Gonfodontes (Cynodontia, Tritylodontoidea) do Brasil*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Livre Docência, 194p.
- Barberena, M.C. 1981. Uma nova espécie de *Massetognathus* (*Massetognathus ochagaviae*, sp.nov.) da Formação Santa Maria, Triássico do Rio Grande do Sul. *Pesquisas*. **14**:181-195.
- Battail B. & Surkov M.V. 2000. Mammal-like reptiles from Russia. In: M.J. Benton, Shishkin M.A., Unwin D.M., Kurochkin E.N., (eds.) *The age of dinosaurs in Russia and Mongolia*. Cambridge University Press, p. 86–119.
- Bertoni-Machado, C, & Holz, M. 2006. Biogenic fossil concentration in fluvial settings: an example of a cynodont taphocoenosis from the Middle Triassic of southern Brazil: *Revista Brasileira de Paleontologia*, **9**: 273-282.
- Bonaparte, J.F. 1962. Descripción del cráneo y mandíbula de *Exaeretodon frenguelli*, Cabrera y su comparación con Diademodontidae, Tritylodontidae y los cinodontes sudamericanos. *Publicaciones del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata*, **1**(5):135-202.
- Broom, R. 1905. On the use of the term Anomodontia. *Records of the Albany Museum*, **1**:266–269

- Chatterjee, S. 1982. A new cynodont reptile from the Triassic of India. *Journal of Paleontology*, **56**(1):203-214.
- Crompton, A.W. 1972. Postcanine occlusion in cynodonts and tritylodonts. *Bulletin of British Museum (Natural History), Geology*, **21**:29-71.
- Flynn, J.J.; Parrish, J.M.; Rakotosamimanana, B.; Simpson, W.F.; Whatley, R.L. & Wyss, A.R. 1999. A Triassic fauna from Madagascar, including early dinosaurs. *Science*, **286**:763-765.
- Flynn, J.J.; Parrish, J.M.; Rakotosamimanana, B.; Ranivoharimanana, L.; Simpson, W.F. & Wyss, A.R. 2000. New Traversodontids (Synapsida: Eucynodontia) from the Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **20**(3):422-427.
- Goloboff, P. 1993. "NONA" ver. 2.0 Program and Documentation. Published by the author, Tucumán, Argentina.
- Goswami, A., Flynn, J. J., Ranivoharimanana, L. & Wyss, A. 2005. Dental microwear in Triassic amniotes: implications for paleoecology and masticatory mechanics. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **25**: 320–329.
- Gow, C.E. & Hancox, P.J. 1993. First complete skull of the Late Triassic *Scalenodontoides* (Reptilia, Cynodontia) from southern Africa. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, **3**:161-168.
- Hopson, J.A. 1984. Late Triassic Traversodontid Cynodonts from Nova Scotia and Southern Africa. *Palaeontologia Africana*, **25**:181-201.
- Hopson, J. A. 1985. Morphology and relationships of *Gomphodontosuchus brasiliensis* von Huene (Synapsida, Cynodontia, Tritylodontoidea) from the Triassic of Brasil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, **1985**:285–299.

- Hopson, J.A. & Kitching, J.W. 2001. A probainognathian cynodont from South Africa and the phylogeny of non-mammalian cynodonts. *Bulletin Museum of Comparative Zoology*, **156**:5-35.
- Liu, J., Soares, M.B. & Reichel, M. 2008. *Massetognathus* (Cynodontia, Traversodontidae) from the Santa Maria Formation of Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **11**, 27–36.
- Kammerer, C.F., Flynn, J.J., Ranivoharimanana, L. & Wyss, A.R. 2008. New material of *Menadon besairiei* (Cynodontia: Traversodontidae) from the Triassic of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28**: 445–462.
- Kemp, T.S. 1980. Aspects of the structure and functional anatomy of the Middle Triassic cynodont *Luangwa*. *Journal of Zoology*, **191**: 193–239.
- Kemp, T.S. 1982. *Mammal-like Reptiles and the Origin of Mammals*. 1<sup>a</sup> ed. New York, Academic Press, 362 p.
- Kemp, T. S. 2005. *The origin and evolution of mammals*. 1<sup>a</sup> ed. , Oxford, Oxford University Press, 331 pp.
- Langer, M.C., Ribeiro, A.M., Schultz, C.L. & Ferigolo, J. 2007. The continental tetrapod-bearing Triassic of south Brazil. *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science* **41**: 201–218.
- Machado, C. B. & Kishlat E-E. 2003. Novo registro de Rhadinosauridae (Archosauriformes: Proterochampsia) para o Mesotriássico do Brasil. *Paleontologia em Destaque*, Porto Alegre, **18**(44):47.
- Melo, T.P., Soares, M.B. & Oliveira, T.V. 2009. Primeiro registro do traversodontídeo *Menadon* sp. (Flynn *et al.*, 2000) na Biozona de Traversodontídeos da Formação Santa Maria, Triássico

Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *In: PALEO 2009, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2009. Livro de resumos*, Rio Grande do Sul, p. 16.

Melo, T.P., Soares, M.B. & Horn, B.L.D. 2010. The traversodontid biozone of the Santa Maria Formation (Middle-Upper Triassic), Paraná Basin, Southern Brazil: geographic distribution and biostratigraphic refinement. *In: XXV JORNADAS ARGENTINAS DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 2010. Libro de Resúmenes*, San Luis, p. 24.

Nixon, K.C. 1999. WinClada ver. 1.0000. Published by the author, Ithaca, NY, USA.

Osborn, H.F. 1903. On the primary division of the Reptilia into two sub-classes, Synapsida and Diapsida. *Science*, **17**:275–276.

Owen, R. 1861. Palaeontology, or a systematic summary of extinct animals and their geological relations. 2<sup>a</sup>ed. Edinburgh.

Raugust, T. 2008. *Um Novo registro de Chanaresuchus Bonaparti Romer 1971 (Archosauriforme, Proterochampsidae) para o triássico médio sul-rio-grandense e considerações acerca da sistemática de proterochampsidae*. Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, M,Sc. thesis, 140 pp.

Razafimbelo, E. 1987. *Le basin de Morondava (Madagascar). Synthèse géologique et structurale*. University Louis Pasteur, Strasbourg, France, PhD. thesis, 189 pp.

Reichel, M., Schultz, C.L. & Pereira, V.P. 2005. Diagenetic pattern of vertebrate fossils from the Traversodontidae Biozone, Santa Maria Formation (Triassic) Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **8**(3): 173-180

- Reichel, M., Schultz, C.L. & Soares, M.B. 2009. A new traversodontid cynodont (Therapsida, Eucynodontia) from the Middle Triassic Santa Maria Formation of Rio Grande do Sul, Brazil. *Palaeontology*, **52**: 229–250.
- Romer, A. S. 1967. The Chañares (Argentina) Triassic Reptile Fauna. III. Two new gomphodonts, *Massetognathus pascuali* and *Massetognathus teruggii*. *Breviora*, **264**: 1–25.
- Schultz, C. L. Scherer, C. M. S. & Barberena, M. C. 2000. Biostratigraphy of southern Brazilian Middle–Upper Triassic. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**: 491–494.
- Soares, M.B. & Abdala, F. 2008. The first record of *Probainognathus* Romer, 1970 (Therapsida, Cynodontia) in the Triassic of Rio Grande do Sul, Brazil. *In*: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, *Paleontologia em Destaque*, Ribeirão Preto, 2008. **23**:189–190.
- Sues, H.-D. & Olsen, P.E. 1990. Triassic vertebrates of Gondwanan aspect from the Richmond Basin of Virginia. *Science*, **249**:1020-1023.
- Sues, H.-D.; Olsen, P.E. & Carter, J.G. 1999. A late Triassic traversodontid cynodont from the Newark Supergroup of North Carolina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **19**:351-354.
- Tatarinov, L.P. 1973. Cynodonts of Gondwanan habit in the Middle Triassic of the USSR. *Palaeontological Journal*, **7**(2):200-205.
- Teixeira, G.V., Horn, B.L.D. & Soares, M.B. 2010. Comparação entre padrões fossildiagnéticos de três localidades da Formação Santa Maria, Triássico do Rio Grande do Sul, e sua contribuição na ampliação geográfica da Biozona de Traversodontídeos. *In*: XXII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS. CD de resumos, Porto Alegre, 2010, p. 9.



von Huene, F., 1928. Ein Cynodontier aus des Trias Brasiliensis. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* **1928B**: 251–270.

von Huene, F., 1936. Die fossilen Reptilien des südamerikanischen Gondwanalandes. *Ergebnisse der Sauriergrabungen in Südbrasilien 1928–29*: Lieferung 2. Verlag Franz F. Heine, Tübingen, 93–159.

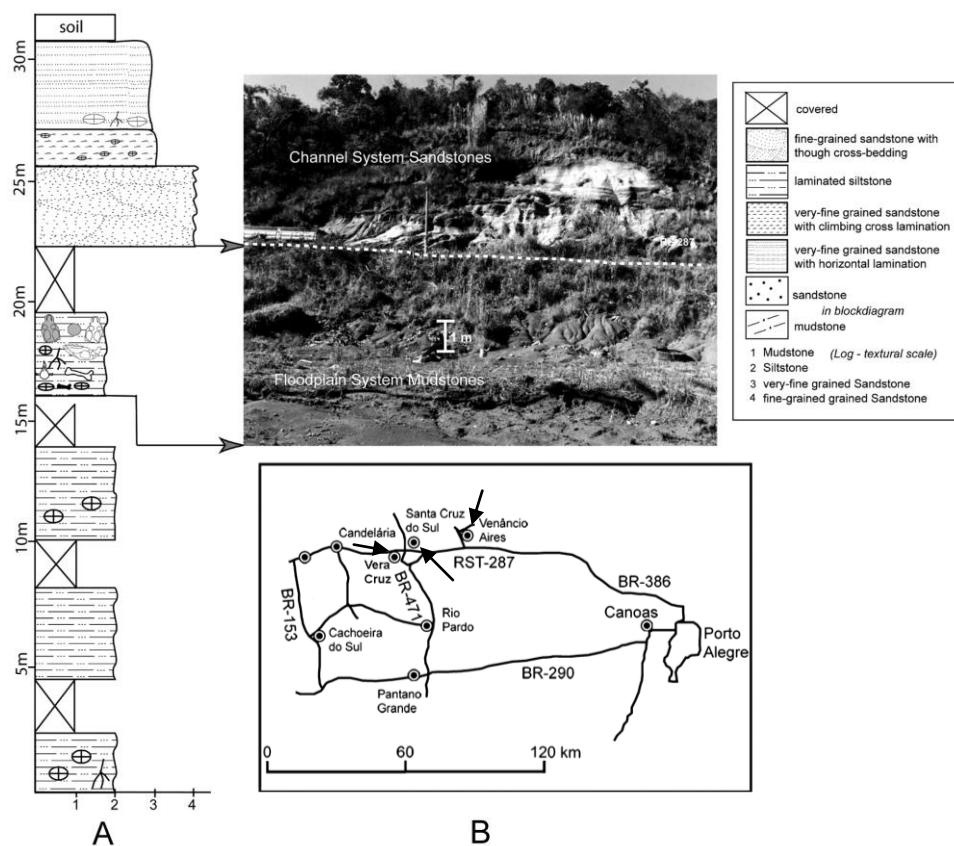
Zerfass, H., Lavina, E.L., Schultz, C.L., Garcia, A.J.V., Faccini, U.F. & Chemale, F. Jr. 2003.

Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of Southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and paleoclimate. *Sedimentary Geology*, **161**:85-105.

Período	Bioestratigrafia		Litoestratigrafia	
	Brasil	Argentina	Brasil	Argentina
205,7			Mata	
209,6			Caturrita	Los Colorados
220,7	Mammaliamorpha	La Chilca	Santa Maria	Ischigualasto
	Rhynchosauria	Ischigualasto		Los Rastros
227,4	Ladiniano			Los Chañares
234,3		Therapsida		Chañares

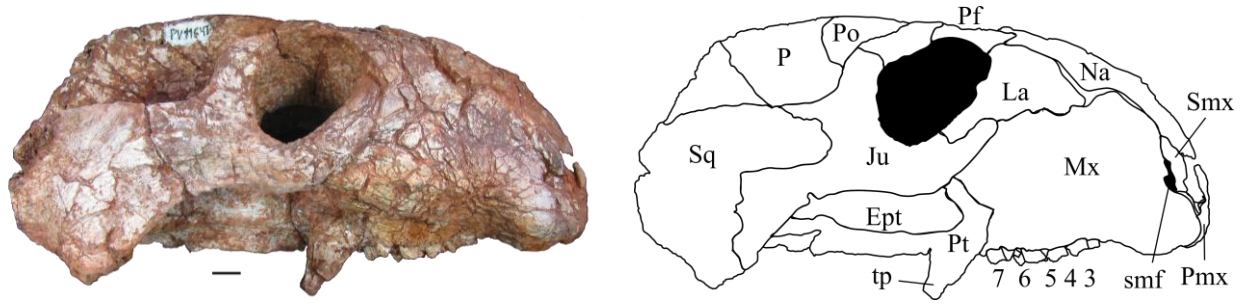
**Figura 1.** Tabela comparativa bio-litoestratigráfica entre o Triássico Médio e Superior do Brasil e da Argentina. Modificada de Rubert & Schultz, (2004).

**Figure 1.** Bio-lithostratigraphic comparison between Brazilian and Argentine Triassic. Modified from Rubert & Schultz (2004).



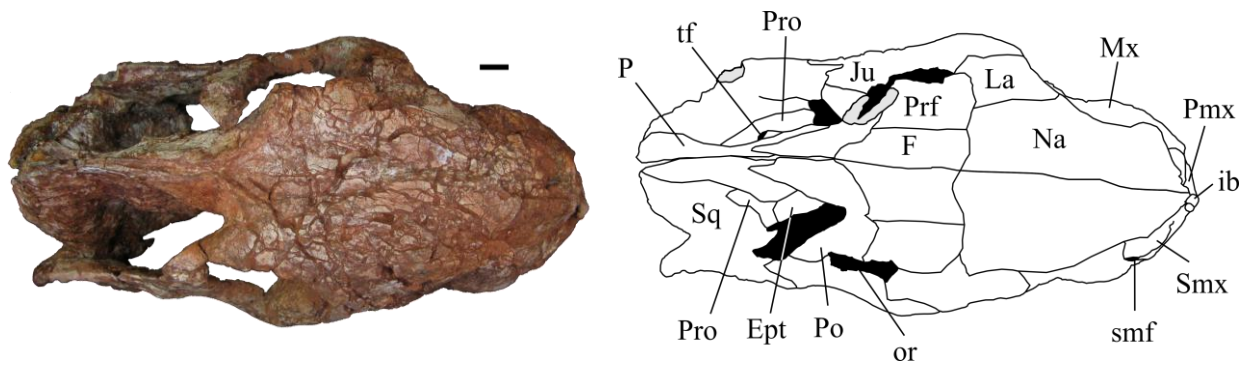
**Figura 2.** **A**, Perfil estratigráfico do afloramento Schoenstatt, com os níveis distintos indicados na foto. **B**, Mapa da região central do Rio Grande do Sul; setas indicando os municípios em que a Cenozona de *Santacruzodon* aflora. Modificado de Bertoni-Machado & Holz (2006) e Reichel *et al.* (2005).

**Figure 2.** **A**, Stratigraphic profile of the Schoenstatt outcrop, as indicated in the photograph. **B**, Map showing the central region of Rio Grande do Sul state; arrows point to the municipalities where the *Santacruzodon* AZ crops out. Modified from Bertoni-Machado & Holz (2006) and Reichel *et al.* (2005).



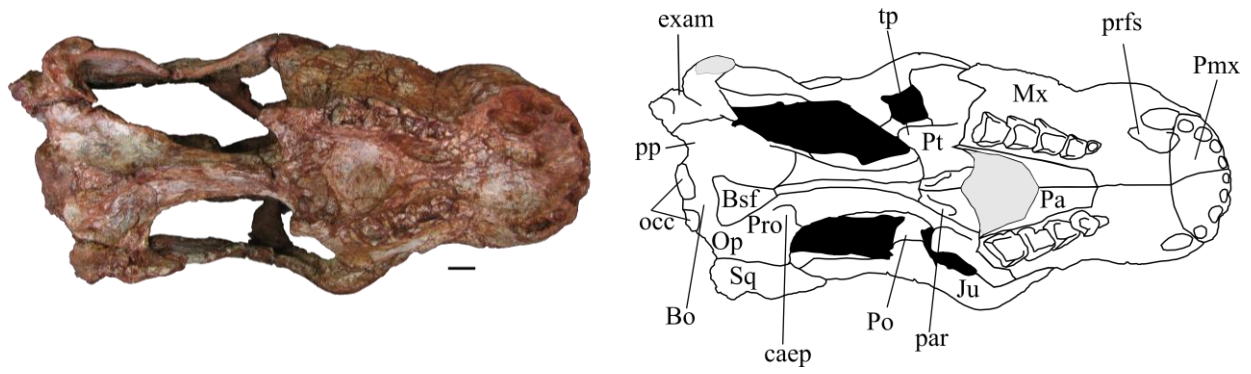
**Figura 3.** Vista lateral do crânio de espécime UFRGS-PV-1164-T. Escala = 1 cm.

**Figure 3.** UFRGS-PV-1164-T in lateral view. Scale bar = 1 cm.



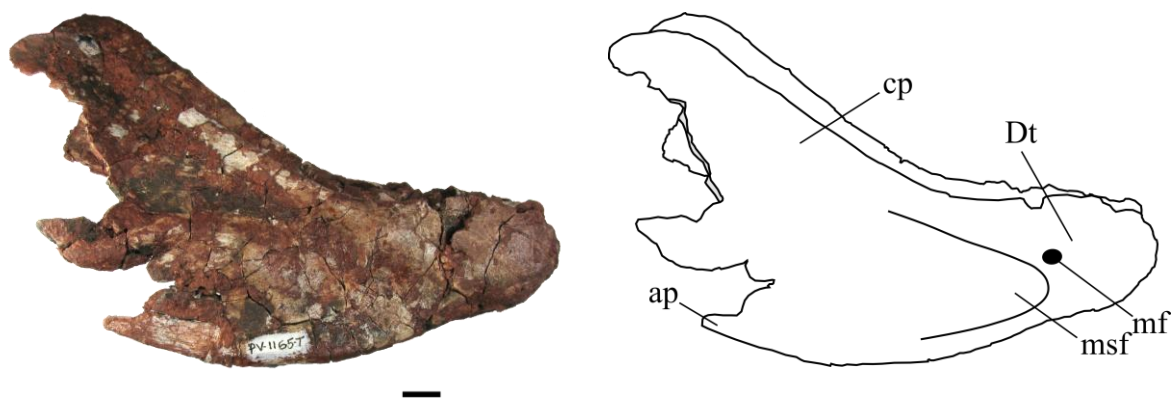
**Figura 4.** Vista dorsal do espécime UFRGS-PV-1164-T. Escala = 1 cm.

**Figure 4.** UFRGS-PV-1164-T in dorsal view. Scale bar = 1 cm.



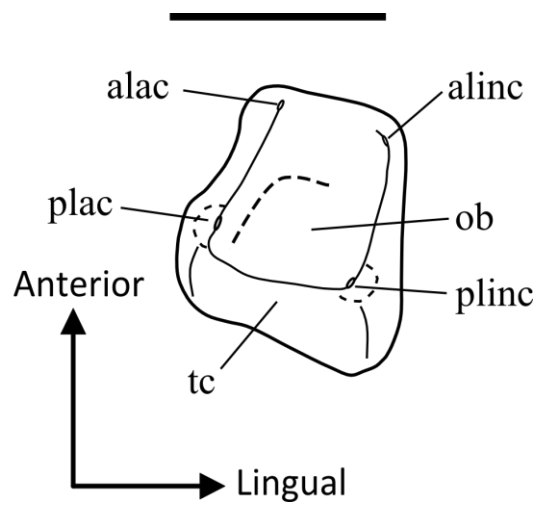
**Figura 5.** Vista palatal do espécime UFRGS-PV-1164-T. Escala = 1 cm.

**Figure 5.** UFRGS-PV-1164-T in palatal view. Scale bar = 1 cm.



**Figura 6.** Vista labial do espécime UFRGS-PV-1165-T. Escala = 1 cm.

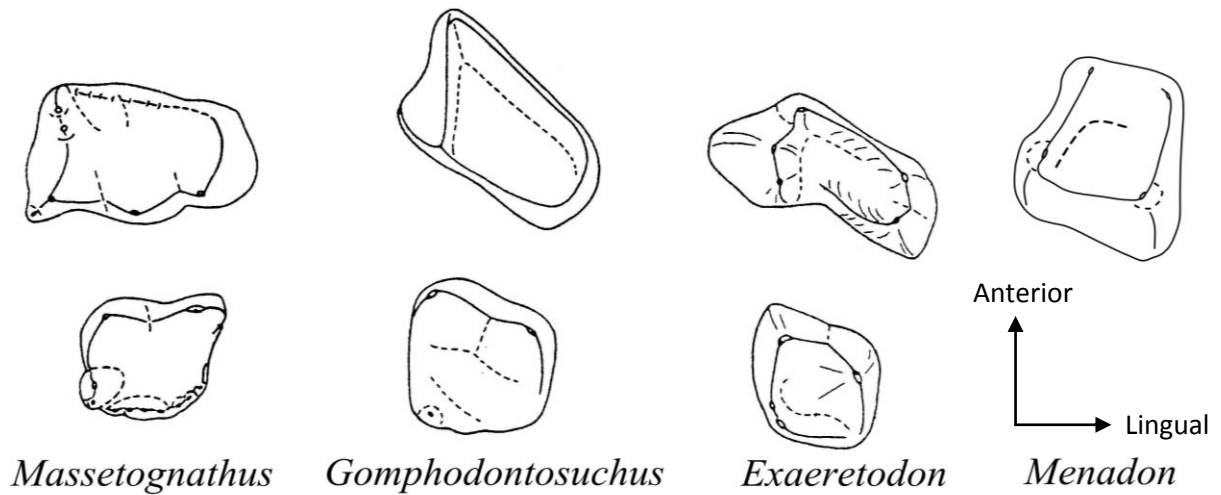
**Figure 6.** UFRGS-PV-1165-T in labial view. Scale bar = 1 cm.



**Figura 7.** Reconstrução esquemática dos pós-caninos superiores direitos. Escala = 1cm.

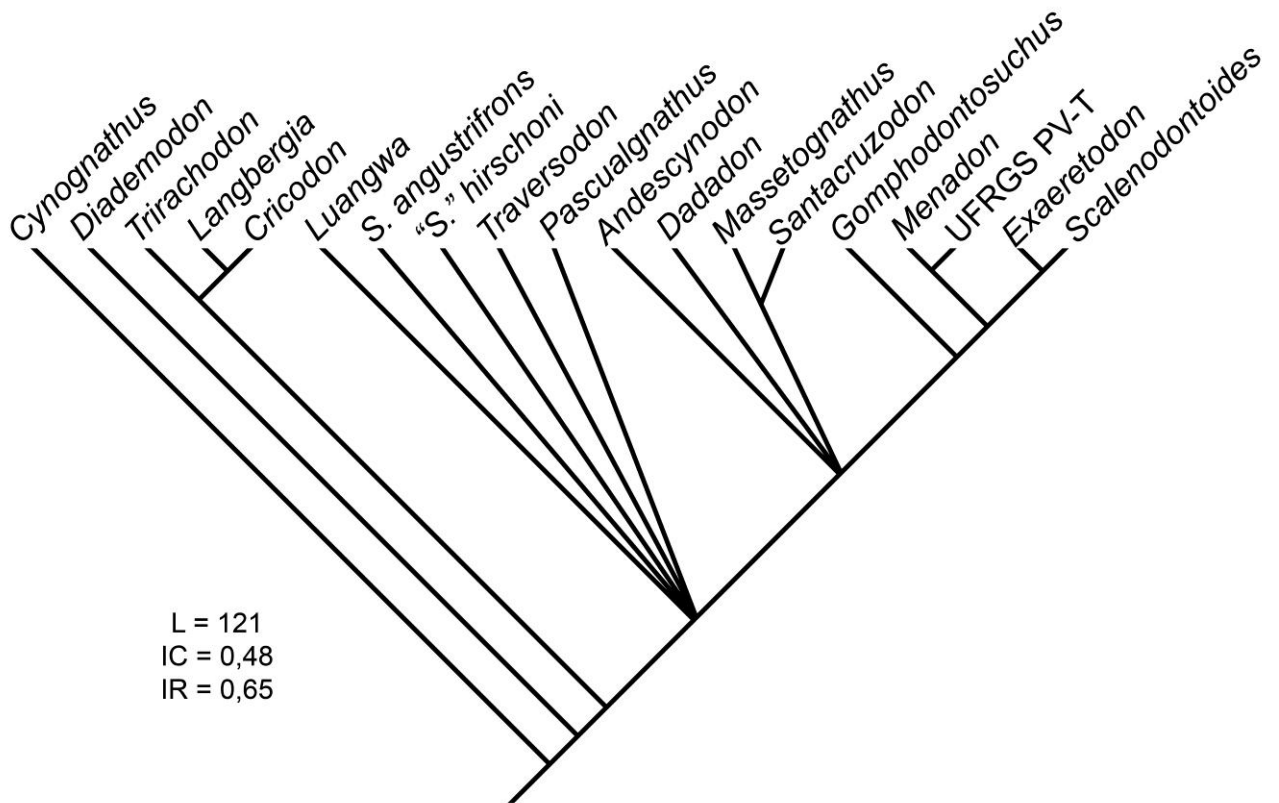
**Figure 7.** Schematic reconstruction of one of the right upper postcanines. Scale bar = 1 cm.





**Figura 8.** Comparação esquemática dos pós-caninos superiores direitos e pós-caninos inferiores esquerdos de quatro cinodontes traversodontídeos; pós-caninos superiores em cima e inferiores em baixo. Modificado de Hopson (1985). Não em escala.

**Figure 8.** Comparison of right upper and left lower postcanines patterns in four traversodontid cynodonts. Upper postcanines are above and lower are below. Modified from Hopson (1985). Not in scale.



**Figura 9.** Cladograma de consenso estrito, mostrando as relações dos cinodontes gonfodontes de Gondwana. **Abreviaturas:** L, número de passos; IC, índice de consistência; IR, índice de retenção.

**Figure 9.** Strict consensus tree showing the relationship of gondwanic gonfodonts.

APÊNDICE 1

Matriz baseada em Kammerer *et al.* (2008).

A= (0,1), B= (0,2), ? = Sem dados (*missing data*)

	0	1	2	3	4	4
	0	0	0	0	0	3
<i>Cynognathus</i>	0000000?	0????0?	00????	00000000000000000000?	00?	0?
<i>Diademodon</i>	00000010000?	00?0100?	000010A	0000000000001000100		
<i>Trirachodon</i>	000000100B1A00?	2201?	001A10001000010012000110			
<i>Langbergia</i>	00000010001000?	0201?	000010101000011012000110			
<i>Cricodon</i>	01000010001100?	0201?	001??010?0?0??0012000110			
<i>Andescynodon</i>	00000020010?	10?13101101120?	010???	01123111100		
<i>Massetognathus</i>	00111121A21110003100201120001110112123001100					
<i>Exaeretodon</i>	11101221120?	10103101211111020111111123111101				
<i>Luangwa</i>	000000100211010A3100101010010???	0?	10023001100			
<i>S. angustifrons</i>	000000100B11110231001010210?1???	0?	00023011100			
<i>"S." hirschoni</i>	1111?020?21100113100101?????	01???	1123001100			
<i>Traversodon</i>	0000002012110111310020101?0?????	0???	1123?01100			
<i>Gomphodontosuchus</i>	00111121120?10???	3101201???	0???	0???	1123111100	
<i>Pascualgnathus</i>	10000010000?0?0231?????	1100001???	0?01123?01100			
<i>Scalenodontoides</i>	111??221?20?10?031012111?1021???	1?21?23111101				
<i>Menadon</i>	01111121120?1011310?201?21020???	0???	1003111101			
<i>Dadadon</i>	000??02112111112?????	01?3?????????	1123?11100			
<i>Santacruzodon</i>	000??021121110003101201?3?00?????	???	2123001100			
UFRGS PV-T	0111?121110?1011310?2011210200?011110311110?					

# **Anexos**

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1. The Revista Brasileira de Paleontologia (RBP) is an official publication of the Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP) whose goal is to publish original scientific papers of broad interest in the field of Paleontology.

2. All submitted manuscripts must be in accord with the ICZN, ICBN.

3. Manuscripts may be written in Portuguese, Spanish or English. Articles in Portuguese or Spanish must include an English abstract.

4. Manuscripts may be up to 40 typed, double-spaced pages (A4 or standard letter size) in length, including illustrations and bibliography. Papers exceeding this limit or having color illustrations may be published pursuant payment by the authors of the additional publication costs.

## MANUSCRIPT PREPARATION

5. Manuscripts must be submitted as digital files to João Carlos Coimbra, UFRGS-IG, Avenida Bento Gonçalves, Caixa Postal 15001, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil or by e-mail: [joao.coimbra@ufrgs.br](mailto:joao.coimbra@ufrgs.br).

The first page should begin with the title, author's name and the complete address (both postal and electronic), followed by the English abstract, resumo, full text, references, and illustrations.

Manuscript title centralized, upper case, font size 14, bold type. Authors name in upper case, font size 10, centralized. Author addresses in lower case, font size 10. Other titles in the text in upper case, and centralized. Subtitles in lower case, bold and left aligned. The abstract and resumo should not exceed 20 lines and should be followed by up to six key words and palavras-chave, respectively. For articles in Portuguese or Spanish, the English translation of the title in upper case (capital) letters should follow the word Abstract.

Submit only the digital files of text, tables and illustrations. Send the files in a CD, DVD or through e-mail ([joao.coimbra@ufrgs.br](mailto:joao.coimbra@ufrgs.br)). Text must be in *Word for Windows*, Times New Roman font with a font size 12. Text should be double-spaced and leftaligned, with margins of 2.5 cm on all sides. Tables must be created in Table mode of Word. Each illustration and table must be sent in a separate file.

## Illustrations

6. All graphic illustrations, photographs and photomicrographs should be referred to as Figures, including plates, and numbered sequentially in the order of their citation in the text. The figures should be

submitted at the size they are to appear in the RBP: maximum width 8 cm (one column) or 17 cm (two columns). Elaboration of the figures making the most economical use of the available space is strongly recommended. Illustrations must be of high-quality. Digital files of illustrations should have **at least 300 dpi** (at final publication size), and in image format (**jpg** or **tiff**).

7. Font sizes and symbols within figures should be planned such that they will remain legible even if printed at reduced size. Oversized illustrations will not be accepted. Graphic scales should be used within the figures. All symbols must be explained. All captions must be sent on separate at the end of the text. Captions in Portuguese or Spanish should also include an English translation.

## References

8. Bibliographic citations within the text should be made as follows: Costa (1999), Costa & Silva (1992a, 1992b), and for three or more authors, Costa *et al.* (2000).

9. References should be listed alphabetically by last name at the end of the text. The following models should be used:

### Articles in periodicals:

Costa, S.O. 1994. Estudo morfoestrutural ao microscópio óptico dos nanofósseis de *Chiasmolithus* (Família Coccolithaceae) reconhecidos no intervalo Paleoceno/Eoceno Médio da Bacia do Espírito Santo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **66**(2):145-165.

Drehmer, C.J. & Ribeiro, A.M. 1998. A temporal bone of an Otariidae (Mammalia, Pinnipedia), from the Late Pleistocene of Rio Grande de Sul State, Brazil. *Revista da Universidade de Guarulhos, Geociências*, **3**(6):39-44.

### Articles in serial publications:

Price, L.I. 1953. *Os quelônios da Formação Bauru, Cretáceo terrestre do Brasil Meridional*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 34 p. (Boletim 147).

Vicalvi, M.A.; Kotzian, S.C.B. & Forti-Esteves, I.R. 1977. A ocorrência de microfauna estuarina no Quaternário da plataforma continental de São Paulo. In: *Evolução Sedimentar Holocênica da Plataforma Continental e do Talude do Sul do Brasil*, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, p. 77-97 (Série Projeto REMAC 2).

### Dissertations and theses:

Morais, M.H.C. 1998. *Equinóides regulares da Formação Pirabas (Oligo-Mioceno), Pará, Brasil*

- *Sistemática, Tafonomia e Paleoecologia*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, M. Sc. thesis, 69 p.

*Publications appearing in conjunction with scientific meetings:*

Dias-Brito, D. 1992. Ocorrências de calcisferas em depósitos carbonáticos do Atlântico Sul: impacto na configuração paleoceanográfica do Tétis Cretácico. *In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁICAS BRASILEIRAS*, 2, 1992. *Resumos expandidos*, Rio Claro, UNESP, p. 30-34.

*Books:*

Taylor, T.N. & Taylor, E.L. 1993. *The Biology and Evolution of Fossil Plants*. 1ª ed. Nova Jersey, Prentice Hall, 982 p.

*Chapters in books:*

Ostrom, J.H. 1992. Dromaeosauridae. *In: D.B. Weishampel; P. Dodson & H. Osmólska (eds.) The Dinosauria*, University of California Press, p. 269-279.

## **PEER REVIEW AND EVALUATION OF THE MANUSCRIPT**

10. Manuscripts will be reviewed by at least two *ad hoc* referees and/or by the Editors or members of the Editorial Council.

## **FINAL MANUSCRIPT PREPARATION**

11. Articles accepted for publication will be returned to the corresponding author together with a list of editorial recommendations. The corrected version of the text (doc) and images (jpeg or tiff) should be returned to RBP in electronic format.

12. Proofs of accepted papers will be sent to the corresponding author for correction prior to printing.

## **REPRINTS**

13. The journal provides each author with a pdf file of his/her article, and 25 hard-copy reprints free of charge.