

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
COMPORTAMENTO E BIOLOGIA ANIMAL**

**ANÁLISE E COMPARAÇÃO TAFONÔMICA-PALEOECOLÓGICA DE TRÊS ASSEMBLÉIAS  
TRIÁSSICAS DO RIO GRANDE DO SUL**

**Marcia Raquel Pegoraro de Macedo**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Comportamento e Biologia Animal).

**Juiz de Fora, Minas Gerais  
Fevereiro, 2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
COMPORTAMENTO E BIOLOGIA ANIMAL**

**ANÁLISE E COMPARAÇÃO TAFONÔMICA-PALEOECOLÓGICA DE TRÊS ASSEMBLÉIAS  
TRIÁSSICAS DO RIO GRANDE DO SUL**

**Marcia Raquel Pegoraro de Macedo**

**Orientador: Prof. Dr. Rafael Gioia Martins Neto  
Co-orientador: Prof. Dr. Átila Augusto Stock da Rosa**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Comportamento e Biologia Animal).

**Juiz de Fora, Minas Gerais  
Fevereiro, 2008**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Bioestratigrafia .....	2
1.2 Tafonomia .....	5
1.3 Paleoecologia.....	9
1.4 Relação tafonomia-paleoecologia.....	10
1.5 Objetivos .....	11
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
2.1 Localização dos sítios estudados .....	12
2.2 Aquisição e interpretação de dados .....	13
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
3.1 Grupos taxonômicos.....	18
3.2 Morfometria dos fósseis estudados.....	19
3.3 Estágios ontogenéticos .....	19
3.4 Identificação e avaliação quantitativa dos padrões de fratura e das classes de desarticulação de HOLZ & BARBERENA (1994).....	20
3.5 Identificação e avaliação quantitativa dos grupos de transporte segundo VOORHIES (1969) .....	22
3.6 Tipo de preservação.....	22
3.7 Processo de preservação .....	23
3.8 Incrustação.....	23
3.9 Deformação .....	24
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
4.1 Tipo de morte .....	25
4.2 Ambiente deposicional .....	26
4.3 Bioestratinomia e fossildiagênese dos sítios estudados.....	28
4.4 Paleofaunas locais: aspectos paleoecológicos e paleocomportamentais.....	31
4.5 Material icnológico.....	38
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE G .....</b>	<b>59</b>

### LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Grupos de Voorhies: susceptibilidade dos elementos ósseos ao fluxo hidráulico (VOORHIES 1969) ...	7
Tabela 02. Relação quantitativa dos fósseis encontrados para os sítios estudados.....	16
Tabela 03. Relação quantitativa dos fósseis registrados para cada sítio .....	16
Tabela 04. Percentuais dos grupos taxonômicos encontrados para os sítios estudados.....	18
Tabela 05. Classes de medidas de comprimento atribuídas aos fósseis de todos os sítios estudados.....	19
Tabela 06. Percentuais das classes de medidas verificadas para cada afloramento.....	19
Tabela 07. Percentuais das classes de desarticulação de HOLZ & BARBERENA (1994) presentes em cada sítio...21	
Tabela 08. Relação dos grupos de VOORHIES presentes em cada sítio .....	22
Tabela 09. Percentuais dos processos de preservação verificados em cada sítio.....	23
Tabela 10. Percentuais de diferentes tipos de incrustações verificados para cada sítio.....	23
Tabela 11. Percentuais de diferentes tipos de deformação registrados para cada sítio.....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Mapa simplificado das unidades litoestratigráficas do RS. A área de estudo localiza-se nas rochas sedimentares mesozóicas (modificado de LAVINA , 1991).....	2
Figura 02. Correlações estratigráficas entre o Brasil e a Argentina para o Triássico Médio-Superior. Retirado de RUBERT & SCHULTZ (2004).....	5
Figura 03. Relação entre a Tafonomia e suas subdivisões (BERTONI-MACHADO, 2004) .....	6
Quadro 01. Classes tafonômicas dos tetrápodes fósseis do Membro Alemoa da Formação Santa Maria (Modificado de HOLZ & SOUTO-RIBEIRO, 2000) .....	7
Figura 04. Formas preferenciais de preservação de vertebrados fósseis da região central do RS. (A), metatarso de rincossauro, com estrutura interna e externa perfeitamente preservadas; (B), fragmento craniano de rincossauro, de aspecto inchado e disforme, com estrutura interna destruída e externa parcialmente preservada (DA-ROSA, 2005).....	8
Figura 05. A importância da Tafonomia para a Paleoecologia é evidenciada, uma vez que a análise tafonômica se torna imprescindível no entendimento de como os processos pelos quais um organismo passa durante a fossilização alteram a biocenose (modificado de BEHRENSMEYER & HILL, 1990 <i>apud</i> BERTONI-MACHADO, 2004).....	10
Figura 06. Localização dos sítios fossilíferos Cortado, Linha Várzea e Picada do Gama (figura cedida por ÁTILA A.S. DA-ROSA).....	13
Figura 07. Quantidade de fósseis registrada para cada sítio estudado.....	15
Figura 08. Diferenças de percentuais registradas para ocorrência de elementos esqueléticos, coprólitos e dentes/presas para os sítios estudados .....	17
Figura 09. Quantificação dos coprólitos de herbívoros, carnívoros e indeterminados para os respectivos sítios. 17	
Figura 10. Comparação quantitativa de táxons presentes nos sítios estudados. ....	18
Figura 11: Percentuais de juvenis e adultos encontrados para cada sítio.....	20
Figura 12. Representatividade das classes de HOLZ & BARBERENA registradas para cada sítio estudado. ....	20
Figura 13. Percentuais de coprólitos e dentes/presas para os sítios analisados .....	21
Figura 14 Comparação quantitativa dos grupos de transporte entre os sítios estudados. ....	22
Figura 15. Percentuais dos tipos de preservação registrados para cada sítio .....	23
Figura 16. Modelo esquemático dos ambientes deposicionais para o Triássico do RS, segundo DA-ROSA (2005).....	27

## RESUMO

A paleontologia do Rio Grande do Sul é conhecida principalmente pelos estudos de materiais triássicos que começaram no século passado, com as expedições de Von Huene e Price nas décadas de 20 e 40, por exemplo. Desde então novos afloramentos são constantemente descobertos e nestes, destaca-se uma variada paleofauna. Nesta paleofauna, os arcossauros, rincossauros, cinodontes, dicinodontes e procolofonídeos são os grupos mais representativos e mais estudados, com enfoque principalmente na sua morfologia, sistemática e evolução. Entretanto, pouca atenção é dada aos aspectos paleoecológicos destes grupos. Assim, este trabalho visa descrever a tafonomia e caracterizar a paleoecologia de três sítios fossilíferos do Triássico Médio do Rio Grande do Sul – Cortado, Linha Várzea e Picada do Gama. A partir da integração de dados obtidos do material coletado até o momento pode se chegar a algumas conclusões específicas sobre cada assembléia, bem como sobre a representatividade paleoecológica destas para o período temporal que compreende a Cenozona de Therapsida. A quantificação e caracterização tafonômica dos elementos ósseos e coprólitos tiveram um importante papel para a diagnose das assembléias estudadas, visto que representaram tanto a paleofauna quanto às características paleoambientais da época. Inferiu-se que a mortandade ocorrente nos sítios estudados foi natural (doença ou predação) e as assembléias formaram-se por eventos de sedimentação gradual, permitindo: a preservação de diferentes estágios ontogenéticos e de icnofósseis característicos de diferentes grupos e condições ambientais, bem como a preservação de características paleoclimatológicas do local. O Sítio Cortado e Linha Várzea representam assembléias autóctones, enquanto o Sítio Picada do Gama apresenta assembléia para-autóctone com alguns elementos bem preservados autóctones. Os Sítios Linha Várzea e Cortado são característicos de planícies de inundação e o Sítio Picada da Gama é característico de depósito de canal. Os padrões de fragmentação e o alto nível de desarticulação dos fósseis indicam período prolongado de exposição ao intemperismo e alterações eodiagenéticas. As proporções de herbívoros e carnívoros presentes em todos afloramentos indicam que os padrões de controle trófico de cadeias alimentares já apresentavam modelos complexos bem estabelecidos baseados em grandes biomassas de herbívoros sustentando carnívoros de topo. Na Cenozona de Therapsida, a base das cadeias alimentares se dava pela presença de dicinodontes como consumidores primários (herbívoros) e arcossauros no topo (carnívoros). Os cinodontes, apesar de apresentarem especializações alimentares, não foram atribuídos a nenhuma posição na cadeia, pois de acordo com a disponibilidade de alimentos, esses animais seriam menos seletivos, e, dependendo da época do ano, poderiam se comportar como oportunistas, ocupando diversas posições dentro das cadeias alimentares.

**Palavras-chaves:** Paleofauna do Triássico, tafonomia, paleoecologia, sinápsidos, arcossauros

## ABSTRACT

The paleontology of the Rio Grande do Sul state, southern Brazil, is known mainly by the studies of Triassic materials that had initiated in the beginning of the 20<sup>th</sup> century with the expeditions of Von Huene and Price in the decades of 20 and 40, respectively. Since then, new outcrops constantly are discovered, some of them with a rich paleofauna. In this paleofauna, the archosaurs, rynchosaurs, cynodonts, dicynodonts and procolophonids are the most representative and more studied groups, mainly in its morphology, systematic and evolution. However, little attention is given to the paleoecological aspects of these groups. Thus, this work aims to describe the taphonomy and the paleoecology of three outcrops of the Middle Triassic of the RS – Cortado, Linha Várzea and Picada do Gama. By integrating the material collected until the moment, some specific conclusions for each assembly can be achieved, as well as on the paleoecological representation of these for the time period that contains the Therapsida Cenozoone. The quantification and taphonomical characterization of the bones and coprolites had an important role for diagnosing the studied outcrops, as they record both paleofaunistic and paleoenvironmental features. The mortality of the studied outcrops was natural (disease or predation) and the assemblies had formed through time, allowing the preservation of: different ontogenetical stages; ichnofossils of different groups and environmental conditions; and paleoclimatological features of the place. The Cortado and Linha Várzea outcrops represent autochthonous assemblages while the Picada do Gama outcrop presents a para-autochthonous assemblage, with some well preserved autochthonous elements. The Cortado and Linha Várzea outcrops are characteristic of distal flooding plains and the Picada do Gama outcrop records both channel deposits and proximal flooding plain facies. The pattern of fossil fragmentation and the high level of disarticulation indicate a prolonged period of exposition to weathering and superficial eodiagenetic alterations. The rate of herbivorous and carnivores in all outcrops indicate that the patterns of trophic control of the food chains already showed complex models, established in great biomasses of herbivorous supporting carnivorous on top. In the Therapsida Cenozoone, the food chains bases are represented by first-level consumer dicynodonts (herbivorous) and archosaurs in the top (carnivorous). Cynodonts, although presenting food specializations, had not been attributed to any position in the chain, as these animals would be less selective, and depending on the time of the year, they could behave as opportunists, occupying diverse positions inside of the food chains.

**Key words:** Triassic paleofauna, taphonomy, paleoecology, synapsids, and archosaurs;

## 1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

O Brasil está totalmente contido na Plataforma Sul-Americana, cuja consolidação foi completada entre o Proterozóico Superior e o início do Paleozóico, tendo sido um local de extensa sedimentação cratônica durante esta última Era e maior parte do Mesozóico (SCHULTZ *et al.*, 2000).

A Bacia do Paraná apresenta grande extensão horizontal e vertical e é constituída por rochas formadas entre os períodos Siluriano e Cretáceo (COSTA *et al.*, 2003) cobrindo uma área de 1.600.000km<sup>2</sup>, e estendendo-se lateralmente do Centro-Oeste do Brasil até a Argentina, Uruguai e Paraguai (MAULLER *et al.*, 2003; COSTA *et al.*, 2003).

Os estudos geológicos e paleontológicos evidenciam que a evolução da vida se deu, muitas vezes, em função das mudanças ambientais. Essa consignação se aplica, também, aos fósseis do período Triássico encontrados na Região de Santa Maria, centro-oeste do estado do Rio Grande do Sul, no Brasil (SCHULTZ, 1995) (FIG. 01).

Os pelitos vermelhos da Formação Santa Maria são ricos em vertebrados fósseis, tendo seu estudo formalmente iniciado em 1905, com a descrição do rincossauro *Scaphonyx fischeri*, por Smith Woodward (Beltrão, 1965). A partir de então, a região central do estado do Rio Grande do Sul passou a chamar a atenção mundial, devido ao afloramento de rochas triássicas de conteúdo fossilífero semelhante ao sul da África e noroeste da Argentina. Assim, vieram ao Brasil importantes paleontólogos, principalmente nas cidades de Candelária, Santa Maria e São Pedro do Sul (Beltrão, *op. cit.*). Os estudos iniciais eram voltados particularmente para a descrição morfológica e taxonômica dos fósseis encontrados. Apenas na segunda metade do século XX foram desenvolvidos trabalhos relacionados à bioestratigrafia dos afloramentos estudados e no final deste mesmo século surgiram trabalhos referentes a tafonomia das paleofaunas triássicas. Entretanto poucos trabalhos são feitos buscando o entendimento das interações dos representantes da paleofauna entre si e com o ambiente onde estavam inseridos. Portanto, este trabalho busca descrever as assembléias fossilíferas de três sítios paleontológicos do Triássico Médio do RS, utilizando a quantificação e a correlação de dados tafonômicas como ferramentas para inferir sobre as relações paleoecológicas e comportamentais predominantes para a época.



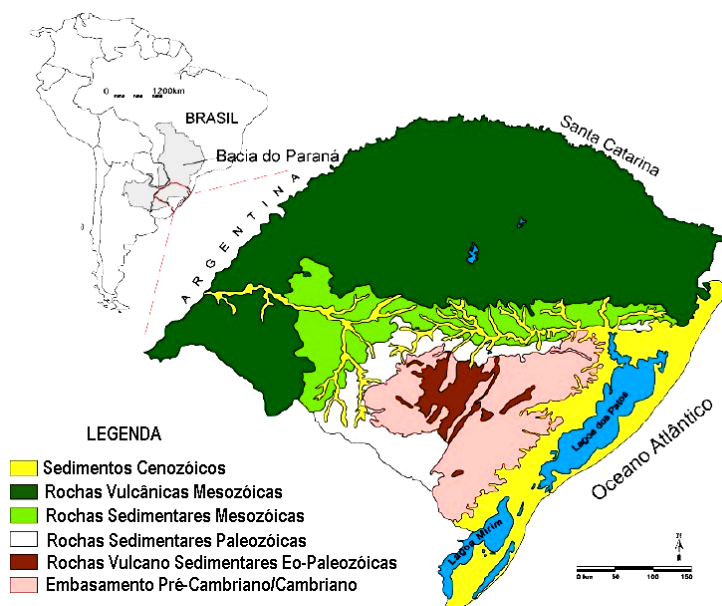


Figura 01. Mapa simplificado das unidades litoestratigráficas do RS. A área de estudo localiza-se nas rochas sedimentares mesozóicas (modificado de LAVINA, 1991).

## 1.1 Bioestratigrafia

O conteúdo fóssilífero do Triássico sul-rio-grandense é estudado desde o início do século passado, entretanto os estudos bioestratigráficos do pacote triássico começaram somente na década de 70, com o trabalho de BARBERENA (1977). Neste primeiro trabalho, foi proposto um zoneamento bioestratigráfico para a Formação Santa Maria com base nos tetrápodes fósseis encontrados em afloramentos da região. Assim, foram denominadas a zona-associação de Therapsida (dicinodontes, cinodontes e tecodontes), a zona-associação de Rhynchocephalia (rincossauros e tecodontes) e a zona-associação de *Dicroidium* (impressões vegetais da flora *Dicroidium* predominantes, além de vestígios de peixes, insetos e conchostráceos). Mais tarde, BARBERENA *et al.* (1985) verificaram a pouca resolução geocronológica das zonas-associação, pois apesar dessa divisão evidenciar as diferenças entre os conteúdos fóssilíferos, há pouca relação geocronológica, e uma vez que os principais afloramentos eram muito localizados, havia pouca possibilidade de correlação lateral entre esses horizontes, problema também apontado por SCHULTZ (1995).

O trabalho de BARBERENA *et al.* (1985) propôs, então uma divisão para o intervalo Permiano-Triássico em unidades geobióticas denominadas faunas locais<sup>1</sup>, baseadas no conteúdo fóssilífero dos estados do sul do Brasil. Trabalhos subsequentes ampliaram a primeira proposta de BARBERENA (1977) e assim, foram demarcadas diferentes associações fóssilíferas para os sedimentos de idade Meso e Neotriássica no sul do Brasil (SCHULTZ *et al.*, 1994). Quatro das sete Faunas Locais propostas têm idades entre Triássico Médio e Superior: Fauna Local Pinheiros (Eoladiniano), Fauna Local Chiniquá (Mesoladiniano), Fauna Local Alemoa (Ladiniano-Carniano) e Fauna Local Botucaraí (Eocarniano-Eonoriano). Trabalhos posteriores (*e.g.* BARBERENA *et al.* 1991) reforçam a utilidade desta divisão, permitindo correlacionar as paleofaunas triássicas brasileiras com fósseis da Argentina e África do Sul.

SCHULTZ (1995), SCHULTZ *et al.* (2000) e SCHULTZ *et al.* (2004) apontam dificuldades na identificação de horizontes cronocorrelacionáveis em seqüências continentais, como é o caso da Formação Santa Maria.

SCHULTZ *et al.* (1995) identificaram oito Zonas-Associação (seis associações de tetrápodes e duas paleofloras):

<sup>1</sup> Fauna local: WILSON, (1950 *apud* SIMPSON 1971) introduziu o conceito de fauna local, como sendo uma unidade geobiótica constituída em sua totalidade pelas espécies coletadas em um afloramento importante ou em um grupo de afloramentos e segundo Simpson (*op. cit.*), uma fauna local deve ser composta por organismos que viveram no mesmo tempo geológico e na mesma área e não devem ser representativas de uma totalidade de uma grande unidade lito- ou cronoestratigráfica.

associação 1 (*Procolophon* + anfíbios), associação 2 (rincossauros e dicinodontes), associação 3 (dicinodontes + cinodontes + tecodontes, sem rincossauros), associação 4 (Flora *Dicroidium* + restos de peixes), associação 5 (rincossauros diferentes da associação 3 + tecodontes + dinossauros, sem dicinodontes), associação 6 (rincossauro + cinodonte *Exaeretodon* + tecodonte *Proterochampsia*), associação 7 (dicinodonte *Jachaleria* + dentes de dinossauro) e associação 8 (flora de coníferas). Essa ordem pretende refletir a posição relativa das diversas associações fossilíferas citadas entre si, da mais antiga para a mais recente, com base na comparação morfo-evolutiva entre os fósseis envolvidos e em dados estratigráficos exclusivos de afloramentos.

A utilização de faunas locais não é adequada ao tratamento bioestratigráfico formal, visto que ocorre somente a identificação e subdivisão do conteúdo fossilífero em diferentes associações que se sucedem ao longo do tempo. Não existe compromisso quanto a sua extensão lateral no pacote de rochas. Assim é necessário um zoneamento bioestratigráfico que fuja das limitações inerentes ao conceito de fauna local. Assim, SCHERER *et al.* (1995) retomaram o uso de cenozonas, reavaliando as antigas zonas já propostas por BARBERENA (1977). Segundo SCHERER *et al.* (1995) a Formação Santa Maria pode ser subdividida em três associações fossilíferas: Cenozona de Therapsida, Cenozona de Rhynchosauria e intervalo de *Jachaleria* (unidade bioestratigráfica informal). A Cenozona Therapsida é constituída por dicinodontes, com menores frações de cinodontes, tecodontes, rincossauros e procolofonídeos. Já a Cenozona de Rhynchosauria é dominada por rincossauros e tecodontes, apresentando também cinodontes e dinossauros, não ocorrendo dicinodontes. Segundo SCHULTZ *et al.* (2000), o Nível informal de *Jachaleria* definido por SCHERER (*op. cit.*) é caracterizado além, da presença do dicinodonte *Jachaleria candelariensis* (ARAÚJO & GONZAGA, 1980), por dentes de arcossauros (DORNELLES, 1990), membros e outros fragmentos do dinossauro prossaurópode basal *Guaibasaurus candelariensis* (BONAPARTE *et al.*, 1999), parte do rosto de um fitossauro (KISCHLAT & LUCAS, 2003) e vários restos fragmentados não descritos. Essas unidades bioestratigráficas abrangem o intervalo temporal do Anisiano Superior – Noriano Inferior (SCHULTZ *et al.*, 2000). É notável que dicinodontes (principalmente *Dinodontosaurus*), tão abundantes na Cenozona de Therapsida são totalmente ausentes na Cenozona de Rhynchosauria. Por sua vez, os raros rincossauros presentes na Cenozona de Therapsida tornam-se dominantes na Cenozona de Rhynchosauria (*Hyperodapedon* e outros) (SCHULTZ *et al.*, 2000).

RUBERT & SCHULTZ (2004), propõem a Zona de Associação de Ictidosauria, baseados em dois afloramentos: um próximo ao Cerro Botucaraí, Candelária, e outro em Faxinal do Soturno. O conteúdo comum destes dois afloramentos constitui-se de cinodontes especializados não-mamalianos (ictidossauros), incluindo *Riograndia guaibensis* (BONAPARTE *et al.* 2001), *Brasilodon quadrangularis* (BONAPARTE *et al.* 2003), *Brasilitherium riograndensis* (BONAPARTE *et al.* 2003), e esfenodontídeos indeterminados. Em outros afloramentos, posicionados no mesmo nível estratigráfico, caracterizados pelo Nível *Jachaleria* (SCHULTZ *et al.* 2000), ocorrem formas não relacionadas às que são encontradas nos dois afloramentos anteriormente citados. Assim, por apresentar uma distribuição espacial mais extensa, o que amplia as possibilidades de correlação bioestratigráfica dentro do Triássico Superior, o novo intervalo proposto, Cenozona de Ictidosauria passa então a substituir o Nível de *Jachaleria*.

Ictidosauria é um nome em desuso e todos os ictidossauros conhecidos estão incluídos na família Trithelodontidae. Além disso, na Cenozona de Ictidosauria ocorre, também, a família Brasilodontidae. Análises filogenéticas recentes mostram que Trithelodontidae, Brasilodontidae e Mammalia formam um clado monofilético, denominado Mammaliamorpha. Assim, SCHULTZ & SOARES (2006) propõem a substituição do nome da Cenozona de Ictidosauria por Cenozona de Mammaliamorpha.

ZERFASS *et al.* (2003) apresentam uma descrição detalhada das unidades estratigráficas correspondentes ao Triássico do Sul do Brasil. Os autores dividem os pacotes rochosos que correspondem ao intervalo Ladiniano-Rético em três seqüências deposicionais, denominadas Seqüências Santa Maria 1, 2 e 3 (respectivamente, da base para o

topo). A Seqüência Santa Maria 1, característica de clima sazonal bem definido, apresenta principalmente dicinodontes, cinodontes e tecodontes e equivale à Cenozona de Therapsida. Na seqüência Santa Maria 2 há registros da flora *Dicroidium*, insetos, crustáceos e répteis, principalmente rincossauros, dinossauros, tecodontes e cinodontes. Esta seqüência apresenta duas biozonas, um estrato inferior onde predominam rincossauros, cinodontes e tecodontes (corresponde à Cenozona de Rhynchosauria) e um estrato superior que inclui dicinodontes e dinossauros (corresponde à Cenozona de Ictidosauria de RUBERT & SCHULTZ, 2004). A seqüência Santa Maria 3 contém troncos de coníferas silicificadas. A Cenozona de Therapsida, segundo ZERFASS *et al.* (2003), abrange todo Ladiniano. RUBERT (2003) e RUBERT & SCHULTZ (2004), porém, afirmam que esta Cenozona marca o início do Ladiniano e acaba antes do final desta idade. O final do Ladiniano seria marcado, segundo estes autores, por uma assembléia fossilífera distinta, a qual caracteriza a Biozona de Traversodontídeos proposta por ABDALA (2001). Nesta Biozona a fauna ocorre predominância absoluta de cinodontes. Dentre os mais de 50 espécimes até o momento coletados nesta zona, os únicos registros não pertencentes a este grupo são um único espécime de um pequeno arcossauro, filogeneticamente afim a *Rhadinosuchus* (MACHADO & KISCHLAT, 2003) e um espécime de dicinodonte com presa, de classificação indeterminada.

Em um contexto geográfico mais amplo, é possível correlacionar a Cenozona de Therapsida com a Formação Los Chañares e com a porção inferior da Formação Los Rastros, na Argentina (RUBERT, 2003; RUBERT & SCHULTZ, 2004) onde também ocorre uma associação faunística semelhante à observada no Brasil. Lá se encontram dicinodontes semelhantes aos encontrados no Brasil - *Dinodontosaurus* – e os cinodontes *Massetognathus* (ABDALA & GIANNINI, 2000; BONAPARTE, 1969; JENKINS, 1970; ROMER, 1967) e *Chiniquodon* (ROMER, 1969; ROMER E LEWIS, 1973). Assim, é possível atribuir à Cenozona de Therapsida, na Formação Santa Maria, uma idade Eo- a Mesochañarensense (RUBERT, 2003; RUBERT & SCHULTZ, 2004). A Cenozona de Rhynchosauria apresenta mais de noventa por cento de seus fósseis representados por rincossauros. Em menor abundância, são coletados cinodontes e arcossauros rauissuquídeos e dinossauros (BERTONI-MACHADO, 2004). Os cinodontes recolhidos nesta cenozona foram *Therioherpeton*, *Prozostrodon* (BONAPARTE & BARBERENA, 2001) e *Exaeretodon* (DORNELLES, 1999). À Cenozona de Rhynchosauria pode-se atribuir uma idade Neoladiniana a Carniana (RUBERT, 2003; RUBERT & SCHULTZ, 2004; ZERFASS *et al.*, 2003) e sua cronocorrelação com a Argentina corresponde à porção superior da Formação Los Rastros e à Formação Ischigualasto onde ocorrem *Exaeretodon* e rincossauros (BONAPARTE, 1969), com idade Neochañarensense a Ischigualastense (RUBERT, 2003; RUBERT & SCHULTZ, 2004).

Dados os estudos bioestratigráficos realizados até o presente momento, a fauna de tetrápodes da Formação Santa Maria pode ser atualmente dividida em quatro unidades (FIG. 02): (1) a Cenozona de Therapsida (Ladiniano), (2) a Biozona de Traversodontídeos (final do Ladiniano), (3) a Zona de Rhynchosauria (final do Ladiniano e maior parte do Carniano) e (4) a Cenozona de Ictidosauria = Cenozona de Mammaliamorpha (final do Carniano e início do Noriano).

PERÍODO	IDADE RÉPTIL	FAUNAS LOCAIS		CENOZONAS	LITOESTRATIGRAFIA		SEQUÊNCIA DEPOSICIONAL
	ARGENTINA	ARGENTINA	BRASIL	BRASIL	ARGENTINA	BRASIL	BRASIL
RÉTICO						MATA	III
NORIANO	COLORADENSE	LA ESQUINA			LOS COLORADOS		
CARNIANO	ISCHIGUALASTENSE	ISCHIGUALASTO	BOTUCARÁI	CENOZONA DE ICTIDOSAURIA		CATURRITA	II
			ALEMOA	RHYNCHOSAURIA	ISCHIGUALASTO		
LADINIANO	CHAÑARENSE			Biozona de Traversodontideos	LOS RASTROS	SANTA MARIA	
		LOS CHAÑARES	PINHEIROS	THERAPSIDA	LOS CHAÑARES		

Figura 02. Correlações estratigráficas entre o Brasil e a Argentina para o Triássico Médio-Superior. Retirado de RUBERT & SCHULTZ (2004).

## 1.2 Tafonomia

O termo tafonomia foi proposto por EFREMOV (1940) para designar o estudo das leis que governam a transição dos restos orgânicos da biosfera para a litosfera. BEHRENSMEYER & KIDWELL (1985) modernizaram essa definição e o termo tafonomia designa o estudo dos processos de preservação e como eles afetam a informação no registro fóssilífero, compreendendo duas amplas subdivisões, a bioestratinomia e a fossildiagênese.

A bioestratinomia engloba a história sedimentar dos restos esqueléticos até o soterramento, incluindo as causas de morte de um determinado organismo, sua decomposição, seu transporte e soterramento. A diagênese dos fósseis abrange os processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos, após o soterramento e o metamorfismo (SEILACHER, 1976 *apud* HOLZ & SIMÕES, 2002; FLESSA *et al.*, 1992).

Deste modo, a tafonomia abrange o estudo do período compreendido entre a morte do organismo e sua conseqüente necrólise até a sua transformação físico-química ao longo do processo de fossilização (HOLZ & SIMÕES, 2002) (FIG. 03).

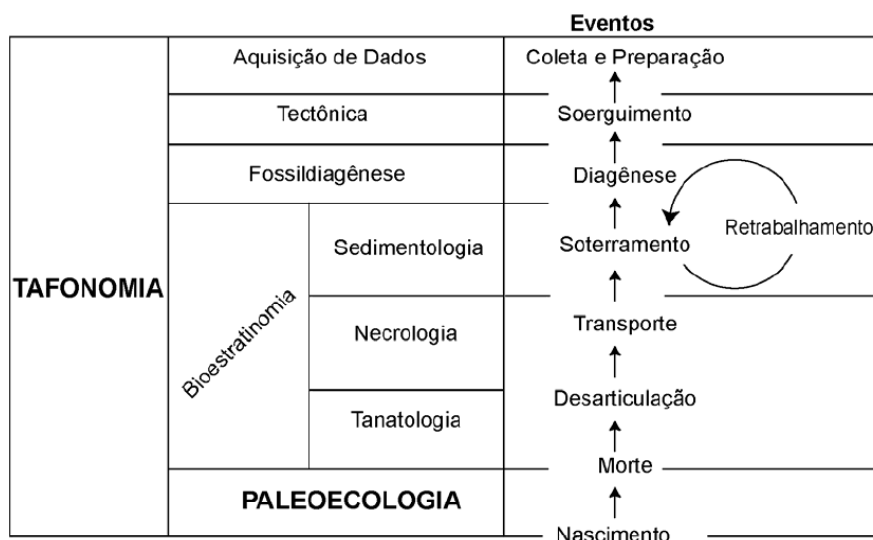




Figura 03. Relação entre a Tafonomia e suas subdivisões (BERTONI-MACHADO, 2004)

A análise tafonômica básica abrange as etapas desde a morte do organismo e a averiguação de suas causas, a necrólise e a desarticulação esquelética, o transporte, o soterramento final até a diagênese e sua influência sobre a fossilização (HOLZ & SIMÕES, 2002).

Na natureza são reconhecidos, basicamente, dois tipos de mortandade: a) morte seletiva, que afeta determinados estágios ontogenéticos da população, afetando indivíduos mais jovens e/ou mais velhos e b) não seletiva ou catastrófica, a qual ocorre quando um evento de grande magnitude atinge grande parte da população indistintamente. Uma vez determinado o tipo de mortandade ocorrida deve-se acurar qual foi a causa da morte dos indivíduos, se doença, predação ou acidentes (HOLZ & SIMÕES, 2002).

A desarticulação depende da anatomia básica do organismo. Se o soterramento ocorrer antes da necrólise total dos tecidos moles, o esqueleto será preservado praticamente inteiro e articulado, caso contrário, fica sujeito a processos bióticos e abióticos que iniciam sua desarticulação. A análise do grau de desarticulação de uma tafocenose é importante porque fornece dados sobre o período de exposição na interface água/sedimento, intensidade de transporte dos restos esqueléticos, ação de necrófagos e pisoteio. Os organismos mortos, se não soterrados dentro de um curto intervalo de tempo após a morte, tendem a ser desarticulados por completo e seus elementos esqueléticos ficam sujeitos ao retrabalhamento pela água. Assim, quanto maior o processo de transporte que um esqueleto sofre, mais evidentes são os sinais de abrasão, desgaste e fragmentação, enquanto os elementos esqueléticos que sofrem pouco transporte são maiores e mais completos (HOLZ & SIMÕES, 2002). HOLZ & BARBERENA (1994), baseados na qualidade de preservação, no nível de fragmentação e na quantidade de diferentes peças anatômicas fossilizadas dos principais grupos da paleoherpetofauna triássica (cinodontes, dicinodontes, tecodontes e rincossauros), estabeleceram quatro classes tafonômicas, caracterizando-as de acordo com o tempo de exposição, nível de desarticulação, ambiente de espalhamento e ação de agentes biogênicos: (1) esqueletos articulados; (2) ossos articulados; (3) ossos isolados bem preservados e; (4) ossos fragmentados isolados, sendo que esta seqüência reflete o aumento na desorganização do material esquelético (Quadro 01). Portanto, a classe 1 é composta por carcaças transportadas e rapidamente soterradas sob a influência de eventos catastróficos e num outro extremo, têm-se peças fragmentadas representando elementos expostos por um longo tempo sob influência do clima, pisoteio e necrofagia.

Quadro 01. Classes tafonômicas dos tetrápodes fósseis do Membro Alemoa da Formação Santa Maria (Modificado de HOLZ &amp; SOUTO-RIBEIRO, 2000)

<b>CLASSES TAFONÔMICAS</b>	<b>ESQUEMA DE DESARTICULAÇÃO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
Classe 1 esqueleto completo, articulado		P = tempo entre a morte e soterramento final T = processo tafonômico
Classe 2 segmentos articulados de coluna vertebral e membros crânio com mandíbula		P = dezenas de semanas T = carcaças expostas à desarticulação por variáveis ambientais e ação biótica
Classe 3 crânios isolados elementos pós-cranianos isolados crânios sem mandíbula		P = de dezenas de semanas a alguns anos T = prolongada ação de variáveis ambientais e bióticas (pisoteio e ação de necrófagos)
Classe 4 (crânios fragmentados e elementos pós-cranianos).		P = longo ao extremo, próximo do limite da resistência física às variáveis ambientais. T = extrema ação das variáveis ambientais e bióticas sobre os restos esqueléticos

Para transporte seletivo de restos ósseos em sistemas continentais, dominados por fluxos unidirecionais (tipo canal de rio), estudos específicos apontam resposta dos elementos ósseos frente aos diferentes regimes hidráulicos (DODSON, 1973). Segundo o trabalho de VOORHIES (1969), três grupos de transportabilidade para restos de vertebrados, em ambiente de canal são reconhecidos: a) grupo I: reúne todos os elementos quase que imediatamente removidos da carcaça por uma corrente aquosa, formando acúmulos altamente selecionados; b) grupo II: engloba os elementos removidos gradualmente por rolamento e saltação e; c) grupo III: inclui elementos pesados e pouco transportados (TAB. 01).

Tabela 01. Grupos de Voorhies: susceptibilidade dos elementos ósseos ao fluxo hidráulico (VOORHIES 1969)

<b>GRUPO I</b>	<b>GRUPO II</b>	<b>GRUPO III</b>
Costelas	Fêmur	
Vértebras	Tíbia	
Sacro	Úmero	Crânio
Esterno	Pélvis	Mandíbula
	Radio	

As feições diagenéticas dos bioclastos dizem respeito à mineralogia e microarquitetura preservadas nos fósseis. Muitos dos minerais que compõem o esqueleto dos organismos são instáveis às modificações químicas no

ambiente eo, meso e telodiagênético, podendo recrystalizar-se, sofrer dissolução ou substituição. Diversos fatores são responsáveis pela dissolução das partes duras esqueléticas, especialmente as águas intersticiais (diagênese) e as águas subterrâneas e superficiais (intemperismo), associadas às variações no pH no ambiente (MENDES, 1988). Pode influenciar ainda, o processo de dissolução a ocorrência de poros e cavidades nas partes duras esqueléticas e na rocha.

Durante a diagênese podem ocorrer modificações na morfologia e na composição química dos restos esqueléticos. As modificações químicas mais comuns incluem dolomitização de esqueletos carbonáticos (o que leva à destruição de microestruturas dos elementos esqueléticos), silicificação de esqueletos carbonáticos e substituição de esqueletos carbonáticos por pirita, hematita, siderita e outros (TUCKER, 1991). Desta forma, um fóssil muitas vezes exibe feições adquiridas durante a diagênese, feições que obliteram ou destroem as características morfológicas e químicas originais.

DA-ROSA (2005) reconhece duas formas preferenciais de preservação para os fósseis triássicos do RS: fósseis bem preservados, com identificação das paredes e estruturas ósseas internas, bem como das suturas entre ossos; e fósseis mal preservados, com identificação apenas do formato externo, geralmente expandidos (“inchados”) pela cristalização deslocante de carbonato de cálcio (FIG. 04). Nos casos de melhor preservação, registram-se as porções interna (vascularizada) e externa (maciça) de ossos em seção transversal com carbonatação incipiente. Em formas intermediárias, um preenchimento carbonático mais intenso da porção vascularizada leva à preservação apenas da porção externa, com ou sem uma película de óxido de ferro. A força de cristalização do carbonato de cálcio leva ao fraturamento da porção externa e em formas extremas de carbonatação, as porções interna e externa são destruídas, restando apenas uma cópia grosseira do formato externo do osso.

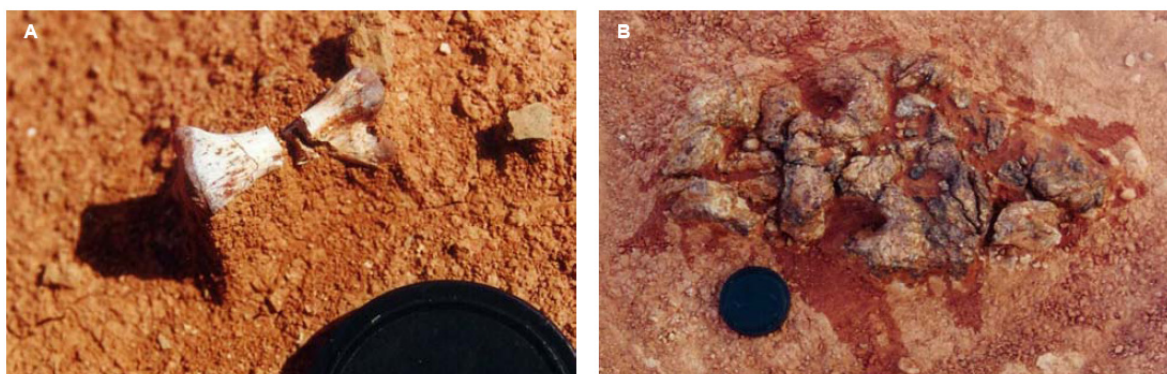


Figura 04. Formas preferenciais de preservação de vertebrados fósseis da região central do RS. (A), metatarso de rincossauro, com estrutura interna e externa perfeitamente preservadas; (B), fragmento craniano de rincossauro, de aspecto inchado e disforme, com estrutura interna destruída e externa parcialmente preservada (DA-ROSA, 2005).

Para HOLZ & SOUTO-RIBEIRO (2000), o tipo de sistema fluvial influenciou diretamente no modo tafonômico de preservação, já que o Ladiniano/Carniano (andar onde se encontra o material aqui estudado) era caracterizado por ser uma época mais úmida, permitindo a boa preservação dos fósseis encontrados nos afloramentos desta idade.

Segundo DA-ROSA (*op. cit.*), os principais processos de preservação dos vertebrados fósseis da região central do RS são, em ordem cronológica de eventos: permineralização, substituição, incrustação, recrystalização e dissolução. A permineralização ocorre pelo preenchimento e preservação das paredes externas e da porção vascularizada por carbonato de cálcio. A substituição ocorre por trocas minerais nas porções vascularizadas ou rígidas, onde fosfato orgânico é substituído por carbonato de cálcio de cristalinidade média. A incrustação ocorre primeiramente pela formação de uma película de óxido de ferro (hematita; hidróxido de manganês) e proteção da parede externa, e em segundo lugar pela formação de uma crosta de carbonato de cálcio, sobre a película de óxido de



ferro e preservação do material, ou diretamente sobre o osso, reagindo com ele e destruindo a parede externa. A recristalização constitui-se em um efeito deslocante provocado pela cristalização da calcita, que leva ao fraturamento radial e destruição das porções vascularizada e externa. A dissolução cria espaços vazios, potencializando os processos anteriores, e levando, em geral, à destruição parcial das estruturas internas.

### 1.3 Paleocologia

CAIN (1944) *apud* ODUM (1988) definiu o termo paleoecologia como “o estudo da biota passada numa base de conceitos e métodos ecológicos, até o ponto em que estes podem ser aplicados”. IMBRIE & NEWELL (1964) definiram o mesmo termo como “o ramo da geologia dedicado à compreensão das relações entre os organismos do passado e o seu meio ambiente”.

Na Paleocologia são encontradas duas grandes áreas: uma delas concentra-se no estudo das interações entre o organismo e o ambiente enquanto a outra, o estudo propriamente biológico, preocupa-se com a história de vida dos organismos, as interações entre eles e sua integração em comunidades (DODD & STANTON, 1981). O estudo desta ciência está baseado em dois pressupostos básicos: (1) a operação dos princípios ecológicos foi essencialmente igual durante vários períodos geológicos e; (2) a ecologia dos fósseis pode ser inferida a partir do conhecimento sobre espécies equivalentes ou aparentadas que vivem na atualidade (ODUM, 1988). O último pressuposto é o método mais comumente utilizado na interpretação dos fósseis, também conhecido como uniformitarismo taxonômico, onde a ecologia dos organismos atuais é a chave para se entender a do passado (DODD & STANTON, 1981). Por exemplo, quando se observa a distribuição atual dos répteis, a maioria ocorre nos trópicos e subtropicais, principalmente nos climas quentes; assim, quando extrapolado para o registro Mesozóico, infere-se que as zonas tropicais e subtropicais deveriam ser mais amplas do que se comparadas atualmente, pela grande quantidade e distribuição dos répteis na época (ODUM, 1988).

O interesse na reconstituição de ambientes passados surgiu naturalmente, à medida que os paleontólogos acumulavam informações puramente anatômicas e taxonômicas a respeito dos fósseis (SHIPMAN, 1981), registrando sua diversidade, ilustrando-os e organizando-os espacial e temporalmente do mesmo modo que muitos biólogos têm feito com animais atuais (PALMER, 1992). Assim, com o montante de dados acumulados, associados a outras evidências, principalmente geológicas, as tentativas em se entender o fóssil como ser vivo, sua integração dentro de comunidades e ecossistemas, as condições ambientais dominantes, foram tomando lugar dentro da paleontologia. No decorrer do tempo começaram associações dos estudos paleontológicos com estudos ecológicos atuais, considerando a paleoecologia de sítios específicos ou então a de vários sítios para uma análise biogeográfica e evolutiva (OLSON, 1966). Por exemplo, CHATTERJEE (1985) apresenta a cadeia alimentar de forma bastante completa do tecodonte *Postosuchus*, SENNIKOV (1996) analisa a estrutura de paleocomunidades tetrápodes permo-triássicas (no leste Europeu), com suas respectivas cadeias alimentares e relacionando-as num contexto evolutivo, salientando suas mudanças faunísticas ao longo do tempo.

Se, por um lado, o estudo paleoecológico apresenta dificuldades na obtenção de dados, freqüentemente escassos e tomados pelos tendenciamentos resultantes da fossilização, por outro lado apresenta a vantagem da observação dos processos em grande escala temporal, fazendo com que o paleoecólogo tenha sempre, como parte integrante da sua análise, tanto processos evolutivos como as mudanças ambientais durante o tempo (DODD & STANTON, 1981). Assim, mesmo que o registro fóssil seja falho e incompleto, serve de base para que se testem as hipóteses envolvendo as relações entre os organismos em estudo (VAN VALKENBURGH, 1995 *apud* MORI, 2006).



Para que uma reconstrução paleoambiental possa ser feita, são necessárias as bases: (1) estratigráfica, porque separa os organismos numa ordem temporal e espacial (aspecto biogeográfico); (2) taxonômica, que identifica corretamente os fósseis; e (3) ecológica, a mais importante, porque fornece a melhor base para o entendimento sobre como os fósseis interagiram uns com os outros e com o próprio ambiente (MORI, 2006).

#### 1.4 Relação tafonomia-paleoecologia

A partir da observação da associação fóssil-rocha é possível inferir sobre a relação que estes organismos apresentavam com o ecossistema e suas comunidades, como estavam distribuídos e talvez até sobre seu comportamento. Neste momento, surge uma pergunta simples, mas de grande importância para este trabalho: qual o papel da Tafonomia no estudo da Paleocologia? Deve-se sempre ter em mente que “assembléias fósseis” não são “comunidades fósseis”; tais assembléias são apenas resquícios da comunidade original. Portanto, a Tafonomia se insere neste contexto para facilitar o entendimento dos processos que atuaram sobre um organismo fossilizado (FIG. 05), onde se procura retirar os tendenciamentos ocorridos durante a passagem deste resto orgânico da biosfera para a litosfera e, então, entender o registro do passado (BEHRENSMEYER & HILL, 1980 *apud* BERTONI-MACHADO, 2004). Logo, sem Tafonomia não há Paleocologia válida, pois ela é “a pedra fundamental da Paleocologia” (HOLZ & SIMÕES, 2002), devendo sempre preceder a reconstrução paleoambiental (SHIPMAN, 1981).

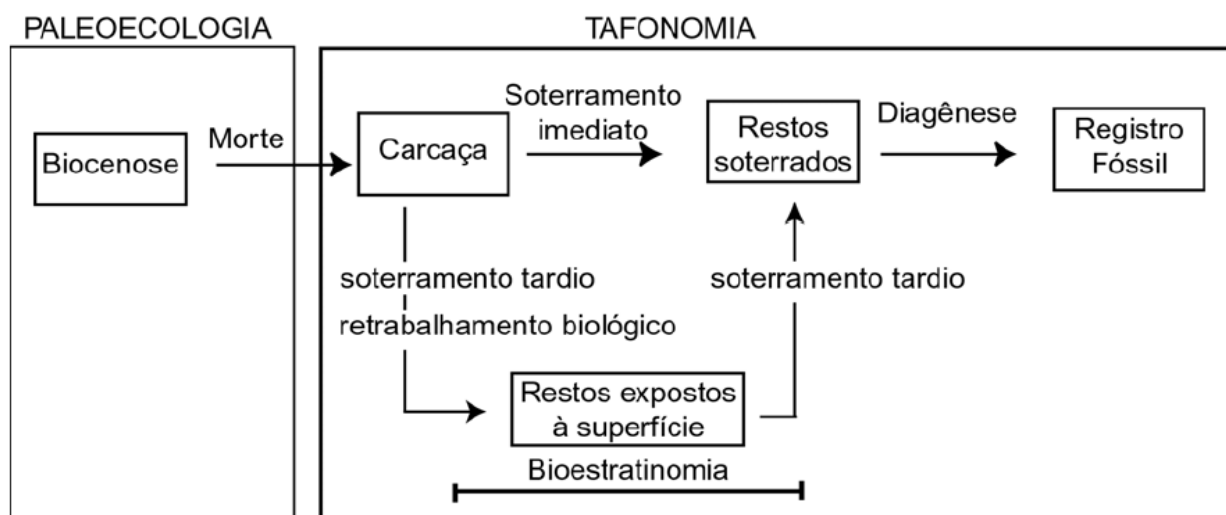


Figura 05. A importância da Tafonomia para a Paleocologia é evidenciada, uma vez que a análise tafonômica se torna imprescindível no entendimento de como os processos pelos quais um organismo passa durante a fossilização alteram a biocenose (modificado de BEHRENSMEYER & HILL, 1990 *apud* BERTONI-MACHADO, 2004).

DODD & STANTON (1981) apresentam duas importantes funções da Tafonomia nos estudos paleoecológicos: ajuda a entender as relações entre a assembléia fóssil e a biocenose, o que permite a reconstrução da comunidade original, e a partir do reconhecimento dos processos tafonômicos que atuaram na formação da assembléia fóssil pode-se obter informações sobre os ambientes deposicional e pós-deposicional.

SEILACHER (1970 *apud* HOLZ & SIMÕES, 2002), o primeiro autor a considerar os restos orgânicos como partículas sedimentares, propõe a existência de um retrato de vida e um de morte, e é este que representa as concentrações fossilíferas, tomado por tendenciamentos e distorções se comparado ao retrato original da biota e, portanto, se analisado sem o devido cuidado tafonômico, possui pouquíssimo valor paleoecológico.

Observações de ecossistemas modernos têm oferecido subsídios tanto para os estudos paleoecológicos, nas reconstruções de paleocomunidades, quanto aproximações tafonômicas, como desarticulação, transporte por água e abrasão óssea (BEHRENSMEYER *et al.*, 1979). Para a maioria dos paleontólogos, certas informações ecológicas podem

ser preservadas junto às assembléias fósseis, mas quando se consideram os processos tafonômicos que atuam na gênese das concentrações ósseas, certas interpretações tornam-se duvidosas. No entanto, trabalhos clássicos (e.g. VOORHIES 1969, OLSON 1966) mostram que algumas características ecológicas são preservadas nestas assembléias fósseis e que alguns aspectos da estrutura das comunidades podem ser vistos ao longo de milhares de anos.

Para OLSON (1985) a Tafonomia encontra-se na base de todos os estudos paleoecológicos para, junto com a análise sistemática, fornecer os dados básicos sobre os quais todas as reconstruções das biotas são feitas a partir dos depósitos fósseis.

A Tafonomia pode contribuir decisivamente em diferentes campos, possibilitando, por exemplo, a identificação de eventos sedimentares e *causa mortis* dos organismos fósseis, permitindo reconstituições acuradas (SIMÕES & KOWALEWSKI, 1998) ou auxiliando na determinação do padrão de comportamento social em paleocomunidades (SMITH *et al.*, 1988).

## 1.5 Objetivos

- Caracterizar a paleofauna de cada assembléia;
- Reconhecer o tipo de mortandade ocorrente em cada assembléia;
- Reconhecer o grau das assembléias como autóctone, alóctone ou para-autóctone;
- Reconhecer o ambiente deposicional no qual as assembléias se formaram;
- Estabelecer as proporções de herbívoros/carnívoros em cada ambiente; e
- Inferir acerca do comportamento dos representantes da paleofauna e dos mecanismos de controle dessas paleocomunidades para manter as cadeias alimentares.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado foi coletado nos afloramentos fossilíferos Sítio Cortado, Sítio Picada do Gama e Sítio Linha Várzea entre os anos de 2000 e 2007 e encontra-se relacionado nos Quadros 1, 2 e 3 do Apêndice A. Tais afloramentos abrangem porções da sedimentação triássica aflorante na depressão central do RS, como parte da sedimentação da Bacia do Paraná. A associação de fácies presente em cada afloramento permite caracterizá-los com pertencentes à Formação Santa Maria, e seu conteúdo faunístico correspondente à Cenozona de Therapsida.

A maior parte do material foi encontrada rolada nos afloramentos, portanto alguns aspectos de coleta tafonomicamente orientada não puderam ser seguidos – orientação espacial, atitude, localização dos fósseis no perfil vertical – entretanto a análise dos fósseis, a quantidade de diferentes grupos taxonômicos, tipo de sedimento, morfometria, entre outros permitiram inferências acerca do paleoambiente, das paleofaunas e aspectos paleoecológicos das assembléias estudadas.

### 2.1 Localização dos sítios estudados

O Sítio Linha Várzea é composto por dois afloramentos artificiais, escavados durante a construção de pequenas barragens para captação de água (“açudes”) no interior do município de Paraíso do Sul, na localidade de Linha Várzea. Os afloramentos localizam-se às margens direita (Sítio Linha Várzea 1) e esquerda (Sítio Linha Várzea 2) da estrada vicinal que liga a rodovia RST-287 (rodovia Santa Maria – Porto Alegre) à Vila Paraíso do Sul. Suas coordenadas geográficas são S 29°43'00,3'' e W 53°03'45''. O acesso é feito por rodovia asfaltada, a partir de Santa Maria ou Porto Alegre, até o quilômetro 188 da rodovia RST-287, de onde se ruma 3,2 km para norte em estrada não pavimentada (DA-ROSA *et al.*, 2005a).

O “Sítio Cortado” localiza-se às margens da rodovia RST-287, que liga Santa Maria a Porto Alegre, no quilômetro 166,5. Suas coordenadas geográficas são S 29°44'55'' e W 53°00'06''. O acesso é feito por rodovia asfaltada, a partir de Santa Maria ou Porto Alegre (DA-ROSA *et al.*, 2004).

O Sítio Picada do Gama é localizado à sudeste da cidade de Santa Maria, nas margens da BR-158, no município de Dilermando de Aguiar (DA-ROSA *et al.*, 2005b).

Um mapa geral de localização dos sítios é mostrado na (FIG. 06) e fotografias de cada sítios encontram-se no Apêndice B.

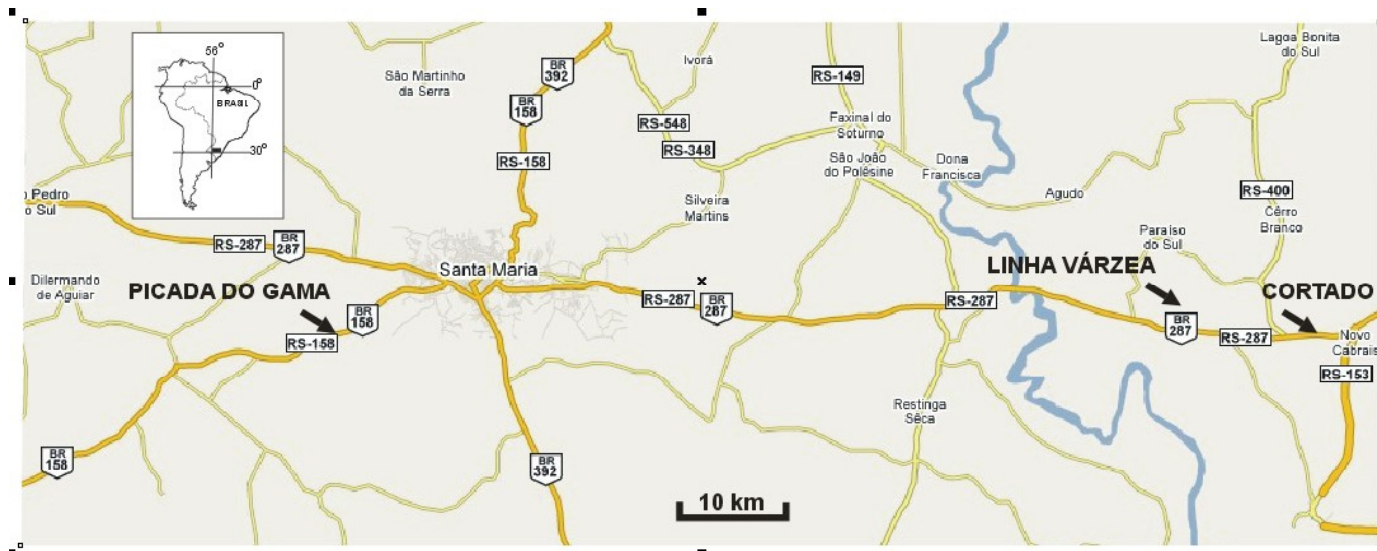


Figura 06. Localização dos sítios fossilíferos Cortado, Linha Várzea e Picada do Gama (figura cedida por ÁTILA A.S. DA-ROSA).

Todos os fósseis coletados em tais sítios fossilíferos encontram-se tombados na coleção de paleovertebrados do Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Federal de Santa Maria (LEP-UFSM). A numeração do material é seqüencial: UFSM 11XXX, sendo que 11 se refere à coleção de paleovertebrados e XXX se refere ao número do espécime.

## 2.2 Aquisição e interpretação de dados

O material foi organizado e analisado qualitativa e quantitativamente (estatística descritiva) de acordo com as seguintes etapas: aquisição de informações tafonômicas iniciais; caracterização e análise tafonômica. Todas essas etapas foram realizadas para cada espécime estudado e as informações foram organizadas de acordo com a ficha de coleta de dados (Apêndice C).

A aquisição de informações tafonômicas iniciais ocorreu durante a coleta do material nos sítios, registrando-se dados acerca de feições sedimentológicas e estratigráficas das tafocenoses estudadas, além da associação de materiais de diferentes táxons. Estas informações foram levantadas pela equipe do Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia, e resgatadas e compiladas neste trabalho.

Na caracterização, fez identificação osteológica e taxonômica, morfometria e reconhecimento de estágios ontogenéticos distintos. Foram utilizados paquímetro e régua milimetrada para medição, máquina fotográfica digital para documentação, e material bibliográfico para reconhecimento anatômico.

Na identificação osteológica procedeu-se o reconhecimento dos elementos esqueléticos e de icnofósseis, sendo que estes últimos compreenderam somente coprólitos. Segundo SOUTO (2001), os coprólitos podem ser atribuídos a herbívoros e carnívoros de acordo com as proporções de suas medidas. Assim, com base nas medidas de comprimento e diâmetro dos coprólitos, estes foram atribuídos como sendo característicos de animais carnívoros ou de herbívoros, sendo que alguns foram considerados indeterminados por se apresentarem deformados. A proporção de medidas definida por SOUTO (2001) é relacionada ao formato dos coprólitos, assim aqueles que possuem formato oval são atribuídos a animais herbívoros e aqueles com formato de bastão são atribuídos a carnívoros. Também foram encontrados dentes de cinodontes e arcossauros e presas de dicinodontes, os quais são referidos no texto como dentes/presas.

A identificação taxonômica foi feita a partir das características morfológicas principais de cada espécime e sua atribuição quanto aos táxons conhecidos para o Mesotriássico, com base em bibliografia especializada e comparação

com material previamente classificado. O presente trabalho não se deteve em gêneros ou espécies, uma vez que do ponto de vista tafonômico e paleoecológico é mais significativo conhecer os grupos predominantes de ocorrência nos afloramentos. Algumas peças foram identificadas somente como Reptilia indeterminado ou Synapsida indeterminado porque não foram reconhecidas características diagnósticas de táxons mais específicos. Esses materiais não identificados não foram inclusos da descrição estatística de grupos taxonômicos, nem para as inferências paleoecológicas.

Em relação à morfometria, foram tomadas medidas de cada fóssil. Para todos os fósseis foram aferidos comprimento, largura, altura, diâmetro, espessura e profundidade, de acordo com o elemento ósseo ou icnofóssil estudado. Entretanto, para as correlações com grupos de transporte, classes de desarticulação e predomínio de elementos ósseos para cada sítio foram consideradas somente as medidas relativas ao comprimento.

Quanto ao estágio ontogenético, classificou-se os fósseis como pertencentes a juvenis ou adultos de acordo com suas características morfológicas e morfométricas.

Na análise tafonômica, verificou-se a desarticulação, transporte, padrão de fraturas, tipo de preservação, processo de preservação e deformação dos elementos ósseos e icnofósseis.

A classificação quanto à desarticulação foi feita segundo a proposta por HOLZ & BARBERENA (1994), conforme descrito no referencial teórico. O tipo de fratura (regular ou irregular) foi analisado conforme descrito por HOLZ & SIMÕES (2002).

A atribuição de grupos de transporte (I, II e III) seguiu os parâmetros de VOORHIES (1969), conforme descrito no referencial teórico.

Os fósseis foram classificados em bem ou mal preservados de acordo com a descrição feita por DA-ROSA (2005).

Quanto aos processos de preservação, analisou-se a presença e associação de permineralização, substituição, incrustação (por óxido de ferro –  $OxFe$  – ou por carbonato de cálcio –  $CaCO_3$ ), recristalização e dissolução de acordo com DA-ROSA (*op. cit.*)

Por fim, foi analisado se os exemplares apresentavam-se ou não deformados e se a causa da deformação seria compressão, concreção, fratura ou associação dessas, baseado no estudo de BERTONI-MACHADO (2006).

Integrando-se todas as informações obtidas entre si e com a estatística descritiva, procedeu-se a caracterização de cada assembléia fóssil. Posteriormente fez-se a interpretação dos dados, o que permitiu a inferências sobre hábitos de vida, a determinação dos padrões de preservação, interpretação de processos sedimentares, a classificação da concentração fossilífera e extrapolação de inferências paleoecológicas e paleocomportamentais para as paleofaunas da Cenozona de Therapsida.

### 3 RESULTADOS

A partir da organização e identificação osteológica e icnológica dos espécimes dos sítios estudados, têm-se 152 fósseis oriundos do Sítio Linha Várzea, 97 fósseis oriundos do Sítio Cortado e 113 fósseis oriundos do Sítio Picada do Gama (FIG. 07 e TAB. 02).

Nos apêndices D, E, F e G são encontradas fotografias de fósseis dos afloramentos que exemplificam as classes de desarticulação, processo de preservação, tipo de preservação e deformação identificados.

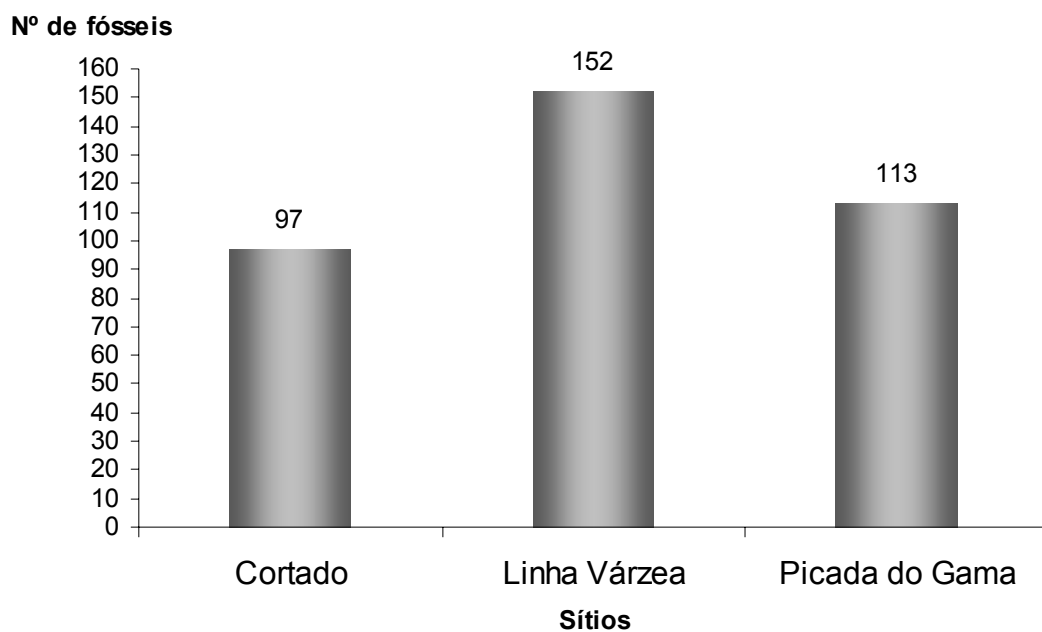


Figura 07. Quantidade de fósseis registrada para cada sítio estudado.

Tabela 02. Relação quantitativa dos fósseis encontrados para os sítios estudados

Fósseis	Cortado		Linha Várzea		Picada do Gama	
	Número	(%)	Número	(%)	Número	(%)
1. Aglomerado de ossos não identificados	2	2,07	10	6,58	0	0
2. Centro vertebral	4	4,12	8	5,26	8	7,08
3. Coprólito	32	32,98	29	19,08	1	0,88
4. Costela	2	2,06	5	3,29	5	4,42
5. Crânio com mandíbula	3	3,09	3	1,97	0	0
6. Crânio sem mandíbula	3	3,09	5	3,29	1	0,88
7. Dente	2	2,07	9	5,92	7	6,19
8. Espinho neural	0	0	5	3,29	4	3,55
9. Esqueleto articulado	0	0	1	0,67	0	0
10. Esterno	1	1,03	1	0,67	1	0,88
11. Falange	6	6,19	4	2,63	1	0,88
12. Fêmur	3	3,09	3	1,97	1	0,88
13. Fragmento de cintura escapular	1	1,03	4	2,63	4	3,55
14. Fragmento de cintura pélvica	4	4,12	4	2,63	4	3,55
15. Fragmento de costela	0	0	8	5,26	1	0,88
16. Fragmento de crânio	6	6,19	12	7,89	16	14,16
17. Fragmento de dente	0	0	0	0	2	1,78
18. Fragmento de fêmur	0	0	3	1,97	0	0
19. Fragmentos de osso longo indeterminado	1	1,03	2	1,32	5	4,42
20. Fragmento de rádio	1	1,03	3	1,97	0	0
21. Fragmento de tíbia	1	1,03	3	1,97	2	1,78
22. Fragmento de ulna	0	0	2	1,32	0	0
23. Fragmento de úmero	2	2,07	0	0	0	0
24. Fragmentos indeterminados	2	2,07	7	4,61	7	6,19
25. Mandíbula	3	3,09	3	1,97	2	1,78
26. Presa	6	6,19	2	1,32	9	7,96
27. Rádio	1	1,03	0	0	3	2,65
28. Ramo mandibular	0	0	8	5,26	1	0,88
29. Segmento articulado	3	3,09	0	0	0	0
30. Tíbia	1	1,03	0	0	1	0,88
31. Úmero	4	4,12	5	3,29	2	1,78
32. Vértebra	3	3,09	3	1,97	25	22,12
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	<b>152</b>	<b>100</b>	<b>113</b>	<b>100</b>

Em todos os sítios foi verificado predomínio de elementos esqueléticos sobre icnofósseis e dentes/presas (TAB. 03 e FIG. 08).

Tabela 03. Relação quantitativa dos fósseis registrados para cada sítio

Fósseis	Cortado	Linha Várzea	Picada do Gama
Elementos esqueléticos	57	112	96
Coprólitos	32	29	1
Dentes/presas	8	11	16
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>152</b>	<b>113</b>

De forma geral ocorre predomínio dos elementos esqueléticos sobre icnofósseis, como pode ser visto na TAB. 03, entretanto é notável a presença de coprólitos nos Sítios Cortado e Linha Várzea correspondendo a 32,99% e 19,08% de todo o material, respectivamente. Da mesma forma é notável a praticamente ausência de coprólitos no Sítio Picada do Gama, sendo representados por apenas 0,88% do material analisado (FIG. 08).

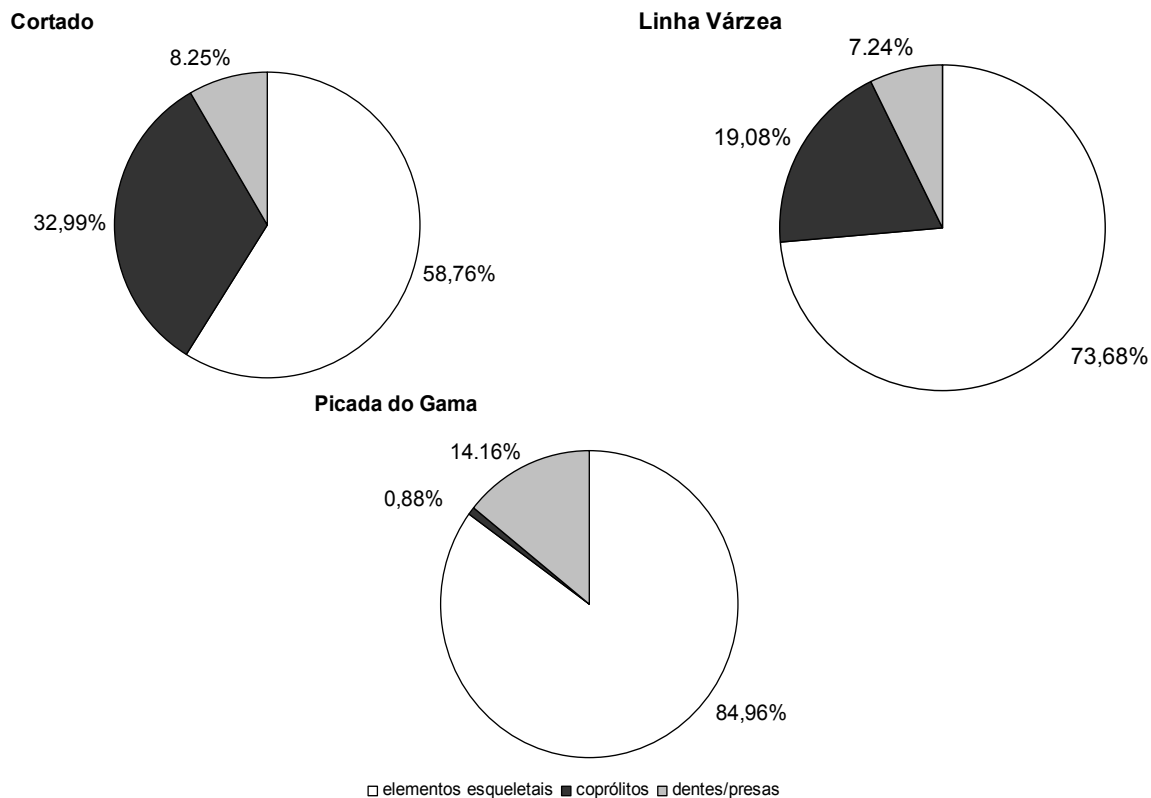


Figura 08. Diferenças de percentuais registradas para ocorrência de elementos esqueléticos, coprólitos e dentes/presas para os sítios estudados

Os coprólitos foram relacionados a animais carnívoros e herbívoros, verificando-se o predomínio significativo dos herbívoros sobre os carnívoros (FIG. 09).

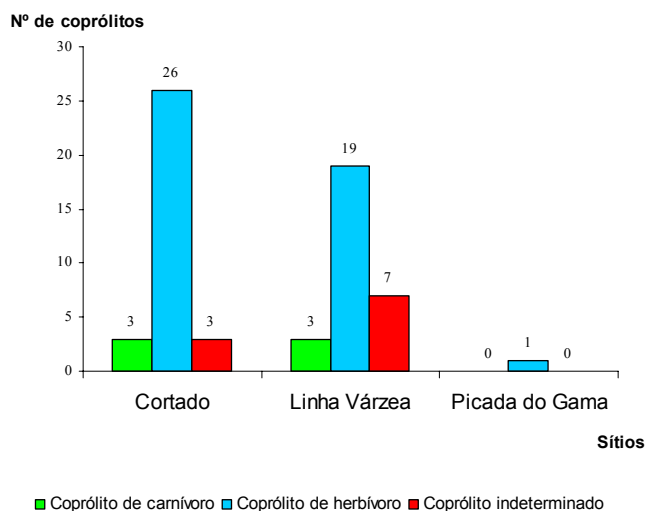


Figura 09. Quantificação dos coprólitos de herbívoros, carnívoros e indeterminados para os respectivos sítios.



### 3.1 Grupos taxonômicos

Os grupos taxonômicos encontrados foram: Procolophonoidea, Rhynchosauria, Archosauria, Dicynodontia e Cynodontia. Além destes grupos também ocorrem materiais identificados apenas como Reptilia ou Synapsida indeterminados, uma vez que não possuíam características diagnósticas para classificação mais específica. Para o cálculo de percentuais de grupos taxonômicos, os espécimes indeterminados não foram considerados, visto que um dos objetivos desse trabalho é inferir aspectos paleoecológicos dos grupos identificados.

Em todos os sítios, os cinodontes e dicinodontes são predominantes em relação aos arcossauros, procolofonóides e rincossauros (TAB. 04).

Tabela 04. Percentuais dos grupos taxonômicos encontrados para os sítios estudados

Grupos taxonômicos	Cortado (%)	Linha Várzea (%)	Picada do Gama (%)
Archosauria	05,17	04,76	20,83
Cynodontia	34,48	55,95	33,33
Dicynodontia	48,28	38,10	41,67
Procolophonoidea	12,07	-	01,39
Rhynchosauria	-	01,19	02,78
Total	100	100	100

Os cinodontes são predominantes no Sítio Linha Várzea, seguidos por dicinodontes e arcossauros. No Sítio Cortado e Picada do Gama prevalecem os dicinodontes, os quais são seguidos por cinodontes. Os procolofonóides são mais registrados para o Sítio Cortado superando os arcossauros, enquanto que no Sítio Picada do Gama o grupo é registrado, mas significativamente menos que os arcossauros. Os rincossauros foram encontrados nos Sítios Linha Várzea e Picada do Gama, embora em quantidades consideravelmente menores que os cinodontes e dicinodontes (FIG. 10).

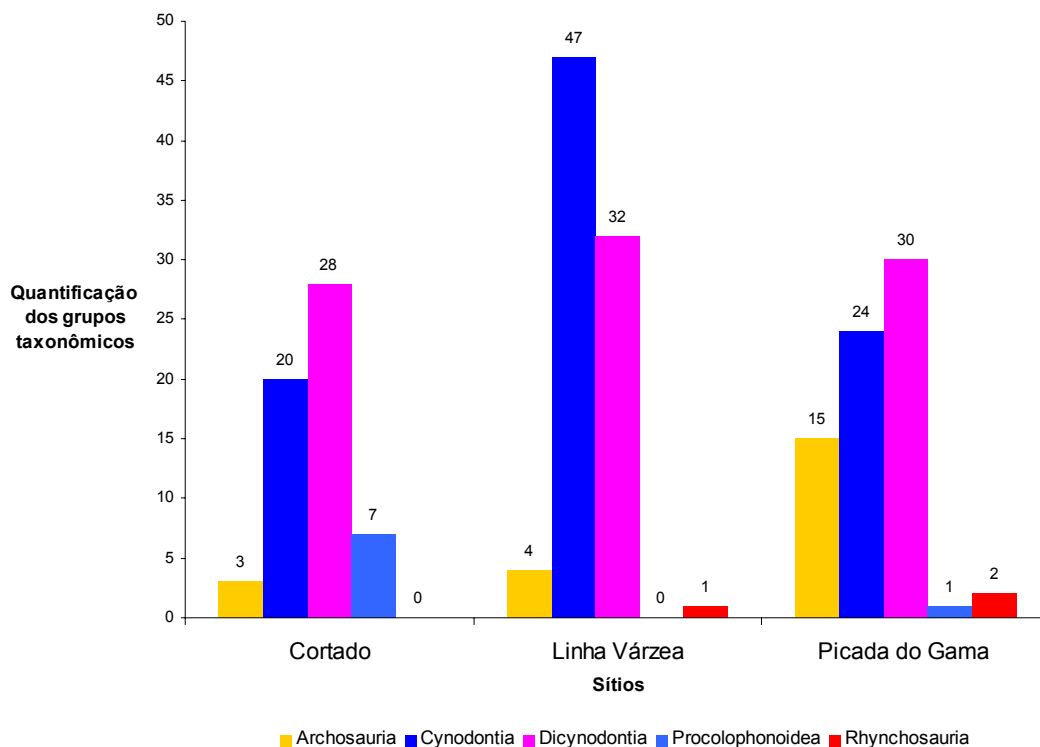


Figura 10. Comparação quantitativa de táxons presentes nos sítios estudados.

### 3.2 Morfometria dos fósseis estudados

O material de todos os sítios foi medido estabelecendo-se cinco classes de tamanhos (TAB. 05) baseadas no comprimento das partes preservadas dos fósseis, embora tenham sido obtidos valores de espessura, largura e diâmetro dependendo da morfologia do elemento estudado. Todas as classes incluem diferentes elementos esqueléticos, não ocorrendo prevalência significativa de diferentes fósseis ou grupos taxonômicos.

Tabela 05. Classes de medidas de comprimento atribuídas aos fósseis de todos os sítios estudados.

Classes	Medidas (cm)
A	0,1 - 9,9
B	10 - 19,9
C	20 - 29,9
D	30 - 39,9
E	40 - 49,9

Em todos os sítios há significativo predomínio da classe A, seguida pela classe B (TAB. 06). A classe C é representada por dois exemplares em cada sítio (UFSM 11193 e UFSM 11336 – Sítio Cortado; UFSM 11256 e UFSM 11309 – Sítio Linha Várzea; e UFSM 11144 e UFSM 11121 – Sítio Picada do Gama). A classe D ocorre no Sítio Cortado (UFSM11096) e no Sítio Linha Várzea (UFSM 11309, UFSM 11228 e UFSM 11315), enquanto a classe E ocorre somente neste último e é representada por três exemplares (UFSM 11281, UFSM 11233 e UFSM 11280).

Tabela 06. Percentuais das classes de medidas verificadas para cada afloramento.

Classes de medidas	Cortado	Linha Várzea	Picada do Gama
A	83,13	72,81	78,89
B	13,26	20,18	18,89
C	02,41	01,75	02,22
D	01,20	02,63	-
E	-	02,63	-
Total	100	100	100

### 3.3 Estágios ontogenéticos

Para todos os sítios foram reconhecidos os estágios ontogenéticos: juvenil e adulto. Visto que o parâmetro utilizado para tal determinação é o tamanho, não foi possível reconhecer nenhum espécime como senil. Os adultos foram os mais freqüentes em todos os sítios, principalmente no Picada do Gama, onde compreendem 98,94% dos espécimes (FIG. 11). Juvenis do Sítio Cortado e Linha Várzea são representados, respectivamente, por 19,1% e 3,64% dos espécimes estudados e todos são pertencentes a dicinodontes.

A falta de critérios osteológicos seguros e, no caso de sua existência, a dificuldade de preservação são elementos que reforçam a necessidade de busca de parâmetros claros para a identificação dos estágios ontogenéticos nas distintas formas aqui estudadas.

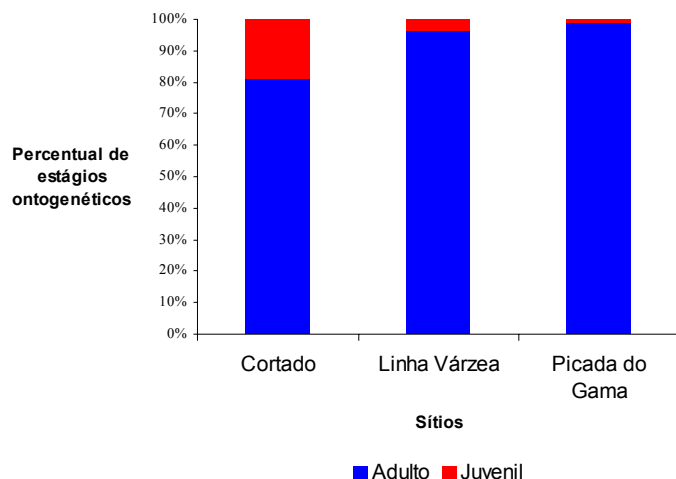


Figura 11: Percentuais de juvenis e adultos encontrados para cada sítio.

### 3.4 Identificação e avaliação quantitativa dos padrões de fratura e das classes de desarticulação de HOLZ & BARBERENA (1994)

Todos fósseis analisados que se apresentaram fragmentados tiveram fratura com bordas regulares, características de processos pós-diagenéticos.

Nos três sítios há um predomínio geral das classes III e IV, e ainda a presença significativa de materiais não classificados por HOLZ & BARBERENA (1994) (FIG. 12). A classe III é representada por costelas, crânios sem mandíbula, escápula, esterno, falanges, ossos longos e vértebras. A classe IV é representada por fragmentos de: vértebras (arcos neurais e centros vertebrais), crânio, cintura pélvica e ossos longos, em todos os sítios. Os materiais não classificados são representados por coprólitos, dentes e presas, que poderiam ser atribuídos às classes I (coprólitos) e IV (dentes e presas), pelos aspectos referentes à desarticulação e velocidade de soterramento.

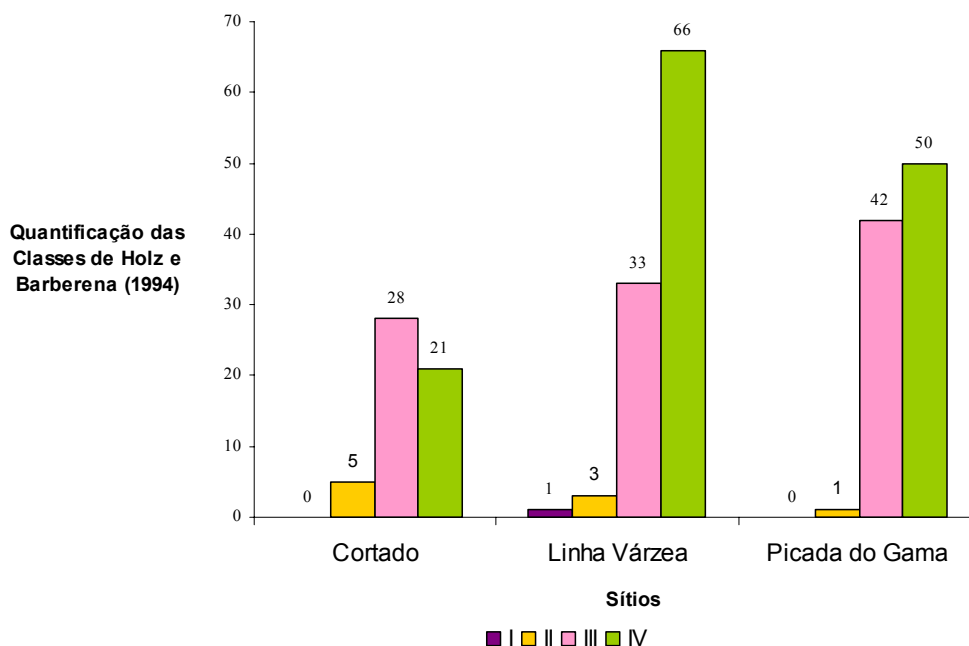


Figura 12. Representatividade das classes de HOLZ & BARBERENA registradas para cada sítio estudado.

Dentre os três sítios, é notável a ausência ou presença reduzida das classes I e II enquanto as classes III e IV são predominantes (TAB. 07). Além disso, em todos os sítios, exceto no Sítio Picada do Gama existe um percentual significativo de elementos não classificados por HOLZ & BARBERENA (*op. cit.*).

Tabela 07. Percentuais das classes de desarticulação de HOLZ & BARBERENA (1994) presentes em cada sítio.

Classes de HOLZ & BARBERENA	Cortado (%)	Linha Várzea (%)	Picada do Gama (%)
I	-	00,66	-
II	05,26	01,99	00,88
III	29,47	21,85	37,17
IV	22,11	43,71	44,25
NC*	43,16	31,79	17,70
Total	100	100	100

\* Material não classificado por HOLZ & BARBERENA (1994)

A classe I ocorre somente no Sítio Linha Várzea representada por um esqueleto articulado (UFSM11316). A classe II ocorre em todos os sítios, havendo dois sínclônios no Sítio Linha Várzea (UFSM 11244 e UFSM 11435) e um conjunto de falanges articuladas (UFSM 11146) no Sítio Picada do Gama. Entretanto, o registro dessa classe é mais significativo no Sítio Cortado, no qual ocorrem três sínclônios (UFSM 11076, UFSM 11078 e UFSM 11131), um crânio articulado com segmento de coluna vertebral (UFSM 11096) e uma pata articulada (UFSM 11099). A classe III é a de segunda maior ocorrência no Sítio Cortado e no Sítio Picada do Gama ao passo que é a terceira de maior ocorrência no Sítio Linha Várzea. A classe IV é predominante no Sítio Picada do Gama e no Sítio Linha Várzea, enquanto no Sítio Cortado constitui a terceira maior ocorrência.

Cabe destacar a diferença de composição entre os materiais não classificados (MNC) do Sítio Cortado e Linha Várzea quando comparados ao Sítio Picada do Gama (FIG.13). Os coprólitos e dentes/presas correspondem a 80% e 20%, no Sítio Cortado e 72,5% e 27,5% no Sítio Linha Várzea. Já no Picada do Gama há 94,12% de dentes/presas e apenas 5,88% de coprólitos.

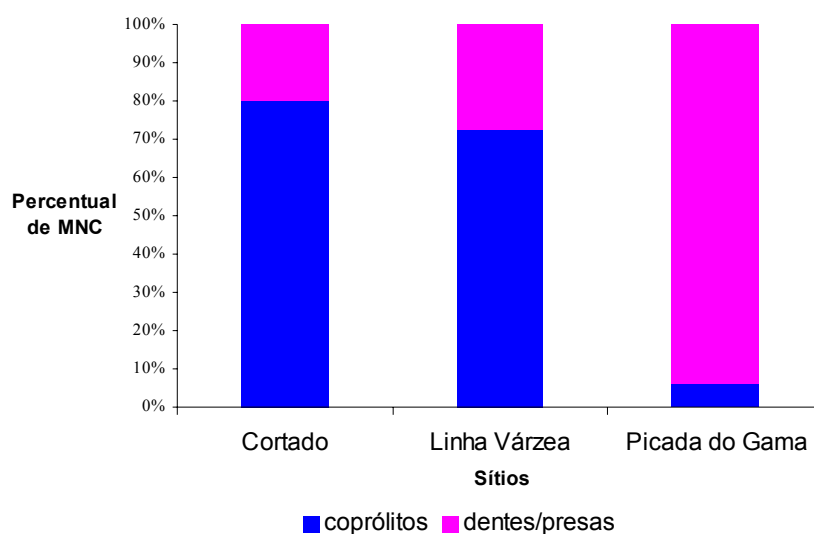


Figura 13. Percentuais de coprólitos e dentes/presas para os sítios analisados

### 3.5 Identificação e avaliação quantitativa dos grupos de transporte segundo VOORHIES (1969)

Os elementos esqueléticos inteiros, crânios e mandíbulas de todos os sítios foram organizados segundo os Grupos de VOORHIES. Nos três sítios analisados ocorreram elementos ósseos relativos a todos os grupos de VOORHIES (1969) (TAB. 08), além de coprólitos e dentes/presas.

Tabela 08. Relação dos grupos de VOORHIES presentes em cada sítio

Grupo de VOORHIES	Cortado (%)	Linha Várzea (%)	Picada do Gama (%)
I	27,78	36,67	75,00
II	33,33	30,00	17,50
III	38,89	33,33	07,50
Total	100	100	100

No Sítio Cortado não há predomínio de nenhum dos grupos de Voorhies, assim como no Sítio Linha Várzea. Entretanto verifica-se no Sítio Picada do Gama o elevado percentual de materiais do grupo I em relação ao grupo II e III. Os grupos II e III são significativamente menos representados e mesmo entre eles há uma leve predominância do grupo II em relação ao III (FIG. 14). Dentre os três sítios merece destaque a predominância do grupo I no Sítio Picada do Gama tanto em relação aos demais grupos, como em relação aos dados dos outros sítios, nos quais existe equivalência entre os três grupos. Os materiais não classificados por VOORHIES são predominantes em todos os sítios.

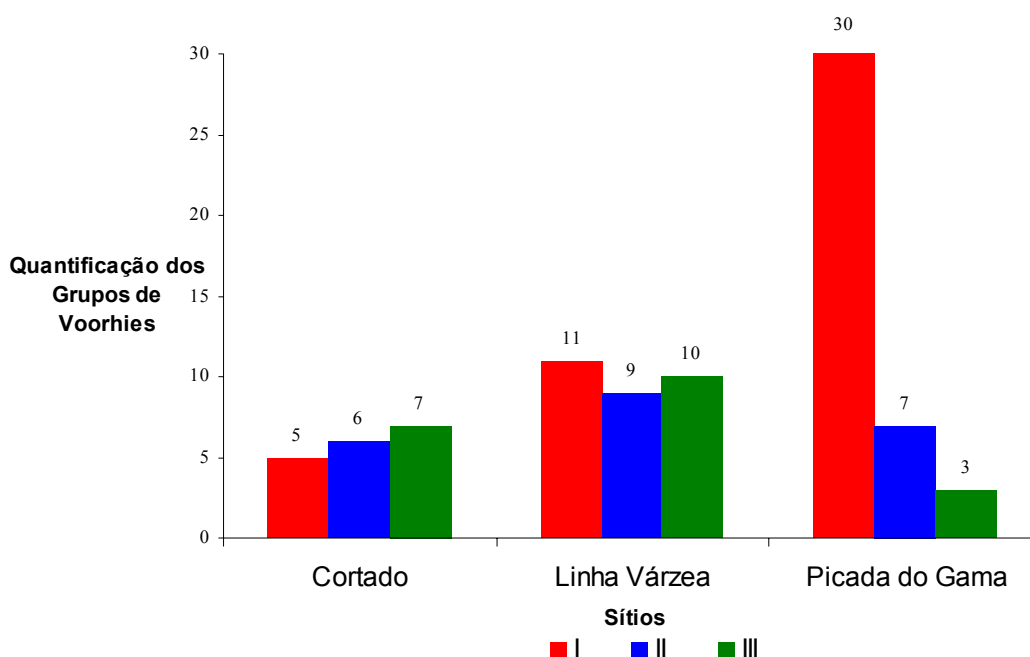


Figura 14 Comparação quantitativa dos grupos de transporte entre os sítios estudados.

### 3.6 Tipo de preservação

O tipo de preservação foi avaliado de acordo com a definição de DA-ROSA (2005), o qual divide os fósseis do triássico sul-rio-grandense em bem ou mal preservados. Assim encontrou-se material predominantemente mal preservado – apresentando inchamento – em todos os sítios, destacando-se o Sítio Picada do Gama com um percentual maior de material bem preservado (FIG. 15).

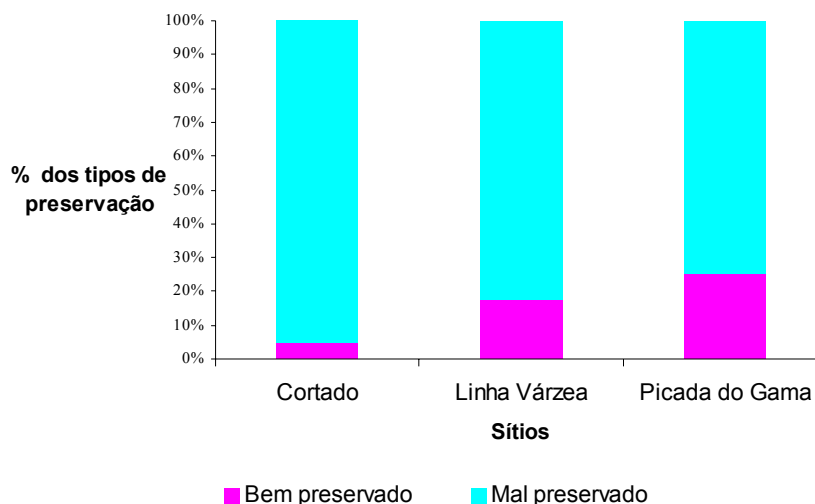


Figura 15. Percentuais dos tipos de preservação registrados para cada sítio

### 3.7 Processo de preservação

Os processos de permineralização, substituição e incrustação são os mais verificados para todos os sítios, sejam associados entre si ou com dissolução e recristalização. A associação permineralização + substituição + incrustação é a mais representativa em todos os sítios, principalmente nos Sítios Cortado e Linha Várzea, sendo presente no Picada do Gama, mas significativamente menos. Ainda, para o Sítio Picada do Gama verifica-se percentuais consideravelmente maiores de material preservado por permineralização + substituição e permineralização + substituição + incrustação + dissolução.

A TAB. 09 relaciona os percentuais dos tipos de processos associados verificados em cada sítio:

Tabela 09. Percentuais dos processos de preservação verificados em cada sítio

Processo de preservação	Cortado (%)	Linha Várzea (%)	Picada do Gama (%)
Permineralização + substituição	02,56	-	15,66
Permineralização + substituição + incrustação	92,31	93,48	66,27
Permineralização + substituição + dissolução	-	-	01,20
Permineralização + substituição + incrustação + dissolução	-	00,72	12,05
Permineralização + substituição + incrustação + recristalização	05,13	05,80	04,82
Total	100	100	100

### 3.8 Incrustação

A incrustação, embora ausente em alguns exemplares, foi verificada na maioria dos fósseis, sendo observados somente carbonato de cálcio ou óxido de ferro e também a associação de ambos. (TAB. 10).

Tabela 10. Percentuais de diferentes tipos de incrustações verificados para cada sítio.

Incrustação	Cortado (%)	Linha Várzea (%)	Picada do Gama (%)
Carbonato de cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	51,28	26,09	40,48
Carbonato de cálcio + óxido de ferro	41,03	72,46	38,10
Óxido de ferro (OxFe)	05,13	01,45	07,14
Sem incrustação	02,56	-	14,28
Total	100	100	100

A incrustação por CaCO<sub>3</sub> foi a mais registrada para o Sítio Cortado e Picada do Gama, sendo em ambos seguida pela associação de CaCO<sub>3</sub>+OxFe, considerando-se que no último há equivalência entre os dois tipos de incrustação. No Sítio Linha Várzea há predomínio significativo de associação CaCO<sub>3</sub>+OxFe em relação ao CaCO<sub>3</sub> e OxFe isolados. A incrustação por OxFe é menos freqüente, ocorrendo em poucos exemplares de todos os sítios. Fósseis sem incrustação só foram registrados no Sítio Cortado e Picada do Gama.

### 3.9 Deformação

As deformações identificadas para os fósseis estudados ocorreram por compressão, concreção, fratura ou por concreção e compressão.

Há concreção nos fósseis de todos os sítios, com equivalência de percentuais entre o Picada do Gama e Linha Várzea. Para estes, também é semelhante a proporção de materiais não deformados, os quais são raros no Sítio Cortado. Já a deformação por compressão ou fratura é pouco registrada e materiais deformados por concreção + compressão ocorreram somente no Sítio Cortado (TAB. 11).

Tabela 11. Percentuais de diferentes tipos de deformação registrados para cada sítio.

Deformação	Cortado (%)	Linha Várzea (%)	Picada do Gama (%)
Compressão	1,28	7,3	2,41
Concreção	89,74	72,26	72,29
Fratura	1,28	0,73	4,82
Concreção + compressão	5,14	0	0
Não deformado	2,56	19,71	20,48
Total	100	100	100

## 4 DISCUSSÃO

A partir da integração dos resultados e comparação com trabalhos de ecologia atuais reconheceu-se o tipo de morte ocorrente em cada assembléia e o ambiente deposicional onde ocorreram, caracterizou-se as respectivas assembléias tafonomicamente; e fez-se inferências paleoecológicas e paleocomportamentais, sendo que algumas das quais foram extrapoladas para a Cenozona de Therapsida em geral.

### 4.1 Tipo de morte

Segundo HOLZ & SIMÕES (2002), a análise do tipo de mortandade pode fornecer importantes evidências sobre as condições ambientais as quais a paleobiota estava sujeita, enriquecendo a reconstituição dos hábitos e habitats de vida do organismo estudado. Deste modo, os autores reconhecem na natureza dois tipos de mortandade: a seletiva e a catastrófica. A primeira afeta determinadas faixas de idade na população e é causada por fatores como doença, predação e envelhecimento, sendo que geralmente os indivíduos mais jovens e mais velhos são os atingidos. A segunda ocorre quando algum evento de grande magnitude atinge a população indistintamente e num estudo de distribuição populacional encontram-se proporções semelhantes de juvenis, adultos e senis. Assim os autores definem que quando há algum sinal de bimodalidade na composição estatística por idade dentro da assembléia fossilífera pode-se especular que esta seja resultado de morte seletiva.

Considerando-se, por exemplo, a distribuição de estágios ontogenéticos nas populações das três assembléias estudadas, poder-se-ia afirmar que houve morte seletiva, visto que há predomínio de adultos, os quais, segundo os autores acima citados são os menos atingidos nesse tipo de morte, pois são mais resistentes a doenças, mais fortes e mais experientes em relação à proteção contra predadores e adversidades ambientais. Se for considerado o predomínio de adultos, entre os quais, provavelmente há também indivíduos senis (não identificados por motivos já citados), afirmar-se-ia que essa população sofreu morte catastrófica, por uma grande enchente ou seca, por exemplo. As duas possibilidades são descartadas devido ao elevado percentual de coprólitos e suas características peculiares entre os fósseis encontrados no Sítio Cortado e Linha Várzea.

Vários exemplares desses icnofósseis apresentam-se com rachaduras de dessecação ou sinerese, resultantes, respectivamente, de exposição em superfície seca de condições de clima árido e deposição em condições aquosas sob clima úmido (RIBEIRO *et al.*, 2003). Este ambiente era característico do Triássico Médio, onde havia alternância entre uma estação seca e outra de água abundante (SCHERER & FACCINI, 1994). A incrustação por CaCO<sub>3</sub> é presente em todos coprólitos estudados, evidenciando, segundo CERLING (1984) a intensa precipitação do carbonato de cálcio em



climas caracterizados por fortes contrastes entre períodos de chuvas e aridez. Quando as chuvas param, o nível freático no solo se estabiliza e por capilaridade, soluções ricas em  $\text{CaCO}_3$  invadem a zona vadosa iniciando o processo de cristalização.

Neste estudo, as classes de medidas não puderam ser utilizadas como critério para determinar o tipo de morte ocorrida, pois a maioria dos fósseis, tanto adultos como juvenis se encontram na classe A e B. Nas classes C, D e E, menos freqüentes, foram identificados apenas peças esqueléticas de adultos. Portanto, não foi possível identificar tipo de morte pelos critérios de HOLZ & SIMÕES (2002). Para o caso das assembléias estudadas, o critério mais importante para definição do tipo de morte foi a caracterização dos coprólitos encontrados em tais sítios.

No Sítio Linha Várzea e Cortado, onde houve presença significativa de juvenis, verificou-se predominância de dicinodontes. Cinodontes não puderam ser classificados quanto ao estágio ontogenético devido a sua variedade de formas e tamanhos, podendo-se confundir, por exemplo, pequenos carnívoros com filhotes. Acrescenta-se ainda que os três sítios são caracterizados por assembléias politípicas, que representam os grupos mais registrados para o Triássico sul-rio-grandense.

Analisando-se esses fatores conjuntamente e associando-os com a ausência de evidências de transporte hidráulico, afirma-se que a mortandade ocorrente nos sítios estudados foi natural (doença ou predação) e as assembléias formaram-se ao longo do tempo, permitindo preservação de diferentes estágios ontogenéticos e também de características paleoclimatológicas do local.

#### 4.2 Ambiente deposicional

Os depósitos aluviais são bastante representativos no registro estratigráfico e, embora os rios há muito tempo sejam reconhecidos como agentes erosivos e transportadores de sedimentos e o estudo de sua função como sítio de preservação e acumulação de restos orgânicos foi bastante negligenciado. Tetrápodes terrestres dependem de água para viver, portanto, é natural encontrá-los próximo a corpos d'água, sejam estes grandes rios ou lagos de planície de inundação. Os ossos funcionam como partículas sedimentares e como tal, sofrem os mesmos mecanismos de transporte e deposição (BERTONI-MACHADO & HOLZ, 2006).

BEHRENSMEYER & HOOK (1992) relacionam o ambiente deposicional com as características tafonômicas gerais das assembléias fossilíferas da seguinte forma: canal (CH) – há ocorrência comum de tetrápodes articulados e desarticulados; canais abandonados – restos geralmente autóctones, evento de morte catastrófica, armadilhas; planície de inundação (FF) – nos sedimentos mal drenados ocorrem peixes desarticulados e tetrápodes articulados, enquanto que na planície bem drenada ocorrem tetrápodes tanto articulados quanto desarticulados, evidência de necrofagia/carnivoria e paleossolos; e *crevasse splay* (CS) – ocorrência variável de tetrápodes articulados e desarticulados. Para BERTONI-MACHADO & HOLZ (2006), os sistemas fluviais têm características hidráulicas e sedimentológicas muito distintas, e essas distinções podem ser muito importantes para os processos tafonômicos que atuam na formação das tafocenoses nos respectivos sistemas. Assim, DA-ROSA (2005), utilizando critérios granulométricos dos sedimentos, acrescenta para o Triássico do Rio Grande do Sul, além dos descritos por BEHRENSMEYER & HOOK (1992), os ambientes deposicionais de: depósito de dique marginal (LV), canais de extravasamento (CR), depósitos lacustres da planície de inundação (L), paleossolos (P) e depósitos eólicos (AE) (FIG. 16).

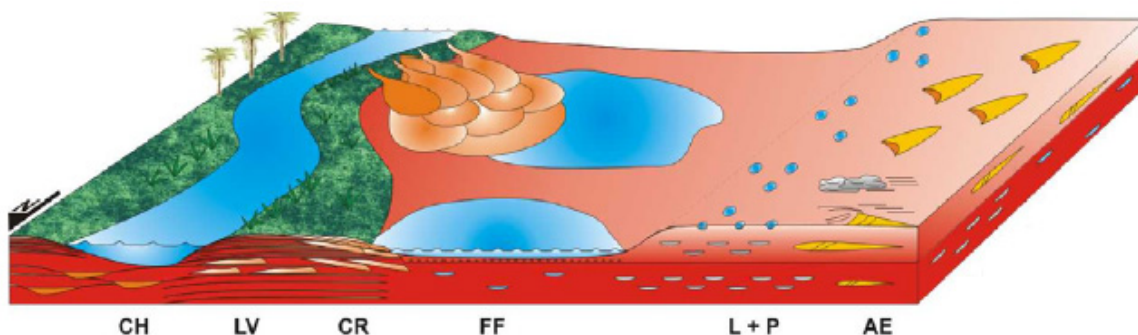


Figura 16. Modelo esquemático dos ambientes deposicionais para o Triássico do RS, segundo DA-ROSA (2005).

HOLZ & SOUTO-RIBEIRO (2000) através da análise faciológica dos sedimentos da Formação Santa Maria, verificaram que estes foram depositados em um sistema de rios anastomosados, onde os pelitos avermelhados, com presença de bioturbações e evidência de paleossolos caracterizariam as planícies de inundação. BERTONI-MACHADO & HOLZ (2006) afirmam que para sistemas anastomosados espera-se um alto grau de desarticulação em depósitos de planície com médio a alto grau de intemperismo e baixa a média mistura temporal.

No Sítio Cortado são visíveis os pelitos vermelhos maciços com dois níveis de concreções carbonáticas, característicos do Membro Alemoa da Formação Santa Maria, em um total estimado de quatro metros de espessura aflorante (DA-ROSA *et al.* 2004). No Sítio Linha Várzea são visíveis os pelitos maciços, com concreções carbonáticas e raras delgadas lentes de arenitos finos estratificados, também características do Membro Alemoa (DA-ROSA *et al.*, 2005). O afloramento Picada do Gama registra arenitos médios a grossos com traços de estratificação cruzada acanalada de médio porte, em contato por falha com pelitos vermelhos maciços do Membro Alemoa (SCHWANKE *et al.*, 2005). Portanto, os sítios Linha Várzea e Cortado são característicos de planícies de inundação e o Sítio Picada da Gama é classificado como depósito de canal.

Carcaças de vertebrados e restos vegetais podem ser incorporados à carga de canais e encalhar em meandros do sistema de canal sendo, posteriormente, recobertos pela sedimentação. Os restos na planície de inundação podem ser soterrados nas épocas de cheia, quando ocorrem rompimentos de diques e inundação (HOLZ & SIMÕES, 2002). A primeira afirmação pode ser aplicada ao Sítio Picada do Gama, que é classificado como canal e apresentou seleção de elementos esqueléticos por transporte – predomínio do grupo I de Voorhies – e um grande número de material desarticulado e fragmentado. A segunda afirmação aplica-se aos Sítios Cortado e Linha Várzea, os quais constituem ambientes da planície de inundação e apresentaram além de percentual maior de segmentos articulados, os coprólitos que são indicativos de habitat. ANDREWS (1979 *apud* ASLAN & BEHRENSMEYER, 1996) demonstrou que canais estreitos, profundos transportam sedimento enquanto canais largos e rasos os acumulam. Assim, em seu experimento acerca do transporte de ossos nesses canais ANDREWS (*op. cit.*) verificou que fluxos de baixas velocidades não transportam grandes ossos de membros e mandíbulas, mas são suficientes para arrastar rio abaixo, ossos mais leves, *e.g.*, vértebras, os quais podem sofrer exposição subárea em bancos de areia até que aumente o nível do canal. Essa constatação confirma a concepção de que o Sítio Picada do Gama é uma amostra de ambiente de canal.

Existe a idéia errônea de que os fósseis encontrados em sedimentos de canal são alóctones, já que vêm transportados pela corrente por grandes distâncias. Na verdade, o que se observa é que assembléias fósseis encontradas em sedimentos de canal apresentam uma variada gama de abrasão nos ossos, desde frescos até altamente abradidos, indicando histórias tafonômicas diferentes para os componentes desta tafocenose. Da mesma forma que materiais são incorporados à carga do canal e transportados, outros não necessariamente foram transportados,

misturando elementos alóctones com autóctones. Além disso, devido ao processo de avulsão dos canais, os ossos podem passar por vários períodos de retrabalhamento antes do soterramento final, o que, além de misturar elementos de ambientes distintos, mistura restos de organismos que viveram em épocas distintas (BERTONI-MACHADO & HOLZ, 2006). Essa concepção também é aplicada ao Sítio Picada do Gama, dada a diversidade de táxons e proporção material bem e mal preservado.

Para ASLAN & BEHRENSMEYER (1996), ossos pesados de membros e vértebras leves desarticuladas tornam-se selecionáveis por fluxos lentos de água dentro de 1 a 2 anos. Esse fato sugere que determinadas assembléias com grupos de transporte característicos podem representar intervalos de tempo extremamente curtos. Por outro lado, assembléias que consistem somente de ossos pesados refletem destruição seletiva de elementos esqueléticos leves durante os episódios de transporte ou retrabalhamento do sedimento, podendo indicar maiores intervalos de tempo. Considerando o predomínio de vértebras do Sítio Picada do Gama, afirma-se que essa assembléia contém material de curto intervalo de tempo, o qual foi soterrado rapidamente, dado seu excelente estado de preservação. Entretanto, também ocorrem materiais que sofreram maior tempo de exposição ao intemperismo e alterações pós-diagenéticas, visto que apresentam sinais de abrasão, recristalização, deformação e fraturas de bordas lisas. Essas características, segundo, BERTONI-MACHADO & FARIÑA (2006) podem ser indicativo de quebra num episódio de transporte e re-deposição, caracterizando ciclos de retrabalhamento que explicariam a presença de fósseis bem preservados, inteiros, associados àqueles fraturados e mal preservados. Estes últimos podem ser atribuídos a diferentes locais de origem ao longo do canal, que sofreram retrabalhamento ou exposição prolongada, dada a ocorrência significativa de fragmentos de crânios e ossos longos, distribuídos entre as classes de medidas A e B.

Sendo evidente que não houve seleção por transporte nos Sítios Cortado e Linha Várzea poderia afirmar-se que esses sítios representam concentrações de curto período de tempo. No entanto, a verificação do alto grau de desarticulação e fragmentação do material demonstra que os fósseis ficaram expostos ao intemperismo e sofreram retrabalhamento, tanto quanto no Sítio Picada do Gama. Ainda comparando-se os percentuais de materiais bem preservados entre os sítios, verifica-se que este último apresenta as melhores preservações e, portanto, os últimos fósseis incluídos não sofreram intemperismo e retrabalhamento.

### **4.3 Bioestratinomia e fossildiagênese dos sítios estudados**

A modificação pós-morte dos restos esqueléticos é função de sua susceptibilidade à ação de um conjunto de processos bioestratinômicos e o tempo de exposição a esses processos (HOLZ & SIMÕES, 2002). Normalmente esses processos ocorrem na seqüência: desarticulação, transporte e soterramento.

A análise do grau de desarticulação de uma tafocenose é importante porque fornece dados sobre o período de exposição na interface água/sedimento, intensidade de transporte dos restos esqueléticos, ação de necrófagos e pisoteio (HOLZ & SIMÕES, 2002). A decomposição de ossos de vertebrados em superfícies subaéreas e sua destruição podem ser vistas como parte do processo normal de reciclagem de elementos químicos do solo. Se um osso vai ser ou não fossilizado depende da intensidade e nível de vários processos destrutivos e da probabilidade de permanecer soterrado antes da destruição total (BEHRENSMEYER, 1978). Se o soterramento do organismo morto ocorrer antes da necrólise total dos tecidos moles, o esqueleto será preservado praticamente inteiro e articulado, isto é, com todas ou a maioria de suas articulações intactas. Caso contrário, o organismo fica sujeito a processos bióticos e abióticos que iniciam a desarticulação do esqueleto (HOLZ & SIMÕES, 2002). Um exemplo da primeira situação é o exemplar UFSM 11316, do Sítio Linha Várzea, descrito por MARTINELLI (2007). O esqueleto apresenta elevado grau de articulação – classe I de HOLZ & BARBERENA, 1994 – principalmente na região anterior (crânio e membros).

Nos vertebrados, a seqüência de desarticulação é determinada pelo tipo de articulação do elemento ósseo no esqueleto. Sob condições de clima úmido a desarticulação inicia com a desconexão do crânio, devido à alta mobilidade da junção átlas-axis, seguindo a desarticulação de escápulas, dos membros e da coluna vertebral caudal. Por último, há a desarticulação da coluna vertebral, dorsal-sacral (DODSON, 1973). Fatores externos, contudo, também influenciam. Em vertebrados terrestres sobre clima árido, por exemplo, essa seqüência é prejudicada devido à mumificação (preservação parcial das partes moles por dessecação) das carcaças. Fatores adicionais, como ação de necrófagos e pisoteio, podem contribuir também para a desarticulação esquelética (HOLZ & SIMÕES, 2002).

Para o caso de organismos mortos não soterrados em curto intervalo de tempo após a morte e sujeitos ao intemperismo, BEHRENSMEYER (1978) caracteriza seis estágios de exposição, nos quais há maior ou menor grau de desarticulação e desgaste em função do período de exposição pré-soterramento: estágio 0 – a superfície dos ossos não apresenta sinais de fratura ou descamamento devido ao intemperismo. Geralmente, os ossos ainda estão gordurosos, a cavidade medular contém tecidos e parte ou toda superfície do osso pode estar recoberta por pele e músculos/ligamentos (exposição inferior a 1 ano); estágio 1 – os ossos apresentam lascas, geralmente paralelas às fibras, sendo longitudinal em ossos longos. As superfícies articulares e ósseas podem apresentar mosaico fraturado coberto por tecidos (exposição inferior a 3 anos); estágio 2: camadas externas dos ossos estão finas e descamando, geralmente associadas a fraturas, nas quais as bordas do osso tende a se separar e descamar primeiro. Restos de ligamentos, cartilagem e pele podem estar presentes (exposição de 2 - 6 anos); estágio 3 – a superfície do osso apresenta irregularidades ásperas, ossos compactos homogeneamente alterados, resultando numa textura fibrosa. Nessas irregularidades, toda a camada externa do osso foi removida. Gradualmente, as irregularidades se estendem recobrendo inteiramente a superfície do osso. O desgaste não atinge profundidade maior que 1-1,5 mm nesse estágio e as fibras ainda estão firmemente conectadas. Tecidos raramente estão presentes nesse estágio (exposição de 4 - 9 anos); estágio 4 – a superfície do osso é fibrosa e de textura áspera; ocorrem fragmentos pequenos e grandes, facilmente perdidos quando o osso é movido. As alterações penetram no interior das cavidades. As fraturas são abertas e apresentam lascas ou bordas desgastadas (exposição de 6 - 9 anos); e estágio 5 – os ossos se despedaçam *in situ*, com grandes fragmentos depositados em volta, restantes do todo, que são frágeis e quebram facilmente quando movidos. Pode ser difícil determinar a forma original do osso (exposição de 6 – 15 anos).

Equivocadamente pode-se associar altos graus de desarticulação de elementos ósseos com o alto grau de transporte hidráulico que sofreram. Por isso, associado com o estudo das classes de articulação deve-se fazer uma análise dos prováveis tipos de transporte que os materiais foram submetidos, se hidráulico, biogênico ou mais raramente eólico.

Segundo HOLZ & SIMÕES (2002), a análise dos grupos de Voorhies é de fundamental importância para elucidar a questão do transporte seletivo. Ossos do grupo I englobam elementos muito transportados e, muitas vezes, alóctones, a tal ponto que a tafocenose não permite deduções sobre o habitat dos animais, pois a fácies sedimentar associada pode ser muito diferente daquela que seria gerada no ambiente originalmente habitado pelos vertebrados em questão. O grupo II constitui-se de elementos esqueléticos com algum grau de aloctonia, enquanto que os do grupo III podem ser considerados depósitos residuais implicando em reduzido grau de transporte.

A classe I de HOLZ & BARBERENA (1994), representada pelo espécime UFSM 11316 no Sítio Linha Várzea, indica que esse material sofreu período curto de exposição (alguns dias, no máximo – estágio 0 de BEHRENSMEYER, 1978) visto que está bem articulado e sem a curvatura cervical característica de carcaças que sofrem ressecamento por exposição aérea prolongada. Por outro lado a presença da classe III e predomínio da classe IV indica que a maioria do material passou por prolongados períodos de exposição subárea. Poderia se atribuir a presença do material altamente desarticulado e fraturado a pisoteio, no entanto o padrão predominante de fratura é regular, indicando a atuação de

eventos de retrabalhamento ou simplesmente de tempo prolongado de exposição ao intemperismo (estágios 4 e 5 de BEHRENSMEYER, 1978). A fragmentação regular indica retrabalhamento porque ossos de animais recém mortos possuem certa elasticidade, quebrando apenas sob grandes pressões, produzindo superfícies irregulares de fratura, enquanto materiais pré-fossilizados ou fossilizados perdem essa elasticidade e produzem fraturas regulares – bordas e superfície lisas (HOLZ & SIMÕES, 2002), diferentemente dos fósseis estudados.

A abrasão e dissolução ocorrem nos restos esqueléticos que permanecem expostos na interface água/sedimento por prolongados períodos de tempo (HOLZ & SIMÕES, 2002), embora a intensidade desses processos varie de acordo com pH, nível freático, energia dos rios. Por exemplo, em condições de águas não saturadas de carbonatos ou pH baixo os restos esqueléticos carbonáticos tendem a se dissolver (SPEYER & BRETT, 1988). Bioclastos intensamente incrustados também indicam prolongada exposição na interface água-sedimento, especialmente nos casos onde é possível a identificação de múltiplos episódios de incrustação (HOLZ & SIMÕES, 2002). Isso corrobora, que grande parte do material estudado (de todos os sítios) sofreu exposição prolongada, devido ao fato de apresentar incrustação de carbonato de cálcio (maior parte) e de óxido de ferro. Salienta-se que no Sítio Picada do Gama, os materiais com as melhores preservações são aqueles que apresentaram somente permineralização e substituição, e são os espécimes inclusos por último no afloramento. Também ocorre material bem preservado que primeiro sofreu incrustação por óxido de ferro, indicando que ficou mais tempo exposto, entretanto, a película de óxido de ferro protegeu o osso ou dente de outras alterações diagenéticas.

Para MARTINELLI (2007), os diferentes graus de oxidação e carbonatação apresentados pelo conteúdo fossilífero indicam um aumento progressivo do nível freático, sendo que altos índices de óxido de ferro denotam um nível freático baixo, enquanto que no outro extremo, a ocorrência menos significativa de película de óxido de ferro, associada a uma carbonatação mais elevada, são indicativos de um nível freático mais alto ou oscilante. Então, para os sítios analisados, constata-se que todos registram diferentes momentos dos níveis freáticos, condizendo com as variações sazonais de umidade, características do Triássico sul-rio-grandense.

A diagênese é o processo que transforma um depósito sedimentar em uma rocha, através da cimentação e compactação. Esses processos físico-químicos atuantes sobre as camadas sedimentares afetam também os restos orgânicos, que sofrem uma série de processos de transformação, genericamente, denominados de fossilização (MENDES, 1988).

Durante a diagênese, modificações na morfologia devido ao sobrepeso da compactação e modificações na composição química dos restos esqueléticos podem levar a fósseis deformados por compressão, fraturas, concreções ou associações desses eventos.

Segundo SCHULTZ *et al.* (1990), a diagênese atua igualmente sobre os restos ósseos dos grupos fósseis triássicos, e a calcita é o agente predominante, preenchendo as cavidades ósseas. Frequentemente, esse preenchimento mineral resulta em alteração física e/ou química podendo alterar grandemente a morfologia óssea externa levando à identificação taxonômica errônea. HOLZ & SCHULTZ (1998) analisaram restos ósseos em lâminas petrográficas e discutiram a alteração volumétrica dos fósseis triássicos. Os crânios e os ossos de membros dos répteis das rochas mesotriássicas do sul do Brasil mostram diferenças morfológicas e volumétricas entre espécimes do mesmo grupo taxonômico e são causados pela cimentação da calcita. A estrutura do osso é quebrada e substituída pela calcita (e hematita), começando na parte interna e estendendo-se gradualmente nas camadas externas compactas. A destruição da estrutura óssea parece ser causada pela força da cristalização da calcita, que ocorre tipicamente durante as fases iniciais da diagênese e o resto ósseo não está soterrado a grandes profundidades, permitindo recristalização e deslocamento.

Dados os percentuais de materiais deformados para os sítios em estudo, a concreção é a forma mais comum de deformação, constituindo em fósseis inchados, devido ao preenchimento de cavidades internas pela calcita. Todos espécimes concrecionados apresentaram permineralização, substituição e incrustação como processos de preservação. No Sítio Linha Várzea e Picada do Gama, é notável a presença de material deformado por concreção associado com o processo de incrustação. Os fósseis bem preservados apresentam deformação por compressão ou por fratura sendo que a maioria destes não apresenta deformação. Já os exemplares mal preservados estão associados com concreção e incrustação principalmente por carbonato de cálcio e óxido de ferro associados. Segundo HOLZ & SCHULTZ (1998), nas estações com chuvas intensas, as planícies de inundação eram inundadas e as muitas carcaças e ossos isolados eram cobertos por argila. Posteriormente durante a fase árida, a água evaporava rapidamente e o carbonato de cálcio precipitava. Os ossos cujas camadas estavam no mesmo nível onde havia precipitação do carbonato de cálcio foram afetados pela cristalização da calcita e sofreram mudanças morfológicas. Os ossos que passaram rapidamente pela zona de precipitação do carbonato de cálcio mantiveram sua morfologia e tamanho originais. O baixo percentual de compressão verificado pode ser explicado, segundo HOLZ & SCHULTZ (*op. cit.*) porque a cimentação pela calcita e hematita (óxido de ferro) ocorre em rios de pouca profundidade, onde a força de cristalização excede a pressão da sobrecarga.

Uma vez que não houve evidências de transporte hidráulico para os afloramentos Cortado e Linha Várzea, mas há alto grau de desarticulação e fragmentação, destaca-se que esses processos ocorreram em diferentes estágios durante a fase bioestratigráfica e diagenética de elementos ósseos, sem ser transportados. MARTILL (1991) agrupa esses fatores em três categorias: a) dano causado ao osso por processo patológico e traumático, ocorrido ainda em vida (incluindo doenças e fraturas naturais, b) dano causado ao osso após a morte do indivíduo, devido à predação, necrofagia, pisoteio ou ação de animais que raspam a carcaça para obtenção de cálcio (FIORILLO, 1991 *apud* LEAL *et al.*, 2002) e c) danos causados na fase de pós-soterramento, durante a compactação e cimentação do sedimento matriz, quando o osso pode sofrer quebra e dissolução. Dessas categorias, atribui-se a desarticulação e principalmente a fragmentação por processos pós-diagenéticos e exclui-se o pisoteio como agente de fragmentação, por motivos já comentados. A desarticulação não pode, ser atribuída com precisão a atuação de predadores ou necrófagos, embora sejam prováveis fatores, visto que o conjunto da paleofauna registra tanto animais herbívoros quanto carnívoros nas assembléias. Devido ao estado de preservação do material e o alto nível de incrustação carbonática não foi possível verificar a presença de sinais de predação ou necrofagia (*e.g.* sinais de raspagem, mordida, garras).

Por todos os fatores discutidos e analisados, estabeleceu-se que a assembléia Picada do Gama representa uma assembléia para-autóctone com elementos alóctones e o Sítio Linha Várzea e Cortado representam assembléias autóctones.

#### **4.4 Paleofaunas locais: aspectos paleoecológicos e paleocomportamentais**

Em geral, cada assembléia apresentou dominância dos dicinodontes e cinodontes sobre arcossauros, rincossauros e procolofonóides. Considerando-se esses grupos, esse item visa caracteriza-los e relacionar inferências a cerca de sua importância ecológica e comportamental nas paleofaunas onde estavam inseridos, bem como expor alguns aspectos que foram importantes na extinção ou diversificação de tais animais.

O Estado do Rio Grande do Sul, no Brasil Meridional, é a única região do país onde tetrápodes triássicos têm sido encontrados. A grande maioria desta paleofauna, como presentemente conhecida, é formada por sinápsidos (cinodontes e dicinodontes), diápsidos (rincossauros, tecodontes e dinossauros) e parareptilianos (procolofonóides)

(BARBERENA *et al.*, 2002; LANGER *et al.*, 2007). Os pelitos vermelhos da Formação Santa Maria (Formação onde se localizam os sítios fossilíferos foco desse estudo) incluem a maioria dos tetrápodes triássicos do RS.

Os sítios estudados apresentaram, caracteristicamente, em termos de composição paleofaunística, um conjunto de fósseis atribuídos a dicinodontes, cinodontes, arcossauros, procolofonóides e rincossauros, corroborando a sua inclusão dentro da Cenozona de Therapsida, feitas por DA-ROSA *et al.* (2004), DA-ROSA *et al.* (2005) e SCHWANKE *et al.* (2005). As proporções entre os grupos de herbívoros e carnívoros encontradas correspondem às mesmas identificadas para comunidades atuais (ARAÚJO, 1998; VIDOLIN & BRAGA, 2004; NEGRÃO & VALLADARES-PÁDUA, 2006) e para outras paleocomunidades como as descritas para o Pleistoceno (LOPES *et al.*, 2001) e Cretáceo (SANTOS *et al.*, 2000).

Os procolofonóides surgiram no Permiano Inferior e foram os únicos cotilossauros a sobreviver após o Permiano. Cosmopolitas, tiveram sua diversificação até o final do Triássico. Possuíam uma dentição não especializada, mas indicativa de dieta herbívora para as formas triássicas, registradas nos sedimentos da Formação Santa Maria, pelos gêneros *Candelaria* e *Procolophon* (BERTINI, 2004). Novas espécies de procolofonóides vêm sendo descritas para o Triássico Médio fora do Brasil, *e.g.* *Sauropareion anoplus* (MODESTO & DAMIANI, 2007), *Saurodectes rogestrorum* (MODESTO *et al.*, 2003) demonstrando que esses animais sobreviveram ao limite permotriássico e atingiram larga distribuição geográfica até o Triássico Médio, servindo como ferramenta para estudos bioestratigráficos globais como o trabalho de LUCAS (1998).

Os dicinodontes foram herbívoros taxonomicamente diversos, extraordinariamente abundantes e globalmente distribuídos. Em geral o grupo é caracterizado por especializações cranianas incluindo um focinho curto, e região temporal expandida para a musculatura adutora, e articulação mandibular ântero-posteriormente móvel – permitindo propalinia ou movimento ântero-posterior (RYBCZYNSKI & REISZ, 2001).

Nos dicinodontes triássicos, os dentes da pré-maxila, maxila e mandíbula foram substituídos por um duro revestimento córneo, muito efetivo para o corte de caules e folhas. Os representantes do Triássico Médio ainda retinham um par de grandes presas maxilares, os quais foram perdidos nas formas do Triássico Superior.

Nas assembléias estudadas há um grande número de presas de dicinodontes, as quais estão inseridas na classe A de medidas. No entanto fazendo-se uma relação do tamanho da presa com o tamanho dos crânios de *Dinodontosaurus* encontrados no Sítio Linha Várzea, por exemplo, pode-se dizer que todas as presas registradas pertenciam a animais adultos de grande porte.

Para BARBERENA *et al.* (2002), a locomoção dos dicinodontes era certamente lenta em face da postura *sprawling* das patas anteriores como se observa em reconstruções de *Dinodontosaurus*, forma abundante na metade inferior da Formação Santa Maria.

Considerando-se o registro de paleotocas contendo fósseis de dicinodontes na África, por exemplo, pode-se afirmar que eles viviam em rebanhos. Associando-se a presença de presas de animais adultos, a evidência de locomoção lenta e a predominância dos dicinodontes nas assembléias estudadas, cabe comentar alguns aspectos comportamentais do grupo, se comparados a comunidades atuais.

Uma vez que dicinodontes viviam em rebanhos e eram de grande porte MORATO (2006) infere que o grupo poderia não necessitar de padronagens crípticas especiais, adotando os tons pardos e acinzentados suaves que grandes mamíferos herbívoros atuais apresentam (como elefantes, rinocerontes e hipopótamos), embora esses animais possam apresentar ao menos um contra-sombreado (RYAN & RUSSELL, 1997). A pele de mamíferos menores, em si, também não apresenta usualmente grandes variações de coloração, se excluída a pelagem. Então, se os dicinodontes não eram animais capazes de se ocultar de predadores se camuflando com a paisagem, nem seriam particularmente mais velozes

para fugir de um ataque seus mecanismos de defesa deveriam estar associados a outros recursos, como a aglomeração em rebanhos ou o refúgio em tocas (WALTER, 1986). A vida em rebanhos oferece um grande conjunto de vantagens, por exemplo, aumento de vigilância contra predadores, minimização da probabilidade de ataque, proteção de filhotes, economia de energia em termos de diminuição da perda de calor para o ambiente, entre outros (KREBS & DAVIES, 1996). Em um dos afloramentos da Formação Santa Maria foram descobertos os restos de dez filhotes de *Dinodontosaurus* aglomerados que provavelmente estavam numa toca e foram soterrados num evento de inundação (SCHULTZ, 1998). Isso poderia ser mais um indício de que estes animais, tal como fazem hoje os mamíferos, andavam em grupos e tinham cuidados parentais com a prole. E ainda, considerando-se a forma como esses fósseis foram preservados, pode-se supor que o grupo estava reunido em uma toca e foi atingido por uma inundação rápida, assim como mostram registros de algumas espécies na África do Sul (RAY & CHINSAMY, 2003).

Concebendo-se que esses animais viviam em rebanhos, as presas teriam um papel fundamental, como reconhecimento interespecífico e intra-específico, determinando, talvez, hierarquias dentro do grupo. MORATO (2006) descarta a possibilidade de *Dinodontosaurus* utilizar suas presas com a mandíbula aberta, seja para alimentação ou defesa, devido à constituição morfofuncional do crânio e reforça o caráter de ornamentação. WATSON & ROMER (1956) propuseram que as presas dos dicinodontes não seriam utilizadas diretamente nos hábitos alimentares, uma vez que, em determinados gêneros com dimorfismo sexual proposto, alguns indivíduos (provavelmente as fêmeas) não possuíam-nas. SULLIVAN *et al.* (2002) evidenciaram dimorfismo sexual para o gênero *Diictodon*: as fêmeas eram portadoras de crânios menores e desprovidos de presas e ornamentações cranianas, enquanto os machos eram portadores de presas e crânios maiores ornamentados. Este exemplo, bem documentado de armamento dimórfico sugere, portanto, dimorfismo sexual e comportamento social complexo, o qual é presente nas linhagens de Synapsida há muito tempo.

Nas faunas atuais, vários mamíferos apresentam presas como dimorfismo sexual ou reconhecimento de maturidade sexual. Em morsas, tanto machos como fêmeas exibem presas, embora as dos machos sejam normalmente mais longas e grossas (CLEAVE, 1996). Elas são inexpressivas em juvenis, desenvolvendo-se com o crescimento do animal. Apesar de ser comum citar que as morsas utilizam suas presas para escavar o substrato, em busca de moluscos (*e.g.*, HILDEBRAND, 1995), outros autores (*e.g.*, CLEAVE, 1996) afirmam que essa atividade quase nunca é executada e as presas são utilizadas principalmente em demonstrações rituais, nos machos, além de servirem para auxiliar os animais, tanto para machos quanto fêmeas, a se deslocarem sobre blocos de gelo. Os elefantes africanos de ambos sexos apresentam presas (menores nas fêmeas) as quais são utilizadas na escavação à procura de água ou raízes, para mover árvores ou ramos quando um trilho é criado e nas interações sociais, já nos elefantes asiáticos apenas os machos possuem presas, evidenciando sua função no dimorfismo sexual (BAGLEY, 2004).

Algumas formas triássicas de dicinodontes, como *Stahleckeria*, não tinham presas e os filhotes poderiam as ter pouco desenvolvidas. Isso pode ser uma evidência de que as diferentes espécies e estágios ontogenéticos ocupavam nichos ecológicos distintos. No caso específico de filhotes sem presas, como por exemplo, no exemplar UFSM11414 notavelmente desprovido delas há dois aspectos importantes a serem considerados: atribui-se o exemplar a um gênero caracterizado pela ausência de presas, (*e.g.*, *Stahleckeria*) ou a um gênero que as desenvolveria próximo da idade adulta. Para MORATO (2006), no caso de *Dinodontosaurus*, se as presas tivessem um emprego fundamental na alimentação, os juvenis teriam que se alimentar diferentemente dos adultos, uma vez que suas presas não estão ainda desenvolvidas. Isso poderia implicar em cuidado parental, até longa idade, quando os filhotes finalmente poderiam começar a empregar suas presas.



VICKARYOUS & RYAN (1997) definem ornamentações como características anatômicas, exclusivas ou modificadas a partir de uma estrutura pré-existente, que sugerem utilização em comportamento social (como reconhecimento inter- ou intra-específico e/ou reconhecimento de maturidade sexual). Esses autores também salientam que, embora ornamentações possam ter algum papel funcional em interações do táxon, geralmente de forma antagonística (como no caso de escudos e espinhos), elas podem simplesmente não apresentar nenhuma função biomecânica primária.

VEGA-DIAS & SCHULTZ (2007) evidenciaram que uma escápula de *Jachaleria candelariensis* apresentava marcas de necrofagia, caracterizada por sulcos e perfurações feitos, provavelmente, por dentes pontiagudos de arcossauros. Essas evidências apontam, superficialmente, para as relações ecológicas que aconteciam entre dicinodontes e demais grupos.

A morte seletiva foi identificada nas assembléias estudadas, e o fato de haver um percentual significativo de exemplares juvenis no Sítio Cortado, poderia ser atribuído à predação por arcossauros, os quais prefeririam juvenis, dada a sua inexperiência e, portanto facilidade de obtenção de alimento. Já para *Dinodontosaurus*, MARTINELLI *et al.* (2006), em reconstrução pós-morte de um espécime encontrado parcialmente articulado, sugere que o animal foi morto por ação de predadores os quais destroçaram a região visceral e os membros posteriores.

É estimado que na África do Sul os fósseis de dicinodontes sejam 10 vezes mais abundantes que dos seus contemporâneos carnívoros. De fato, sua abundância é usada como evidência ecológica que os dicinodontes eram os consumidores primários e que as estruturas tróficas atuais surgiram na sua época (SURKOV & BENTON, 2004). Proporções próximas à descrita por esses autores são verificadas para a relação dicinodontes/arcossauros dos Sítios Linha Várzea e Cortado, evidenciando que estes grandes herbívoros constituíam a maior parte da biomassa dessas faunas. No Sítio Picada do Gama essa proporção não existe, fato que pode ser atribuído ao grande retrabalhamento da assembléia, na qual há elevado número de arcossauros, no entanto a maior parte destes representadas por dentes. Para BEHRENSMEYER & BARRY (2005), o elevado número de dentes em uma assembléia não tem significado paleoecológico se esta apresentar altos índices de retrabalhamento, pois devido a sua constituição, são mais resistentes ao desgaste provocado pelo transporte, intemperismo e alterações diagenéticas.

Na grande extinção do limite Permo-Triássico, em que 90% da biota terrestre foi extinta, ocorreram grandes alterações paleoambientais. Já no início do Triássico, um clima semi-árido é descrito por diversos autores (*e. g.* ROBINSON, 1973; HALLAM, 1985; PARRISH *et al.*, 1986), implicando em flutuações extremas de temperatura do dia para a noite. A vegetação também sofreu alterações drásticas, e a flora *Glossopteris* passa a ser substituída pela flora *Dicroidium*. Acompanhando essas mudanças, a fauna de terápsidos também sofreu muitas perdas, incluindo todos os gorgonópsios, muitos dicinodontes, os últimos terocefálios de grande porte e os cinodontes procinosuquídeos. Por outro lado, alguns cinodontes sobreviveram a este evento, como *Cynosaurus*, *Galesaurus* e *Thrinaxodon* que deram início a uma nova e ampla diversificação do grupo, juntamente com os dicinodontes kannemeyerídeos, os únicos remanescentes dentre os dicinodontes (REICHEL, 2006).

A fim de tolerar o clima árido do Triássico, muitos terápsidos buscaram abrigo construindo tocas subterrâneas. GROENEWALD *et al.* (2001) descreveram um complexo de paleotocas contendo fósseis de *Trirachodon*. MARTINELLI *et al.* (2005), descrevendo o cinodonte tritelodontídeo, *Irajatherium hernandezi*, sugere, pela análise do úmero e por comparações anatômicas com mamíferos atuais, que esse animal seria escavador. O hábito fossorial, certamente, indica a tentativa de alguns cinodontes em controlar as suas temperaturas corporais, já que tocas são os abrigos mais amplamente usados por vertebrados para se proteger de adversidades climáticas e buscar estabilidade (STUART & STUART, 1998). O reconhecimento de cinodontes não mamalianos escavadores sugere que a habilidade de escavar pode ser ancestral dos mamíferos e pode ter um importante papel na sua origem (GROENEWALD *et al.* 2001).

De maneira intrigante estimou-se (VOORHIES 1975 *apud* REICHEL, 2006) que pelo menos 50% das espécies dos mamíferos extintos eram escavadores. Realmente, as três espécies de monotremados extintos o eram (SZALAY, 1994), e todos, exceto um dos maiores grupos marsupiais contém espécies escavadoras. Claramente, construção de tocas é uma característica sinápsida basal, a qual provavelmente teve grande importância para a linhagem dos cinodontes que conduziu finalmente aos mamíferos (DAMIANI *et al.*, 2003).

Informações sobre paleoambientes do Triássico Médio do Rio Grande do Sul indicam que os habitats mais comuns dos cinodontes não-mamalianos, nesta época, constituíam-se de planícies de inundação vegetadas por plantas perenes ou anuais. Estas planícies apresentavam chuvas sazonais, típicas de um clima semi-árido (KITCHING, 1995). Um aumento na umidade, no final do Mesotriássico, foi detectado através de observações tafonômicas feitas na Biozona de Traversodontidae por REICHEL *et al.* (2005).

No entanto, mesmo que muitas espécies de cinodontes não-mamalianos habitassem os mesmos paleoambientes, diversas estratégias ecológicas podem ser encontradas dentro desse grupo. A grande diversidade de cinodontes atingida durante o Triássico é uma prova disso e diferentes hábitos alimentares são apenas um exemplo. Dentro deste contexto, BOTHA & CHINSAMY (2000) analisaram a histologia dos ossos de *Diademodon* (herbívoros) e *Cynognathus* (carnívoro). Estes gêneros além de contemporâneos estão normalmente associados nos afloramentos, indicando que provavelmente estavam sujeitos às mesmas condições climáticas. Esse trabalho indicou que os ossos de *Diademodon* apresentavam anéis gerados por eventos sazonais de crescimento, pois *Diademodon*, provavelmente, aumentava as taxas de crescimento durante os períodos favoráveis e diminuía (ou até parava) durante as épocas desfavoráveis (em que haveria menos alimentos ou alimentos menos nutritivos). Já para *Cynognathus*, a pesquisa indicou taxas rápidas e contínuas de crescimento, observadas pela presença de tecido ósseo fibro-lamelar ininterrupto e ausência de anéis de crescimento no córtex. Portanto, *Cynognathus*, aparentemente, crescia independentemente das condições climáticas, o que pode ser mais facilmente imaginado para um carnívoro, que se baseia no mesmo tipo de alimento durante todo o ano. Embora, não existam evidências e fica assim uma sugestão para futuro estudo, é provável que isso tenha ocorrido para os cinodontes do Triássico sul-rio-grandense, pois as condições climáticas eram semelhantes.

De acordo com NEIFF (2007), as espécies que vivem em planícies de inundação são de grande plasticidade, euritópicas, que podem viver em uma ampla gama de variabilidade que oferecida em uma série de tempo de décadas ou séculos. Muitos animais estão adaptados para migrar. Sem dúvida, condições extremas de inundação ou secas, produzem situações temporais de estresse que é evidente na organização das assembléias.

Nos afloramentos estudados existe semelhança entre a proporção de dicinodontes e cinodontes, mas é sabido que os cinodontes não ocupavam nem o topo nem a base da cadeia alimentar, ficando distribuídos entre carnívoros, herbívoros, insetívoros e onívoros, além dos carnívoros que em condições de déficit alimentar poderiam se comportar como necrófagos oportunistas. Ressalva-se que em épocas de secas os dicinodontes poderiam migrar para ambientes onde houvesse maior disponibilidade de água enquanto os cinodontes, de tamanhos menores, ficavam restritos a seus habitats e suas condições. Nessas situações os grupos poderiam apresentar maior oportunismo alimentar e não ser tão especialistas, formando uma pequena cadeia alimentar sazonal independente dos grandes dicinodontes e arcossauros.

Para falar de evolução e paleoecologia dos cinodontes é necessário fazer referência também as suas especializações mamalianas. Mesmo que algumas características mamalianas tenham surgido em outros terápsidos, é nos cinodontes não-mamalianos que elas têm sua expressão mais significativa. Os variados hábitos alimentares dos cinodontes (herbívoros, onívoros e carnívoros) foram propiciados pelas modificações no crânio como um todo e na dentição, acompanhada de mudanças fisiológicas e estruturais do esqueleto, como a aquisição de endotermia, respiração e a locomoção mais eficiente, por exemplo. A mudança inicial pode ter sido a passagem para o

metabolismo oxidativo permitindo atividades prolongadas sem acúmulo de ácido láctico nos músculos (CARROL, 1988). Mamíferos são caracterizados por tamanho cerebral avantajado, presença de glândulas mamárias e reprodução placentária. No entanto, estas características surgiram muito tardiamente no grupo. Por isso, um ponto de partida mais basal seria a presença de altas taxas metabólicas, que teriam surgido muito antes das características citadas acima. As altas taxas metabólicas permitem que os mamíferos mantenham uma temperatura corporal alta e independente do meio, sob o custo de um elevado consumo de alimentos e oxigênio. Com o aumento das necessidades energéticas, um processamento eficiente dos alimentos é de fundamental importância. Já nos basais cinodontes procynosuquídeos, os pós-caninos são bastante diferenciados e multicuspídeos. A tendência à diferenciação dentária aumenta ainda mais nos eucinodontes, entre os quais alguns grupos atingem um alto grau de especialização, como, por exemplo, as famílias Traversodontidae, Diademodontidae e Tritylodontidae, que apresentam dentes especializados para a herbivoria; e as famílias Chiniquodontidae e Tritheledontidae, que apresentam dentes especializados para a carnivoria.

HILLENUS (1994) citou a presença de maxiloturbinais (lamelas ósseas presentes na cavidade olfativa, que nos mamíferos têm a função de umidificar e aquecer o ar inspirado e reter a umidade e o calor do ar expirado) como sendo a única evidência osteológica direta de endotermia (ou seja, altas taxas metabólicas). Segundo o mesmo autor, a endotermia já estaria presente, entre os sinápsidos, desde os terápsidos mais basais e que, apesar de os turbinais não estarem ossificados nestes grupos, o tamanho relativo da cavidade olfativa e a presença de cristas nas paredes mediais do dentário, que marcariam justamente as áreas ocupadas pelos turbinais, seriam indicativos de sua presença.

RODRIGUES (2005), em um estudo comparativo de cavidades nasais e caixas cerebrais de cinodontes, observou que a morfologia da cavidade nasal dessas espécies é similar à dos mamíferos, indicando altas taxas respiratórias. Isso confirma o provável status metabólico endotérmico para eucinodontes já proposto em trabalhos anteriores. Portanto, todas as demais especializações anatômicas e fisiológicas relacionadas com a endotermia poderiam também estar presentes nos cinodontes triássicos.

A endotermia pode ter favorecido o aparecimento de cinodontes com hábitos noturnos, criando assim uma estratégia para evitar o ataque por arcossauros, assim como ocorreu durante a evolução dos mamíferos e dinossauros. Para THOMPSON (2001), ambos se originaram durante o Triássico, mas os dinossauros eram os vertebrados dominantes. A maioria de dinossauros era grande e muitos eram gigantes. Os mamíferos, ao contrário, eram pequenos e os maiores chegavam ao tamanho de um gato. É evidente, embora não se saiba por quais mecanismos, que os dinossauros suprimiram os mamíferos e estes só tiveram sua grande diversificação após a extinção dos primeiros.

Enquanto se desenrolava a história evolutiva dos sinápsidos, no outro grande grupo de répteis também ocorriam mudanças espetaculares, com o surgimento de novos e cada vez mais diversificados grupos (SCHULTZ, 1998). Os arcossauros do Triássico podem ser todos incluídos numa única ordem, chamada Thecodontia. Existiam algumas formas herbívoras, mas as mais notáveis foram àquelas aquáticas, semelhantes a crocodilos, como *Barberenachampsia* e os grandes carnívoros terrestres, como *Karamuru* (SCHULTZ *et al.*, 2004), um tecodonte quadrúpede que atingia mais de 6 metros de comprimento do rostro à ponta da cauda (SCHULTZ, 1998, SCHULTZ *et al.* 1996; SCHULTZ *et al.*, 2004).

Os arcossauros se diversificaram extensivamente no Triássico e várias linhagens distintas surgiram. Para as camadas triássicas do Rio Grande do Sul são registrados: Protorosauria ou Prolacetiformes, representado por ágeis carnívoros que podiam assumir postura bípede; Proterochampsia, representado por *Cerritosaurus*, *Proterochampsia*, *Chanaresuchus* e *Rhadinosuchus*, com possíveis especializações para o meio aquático (KISCHLAT, 2002); Aetosauria, constituído por formas encouraçadas de dieta herbívora (BENTON & CLARK, 1988; KISCHLAT, 2002), como *Aetosauroides* (DA-ROSA & LEAL, 2002); e Rausuchia, composto por formas carnívoras, quadrúpedes de grande porte, possivelmente bípedes ocasionais, representadas por *Prestosuchus* e *Karamuru*. *Prestosuchus chiniquensis*

seria maior que os primeiros dinossauros e representavam os “super” carnívoros da época (CARROL, 1988). No entanto, era um animal lento na locomoção devido ao peso, com pouca habilidade para caça, atacando suas presas por emboscada (KISCHLAT, 2002), enquanto *Karamuru vorax*, tinha mais habilidade de corrida e seus dentes funcionavam como punhais que penetravam e descarnavam a presa (KISCHLAT, 2002).

Os rincossauros constituem o mais comum e difundido dos grupos de diápsidos arcossaumorfos basais, abundantemente representados no Triássico (mais comuns no Triássico Médio e Superior), tendo sido encontrados em sedimentos desse período por quase todo o globo. Eles experimentaram uma rápida diversificação no Triássico Médio e durante o Triássico Superior eram os consumidores primários predominantes na maioria dos ecossistemas terrestres onde ocorreram. Os rincossauros triássicos foram registrados no sul e norte da América, África e Índia e são usualmente representados pela família Hyperodapedontidae, a qual inclui os bem conhecidos táxons *Hyperodapedon* e *Scaphonyx* (LANGER & SCHULTZ, 2000).

A morfologia básica desses animais é reconhecida pelo crânio em forma subtriangular, que apresentava seu vértice anterior formado pelos ossos pré-maxilares, fortemente curvados para baixo na forma de um bico cuja oclusão se dava no espaço em forma de V na extremidade anterior da mandíbula. A dentição maxilar era muito peculiar, caracterizando-se por fileiras múltiplas de dentes separadas por um sulco mediano. Bico e dentes parecem ter favorecido a alimentação à base de frutos com sementes duras. Rincossauros poderiam ter atingido mais do que 3m de comprimento e cerca de 90cm de altura (BARBERENA *et al.*, 2002).

No Brasil, o grupo é encontrado somente nos sedimentos vermelhos da Formação Santa Maria. Nos estratos, nos quais são encontrados (Triássico Superior), os rincossauros representam mais de 90% dos fósseis registrados, sendo também um dos grupos mais abundantes em tal Formação (OLIVEIRA *ET AL.*, 2007, LANGER, 2005). No entanto, no presente estudo, foram encontrados apenas três espécimes de rincossauros em péssima preservação. Essas peças podem ser atribuídas ao retrabalhamento que os sítios apresentam ou então atribuídas ao rincossauro de Mariante, descrito por SCHULTZ & AZEVEDO (1990). Este é o único rincossauro conhecido para a Cenozona de Therapsida, sendo a única forma brasileira encontrada juntamente com dicinodontes (LANGER & SCHULTZ, 2000).

A extinção do grupo é atribuída às mudanças de vegetação próximas do final do Triássico ou a predação por tecodontes e dinossauros os quais tornaram-se dominantes até o final do Triássico. Infere-se ainda, que a extinção de rincossauros ao final do Carniano associada com o retorno efetivo de dicinodontes para o paleoambiente seria reflexo de mudanças climáticas ocorridas no Pangea (LANGER *et al.* 2000). A extinção dos rincossauros e a ascensão dos cinodontes pode ter ocorrido em função da endotermia e diversidade alimentar presente nestes últimos, favorecidos pelas novas condições ambientais.

Relacionando-se as classes de medidas com os grupos taxonômicos registrados para as três assembléias, verificou-se que a grande maioria dos espécimes pertence à classe A (0,1 – 9,9cm), embora ocorram exemplares nas demais classes, principalmente arcossauros e dicinodontes. Para TURNER & PETERSON (2004) e ENGELMANN *et al.*(2004) o tamanho da distribuição de espécies pode ser explicado como resultado de estratégias para sobrevivência em ambientes com as características do Triássico. Em épocas de pouca disponibilidade de água os maiores animais migravam para locais onde havia água e recursos alimentares. Enquanto isso, as espécies menores ficavam confinadas em pequenas áreas de corpos d’água persistentes. Seus pequenos tamanhos permitiam manutenção da população e diversificação, expandindo-se rapidamente quando os recursos eram abundantes. Assim, pode-se explicar a grande diversificação dos cinodontes ao longo do Triássico e a extinção dos dicinodontes e rincossauros no final do período.

#### 4.5 Material icnológico

Os pesquisadores de forma geral consideram o sistema de nomenclatura binomial impróprio para coprólitos visto que o estado de preservação e variabilidade e formas e a similaridade de padrões fecais dificultam a interpretação dos mesmos com os respectivos produtores. Entretanto, esta problemática não desconsidera que os coprólitos sejam muito úteis nos estudos paleobiológicos e paleoecológicos. A principal contribuição dos coprólitos à paleontologia tem sido o fornecimento de informações sobre o aspecto dinâmico da atividade relacionada ao organismo, padrão comportamental e determinadas inferências paleoecológicas que de outra forma não estariam preservadas no registro fossilífero (RIBEIRO *et al.*, 2003). Na paleoecologia os coprólitos possuem inúmeras aplicações servindo de indicadores do grau de atividade heterótrofa, na caracterização de diferentes ambientes deposicionais, na reconstituição dos níveis tróficos da cadeia alimentar e sobre o comportamento dos animais produtores informando a sociabilidade e a distribuição territorial (SOUTO, 1998).

Os coprólitos, consequência da presença de atividade heterótrofa no ambiente são registrados desde o início do Paleozóico. Os primeiros coprólitos de grande tamanho depositados em terra firme pertencem a estratos do período Permiano e Triássico. Atribuídos a répteis mamaliformes, os coprólitos são largamente encontrados nos sedimentos da Formação Santa Maria no Rio Grande do Sul (SOUTO, 2001).

A coprogênese inicia-se quando o excremento ainda está no estado de bolo alimentar dentro do intestino, quando a forma da massa fecal é moldada pela ação de diferentes sucos digestivos, ao mecanismo de compactação e ao tempo de transito. Esses fatores determinam o modo pelo qual são diferenciados e agrupados nos morfotipos cilíndricos, ovóides, cônicos, espiralados e esborrados. Os coprólitos cilíndricos são atribuídos a animais de dieta carnívora. As formas ovóides (oblongas ou esféricas) são atribuídas a animais de dieta herbívora. As formas cônicas, muitas vezes em forma de gota, estão mais relacionadas ao grau de consistência do excremento, sendo freqüentemente associados a herbívoros ou onívoros (FARLOW, 1987). As deformações na forma do coprólito após evacuação podem ser representadas pelo achatamento da extremidade ou encurvamento da estrutura (SOUTO, 1998).

Os coprólitos podem apresentar padrões de rachaduras originadas pela volatilização dos fluidos existentes no interior da massa fecal em consequência das condições do ambiente onde foram depositados. Essas marcas podem ser classificadas em rachaduras de dessecação – caracterizadas por fendas profundas devido à exposição em superfície seca de condições de clima árido; e rachaduras de sinerese – caracterizadas por fendas superficiais com muitas ramificações ao redor de quase toda a estrutura que indicam deposição em condições aquosas sob clima úmido (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Para SOUTO (2001), a excelente preservação dos coprólitos da Formação Santa Maria, seja de massas isoladas ou aglomeradas ajudam a fornecer informações sobre as condições paleoambientais e sobre as interações da paleobiota local.

A cor dos coprólitos das assembléias estudadas varia do cinza ao vermelho, sendo que em alguns exemplares há as duas cores em diferentes regiões. O material exhibe características de superfície as quais indicam sua textura e consistência plástica, deformação por pisoteio ou do impacto no solo e redes de sinerese e dessecação que revelam as diferentes condições ambientais nas quais foram depositados. Alguns exemplares apresentaram bioturbações por organismos coprófagos pode indicar épocas de maior umidade ambiental como sugerido por BEGON *et al.* (1994) sobre animais detritívoros. Esse fato é provavelmente relacionado a notável condição climática da área durante o Triássico (SCHERER & FACCINI, 1994). Épocas de maior umidade relativa são indicadas por rachaduras em sinerese e atividade de coprófagos.

A boa preservação de formas cilíndricas, ovóides e de massas aglomeradas e a coexistência de espécimes em diferentes estágios ontogenéticos confirmam o caráter autóctone das assembléias.

Para SOUTO (2001) a dominância de coprólitos ovóides sobre os cilíndricos é proporcional ao número de fósseis de dicinodontes (presas), cinodontes e arcossauros (predadores). Assim, sugerem-se mecanismos modernos de controle do nível trófico, com rebanhos de herbívoros, seguidos por um pequeno número de carnívoros. A presença de poucos coprólitos de carnívoros em relação aos de herbívoros é plenamente coerente com a constituição das assembléias, dado que os primeiros ocupavam o topo da cadeia alimentar, provavelmente tendo hábitos solitários, assim como evidenciado por icnofósseis de dinossauros terópodes do Cretáceo (SANTOS *et al.*, 2003). Já os coprólitos de herbívoros são índices de habitat como anteriormente comentado e também os animais já poderiam ter comportamentos de enterrar as fezes para omitir vestígios dos predadores como fazem felinos atuais (TRONCON, 2006) ou algumas espécies poderiam usar as fezes para demarcação de território como fazem hipopótamos (CHAME, 2003), por exemplo. A proporção de coprólitos de herbívoros/carnívoros nos Sítios Linha Várzea e Cortado corresponde à esperada, visto que em uma comunidade a população de carnívoros é menor que de herbívoros.

## 5 CONCLUSÕES

A partir da integração de dados obtidos do material coletado até o momento pode se chegar a algumas conclusões específicas sobre cada assembléia, bem como sobre a representatividade paleoecológica destas para o período temporal que compreende a Cenozona de Therapsida.

A quantificação e caracterização tafonômica dos elementos ósseos e coprólitos tiveram um importante papel para a diagnose das assembléias estudadas, visto que representaram tanto a paleofauna quanto as características paleoambientais da época.

A mortandade ocorrente nos sítios estudados foi natural (doença ou predação) e as assembléias formaram-se ao longo do tempo, permitindo: preservação de diferentes estágios ontogenéticos, de icnofósseis característicos de diferentes grupos e de diferentes condições ambientais; e preservação de características paleoclimatológicas do local.

O Sítio Cortado e Linha Várzea representam assembléias autóctones e são característicos de planícies de inundação, enquanto o Sítio Picada do Gama apresenta assembléia para-autóctone com alguns elementos bem preservados autóctones e é característico de depósito de canal.

Os padrões de fragmentação e o alto nível de desarticulação dos fósseis indicam período prolongado de exposição ao intemperismo e alterações pós-diagenéticas.

As proporções de herbívoros e carnívoros presentes em todos afloramentos indicam que os padrões de controle trófico de cadeias alimentares já apresentavam modelos complexos bem estabelecidos baseados em grandes biomassas de herbívoros sustentando carnívoros de topo.

Na Cenozona de Therapsida, a base das cadeias alimentares se dava pela presença de dicinodontes como consumidores primários (herbívoros) e arcossauros no topo (carnívoros). Os cinodontes, apesar de apresentarem especializações alimentares, não foram atribuídos a nenhuma posição na cadeia, pois de acordo com a disponibilidade de alimentos, esses animais seriam menos seletivos, e, dependendo da época do ano, poderiam se comportar como oportunistas, ocupando diversas posições dentro das cadeias alimentares.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, F. & GIANNINI, N.P. 2000. Gomphodont cynodonts of the Chañares Formation: the analysis of an ontogenetic sequence. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Deerfield 20(3): 501-506.
- ABDALA, F. 2001. Fósseis e transição: sinápsidos, um longo caminho até o surgimento dos mamíferos. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia – UBEA/PUCRS**, Porto Alegre, 6: 1-151.
- ARAÚJO F.G. 1998. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, 58(4): 547-558.
- ARAÚJO, D.C. & GONZAGA, T.D. 1980. Uma nova espécie de *Jachaleria* (Therapsida, Dicynodontia) do Triássico do Brasil. *In: II CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, E I CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGÍA*. Buenos Aires. pp.159-174.
- ASLAN, A.; & A.K. BEHRENSMEYER. 1996. Taphonomy and time resolution of bone assemblages in a contemporary fluvial system: the East Fork River, Wyoming. **Palaos**, Tulsa, 11:411-421.
- BAGLEY, K.R. 2004. **Chemosensory behavior and development of African male elephants (*Loxodonta africana*)**. Dissertação de Mestrado. Georgia Southern University. Statesboro. 84p.
- BARBERENA, M.C. 1977. Bioestratigrafia preliminar da Formação Santa Maria. **Pesquisas**, São Leopoldo, 7:11-129.
- BARBERENA, M.C.; ARAÚJO, D.C.; LAVINA, E.L. & FACCINI, U.F. 1991. The evidence for close paleofaunistic affinity between South America and Africa, as indicated by Late Permian and Triassic tetrapods. *In: VII INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM*. São Paulo. pp.455-67.
- BARBERENA, M.C.; ARAÚJO, D.F.; LAVINA, E.L.C. & AZEVEDO, S.A.K. 1985. O estado atual do conhecimento sobre os tetrápodes permianos e triássicos do Brasil Meridional. *In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, Brasília. pp.21-28.
- BARBERENA, M.C.; HOLZ, M.; SCHULTZ, C.L. & SCHERER, C.M.S. 2002. Tetrápodes triássicos do Rio Grande do Sul - Vertebrados fósseis de fama mundial, pp.11-22. *In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M. & BERBERT-BORN, M.L.C. (eds). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). 540p.
- BEGON, M.; HALPER, L.J. & TOWNSEND, C.R. 1994. Decomposers and detritivores, pp.361-389. *In: BEGON, M.; HALPER, L.J. & TOWNSEND, C.R. (eds). Ecology*. Oxford, Blackwell Sc. Pub. 752p.
- BEHRENSMEYER A.K. & BARRY, J.C. 2005. Biostratigraphic surveys in the siwaliks of Pakistan: a method for standardized surface sampling of the vertebrate fossil record. Disponível na World Wide Web em: <[http://palaeo-electronica.org/paleo/2005\\_1/behrens15/issue1\\_05.htm](http://palaeo-electronica.org/paleo/2005_1/behrens15/issue1_05.htm)>. Acesso em: 12 out. 2007.
- BEHRENSMEYER, A.K. & KIDWELL, S. M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. **Paleobiology**, Lancaster, 11:105-119.



- BEHRENSMEYER, A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. **Palaeobiology**, Lancaster, 4(2), p.150-162.
- BEHRENSMEYER, A.K.; & HOOK, R.W. 1992. Paleoenvironmental contexts and taphonomic modes, pp.15-36. *In*: BEHRENSMEYER, A.K.; DAMUTH, J.D.; MICHELE, BEGON, M.; HALPER, L.J. & TOWNSEND, C.R.; POTTS, R.; SUES, H.D. & WING, S.L. (eds). **Terrestrial ecosystems through time**. Chicago, University of Chicago Press. 592p.
- BEHRENSMEYER, A.K.; WESTERN, D. & DECHANT-BOAZ, D.E. 1979. New perspectives in vertebrate paleocology from a recent bone assemblage. **Paleobiology**, Lancaster, 5: 12–21.
- Beltrão, R. 1965. Paleontologia de Santa Maria e São Pedro do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Geociências da UFSM**, 2:5-114.
- BENTON, M.J. & CLARK, J.M. 1988. Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia, pp.289-332. *In*: BENTON, M.J (ed.). **The Phylogeny and classification of the tetrapods**. Oxford, Clarendon Press. 392p.
- BERTINI, R. J. 2004. Répteis, pp.781-816. *In*: CARVALHO, I. S. (ed.) **Paleontologia**. Rio de Janeiro, Editora Interciência.1152p.
- BERTONI-MACHADO, C. 2004. **Concentrações fossilíferas controladas pelo nível freático: um modelo tafonômico para reconstruções paleoambientais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 76p.
- BERTONI-MACHADO, C. & FARIÑA, R.A. 2006. Tafonomia de Vertebrados em Sistemas Fluviais Entrelaçados: estudo de caso. *In*: I SEMANA ACADÊMICA DOS ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS. Porto Alegre. pp. 19-22.
- 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**, Rio de Janeiro, 9(3): 273-282.
- BONAPARTE J.F.; FERIGOLO J. & RIBEIRO A.M. 1999. A new early Late Triassic Saurischian dinosaur from Rio Grande do Sul State, Brazil, *In*: PROCEEDINGS OF THE SECOND GONDWANAN DINOSAUR SYMPOSIUM, Tokyo. pp.89-109.
- BONAPARTE, J.F. & BARBERENA, M.C. 2001. On two advanced carnivorous cynodonts from the Late Triassic of southern Brazil. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology** 156: 59-80.
- BONAPARTE, J.F. 1969. Datos sobre la evolución paleoecológica em las Formaciones Triásicas de Ischigualasto-Villa Unión. **Acta Geologica Lilloana**, Lisboa, 10(9): 189-206.
- BONAPARTE, J.F.; FERIGOLO, J. & RIBEIRO, A.M. 2001. A primitive late Triassic ‘Ictidosaur’ from Rio Grande do Sul, Brazil. **Paleontology**, 44 (4): 623-635.
- BONAPARTE, J.F.; MARTINELLI, A.G.; SCHULTZ, C.L. & RUBERT, R. 2003. The sister group of mammals: small cynodonts from the Late Triassic of southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Rio de Janeiro, 5: 5-27.
- BOTHA, J. & CHINSAMY, A. 2000. Growth patterns deduced from the histology of the cynodonts *Diademodon* and *Cynognathus*. **Journal of Vertebrate Paleontology**. Deerfield, 20: 705–711.
- CARROL, R.L. 1988. **Vertebrate Paleontology and Evolution**. New York, Freeman and Company, 698p.
- CERLING, T.E. 1984: The stable isotopic composition of modern soil carbonate and its relationship to climate. **Earth and Planetary Science Letters**, Cambridge 71: 229-240.
- CHAME, M. 2003. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, 98: 71-94.
- CHATTERJEE, S. 1985. *Postosuchus*, a new thecodontian reptile from the Triassic of Texas and the origin of *Tyrannosaurs*. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, Londres, 309: 395–460.
- CLEAVE, A. 1996. **Seals & sea lions: a portrait of the animal world**. New York, Todtri Productions Limited, 72p.
- COSTA, R.; CARVALHO, I.S. & SCHWANKE, C.; 2003. Icnofósseis de Vertebrados na Formação Caturrita (Neotriássico na Bacia do Paraná) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *In*: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Brasília. pp.110.

- DAMIANI, R.; MODESTO, S.; YATES, A. & NEVELING, J. 2003. Earliest evidence of cynodont burrowing. **Proceedings of the Royal Society of London**. Londres, 270: 1747-1751.
- DA-ROSA, A.A.S. & LEAL, L.A. 2002. New elements an armored archosaur from the Middle to Upper Triassic, Santa Maria Formation, South of Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, 60(3): 149-154.
- DA-ROSA, A.A.S. 2005. **Paleoalterações em depósitos sedimentares de planícies aluviais do Triássico Médio a Superior do sul do Brasil: caracterização, análise estratigráfica e preservação fóssilífera**. Tese de Doutorado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo. V.1, 197p.
- DA-ROSA, A.A.S.; SCHWANKE, C.; AURÉLIO, P.L. & POITEVIN, M. 2005a. "Sítio Linha Várzea" – Uma Nova Localidade Fóssilífera do Triássico Médio do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio Claro, 24(2): 115-129.
- DA-ROSA, A.A.S.; SCHWANKE, C.; CISNEROS, J.C.; WITECK-NETO, L.; AURÉLIO, P. L. P. & POITEVIN, M. 2004. "Sítio Cortado" – Uma Nova Assembléia Fóssilífera do Triássico Médio do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Rio de Janeiro, 7(2): 289-300.
- DA-ROSA, A.A.S.; SCHWANKE, C.; WITECK-NETO, L. & AURÉLIO, P.L. 2005b. "Sítio Picada do Gama": a new fossiliferous locality for the Middle Triassic of Southern Brazil. *In*: II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS. Rio de Janeiro. pp.91-92
- DODD, R.J. & STANTON JR., R.J. 1981. **Paleoecology, Concepts and Application**. New York, Wiley, p.559.
- DODSON, P. 1973. The significance of small bones in paleoecological interpretations. **Contributions to geology**, Laramie, 12: 15-19.
- DORNELLES, J.E.F. 1990. Registro sobre a ocorrência de dentes de um arcossauro para a Formação Caturrita, Triássico Superior do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, Santa Maria, 12: 99-101.
- DORNELLES, J.E.F. 1999. **Uma modelagem morfológica, funcional e mecânico-vetorial, para a reconstituição da musculatura adutora e abduutora de *Exaeretodon* sp. (Synapsida, Cynodontia, Traversodontidae) da Formação Santa Maria (Meso a Neocarniano) do Rio Grande do Sul, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1999.
- EFREMOV, I. 1940. Taphonomy: new branch of Paleontology. **Pan-American Geologist**. Moscou. 74: 81-93.
- ENGELMANN, G.F. CHUREB, D.J. & FIORILLO, A.R. 2004. The implications of a dry climate for the paleoecology of the fauna of the Upper Jurassic Morrison Formation. **Sedimentary Geology** 167: 297-308.
- FARLOW, J.O. 1987. Speculations about the diet and digestive physiology of herbivorous dinosaurs. **Paleobiology**, Lancaster, 13 (1): 60-72.
- FLESSA, K.W.; KOWALEVSKI, M. & WALKER, S.E. 1992. Post-collection taphonomy: shell destruction and the Chevrolet. **Palaaios**, Tulsa, 7: 553-554.
- GROENEWALD, G.H.; WELMAN, J. & MACEACHERN, J.A. 2001. Vertebrate burrow complexes from the Early Triassic *Cynognathus* Zone (Driekoppen Formation, Beaufort Group) of the Karoo Basin, South Africa. **Palaaios**, Tulsa. 16(2): 148-160.
- HALLAM, A. 1985. A review of Mesozoic climates. **Journal of the Geological Society of London**, Londres, 142: 433-445.
- HILDEBRAND, M. 1995. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo, Atheneu Editora, 700p.
- HILLENIUS, W.J. 1994. Turbinates in therapsids: evidence for Late Permian origins of mammalian endothermy. **Evolution**, Los Angeles, 48(2): 207-229.
- HOLZ, M. & BARBERENA, M.C. 1994. Taphonomy of the south Brazilian Triassic paleoherpetofauna: pattern of death, transport and burial. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, 107: 179-197.
- HOLZ, M. & SCHULTZ, C.L. 1998. Taphonomy of the south Brazilian Triassic herpetofauna: fossilization mode and implications studies. **Lethaia**, Oslo, 31: 335-345.
- HOLZ, M. & SIMÕES, M.G. 2002. **Elementos Fundamentais de Tafonomia**. Porto Alegre, Editora Universidade/UFRGS, 231p.

- HOLZ, M.; SOUTO-RIBEIRO, A. 2000. Taphonomy of the South-Brazilian Triassic vertebrates. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio Claro, 30: 487-490.
- IMBRIE, J. & NEWELL, N.D. 1964. The viewpoint of paleoecology, pp. 1-7. *In*: IMBRIE, J. & NEWELL, N.D. (eds.). **Approaches to Paleoecology**. New York, John Wiley and Sons. 432p.
- JENKINS, F.A.JR. 1970. The Chañares (Argentina) Triassic reptile fauna. VII. The postcranial skeleton of *Massetognathus pascuali* (Therapsida, Cynodontia). **Breviora**, Cambridge, 352: 1-28.
- KISCHLAT, E.E. & LUCAS, S.G. 2003. A phytosaur from the Upper Triassic of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Deerfield, 23: 464-467.
- KISCHLAT, E.E. 2002. Tecodôncios: A aurora dos arcossáurios no Triássico, pp.273-316. *In*: HOLZ, M. & DE ROS, L.F. (eds.) **Paleontologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, CIGO/UFRGS. 398p.
- KITCHING J.W. 1995. Biostratigraphy of the *Cynognathus* Assemblage Zone. **Geological Survey of South Africa, South African Committee for Stratigraphy, Biostratigraphic Series**, 1: 40-45.
- KREBS, J.R. & DAVIES, N.B.; 1996. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo, Atheneu Editora, 420p.
- LANGER, M.C. & SCHULTZ, C.L. 2000. A new species of the Late Triassic rhynchosaur *Hyperodapedon* from the Santa Maria Formation of the South Brazil. **Paleontology**: 43(4): 633-652.
- LANGER, M.C. 2005. Studies on continental Late Triassic tetrapod biochronology. The type locality of *Saturnalia tupiniquim* and the faunal succession in south Brazil. **Journal of South American Earth Sciences** 19:205-218.
- LANGER, M.C.; FRANÇA, M.A.G. & GABRIEL, S. 2007. The pectoral girdle and forelimb anatomy of the stem-sauropodomorph *Saturnalia tupiniquim* (Upper Triassic, Brazil). **Special Papers in Palaeontology**, 77: 113-137.
- LAVINA, E.L. 1991. **Geologia sedimentar e paleogeografia do Neopermiano e Eo-triássico (intervalo Kazaniano – Scitiano) da Bacia do Paraná**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 512p.
- LEAL, L.A., AZEVEDO, S.A.K., ROSA, A.A.S., 2002. Icnofósseis do sítio fossilífero de Água Negra, Formação Caturrita, Neotriássico do Sul do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**. 60: 217-222.
- LOPES, R.P; BUCHMANN, F.S.C; CARON, F. & ITUSARRY, M.E. 2001. Tafonomia dos fósseis de vertebrados (megafauna extinta) encontrados ao longo das barrancas do Arroio Chuí e Linha de Costa, RS, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, 28(2): 67-73.
- LUCAS, S.G. 1998. Global Triassic tetrapod biostratigraphy and biochronology. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, 143: 347-384.
- MACHADO, C.B. & KISCHLAT, E-E. 2003. Novo registro de Rhadinosuchidae (Archosauriformes: Proterochampsia) para o Mesotriássico do Brasil. **Paleontologia em Destaque**, 44:48.
- MARTILL, D.M.; 1991. Bones as stones: the contribution of vertebrate remains to the lithologic record, pp.270-292. *In*: DONOVAN, S.K. (ed). **The processes of fossilization**. London, Belhaven Press. 303p.
- MARTINELLI, A.G.; BONAPARTE, J.F.; SCHULTZ, C.L.; RUBERT, R. 2005. 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**. 42(1): 191-208
- MARTINELLI, G. 2007. **Concentrações biogênicas em sistemas fluviais, fácies de planície de inundação: "Sítio Linha Várzea", um estudo de caso para o Triássico sul-brasileiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 87p.
- MARTINELLI, G.; SCHULTZ, C.L. & DA-ROSA, A.A.S. 2006. Reconstrução Pós-Morte/Pré-Soterramento de um Dicinodonte do Sítio Linha Várzea, Paraíso do Sul, RS: resultados preliminares. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, volume especial: p.45-45.
- MAULLER, P.M.; PEREIRA, e.; GRAHN, Y. & STEEMANS, P.; 2003. Biostratigraphic analysis of the Llandovery in the Paraná Basin, Paraguay, Boreholes 269-r1 and 269-r2, *In*: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Brasília. pp.186.

- MENDES, J.C. 1988. **Paleontologia básica**. São Paulo, T.A. Queiroz Editora e Editora da Universidade Federal de São Paulo, 382p.
- MODESTO, S.P. & DAMIANI, R. 2007. The procolophonoid reptile *Sauropareion anoplus* from the Lowermost Triassic of South Africa. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Deerfield, 27(2): 337–349.
- MODESTO, S.P.; DAMIANI, R.; NEVELING, J. & YATES, A.M. 2003. A new Triassic owenettid parareptile and the mother of mass Extinctions. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Deerfield, 23:715–719.
- MORATO, L. 2006. **Dinodontosaurus (Synapsida, Dicynodontia): reconstituições morfológicas e aspectos biomecânicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 158p.
- MORI, A.L. 2005. **Tafonomia em sistemas fluviais: um estudo de caso na Formação Santa Maria, Triássico do RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 118p.
- NEGRÃO, M.F.F. & VALLADARES-PÁDUA, C. 2006. Registros de mamíferos de maior porte na Reserva Florestal do Morro Grande, São Paulo. **Biota Neotrópica**, Campinas, (6)2: 1-12.
- NEIFF, J.J. 2007. Planícies de inundação são ecótonos? Disponível na World Wide Web: <<http://ar.geocities.com/Mneiff/>> Acesso em: 03 jan. 2008.
- ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 434p.
- OLIVEIRA, T.V.; SCHULTZ, C.L. & SOARES, M.B. 2007. O esqueleto pós-craniano de *Exaeretodon riograndensis* Abdala *et al.* (Cynodontia, Traversodontidae), Triássico do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. Rio de Janeiro, 10(2): 79-94
- OLSON, E.C. 1966. Community evolution and the origin of the mammals. **Ecology**, Chicago, 47: 291-302.
- OLSON, E.C. 1985. Nonmarine vertebrates and late Paleozoic climates. *In*: NINTH INTERNATIONAL CONGRESS ON STRATIGRAPHY AND GEOLOGY OF THE CARBONIFEROUS COMPTE RENDU. Illinois. pp.403-414
- PALMER, D. 1992. Taphonomy. **Endeavour**, New Series, 16(4): 167 – 172
- PARRISH, J.M.; PARRISH, J.T.; & ZIEGLER, A.M. 1986. Permian-Triassic paleogeography and paleoclimatology and implications for Therapsida distribution, pp.109-131. *In*: HOTTON III, N.; MACLEAN, P. D.; ROTH, J. J. & ROTH, C. E. (eds). **The ecology and biology of mammal-like reptiles**. Washington, Smithsonian Institution Press. 326p.
- RAY, S. & CHINSAMY, A. 2003. Functional aspects of the postcranial anatomy of the Permian dicynodont *Diictodon* and their ecological implications. **Paleontology**, 46(1): 151-183.
- REICHEL, M. 2006. **Um novo e peculiar cinodonte traversodontídeo para Triássico Médio do Rio Grande do Sul e suas implicações para a paleoecologia de Cynodontia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 73p.
- REICHEL, M.; SCHULTZ, C.L. & PEREIRA, V.P. 2005. Diagenetic pattern of the vertebrate fossils from the Traversodontid Biozone, Santa Maria Formation (middle Triassic of Rio Grande do Sul, southern Brazil). **Revista Brasileira de Paleontologia**, Rio de Janeiro, 8(3): 173-180.
- RIBEIRO, C.M.; FERNANDES, M.A. & SOUTO, P. 2003. Icnofósseis de Vertebrados. *In*: 1ª JORNADA FLUMINENSE DE PALEONTOLOGIA. Rio de Janeiro. pp.1-39.
- ROBINSON, P.L. 1973. Paleoclimatology and continental drift, pp.451-476. *In*: TARLING, D. H. & RUNCORN, S.K. (eds). **Implications of continental drift to Earth Sciences**. London, Academic Press. 622p.
- RODRIGUES, P.G. 2005. **Endotermia em cinodontes não-mamalianos: a busca por evidências osteológicas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 133p.
- ROMER, A.S. & LEWIS, A.D. 1973. The Chañares (Argentina) Triassic reptile fauna XIX. Postcranial materials of the cynodonts *Probelesodon* and *Probainognathus*. **Breviora**, Cambridge 407:1-26.
- ROMER, A.S. 1967. The Chañares (Argentina) Triassic reptile fauna III: Two new gomphodonts, *Massetognathus pascuali* and *M. teruggii*. **Breviora**, Cambridge, 264: 125.
- ROMER, A.S. 1969. Cynodont reptile with incipient mammalian jaw articulation. **Science**, Cambridge, 166: 881-882.

- RUBERT, R.R. & SCHULTZ, C.L. 2004. Um Novo Horizonte para o Triássico Superior do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em geociências**. Porto Alegre, 31: 71-88.
- RUBERT, R.R. 2003. **Possibilidades de estabelecimento de um novo horizonte de correlações para o Triássico Sul-Rio-Grandense**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 68p.
- RYAN, M.J. & RUSSELL, A.P. 1997. Color. pp.134-135. In: CURRIE, P.J. & PADIAN, K. (eds.) **Encyclopedia of dinosaurs**. San Diego, Academic Press. 869p.
- RYBCZYNSKI, N. & REISZ, R.R. 2001. Earliest evidence for oral processing in a terrestrial herbivore. **Nature**, 411: 684-687.
- SANTOS, V.F.; DANTAS, P.; MORATALLA J.; TERRINHA, P.; COKE, C.; AGOSTINHO, M. & GALOPIM de CARVALHO, A.M.. 2000. Primeiros vestígios de dinossaúrios na Orla Mesozóica Algarvia, Portugal. I CONGRESSO IBÉRICO DE PALEONTOLOGIA/XVI JORNADAS DE LA SOCIEDAD ESPANOLA DE PALEONTOLOGIA, Évora.
- SCHERER, C.M. & FACCINI, U.F. 1994: Análise faciológica do topo da Formação Santa Maria (Triássico Superior da Bacia do Paraná) na região de Candelária, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Camboriú. pp.85-86.
- SCHERER, C.M.S.; FACCINI, U.F. BARBERENA, M.C.; SCHULTZ, C.L. & LAVINA, E.L.; 1995. Bioestratigrafia da Formação Santa Maria: utilização das cenozonas como horizontes de correlação. **Comunicado do Museu de Ciências e Tecnologia - UBEA/PUCRS**, Porto Alegre, 1: 43-50.
- SCHULTZ, C.L. & AZEVEDO, S.A.K. 1990. Dados preliminares sobre a ocorrência de uma nova forma de rincossauro para o Triássico do Rio Grande do Sul, Brasil. **Paula-Coutiana**, Porto Alegre, 4: 35-44.
- SCHULTZ, C.L. & SOARES, M.B. 2006. Proposta de nova denominação para a Cenozona de Ictidosauria (Formação Caturrita) do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, volume especial: p.41-41.
- SCHULTZ, C.L. 1995. Subdivisão do Triássico com Base em Macrofósseis: problemas e perspectivas. **Comunicado do Museu de Ciências e Tecnologia - UBEA/PUCRS**. Porto Alegre, 1: 25-32.
- SCHULTZ, C.L. 1998. Répteis *versus* mamíferos: uma batalha de 250 milhões de anos. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, 16: 51-82.
- SCHULTZ, C.L.; HOLZ, M. & GAMERMANN, N. 1990. Tafonomia de vertebrados permio-triássicos: a diagênese como fator de alteração morfológica. **Ciência e Natura**, Santa Maria, 12: 77-81.
- SCHULTZ, C.L.; SCHERER, C.M.S. & BARBERENA, M.C. 1994. Uma nova proposta de zoneamento estratigráfico para o Triássico Superior sul-rio-grandense. In: CONGRESSO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Camboriú. pp.107-108.
- SCHULTZ, C.L.; SCHERER, C.M.S. & BARBERENA, M.C. 2000. Bioestratigraphy of Southern Brazilian Middle-Upper Triassic. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio Claro, 30: 495-498.
- SCHULTZ, C.L.; SOUZA, P.A. & IANUZZI, R. 2004. Triássico, p.71-91. In: COIMBRA, J.C. (ed.). **Antes dos dinossauros – A evolução da vida e o seu registro fóssil no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. 96p.
- SCHULTZ, T.R.; COCROFT, R.B. & CHURCHILL, G.A. 1996. The reconstruction of ancestral character states. **Evolution**, 50: 504-511.
- SCHWANKE, C.; DA ROSA, Á.A.S.; WITECK-NETO; L. & AURÉLIO, P.L.P. 2005. “Sítio Picada Do Gama”: uma nova localidade fossilífera para o Triássico Médio do Sul do Brasil. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Aracaju. pp.17.
- SENNIKOV, A.G. 1996. Evolution of the Permian and Triassic tetrapod communities of Eastern Europe. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, Amsterdam, 120:331-351
- SHIPMAN, P. 1981. **Life history of a fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology**. Harvard, Harvard University Press, 222p.
- SIMÕES, M.G. & KOWALEWSKI, M. 1998. Shell beds as paleoecological puzzles: a case study from the Upper Permian of the Paraná Basin, Brazil. **Facies**, 38: 175-196.
- SMITH, G.R.; STEARLEY, R.F. & BADGLEY, C.E. 1988. Taphonomic bias in fish diversity from Cenozoic floodplain environments. **Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, 63:263–273.

- SOUTO, P.R.F. 1998. **Coprólitos da Formação Santa Maria (Rio Grande Do Sul), Triássico da Bacia do Paraná**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 131p.
- SOUTO, P.R.F. 2001. Tetrapod coprolites from the Middle Triassic of Southern Brazil. **Gaia**, Lisboa, 16: 51-57.
- SPEYER, S.E. & BRETT, C.E. 1988. Taphofacies models for epeirc sea environments: Middle Paleozoic examples. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, 63: 225-262.
- STUART, C.; & STUART, T. 1998. **A field guide to tracks and signs of Southern and East African wildlife**. Cape Town. Southern Book Publishers Ltd, 310 p.
- SULLIVAN, C.; REISZ, R.R. & SMITH, R.M.H. 2002. The Permian mammal-like herbivore *Diictodon*, the oldest known example of sexually dimorphic armament. **Proceedings of the Royal Society of London**, Londres, 270:173–178.
- SURKOV, M.V. & BENTON, M.J. 2004. The basicranium of dicynodonts (Synapsida) and its use in phylogenetic analysis. **Palaeontology**, 47(3): 619-638.
- SZALAY, F.S. 1994 **Evolutionary history of the marsupials and an analysis of osteological characters**. Cambridge, Cambridge University Press. 495p.
- THOMPSON, D.W. 2001. Dinosaur Physiology and the Origin of Mammals, pp.39-42 *In*: **On the origin of dinosaurs and mammals**. William Carnell Erickson. 50p.
- TRONCON, E.K. 2006. **Comunicação química por meio das fezes e da urina e comportamento social em gatos domésticos (*Felis silvestris catus* L.)**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 82p.
- TUCKER, M.E. 1991. The diagenesis of fossils, pp.84-104. *In*: DONOVAN, S.K. (ed) **The processes of fossilization**. London, Belhaven Press. 303p.
- TURNER, C.E. & PETERSON, F. 2004. Reconstruction of the Upper Jurassic Morrison Formation extinct ecosystem – a synthesis. **Sedimentary Geology**, 167: 309–355.
- VEGA-DIAS, C. & SCHULTZ, C.L. 2007. Evidence of archosauriform feeding on dicynodonts in the Late Triassic of southern Brazil. **Paleobios**. 27(2): 62–67.
- VICKARYOUS, M.K. & RYAN, M.J. 1997. Ornamentation, pp.488-493. *In*: CURRIE, P. J. & PADIAN, K. (eds.). **Encyclopedia of dinosaurs**. San Diego, Academic Press. 869p.
- VIDOLIN, P.G. & BRAGA, F.G. 2004. Ocorrência e uso da área por carnívoros silvestres no Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva, Paraná. **Cadernos da biodiversidade**, Curitiba, 4(2) 29-36.
- VOORHIES, M.R. 1969. Taphonomy and population dynamics of an Early Pliocene Vertebrate Fauna, Knox County, Nebraska. **Contributions to Geology**, Laramie, 1: 1-69.
- WALTER, L.R. 1986. The limb posture of kannemeyeriid dicynodonts: functional and ecological considerations, pp. 89-97. *In*: Padian, K. (ed.) **The beginning of the age of dinosaurs: faunal change across the Triassic-Jurassic boundary**. New York, Cambridge University Press. 406p.
- WATSON, D.M.S. & ROMER, A.S. 1956. A classification of therapsid reptiles. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, Harvard, 114(2): 37-89.
- ZERFASS, H.; LAVINA, E.L.; SCHULTZ, C.L.; GARCIA, A.J.V.; FACCINI, U.F. & CHEMALE JR, F. 2003. Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of Southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana paleogeography and paleoclimate. **Sedimentary Geology**, 161: 85-105.

## APÊNDICE A

Tabela 01. Relação dos fósseis do Sítio Cortado

UFSM	SISTEMATICA	FÓSSEIS
11075	Dicynodontia	2 úmeros + 1 falange
	Cynodontia	fragmento de tíbia + fragmento de fíbula + fragmento de fêmur
11076	Procolophonoidea	sincrânio
11077	?	2 coprólitos
11078	Dicynodontia	crânio de dicinodonte (juvenil)
11079	Cynodontia	mandíbula + parte da maxila articulados
11080	Cynodontia	Maxila
11095	?	2 coprólitos
11096	Dicynodontia	Mandíbula
	Cynodontia	crânio e coluna vertebral articulados + escápula + rádio + fragmento distal de úmero + vértebra + costela
	?	2 coprólitos associados
11099	Dicynodontia	mão articulada + falanges
11126	Dicynodontia	Presa
11127	Cynodontia	3 discos vertebrais
11128	Cynodontia	fragmentos de ossos + 1 disco vertebral 1 fragmento de cintura pélvica
11129	?	coprólito de herbívoro
11130	Dicynodontia	fragmentos de ossos
11131	Procolophonoidea	Sincrânio
11134	Cynodontia	aglomerado de ossos?
11135	Cynodontia	ossos concrecionados?
11136	Dicynodontia	Esterno
11138	Dicynodontia	Ílio
11141	Archosauria	Falange
11143	Dicynodontia	2 presas
11149	Dicynodontia	Presa
11162	Cynodontia	crânio + úmero esquerdo
11165	Archosauria	Falange
11166	Dicynodontia	2 falanges ungueais + fragmento de osso longo
11193	?	Coprólito
11194	?	Coprólito
11195	Dicynodontia	ílio (juvenil)
11291	?	6 coprólitos
11336	Dicynodontia	crânio (juvenil)
11412	Synapsida	úmero
11413	?	14 coprólitos
11414	Dicynodontia	rosto + mandíbula articulados (juvenil) + fragmentos de crânio
11415	?	2 coprólitos
11416	Dicynodontia	esquamosal + fêmur + ílio + fragmento distal de úmero + vértebra caudal com espinho neural + fragmentos de dentes + centro vertebral
11417	Cynodontia	dente isolado
11419	Dicynodontia	1 presa + 1 presa associada ao coprólito
	Synapsida	arco neural + úmero + costela
	?	coprólito (herbívoro)
11420	?	Coprólito
11421	?	coprólito
11422	?	coprólito associado com fragmentos ósseos
11423	Dicynodontia	falange ungueal + esquamosal ?

Tabela 02. Relação dos espécimes fósseis do Sítio Linha Várzea

UFSM	SISTEMÁTICA	FÓSSEIS
11227	Dicynodontia	5 vértebras
11228	Dicynodontia	úmero
11229	Cynodontia	crânio sem mandíbula
11230	Cynodontia	fragmento de região rostral
11231	Cynodontia	fragmento de região rostral
11232	Cynodontia	mandíbula
11233	Archosauria	escápula
11234	Dicynodontia	úmero
11235	Dicynodontia	ílio + fragmento de crânio
11239	Cynodontia	2 ílios + fragmento indeterminado
11241	Dicynodontia	teto craniano
11242	Cynodontia	úmero
11243	Cynodontia	ramo mandibular
11244	Cynodontia	sincrânio
11245	Synapsida	coprólito
11246	Dicynodontia	úmero
11247	Reptilia	centro vertebral
11248	Reptilia	costela com incrustações
11249	Reptilia	centro vertebral
11250	Cynodontia	fêmur
11251	Cynodontia	dente canino
11252	Cynodontia	3 espinhos neurais
11253	Cynodontia	fêmur
	?	2 coprólitos
11254	Reptilia	fragmento de mandíbula com dentes
11255	Dicynodontia	centro vertebral
11256	Dicynodontia	ílio esquerdo
11258	Cynodontia	aglomerado de vértebra, ulna e rádio
11259	Cynodontia	úmero
11260	Dicynodontia	articular
11264	Reptilia	fragmento de rádio
11265	Cynodontia	fragmento de mandíbula juvenil
11266	Reptilia	costela
11267	Reptilia	fragmento distal de ulna
11268	Reptilia	fragmento de tíbia
11269	Reptilia	fragmento de ulna
11270	Reptilia	fragmento de fêmur juvenil
11271	Reptilia	fragmento de escápula
11272	Reptilia	fragmento de ílio
11273	?	3 coprólitos
11274	Cynodontia	mandíbula
11276	Reptilia	centro vertebral
11277	?	2 coprólitos
11278	Dicynodontia	presa isolada
11279	Dicynodontia	fragmento de fêmur



UFSM	SISTEMÁTICA	FÓSSEIS
11280	Dicynodontia	crânio sem mandíbula
11281	Dicynodontia	crânio sem mandíbula + fragmentos de costela
11289	Reptilia	escápula com porção do coracóide
11292	Reptilia	aglomerado de escápula + ulna + fragmentos
11293	Cynodontia	ramo mandibular
11294	Reptilia	aglomerado de vértebras + ossos de crânio
11295	Reptilia	fragmento de costela
11296	Reptilia	fragmento de costela
11297	?	2 coprólitos
11298	?	5 coprólitos
11299	Reptilia	ramo mandibular
11300	Cynodontia	crânio
11301	?	2 coprólitos
11302	Reptilia	fragmento de crânio
11303	Reptilia	aglomerado + fragmento de rádio
11304	Reptilia	aglomerado + fragmento de rádio
11305	Reptilia	fragmentos de ossos não identificados + placa occipital
11306	Dicynodontia	fragmento de cintura pélvica
11307	Reptilia	fragmentos de costela + fragmento de tíbia
11309	Dicynodontia	costela 2 aglomerados de ossos
11310	Reptilia	falange ungueal
11311	Reptilia	centro vertebral
11312	Reptilia	tíbia
11314	Dicynodontia	articular
11315	Dicynodontia	mandíbula
11316	Dicynodontia	esqueleto parcialmente articulado
11345	Cynodontia	fêmur + fragmento de fêmur + fragmento de úmero + fragmento de escápula + vértebra com espinho neural + 2 fragmentos de crânio
11349	Archosauria	dente serrilhado
11350	Archosauria	dente
11351	Dicynodontia	fragmento de osso longo
11354	synapsida Dicynodontia	falange ungueal fragmentos de costelas
11356	Dicynodontia	aglomerado de ossos de membro fragmentados
11357	Dicynodontia	fragmentos de costela
11370	Cynodontia	fragmentos ósseos + espinho neural + centro vertebral + escápula
11379	Archosauria	fragmentos de espinhos neurais e osteodermas
11395	Cynodontia	vértebra + 2 centros vertebrais
11396	Cynodontia	ramo mandibular
11397	Cynodontia	crânio sem mandíbula + fragmentos indeterminados
11398	Cynodontia	ramo mandibular com canino + 2 pós-caninos isolados de mesmo tamanho + 2 caninos isolados pequenos + fragmentos indeterminados
11424	Synapsida Cynodontia Dicynodontia	falange ungueal fêmur (aglomerado) costela (aglomerado)

UFSM	SISTEMÁTICA	FÓSSEIS
11425	Dicynodontia	fragmentos de ossos cranianos
11426	Dicynodontia	fragmento proximal de mandíbula
11427	?	coprólito de herbívoro
	Synapsida	fragmentos de costelas + fragmento distal de presa
11428	Cynodontia	crânio
11429	Rhynchosauria	bico de rincossauro
11430	Dicynodontia	esterno
11431	Cynodontia	dente de cinodonte
11432	?	10 coprólitos
11433	Dicynodontia	costela cervical de dicinodonte + fragmentos de costela
	?	2 coprólitos
	Cynodontia	dente sem serrilha
11434	Cynodontia	vértebra
11435	Cynodontia	mandíbula + palato articulados
11436	Synapsida	costelas
11437	?	2 coprólitos
11438	Synapsida	falange ungueal + fragmentos indeterminados

Tabela 03. Relação dos espécimes fósseis do Sítio Picada do Gama

UFSM	SISTEMÁTICA	FÓSSEIS
11098	Cynodontia	2 fragmentos de crânio + 3 vértebras + 2 rádios + fragmentos indeterminados + fêmur + fragmento de cintura escapular + fragmento de cintura pélvica + palato + costela + espinho neural
	Archosauria	2 mandíbulas
11121	Dicynodontia	fragmentos de costela + 2 vértebras + 3 presas + 2 esquamais + fragmento de tíbia
11122	Reptilia	fragmentos indeterminados + 4 vértebras
11123	Cynodontia	fragmentos indeterminados
11144	Dicynodontia	úmero
11145	Reptilia	3 fragmentos de osso longo + 4 vértebras
	Reptilia	falanges articuladas + cintura escapular + fragmento de osso longo
11146	Archosauria	2 dentes
	Cynodontia	Dente
	Dicynodontia	Presa
11147	Cynodontia	3 vértebras caudais
	Dicynodontia	2 presas
	Reptilia	fragmento de osso longo
11148	Reptilia	basisfenóide + occipital + crânio + espinho neural + vértebra + tíbia + ílio
11167	Reptilia	3 vértebras + 2 discos vertebrais + fragmentos indeterminados
11275	Archosauria	2 fragmentos de dente serrilhado
11334	Dicynodontia	fragmentos de crânio + fragmentos de tíbia + fragmentos de vértebra + espinho neural
11335	Archosauria	2 dentes serrilhados
	Reptilia	4 centros vertebrais
11348	Archosauria	vértebra
	Reptilia	espinho neural + fragmentos de púbis
11371	Cynodontia	ramo mandibular

UFSM	SISTEMATICA	FÓSSEIS
11380	Dicynodontia	fragmentos da placa occipital
	Dicynodontia	esterno + presa + fragmento de escápula + ílio + 1 rádio + 1 úmero + fragmento de crânio com presa + presa concrecionada
11381	Rhynchosauria	2 placas de rincossauro
	Cynodontia	3 costelas bulbosas
	?	coprólito
11382	Archosauria	dente serrilhado
11383	Archosauria	vértebra caudal
11384	Archosauria	fragmento de maxila sem dentes
11385	Procolophonoidea	fragmentos de maxila com dentes
11386	Cynodontia	2 fragmentos de maxila
	Archosauria	Vértebra
11439	Dicynodontia	presa
	Synapsida	2 vértebras + fragmentos indeterminados
11440	Cynodontia	costela com tuberosidades
	Archosauria	dente + vértebra caudal
11445	Synapsida	fibula + fragmento indeterminado

## APÊNDICE B



Figura 01. Sítio Cortado. Fotografia cedida por Átila A.S. Da-Rosa



Figura 02. Sítio Linha Várzea. Fotografia cedida por Átila A. S. Da-Rosa



Figura 03. Sítio Picada do Gama. Fotografia cedida por Átila A. S. Da-Rosa

## APÊNDICE C

### FICHA DE COLETA DE DADOS

1. ESPÉCIME:
2. AFLORAMENTO:
3. CARACTERIZAÇÃO:
  - a. Fotografia (s)



- 
- 
- 
- b. Elementos:

A. Identificação osteológica e quantidade:

B. Medidas:

C. Sistemática:

D. Estágio ontogenético

( ) juvenil ( ) adulto

E. Associação a outros táxons

( ) sim ( ) não

#### 4. TAFONOMIA

a. Classes de desarticulação (Holz & Barberena, 1994)

( ) I ( ) II ( ) III ( ) IV ( ) NC

b. Grupo de transporte (Voorhies, 1969)

( ) I ( ) II ( ) III ( ) NC

c. Padrão de fragmentação

( ) regular ( ) irregular

d. Tipo de fóssil quanto à preservação

( ) bem preservado ( ) mal preservado

e. Processo de preservação

( ) permineralização ( ) substituição ( ) incrustação ( ) O<sub>x</sub>Fe ( ) CaCO<sub>3</sub>  
( ) recristalização ( ) dissolução

f. Deformação

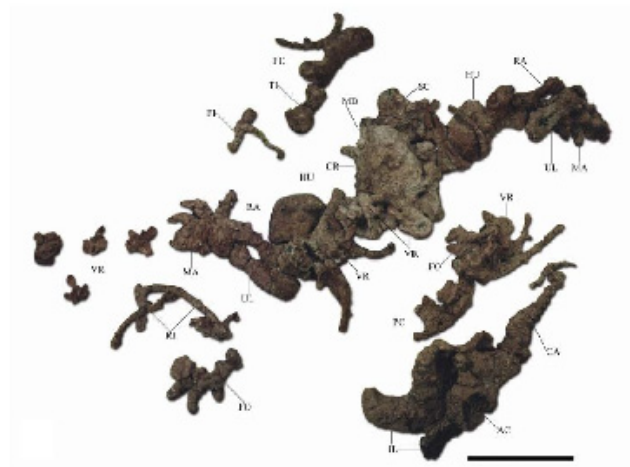
( ) sim ( ) concreção ( ) compressão ( ) fratura ( ) não



## APÊNDICE D

### CLASSES DE DESARTICULAÇÃO (HOLZ & BARBERENA, 1994)

UFSM11316



UFSM11096



UFSM11162



UFSM11233



UFSM11260



UFSM11305



Figura 04. UFSM11316 – esqueleto articulado de dicinodonte oriundo do Sítio Linha Várzea – CLASSE I (Escala de 50cm); UFSM11096 – crânio e coluna vertebral articulados – CLASSE II; UFSM11162 – crânio de cinodonte sem mandíbula e UFSM11233 escápula de arcossauro oriundos dos Sítios Cortado e Linha Várzea, respectivamente – CLASSE III; UFSM 11260 – articular e UFSM11305 – fragmentos indeterminados ambos exemplares oriundos do Sítio Linha Várzea – CLASSE IV. (Escala de 5cm)

## APÊNDICE E

### TIPO DE PRESERVAÇÃO – MATERIAL BEM PRESERVADO

UFSM11348



UFSM11416



UFSM11230



UFSM11248



UFSM11147



UFSM11431



Figura 05. UFSM11348 – fragmento de púbis e UFSM11147 – vértebras, ambos de táxons indeterminados e oriundos do Sítio Picada do Gama; UFSM11416 – fragmento de dente de arcossauro oriundo do Sítio Cortado; UFSM11230 – região rostral do crânio de cinodonte, UFSM11248 costela de táxon indeterminado e UFSM11431 – dente de cinodonte – oriundos do Sítio Linha Várzea. (Escala de 5cm)

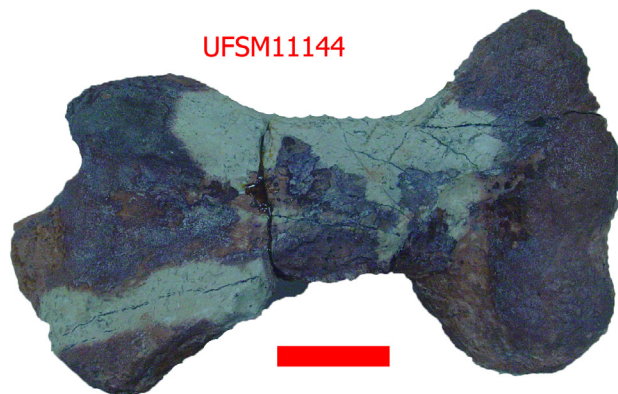


TIPO DE PRESERVAÇÃO – MATERIAL MAL PRESERVADO

UFSM11348



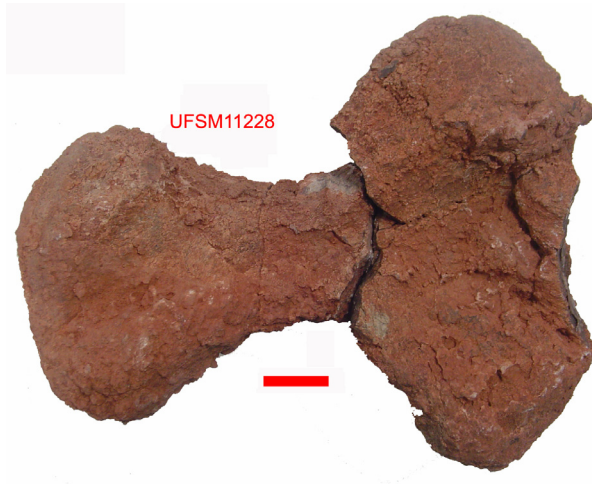
UFSM11144



UFSM11280



UFSM11228



UFSM11096



UFSM11149



Figura 06. UFSM11348 vértebra de arcossauro e UFSM11144 e úmero de dicinodonte oriundos do Sítio Picada do Gama; UFSM 11280 crânio de dicinodonte (40cm de comprimento) e UFSM11228 úmero de dicinodonte oriundos do Sítio Linha Várzea; UFSM 11096 fragmento de úmero de cinodonte e UFSM 11149 presa de dicinodonte oriundos do Sítio Cortado. (Escala de 5cm)



## APÊNDICE F

### PROCESSO DE PRESERVAÇÃO

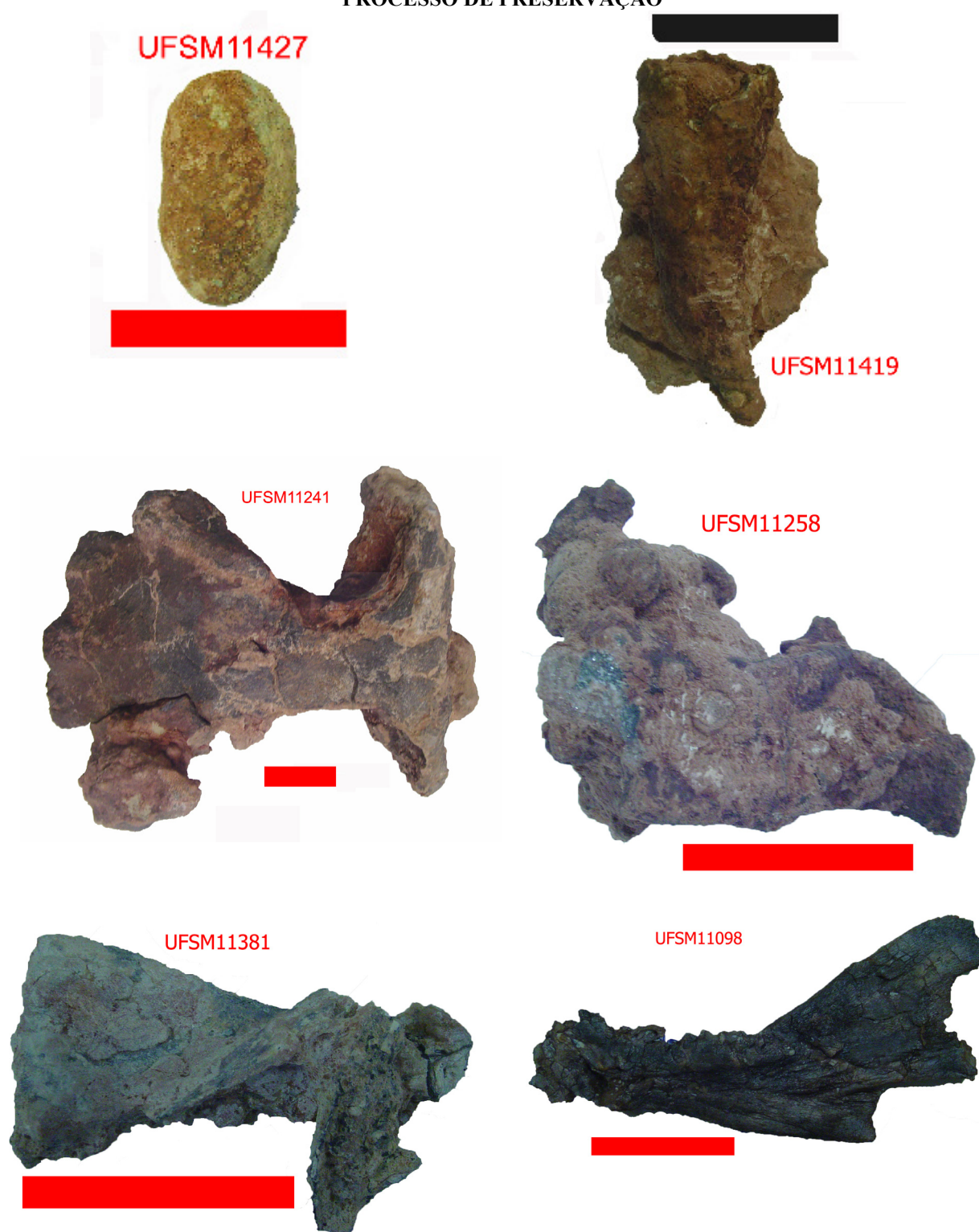


Figura 07. UFSM11427 coprólito com incrustação por  $\text{CaCO}_3$ ; UFSM11419 – presa de dicinodonte incrustada por óxido de ferro e  $\text{CaCO}_3$ ; UFSM11241 – teto craniano de dicinodonte incrustado unicamente por óxido de ferro; UFSM11258 – aglomerado de ossos preservados por permineralização, substituição e incrustação de  $\text{OxFe}$  e  $\text{CaCO}_3$ ; UFSM11381 – fragmento de escápula preservado por permineralização, substituição, incrustação e dissolução; UFSM11098 – ramo mandibular preservado por permineralização e substituição. (Escala de 5cm)

## APÊNDICE G

### TIPOS DE DEFORMAÇÃO

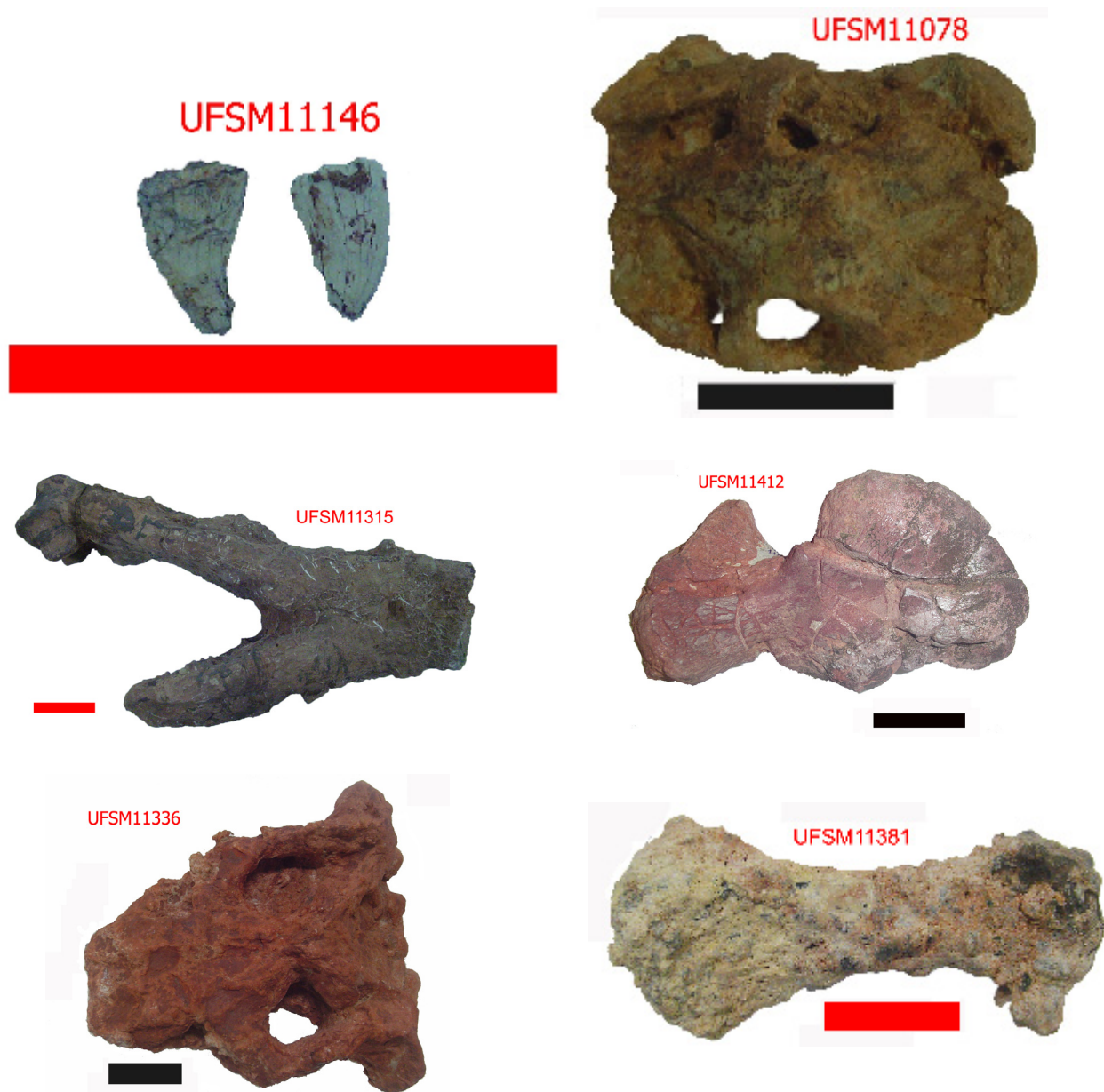


Figura 08. UFSM11146 – dentes de arcosauro não deformados; UFSM11078 – crânio de dicinodonte juvenil deformado por compressão; UFSM11315 – mandíbula de dicinodonte e UFSM11381 – rádio de dicinodonte deformados por concreção; UFSM11412 – úmero deformado por fratura; UFSM336 – crânio juvenil de dicinodonte deformado por concreção e compressão. (Escala de 5cm)