

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Bioestratigrafia Preliminar da Formação Santa Maria

Mario Costa Barberena

Pesquisas em Geociências, 7 (1): 111-129, Jan./Abr., 1977.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21823>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Jan./Abr., 1977.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

BIOESTRATIGRAFIA PRELIMINAR DA FORMAÇÃO SANTA MARIA (1)

Mário Costa Barberena*

SINOPSE

Este trabalho ocupa-se de uma aproximação preliminar à bioestratigrafia da Formação Santa Maria (Triássico Médio superior a Triássico Superior médio).

A peleoherpetoфаuna desta formação é conhecida há vários anos, mas somente agora existem suficientes dados para que utilizemos um tratamento bioestratigráfico em seu estudo.

Os dados aqui utilizados referem-se principalmente a aspectos quantitativos e qualitativos do conteúdo fóssilífero. No entanto, algumas conclusões preliminares, de cunho facio-geocronológico, são igualmente incluídas.

Três zonas-associação são aqui propostas:

- 1) *Zona-associação de Therapsida*: identificada nas áreas de Pinheiros e Xiniquá;
- 2) *Zona-associação de Rhynchocephalia*: pertencente à secção-tipo da formação, na cidade de Santa Maria;
- 3) *Zona-associação de Dicroidium*: subjacente à segunda zona, na mesma área.

Todas as evidências disponíveis indicam que rincossáurios e dicinodontes não são contemporâneos. Isto sugere uma explicação lógica para o já conhecido fato de que tais formas jamais foram encontradas juntas no mesmo nível estratigráfico. Os rincossáurios parecem estar restritos aos níveis mais superiores da formação.

O conteúdo fóssil das zonas propostas, quando comparado à fauna triássica da Argentina, indica uma idade no Chañarensense Superior para os sedimentitos contendo a Zona-associação de Therapsida. A mesma comparação sugere que a Zona-associação de Rhynchocephalia poderia perfeitamente pertencer ao Ischigualastense (Triássico Superior).

SUMMARY

This paper presents a preliminary approach to the biostratigraphical zonation of the Santa Maria Formation (upper Middle to Upper Triassic, Paraná Basin).

The Santa Maria paleoherpetoфаuna has been known for several years, but only now there are enough evidences to rend a biostratigraphical treatment possible.

The data here used deal mainly with qualitative and quantitative aspects of the fossil content. Nevertheless, some facies and geochronological preliminary conclusions are included as well.

Three assemblage-zones are here proposed:

- 1) *Therapsida Assemblage-zone*: identified at the Pinheiros (Candelária) and Xiniquá areas;
- 2) *Rhynchocephalia Assemblage-zone*: pertaining to the type-section of the formation, in Santa Maria City;
- 3) *Dicroidium Assemblage-zone*: underlying the former zone, at the same area.

All the available evidences indicate that rhynchosauroids and dicynodonts are not contemporaneous. This suggests a logical explanation for the known fact that those reptiles have never been found together at the same stratigraphic level. Rhynchosauroids seem to be restricted to the upper levels of the formation.

The fossil content of the proposed zones, as compared to the Triassic fauna of Argentina, indicates an

(1) Trabalho financeiramente suportado pelo CNPq.,
Vª Câmara da U.F.R.G.S. e F.A.P.E.R.G.S.

* Departamento de Paleontologia e Estratigrafia.

Upper Chañarensis age for the sedimentary rocks comprising the Therapsida Assemblage-zone. The same comparison suggests that the Rhynchocephalia Assemblage-zone could well be of Ischigualastense age.

INTRODUÇÃO

A paleofauna reptiliana da Formação Santa Maria é de longa data conhecida. Entre os investigadores que se ocuparam do estudo destas camadas, F. von Huene e L.I. Price por certo são os que mais contribuíram. Ao primeiro deve-se a descrição (Huene, 1935-1942) de várias formas de répteis, então totalmente desconhecidas para a ciência, coletadas em 1928 pelo referido autor. Embora muitas destas formas estejam baseadas em material fragmentário e, conseqüentemente, passíveis da revisão taxonômica e morfológica pela qual ora passam, pode-se sem dúvidas afirmar que o trabalho de Huene é de vital importância para o estudo paleontológico da Formação Santa Maria.

Enquanto Huene dedicou-se principalmente às áreas de Xiniquá e Santa Maria, Price é responsável, em grande parte, pelo conhecimento que hoje se tem dos jazigos da formação na área de Candelária, embora também tivesse coletado em Santa Maria. Parte do copioso material que coletou, a partir de 1936, foi descrito em 1946 e 1947. Romer & Price (1944), Cox (1965) e Romer (1969) estudaram também materiais originalmente coletados por Price.

Novas formas seriam descritas por E.H. Colbert, com base em material de Santa Maria, obtido em 1959 (Colbert, 1970).

Nos últimos quinze anos vários trabalhos surgiram, com o objetivo principal de estabelecer uma geocronologia para o Triássico continental do globo. A paleoherpetofauna da Formação Santa Maria tem sido costumeiramente comentada, segundo este objetivo, por vários autores.

Conforme se pode verificar, a temática dos trabalhos ora enfoca o estudo paleontológico, ora o significado geocronológico da Formação Santa Maria. Pode-se mesmo constatar que, após o tratamento geológico preliminar de Huene & Stahlecker (1931), nenhum outro esforço foi desenvolvido, até anos recentes, no sentido de averiguar em detalhe a estratigrafia das camadas triássicas do sul do Brasil.

É apenas a partir de 1968 que pesquisadores do Instituto de Geociências da U.F.R.G.S. começaram a dedicar seu interesse ao problema, ao mesmo tempo que se iniciava um continuado trabalho de coleta paleontológica nos jazigos da formação.

A informação estratigráfica cresceu então consideravelmente, achando-se especialmente contida nas contribuições de Gamermann (1973) e Bortoluzzi (1974).

O atual estado de conhecimento sobre os tetrápodos fósseis da Formação Santa Maria atinge, a nosso ver, grau suficiente para que se o utilize sob um ponto de vista puramente bioestratigráfico, sem a direta preocupação da geocronologia. Existem já adequadas evidências para que esta paleofauna seja quantitativa e qualitativamente apreciada, em âmbito local, visando-se o estabelecimento de uma zonation bioestratigráfica para a formação. É este precisamente o objetivo principal deste trabalho.

As constatações aqui expostas constituem um primeiro estágio. A continuação do trabalho de campo permitirá que aspectos relativos a questões de fácies e tempo, aqui preliminarmente abordados, sejam no futuro melhor conhecidos.

DISTRIBUIÇÃO GERAL DOS AFLORAMENTOS DA FORMAÇÃO SANTA MARIA

As relações entre as Formações Santa Maria e Rosário do Sul, esta proposta por Gamermann (op. cit.), não parecem ainda precisamente delimitadas. As divergentes idéias a respeito podem, com mais detalhe, ser analisadas pela consulta ao citado autor e ao trabalho de Bortoluzzi (op. cit.). Sua discussão estaria, por certo, além do escopo do presente trabalho. Para efeitos do que aqui se expõe, no entanto, é considerada como totalmente adequada a independência formal dos dois pacotes sedimentares em questão (*sensu* Bortoluzzi).

O pacote triássico, representado pelas duas formações, apresenta-se como a faixa mais ampla dos sedimentos gondwânicos que ocupam a Depressão Periférica do Rio Grande do Sul (fig. 1). A tendência à limitação da ocorrência da Formação Santa Maria nesta faixa foi evidenciada no trabalho de Bortoluzzi & Barberena (1967), que a consideraram convenientemente representada apenas nas áreas de Xiniquá, Santa Maria, Candelária e Santa Cruz.

A continuação dos trabalhos de campo, contudo, demonstrou que a formação acha-se também representada mais a leste (Bortoluzzi, op. cit.), estando sua ocorrência mais oriental a aproximadamente 5,5 km a oeste do cruzamento da estrada RS-4 com aquela que leva à Taquari.

Ao longo da RS-4, em direção oeste, continuam os afloramentos da Formação Santa Maria, entre Vila Amoras e Venâncio Aires, apresentando tetrápodos fósseis. Estes continuam a aparecer entre Venâncio Aires e Santa Cruz. Nas vizinhanças desta última cidade, nas vilas de Ferraz e Formosa, novos achados de rincossáurios foram efetuados (cf. Gamermann, op. cit., fig. 7). A característica paleofauna reptiliana prossegue aparecendo, em cortes de estrada, de Vera Cruz a Candelária.

É nas vizinhanças de Vila Pinheiros, a 11,2 km ao sul de Candelária, que se localizam os importantes jazigos trabalhados por Price e, em anos recentes, pelo Instituto de Geociências. Em realidade, estes jazigos são complementados por outros existentes na vila de Bom Retiro, a 10 km a sudoeste de Pinheiros.

O limite oeste de ocorrência da Formação Santa Maria localiza-se em Xiniquá (mais exatamente Rincão dos Colorados), a 85 km da cidade de Santa Maria, ao longo da Estrada Santa Maria-Uruguaiana, onde se observam sete "sangas" de lamitos fossilíferos, para os quais se conserva até o presente a denominação com que Huene as designou.

A partir da área de Xiniquá para oeste, já não mais ocorrem os sedimentitos típicos da

Formação Santa Maria e nem a peleofauna reptiliana associada, sendo que pouco antes de Jaguari já são observados contatos diretos entre as Formações Rosário do Sul e Botucatu.

A sudeste de Melos (ao sul de Venâncio Aires), em corte de ferrovia entre as estações Foguista Melo e Prof. Parreira, encontraram-se répteis típicos da formação. As ocorrências fossilíferas mais recentes incluem restos encontrados cerca de Santana da Boa Vista, a pouco mais de 1.º de latitude sul em relação ao eixo leste-oeste de afloramentos principais e ao norte de Venâncio Aires, na estrada que leva à cidade de Soledade. Estes dois afloramentos constituem até o presente, respectivamente, as ocorrências mais ao sul e norte dos répteis fósseis característicos da Formação Santa Maria.

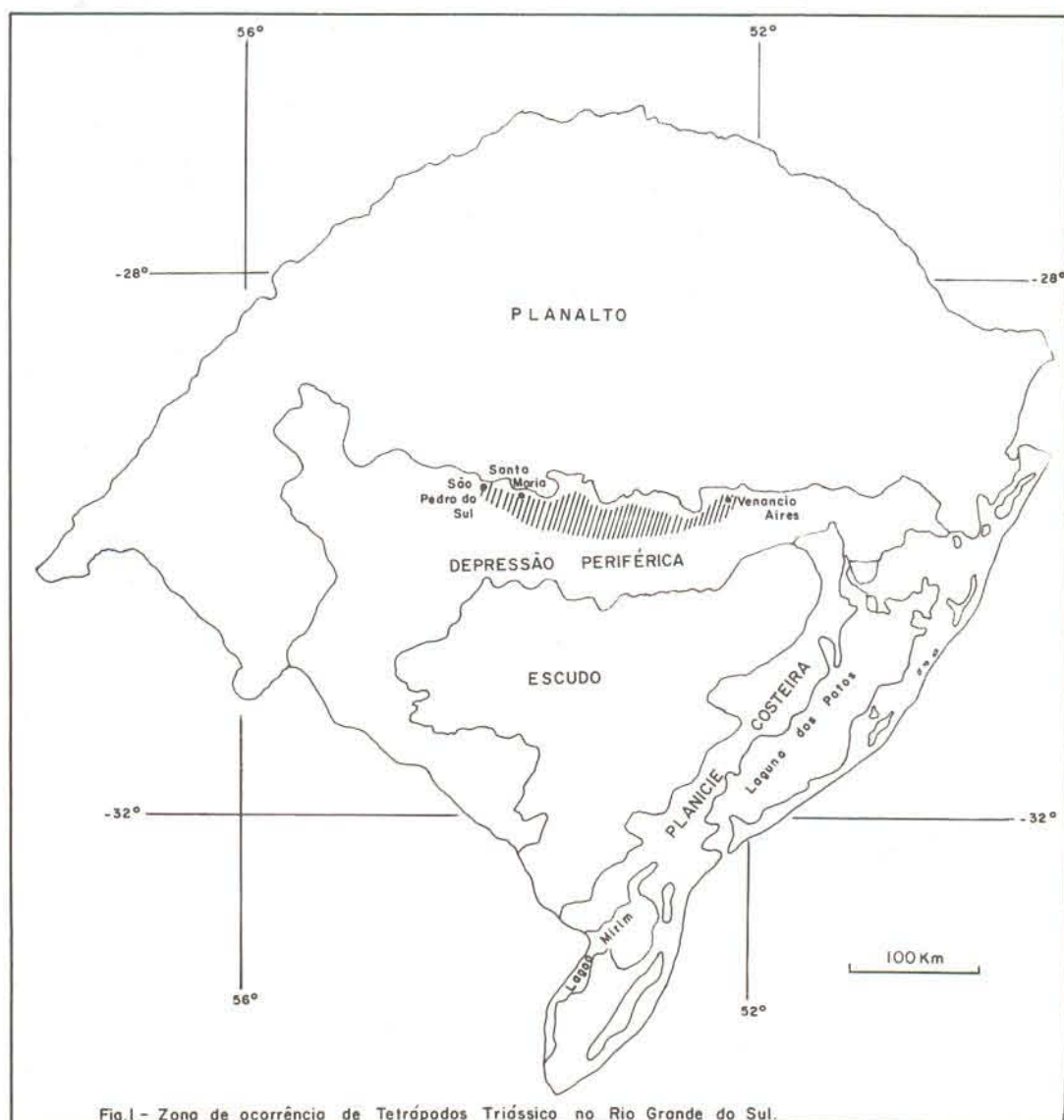


Fig.1 - Zona de ocorrência de Tetrápodos Triássico no Rio Grande do Sul.

A análise quantitativa e qualitativa da paleofauna reptiliana, da qual trataremos a seguir, teve como base e referência as áreas de Pinheiros, Xiniquá e Santa Maria, clássicas localidades citadas na literatura internacional sobre o Triássico.

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DA PALEOHERPETOFAUNA

ÁREA DE XINIQUÁ (Rincão dos Colorados)

A área de Xiniquá é a ocorrência mais ocidental, até o presente conhecida, da paleofauna reptiliana da Formação Santa Maria. Situa-se a 21 km a sudoeste de São Pedro do Sul (RS), sendo esta distância tomada entre a cidade e o entroncamento que dá acesso aos jazigos (fig. 2), ao longo da rodovia que leva a General Vargas.

O nome Xiniquá é, segundo Beltrão (1965), impróprio, já que as ravinas fossilíferas localizam-se realmente em Rincão dos Colorados, após o Cerro de Xiniquá. Contudo, Xiniquá (Chiniquá na grafia antiga) é uma denominação internacionalmente conhecida, razão pela qual a mantivemos no presente trabalho.

Os jazigos são constituídos por 7 afloramentos raviniformes, conhecidos como *sangas*, as quais foram denominadas por Huene & Stahlecker (1931) com as seguintes designações, até hoje conservadas:

- 1) sanga Beles ou do Cinodonte (Cynodontier-Sanga)
- 2) sanga Vermelha (Rote Sanga)
- 3) sanga da Árvore (Baum Sanga)
- 4) sanga Vazia (Leere Sanga)
- 5) sanga César (Cesar Sanga)
- 6) sanga do Caminho (Weg Sanga)
- 7) sanga ao Sul do Caminho (Sanga südl.-Weg)

A litologia dos afloramentos é predominantemente lamítica, com a costureira cor vermelha associada, apresentando alguns arenitos fluviais. Huene & Stahlecker (op. cit.) descreveram o perfil, com adequado detalhe, de cinco das sete sangas da região. A tradução do trabalho em questão (Beltrão & Neumaier, 1968, p. 32-36, fig. 7) acrescenta-lhe notas atualizadas.

O conteúdo fossilífero das sangas de Xiniquá foi descrito por Huene (1935-1942) e, desde então, nenhuma outra forma veio aumentá-lo, embora algumas das espécies descritas tenham sido passíveis de revisão taxonômica recente (Barberena, 1974).

Uma relação atualizada dos fósseis de Xiniquá é apresentada na coluna à esquerda, no quadro 1.

ÁREA DE PINHEIROS

Esta área de jazigos da Formação Santa Maria localiza-se ao sul da cidade de Candelária (RS) e compreende sangas que se encontram nas vizinhanças das vilas de Pinheiros e Bom Retiro (fig. 3). Associadas a estas localidades,

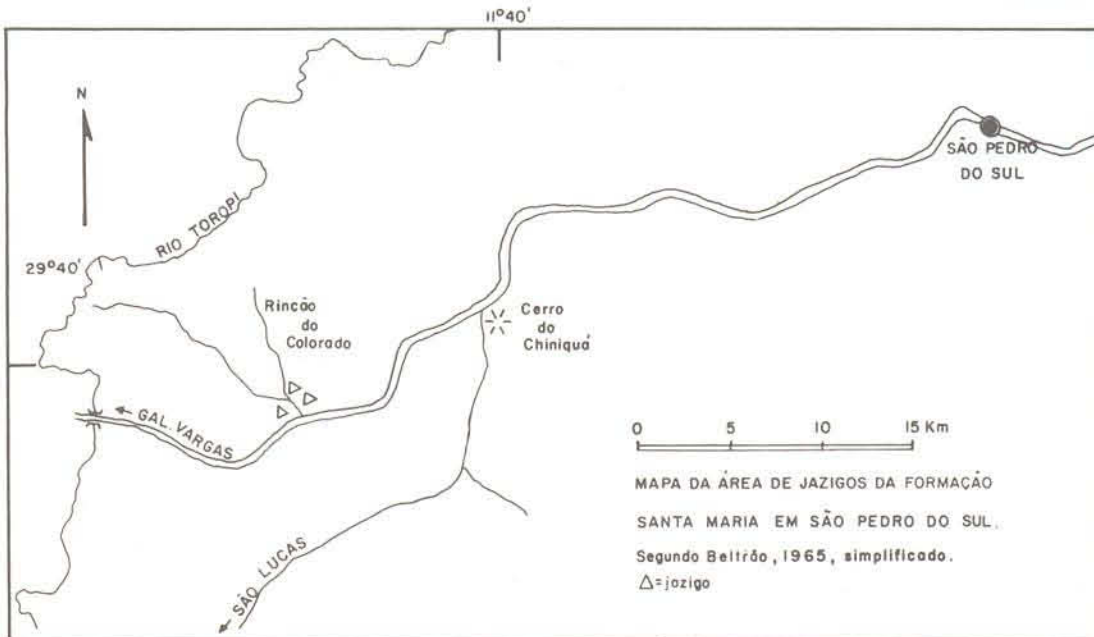


FIG. 2

principalmente Pinheiros, existem outras sangas, também fossilíferas, mas de menor importância, razão pela qual foram omitidas na representação gráfica.

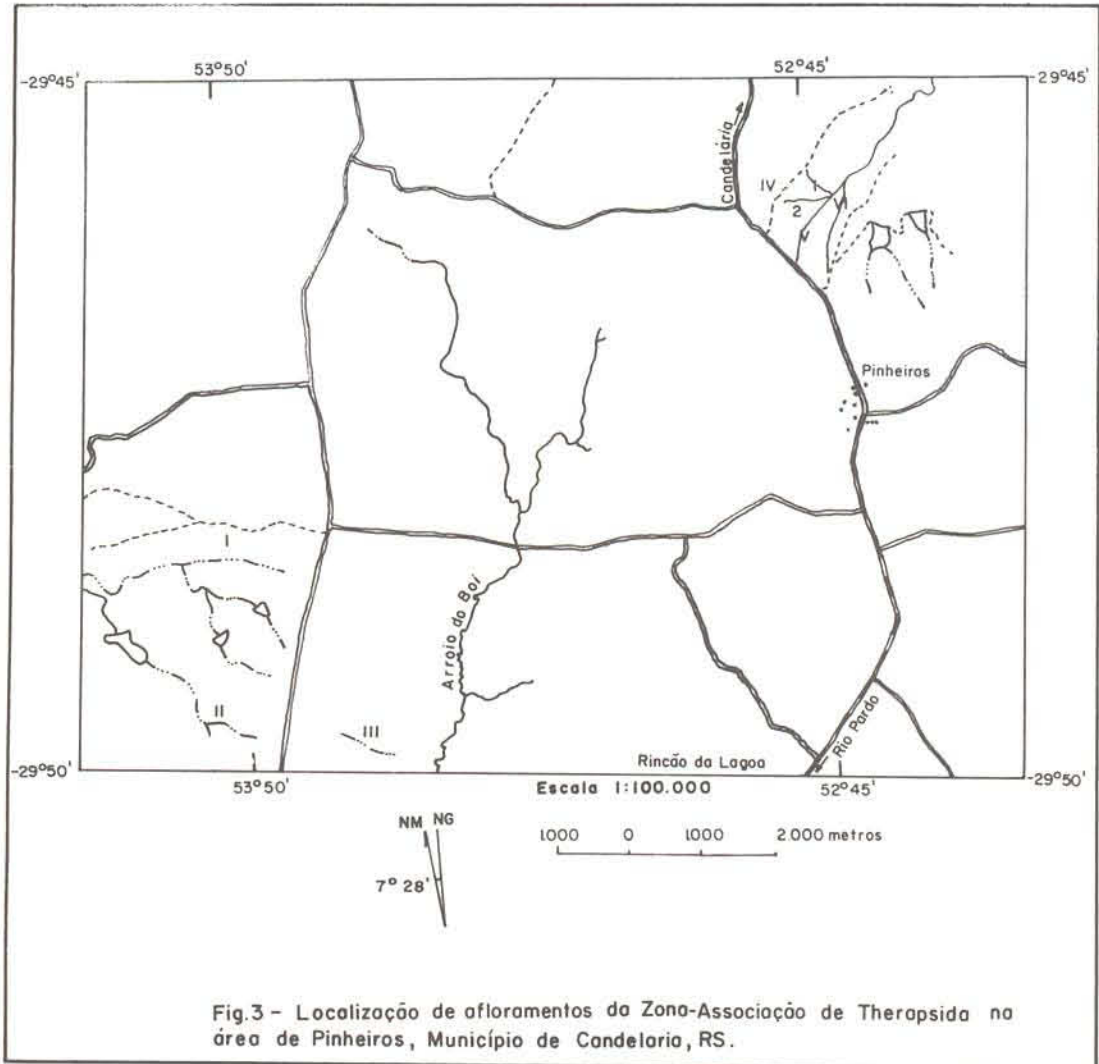
Os jazigos aqui mencionados foram designados informalmente por L.I. Price, sendo os nomes utilizados pelo referido autor aqui conservados, com exceção das sangas I e II, de Bom Retiro, para as quais propomos, respectivamente, os nomes de sangas Hinze e Pascual, baseados nos sobrenomes dos proprietários das terras onde elas se encontram. A nomenclatura resultante é, portanto, a seguinte:

- I – sanga Hinze
- II – sanga Pascual
- III – sanga do Ribeiro
- IV – sanga 1 e sanga 2
- V – sanga da Divisa
- VI – sanga Pinheiros

Todas as sangas em questão são litologicamente mais homogêneas do que as de Xiniquá, constituindo-se por espessuras consideráveis de lamitos (em torno de 10 m), sem que se observem arenitos fluviais em qualquer nível de seu perfil. Concreções calcárias, no entanto, são bastante frequentes, detectando-se pelo menos um nível preferencial de ocorrência das mesmas, na sanga Pinheiros.

Por outro lado, os restos de tetrápodos encontram-se em vários níveis do perfil, da base ao topo do corte das sangas, sem qualquer zona preferencial de concentração.

No tocante à natureza de seu conteúdo fossilífero, os jazigos de Pinheiros são, possivelmente, os mais ricos e expressivos de todas as ocorrências da Formação Santa Maria. Vários e bem preservados exemplares desta área têm sido coletados nos últimos cinco anos e acham-



se presentemente em estudo. As formas descritas até o presente, bem como a indicação daquelas em estudo, acham-se relacionadas na coluna central do quadro 1.

Nenhuma forma de tecodonte foi descrita para esta área. Ao contrário do que se poderia concluir, os répteis tecodontes são formas de expressiva ocorrência em Pinheiros, como provam excelentes materiais ali coletados recentemente. Da mesma forma, os cinodontes presentes na área, e coletados por expedições nacionais e estrangeiras, provavelmente constituem um conjunto taxonômico mais numeroso do que o representado pelas formas até agora descritas.

ÁREA DE SANTA MARIA

Os afloramentos triássicos na área de Santa Maria (RS) são por certo os melhor estudados em toda a faixa de ocorrência da Formação Santa Maria. Lamentavelmente, o crescimento urbano reduziu drasticamente os sítios de coleta paleontológica na região.

Na fig. 4 encontram-se, indicados por números, os afloramentos principais. Alguns deles estão soterrados, ou têm sua extensão presentemente muito reduzida.

A litologia e estratigrafia dos sedimentitos triássicos na região de Santa Maria, área-tipo para a formação de mesmo nome, foram detalhada e acuradamente descritas por Bortoluzzi (1974), razão pela qual torna-se aqui desnecessário um enfoque mais extenso destes aspectos. Os tetrápodos fósseis da área de Santa Maria acham-se listados na coluna à direita do quadro 1.

COMPARAÇÃO ENTRE AS PALEOFAUNAS REPTILIANAS LOCAIS

Efetuar-se-á, a seguir, a comparação qualitativa e quantitativa entre as áreas de Xiniquá, Pinheiros e Santa Maria, com base em seu conteúdo paleoherpetológico. Os diagramas de percentuais paleofaunísticos entre elas, na parte inferior do quadro 1, indicam as relações quantitativas aproximadas.

Tratadas comparativamente, as áreas em questão permitem as seguintes constatações:

1) Terápsidos e tecodontes são freqüentes nas áreas de Xiniquá e Pinheiros. Por outro lado, em nenhuma delas foi encontrado, até o presente, qualquer vestígio de rincossáurios (*Scaphonyx*).

2) Xiniquá e Pinheiros apresentam gêneros comuns, tais como *Chiniquodon* e *Belesodon* (Cynodontia), *Dinodontosaurus* (Dicynodontia) e provavelmente *Prestosuchus* (Rauisuchidae, Thecodontia).

3) Os rincossáurios são abundantes em Santa Maria, enquanto os dicinodontes jamais foram ali encontrados.

4) Os cinodontes são raros em Santa Maria (*Gomphodontosuchus* e *Therioherpeton*), não existindo gêneros em comum com as outras duas áreas, pelo menos a julgar pelo que consta da literatura e pelo resultado de nossas próprias coletas.

5) Os tecodontes da área de Santa Maria incluem formas mal preservadas de Rauisuchidae (*Rauisuchus*, *Rhadinosuchus*, *Hoplitosuchus*), não encontradas em Xiniquá e Pinheiros. É também exclusivo desta área o tecodonte *Cerritosaurus binsfeldi* Price 1946.

TABELA 1

Comparação das freqüências na ocorrência de tetrápodos entre as áreas de Santa Maria, Xiniquá e Pinheiros (RS)

| Ordens | SANTA MARIA | XINIQUÁ E PINHEIROS |
|-----------------|-------------------------------|--|
| Rhynchocephalia | abundantes | ausentes |
| Therapsida | raros (sem gêneros comuns) | freqüentes a numerosos (com gêneros comuns) |
| Thecodontia | pouco freqüentes | freqüentes |
| Cotylosauria | ausentes | apenas 1 espécie presente |
| Saurischia | apenas uma espécie presente | apenas 1 espécie presente, duvidosa |

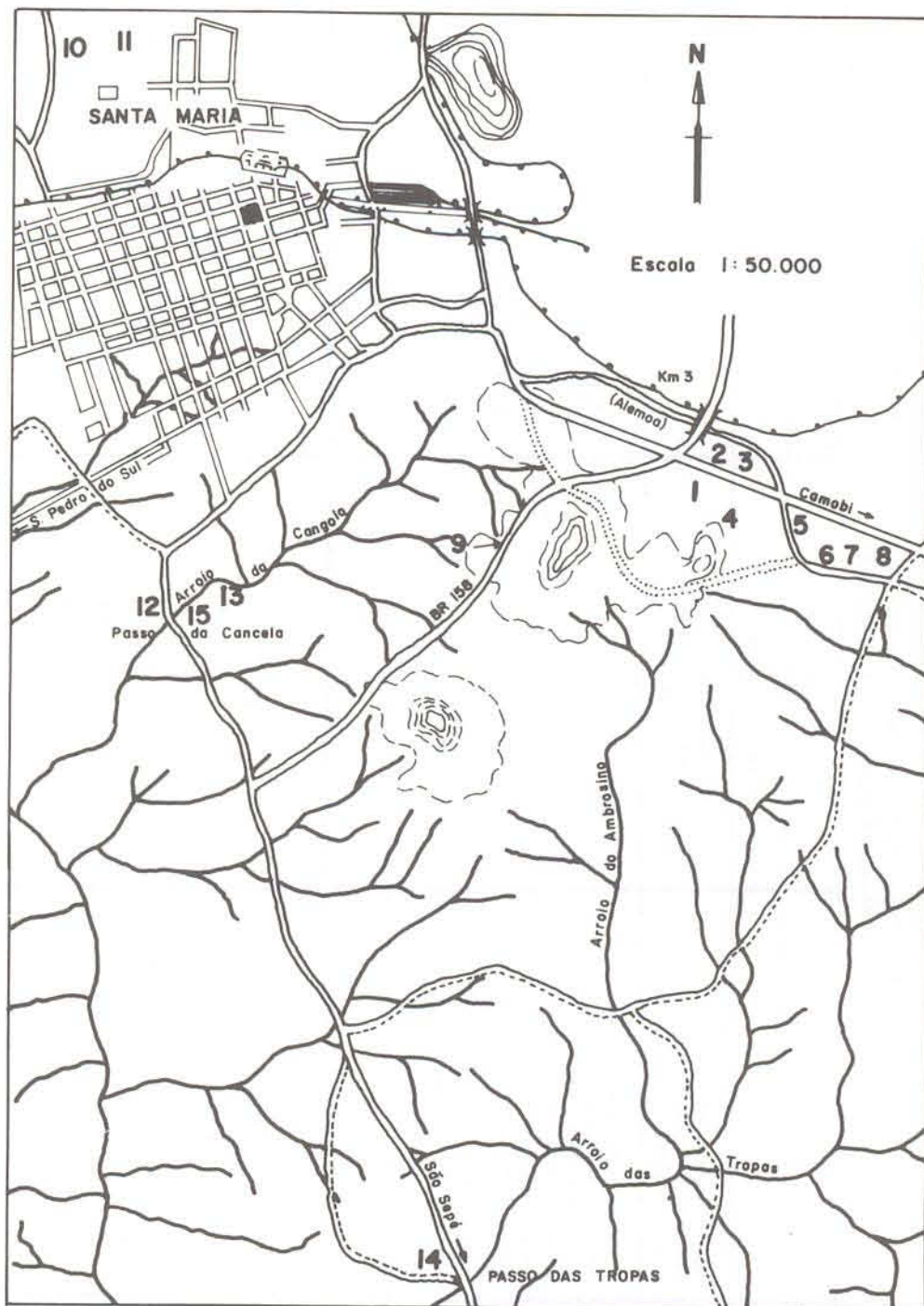
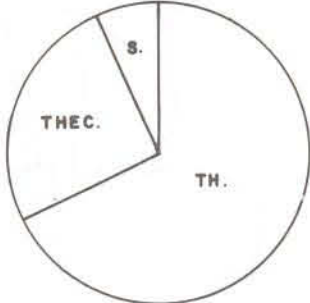
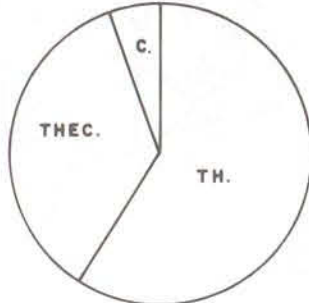
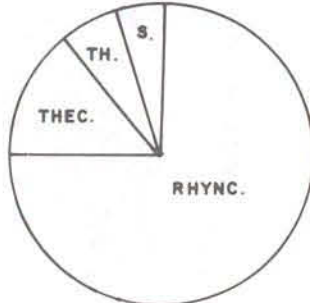


Fig. 4 - Localização dos afloramentos fossilíferos da Formação Santa Maria nas proximidades da cidade de Santa Maria, RS (Modificado de Beltrão, 1965).

QUADRO 1
Tetrápodos fósseis da Formação Santa Maria e seus percentuais de ocorrência em Xiniquá, Pinheiros e Santa Maria (RS)

| TAXONOMIA | XINIQUÁ | PINHEIROS | SANTA MARIA |
|---|---|---|--|
| COTYLOSAURIA | | <i>Candelaria barbouri</i> Price, 1947 | |
| THERAPSIDA Anomodontia Dicynodontia | <i>Stahleckeria potens</i> Huene, 1935 <i>Dinodontosaurus turpior</i> Huene, 1935 <i>Dinodontosaurus tener</i> Huene, 1935 | <i>Jachaleria candelariensis</i> Araújo e Gonzaga <i>Dinodontosaurus turpior</i> Huene, 1935 <i>Barysoma lenzii</i> Romer & Price, 1944 | |
| THERAPSIDA Theriodontia Cynodontia | <i>Chiniquodon theotonicus</i> Huene, 1936 <i>Belesodon magnificus</i> Huene, 1936 <i>Traversodon stahleckeri</i> Huene, 1936 <i>Exaeretodon major</i> Huene, 1936 | <i>Chiniquodon</i> sp. <i>Belesodon</i> sp. <i>Massetognathus ochagaviae</i> Barberena, 1974 | <i>Therioherpeton cagnini</i> Bonaparte e Barberena, 1975 <i>Gomphodontosuchus brasiliensis</i> Huene, 1928 |
| THECODONTIA | <i>Prestosuchus chiniquensis</i> Huene, 1942 <i>Prestosuchus loricatus</i> Huene, 1942 <i>Procerosuchus celer</i> Huene, 1942 | Materiais ainda não descritos | <i>Cerritosaurus binsfeldi</i> Price, 1946 <i>Hoplitosuchus raui</i> Huene, 1942 <i>Rauisuchus tiradentes</i> Huene, 1942 <i>Rhadinosuchus gracilis</i> Huene, 1942 |
| SAURISCHIA | <i>Spondylosoma absconditum</i> Huene, 1942 | Provável ocorrência | <i>Staurikosaurus pricei</i> Colbert, 1970 |
| RHYNCHOCEPHALIA Rhynchosauridae | | | <i>Scaphonyx fischeri</i> Woodward, 1907 |
| PERCENTUAIS PALEOFAUNISTICOS |  |  |  |

6) Tanto em Xiniquá como em Santa Maria existem representantes de *Saurischia* (*Spondylosoma* na primeira e *Staurikosaurus* na segunda). Não foram ainda descritos dinossaúros saurísquios para Pinheiros.

7) Em termos de diferenciação paleontológica global, a área de Santa Maria tem revelado, além de répteis fósseis, uma flora bastante típica de *Dicroidium*, etc., encontrada na facies Passo das Tropas, bem como a presença de insetos, conchostráceos e peixes, ainda não encontrados nas duas outras áreas.

A comparação acima traçada é perfeitamente representativa, embora apenas as três principais áreas de coleta tenham sido consideradas. Os conteúdos fossilíferos das várias outras localidades e afloramentos, contudo, confirmam os resultados desta comparação.

Na tabela abaixo, podem ser observadas as distintas ocorrências das ordens de répteis da formação nas áreas acima discutidas.

Pelo que se pode apreciar dos dados analisados até agora, parece bastante evidente que a assembléia de tetrápodos fósseis da área de Santa Maria diferencia-se suficientemente daquelas ocorrendo em Pinheiros e Xiniquá, inclusive pela existência de elementos mutuamente exclusivos, tais como rincossáurios (Santa Maria) e terápsidos dicinodontes (nas outras duas).

De outra parte, as associações faunísticas de Pinheiros e Xiniquá parecem constituir basicamente uma mesma entidade, em termos objetivos, tomando-se em conta principalmente a comparação em nível taxonômico de ordem.

PROPOSIÇÃO DE ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO DA FORMAÇÃO SANTA MARIA, COM BASE NOS TETRÁPODOS FÓSSEIS

Com base nas evidências discutidas, parece-nos adequada e conveniente a proposição de duas zonas-associações para a Formação Santa Maria, denominadas de: 1) *Zona-associação de Therapsida* e 2) *Zona-associação de Rhynchocephalia* definidas, respectivamente, pelas associações de tetrápodos de Pinheiros e Santa Maria (RS).

A seção-tipo da Zona-associação de Rhynchocephalia coincide com a seção-tipo para a Formação Santa Maria, tal como estabelecida por Bortoluzzi (op. cit.). Contrariamente ao que seria desejável, não nos foi possível apresentar uma seção-tipo para a Zona-associação de Therapsida neste trabalho, embora a localização geográfica dos jazigos, aqui apresentada (fig. 3), compense em parte esta ausência. Trabalhos de campo, já em andamento, permitem prever que tal seção-tipo seja fornecida quando

abordarmos o tema principal deste trabalho com maior detalhe, em estudos posteriores.

ZONA-ASSOCIAÇÃO DE THERAPSIDA

Esta zona tem como área-tipo aquela onde se encontram os jazigos das localidades de Pinheiros e Bom Retiro, incluindo sangas vizinhas, não representadas na figura 3. Elementos típicos da associação paleofaunística à base de terápsidos acham-se representados no quadro 1, nas colunas correspondentes às áreas de Xiniquá e Pinheiros.

Embora Xiniquá, com uma paleofauna afim, tenha sido descrita com certo detalhe por Huene & Stahlecker (op. cit.) e sua paleontologia estudada por Huene em várias comunicações, preferimos indicar Pinheiros como a área-tipo da zona-associação em pauta, baseados nas seguintes razões:

a) ainda que poucos exemplares tenham sido descritos desta área, a atividade de coleta nos últimos anos tem revelado ser a mesma particularmente rica em conteúdo fossilífero, mais expressivo que o de Xiniquá;

b) mesmo que sua litologia tenha já sido descrita em boa parte por Huene & Stahlecker, a área de Xiniquá também não apresenta uma seção-tipo;

c) o número de jazigos é maior na área de Pinheiros e a preservação dos exemplares, em média, melhor do que em Xiniquá.

Optamos por uma designação biológica em nível ordinal para esta zona-associação, em razão dos terápsidos serem bem representados e dominantes na área-tipo.

Representantes afins aos da zona-associação na área-tipo encontraram-se em vários pontos ao longo do eixo leste-oeste de exposições da Formação Santa Maria. O ponto leste extremo de ocorrência destas formas situa-se cerca de 100 km de Porto Alegre. Em Xiniquá situa-se a ocorrência mais ocidental. Entre estes pontos, vários cortes de estrada e ravinas, no trajeto Venâncio Aires-Santa Cruz do Sul-Candelária-Santa Maria, têm revelado a existência de uma paleofauna onde os terápsidos são numerosos.

ZONA-ASSOCIAÇÃO DE RHYNCHOCEPHALIA

A área-tipo desta zona-associação inclui a cidade de Santa Maria e arredores (fig. 4). Sua seção-tipo é aquela da Formação Santa Maria (fig. 5), estabelecida por Bortoluzzi (op. cit.) para a área; seus integrantes paleofaunísticos estão representados à direita no quadro 1.

Os representantes da Zona-associação de Rhynchocephalia acham-se exclusivamente contidos no pacote lamítico correspondente à facies Alemoa, aproximadamente entre as cotas de 90 a 115 m.

Coerentemente à designação biológica da outra zona-associação que acabamos de propor, foi mantido para a presente o nível ordinal (Rhynchocephalia). Deve-se observar, no entanto, que a ordem está representada tão somente por uma família, Rhynchosauridae, sendo *Scaphonyx fischeri* a única espécie presente na Formação Santa Maria. *Cephalonia lotziana* tem sido pela maioria dos autores considerada como um sinônimo de *S. fischeri*, tendo esta espécie a prioridade.

Os rincossáurios são encontrados em grande abundância na área-tipo e também em ocorrências ao leste e oeste da mesma. Perto de Santa Cruz do Sul, são encontrados nas vilas de Ferraz e Formosa. Um crânio em boas condições foi por nós coletado a um quilômetro da cidade de São Pedro do Sul, em sua entrada leste. A 20 km desta cidade efetuaram-se recentes achados em corte da rodovia que ligará Santa Maria a São Borja. Finalmente, a mais nova ocorrência de rincossáurios situa-se a 10 km ao norte de Venâncio Aires, na rodovia que conduz à soledade. As formas que, na seção-tipo, associam-se aos rincossáurios (raros terápsidos e arcossáurios) ainda não foram encontradas nas outras ocorrências, acima citadas.

RELAÇÕES BIOESTRATIGRÁFICAS DA FÁCIES PASSO DAS TROPAS

A litologia da facies Passo das Tropas, conforme definida por Bortoluzzi (op. cit.), compõe-se de sedimentitos areno-conglomeráticos associados a clásticos finos e vermelhos em sua parte basal, gradando lateral e vertical-

mente, em direção ao norte, para sedimentitos finos, tais como siltitos e folhelhos em seus níveis mais altos, até a cota de 90 metros.

Os afloramentos desta facies revelaram uma assembléia paleontológica bastante distinta daquela encontrada nas zonas-associação aqui propostas. Plantas fósseis, crustáceos, insetos e restos de peixes compõem o inventário fossilífero da fácies Passo das Tropas. Os tetrápodos não estão presentes, embora se tornem muito abundantes (particularmente Rhynchosauridae) na facies Alemoa, superposta e constituída principalmente por lamitos.

Os fósseis da facies Passo das Tropas são relacionados a seguir, com base em Gordon & Brown (1952), Pinto (1956), Beltrão (1965), Katoo (1971) e Bortoluzzi (1974).

A associação expressa no quadro 2 revela as seguintes características principais:

a) presença de uma paleoflora na qual as Coristospermáceas (*Dicroidium*) são os elementos mais representativos;

b) inexistência de tetrápodos, sendo que os vertebrados são tão somente representados por restos mais ou menos completos de peixes;

QUADRO 2

Conteúdo fossilífero da facies Passo das Tropas

| PLANTAS FÓSSEIS | INSETOS | CONCHOSTRÁCEOS | VERTEBRADOS |
|--|----------------------|------------------------|-------------------|
| <i>Dicroidium</i> sp. <i>Bayera</i> sp. | | <i>Lioestheria</i> sp. | |
| <i>Thinnfeldia</i> sp. <i>Sewardia</i> sp. | | <i>Pseudoestheria</i> | |
| <i>Pachypteris</i> sp. <i>Pteruchus</i> sp. | <i>Sanctipaulus</i> | <i>azambujai</i> | escamas e restos |
| <i>Zuberia</i> sp. <i>Stenorachis</i> sp. | <i>mendesii</i> | <i>Estherina</i> sp. | esqueletais de |
| <i>Schizoneura</i> sp. <i>Samaropsis</i> sp. | <i>Triassoblatta</i> | <i>Palaeolimnadia</i> | peixes, ainda não |
| <i>Neocalamites</i> sp. | <i>cargini</i> | <i>glenleensis</i> | descritos. |

c) presença de conchostráceos e insetos, limitados à área-tipo de Santa Maria.

Percebe-se, portanto, uma marcante diferenciação no conteúdo paleontológico da facies Passo das Tropas em relação àquele das zonas-associação aqui propostas para a Formação Santa Maria.

Teria esta diferenciação, objetivamente constatada, uma conotação bioestratigráfica coerente e utilizável?

É bem estabelecido, pelo Código de Nomenclatura Estratigráfica, que um dos requisitos fundamentais para a delimitação de uma zona-associação é o conteúdo fossilífero diretamente observável.

Conforme foi visto, tal conteúdo é marcadamente distinto nas facies Passo das Tropas e Alemoa. Poder-se-ia considerar a primeira facies como uma sub-zona da Zona-associação de Rhynchocephalia, mas parece mais acertado tomá-la como uma outra zona-associação, com base na objetiva diferença dos conteúdos fossilíferos. Tal procedimento surge como metodologicamente mais adequado.

Por outro lado, a espessura da facies Passo das Tropas, em torno de 30 metros (seg. Bortoluzzi, op. cit.), é suficiente, a nosso ver, para contrariar sua caracterização como zônula.

Assim, parece uma alternativa mais viável considerar-se a facies Passo das Tropas como representativa de uma terceira zona-associação na Formação Santa Maria. Concordantemente, tal zona será designada como Zona-associação de *Dicroidium*, prendendo-se a designação biológica à maior presença deste gênero na assembléia fossilífera.

A área-tipo desta zona-associação coincide com a da Zona-associação de Rhynchocephalia e sua seção-tipo é a da Formação Santa Maria.

Cabe aqui discutir sucintamente a presença de uma assembléia fossilífera, com afinidades em relação à da zona-associação recém proposta, ocorrendo no chamado afloramento Belvedere, a 3.9 km do Posto Castelindo (Santa Maria), ao longo da rodovia Santa Maria-Júlio de Castilhos (BR-158), na margem direita desta. Tal assembléia está constituída por vegetais raros e mal preservados, vestígios de peixes e conchostráceos, estes em número considerável. Os conchostráceos foram estudados por Kato (op. cit.) e estratigraficamente situados na então chamada parte E (seg. Bortoluzzi & Barbarena, 1967) da Formação Santa Maria e que hoje, segundo Bortoluzzi (1974), preferimos denominar de Membro Caturrita da Formação Botucatu na área em questão.

Kato determinou os seguintes conchostráceos: *Pseudoestheria* sp., *Eustheria* cf. *minuta*, *Eustheria* cf. *emmonsii*, *Eustheria* cf. *forbesii*,

Eustheria sp. A, *Eustheria* sp. B, *Pseudoasmussia* sp. A, *Pseudoasmussia* sp. B, *Estheriina*?, *Orthotemus*? e *Echinestheria*?

Segundo a autora, os conchostráceos do Membro Caturrita são taxonomicamente distintos daqueles da facies Passo das Tropas (então designada como parte "A" da Formação Santa Maria) e indicam idade triássica.

Os conchostráceos da Formação Botucatu, por outro lado, sugerem Jurássico, razão pela qual a autora não considera viável uma correlação positiva entre a facies Santana e a Formação Santa Maria.

Finalmente, os distintos conchostráceos da facies Passo das Tropas e do Membro Caturrita, associadamente à discordância abaixo deste, poderiam significar a presença de duas diferentes formações.

As observações acima, independentemente dos fatores cronofaciológicos envolvidos, determinam uma maior coerência e objetividade na delimitação da assembléia característica da Zona-associação de *Dicroidium*, tal como aqui proposta.

EVOLUÇÃO E GEOCRONOLOGIA

As três zonas-associação aqui propostas são consideradas como entidades bioestratigráficas objetivamente reconhecíveis em suas áreas-tipo, refletindo diretamente três assembléias fossilíferas distintas no âmbito da Formação Santa Maria.

Os dados disponíveis, provindos do achado de novos afloramentos e da interpretação taxonômica global do conteúdo fossilífero da formação, apontam evidências em favor de uma extensão lateral e continuidade para as Zonas-associação de Therapsida e Rhynchocephalia. Já a Zona-associação de *Dicroidium* apresenta-se claramente local.

No caso da Zona-associação de Therapsida, verificamos que as áreas de Pinheiros e Xiniquá apresentam uma composição faunística bastante aproximada, principalmente pela presença, em ambas, de terápsidos e tecodontes em maior número, com total ausência de rincossáurios.

As diferenças entre elas, por outro lado, podem assim ser resumidas:

a) os terápsidos são, em número de indivíduos, mais abundantes em Pinheiros;

b) algumas formas de dicinodontes ocorrem em Xiniquá (*Stahleckeria*), não ocorrendo em Pinheiros, a recíproca sendo verdadeira (formas em estudo).

c) entre os cinodontes gonfodontes, *Traversodon stahleckeri* e *Exaeretodon major* ocorrem em Xiniquá e não em Pinheiros, onde *Massetognathus ochagaviae*, bastante abundan-

te, é o único gonfodonte até agora descrito para esta área e, aparentemente, a ela restrito;

d) cotilossáurios (*Candelaria barbouri*) não foram encontrados em Xiniquá e, desta área, o duvidoso saurísquio *Spondylozoma* não ocorre em Pinheiros. Como interpretar tais diferenças? De início, não se pode esquecer que, não obstante as várias décadas de coleta na Formação Santa Maria, é sempre provável que as chamadas não-ocorrências, na verdade, traduzam aspectos probabilísticos dos achados. Podemos mesmo prever que alguns parâmetros de diferenciação paleofaunística, aqui utilizados, venham a ser eventualmente modificados. Mas acreditamos que não substancialmente.

Na verdade, em termos paleobiológicos, as afinidades entre os conteúdos fossilíferos das áreas de Pinheiros e Xiniquá são bastante claras e as diferenças existentes não precludem, a nosso ver, a possibilidade de que ambas pertençam à mesma Zona-associação de Therapsida. Cabe acrescentar que os afloramentos existentes entre estes pontos apresentam um conteúdo de natureza concordante com esta possibilidade, com a marcante característica de não-coexistência entre dicinodontes e rincossáurios. As diferenças no conteúdo fossilífero das duas áreas em questão podem bem ser explicadas por fatores eco-faciológicos.

Cinodontes gonfodontes são considerados como formas herbívoras e, portanto, estreitamente vinculados à vegetação dos lugares em que viviam. Considerando que cerca de 180 km separam as áreas de Candelária e Xiniquá, não seria inadmissível uma distribuição zonal distinta e compartimentada entre *Massetognathus* e *Traversodon* (cf. p. 16). Podemos imaginar esta separação tanto motivada por diferenças ecológicas nas duas áreas quanto por semelhanças entre elas. Possivelmente, a segunda opção é mais razoável, no sentido de formas bastante móveis evitarem um confronto direto de competição ecológica. Resta, por fim, a possibilidade de que tal separação seja tão somente devida à inexistência de uma faixa contínua de afloramentos leste-oeste da zona-associação, onde poderíamos, eventualmente, encontrar áreas de "overlap" entre as formas de gonfodontes em questão.

De outra parte, os tecodontes e cinodontes carnívoros, independentes da vegetação como alimento, encontram-se, através de gêneros comuns (*Prestosuchus*, *Belesodon*, *Chiniquodon*), tanto em Xiniquá como em Pinheiros. Sua sobrevivência dependia dos dicinodontes e cinodontes gonfodontes, que existindo em ambas as áreas, favoreciam o deslocamento dos carnívoros entre elas. Se existissem vinculações bastante específicas na relação predador-presa (o que efetivamente não ocorria), poder-se-ia

esperar também uma distinta distribuição paleogeográfica para os elementos carnívoros. Em adição, deve-se recordar que 180 km constituem uma distância praticamente desprezível no movimento migratório de dispersão de um gênero.

O fator tempo pode estar envolvido na explicação da não-coexistência de certos gêneros, principalmente de gonfodontes. No entanto, tão somente quando pudermos, através da continuação dos trabalhos de campo, eventualmente estabelecer zonas de amplitude locais, teremos elementos para avaliar o fator temporal na distribuição.

Os fatos analisados, portanto, levam-nos a supor como adequada a hipótese de extensão e continuidade horizontais para os afloramentos em que se faz presente um conteúdo fossilífero de tetrápodos com afinidades taxonômicas (incluindo os percentuais de ocorrência dos taxa) em relação àquele encontrado na área-tipo da Zona-associação de Therapsida. Desta forma, pode-se estabelecer para esta zona-associação, tomando-se os dados atuais, uma extensão geográfica provável de Venâncio Aires (para incluir as ocorrências ao leste da área-tipo) até Xiniquá (fig. 6).

A Zona-associação de Rhynchocephalia, da mesma forma, não parece limitada à sua área-tipo.

Por longo tempo, os rincossáurios foram considerados como exclusivamente ocorrendo na área de Santa Maria. Pesquisas mais recentes, no entanto, mostraram que fósseis destes répteis encontram-se em afloramentos razoavelmente distantes daquela área (cf. p. 14).

Até o presente, jamais foram explorados afloramentos em que rincossáurios e dicinodontes fossem encontrados juntos. Este fato tem sido interpretado como resultante de incompatibilidade ecológica. Esta hipótese parece-nos bem pouco provável. Os rincossáurios eram répteis de boas proporções, com razoável mobilidade e grandemente numerosos. Não podemos, por isto, conceber uma situação paleoecológica em que estas formas, assim constituídas, tivessem um raio de ação ecológica tão reduzido, como é particularmente exemplificado pelo achado de um crânio de *Scaphonyx* a pouco mais de 20 km do local onde se encontram, em Xiniquá, representantes similares aos da área de Pinheiros-Bom Retiro.

Uma hipótese mais plausível é supor que os rincossáurios estejam estratigraficamente mais altos do que a fauna predominantemente constituída por terápsidos e que ocupem os níveis mais superiores da Formação Santa Maria.

É o que parece ocorrer, quando tão somente se computam as cotas dos afloramentos com rincossáurios. Contudo, mais estudos sobre

a estratigrafia e a tectônica da formação serão necessários, antes que se possa comprovar definitivamente esta situação.

Não obstante, certas evidências de cunho evolutivo sugerem que a Zona-associação de Rhynchocephalia tenha um idade algo mais jovem, o que concordaria, de forma geral, com seu possível posicionamento no topo da sequência.

Em trabalho anterior (Barberena, 1974), concluíamos que o único cinodonte gonfodonte da área de Santa Maria (*Gomphodontosuchus brasiliensis* Huene 1928) apresentava-se, no tocante à dentição e morfologia craniana, como um adequado descendente de *Massetognathus* Romer 1967, gênero conhecido da Formação Ischichuca (Chañares) da Argentina e conspicuo elemento da Zona-associação de Therapsida, na área de Pinheiros (*M. ochagaviae* Barberena 1974). As características mais avançadas de *Gomphodontosuchus* podem, a nosso ver, ser filogeneticamente derivadas de *Massetognathus*. Dado o lapso de tempo necessário à implantação destas características e atentando-se para o fato de que *Gomphodontosuchus* é conhecido tão somente na área-tipo da Zona-associação de Rhynchocephalia, chega-se à viável conclusão de que os sedimentitos desta área são mais jovens.

Entre os répteis tecodontes, *Cerritosaurus binsfeldi* Price 1946, conhecido exclusivamente da área-tipo de Santa Maria, é considerado por Bonaparte (1971) como um provável ancestral de Proterochampsidae, uma família de formas afins, com maiores adaptações aquáticas, da Formação Ischigualasto (Triássico Superior inferior) da Argentina.

Mais antigos que *Cerritosaurus* e com ele integrando a família Cerritosauridae, existem na Argentina (Formação Ischichuca, Triássico Médio superior) os gêneros *Chanaresuchus* e *Gualosuchus* Romer 1971. É altamente sugestivo, em apoio de uma idade mais recente para a Zona-associação de Rhynchocephalia, que na área de Pinheiros tenham sido recentemente coletadas formas muito semelhantes àquelas da Formação Ischichuca.

Um dos cinodontes mais avançados, *Therioherpeton cargnini* Bonaparte & Barberena 1975, um adequado ancestral para os mamíferos, foi encontrado até o presente apenas na área de Santa Maria, a menos de 1 m abaixo da zona de discordância descrita por Bortoluzzi (op. cit.), entre a Formação Santa Maria e o Membro Caturrita da Formação Botucatu. A presença desta forma bastante evoluída, em nível estratigráfico alto, parece também corroborar uma idade menos antiga para a fauna dominada por rincossáurios.

Acreditamos que a própria presença destas numerosas formas é indicativa, por si mes-

ma, de que os sedimentitos da área-tipo de Santa Maria são mais jovens do que os ocorrentes no resto da formação. Na Argentina, os rincossáurios acham-se na Formação Ischigualasto, não ocorrendo na Formação Ischichuca, considerada como pertencente à parte superior do Triássico Médio.

A presença de *Staurikosaurus pricei* Colbert 1970, dinossáurio associado aos níveis com rincossáurios da formação, poderia, embora não necessariamente, da mesma forma sugerir idade geológica mais jovem para a Zona-associação de Rhynchocephalia. Os fatos examinados evidenciam, em suma, as seguintes características distintivas principais para a Zona-associação de Rhynchocephalia:

a) seu conteúdo fóssilífero diferencia-se quantitativa e qualitativamente daquele das outras zonas-associação aqui propostas, notando-se reduzida participação dos terápsidos (dicinodontes não cocorrem) e arcossáurios, com grande abundância de rincossáurios;

b) presença de formas evoluídas, com prováveis ancestrais na Zona-associação de Therapsida (*Gomphodontosuchus*, *Cerritosaurus*), e de um cinodonte carnívoro avançado, *Therioherpeton*, sob muitos aspectos um adequado ancestral para os mamíferos. Embora ainda não conheçamos perfeitamente as relações espaciais entre as zonas de rincossáurios e de terápsidos, parece suficientemente claro que a Zona-associação de Rhynchocephalia exhibe uma assembléia indicativa de uma transição ocorrida na paleofauna de tetrápodos da Formação Santa Maria.

A drástica redução dos terápsidos associa-se a um grande desenvolvimento dos rincossáurios nesta zona-associação.

Esta é uma situação, de forma geral, correlacionável ao que ocorre no Triássico argentino. A Formação Ischichuca, do Chañarense (Triássico Médio superior), não apresenta rincossáurios, enquanto os terápsidos são frequentes, com os dicinodontes bem representados; já a Formação Ischigualasto, de idade Ischigualastense (Triássico Superior inferior) evidencia um declínio dos terápsidos (em número de taxa e abundantes rincossáurios (*Scaphonyx sanjuanensis*). Apenas um gênero de dicinodonte *Ischigualastia*, é conhecido do terço inferior da formação.

Verifica-se, assim, que na passagem do Triássico Médio para o Superior, na Argentina, as camadas mais jovens (Ischigualasto) apresentam rincossáurios associados a cinodontes e arcossáurios, com declínio dos dicinodontes em particular. É precisamente esta a distribuição taxonômica refletida pelos tetrápodos da Zona-associação de Rhynchocephalia da Formação Santa Maria, em que a redução dos terápsidos é ainda mais marcante. Em consequência, uma

idade Ischigualastense parece adequada à paleofauna de tetrápodos desta zona-associação.

De outra parte, a Zona-associação de Therapsida contém em sua assembléia fossilífera tetrápodos congêneros com a Formação Ischichuca (Chañares), tais como *Massetognathus*, *Dinodontosaurus* e provavelmente algumas formas ainda não descritas de cinodontes carnívoros e tecodontes. Além disto, seus percentuais taxonômicos refletem uma associação afim à do Chañarensense argentino, razão pela qual acreditamos estar esta idade bem adequada aos sedimentitos correspondentes à esta zona-associação.

Todas as evidências ora disponíveis, portanto, indicam que a idade da Formação Santa

Maria, com base em seus tetrápodos fósseis, abrange o intervalo compreendendo o Chañarensense e o Ischigualastense. Na verdade, atentando-se para o estágio evolutivo de certas formas envolvidas na correlação, o intervalo base do Chañarensense Médio — base do Ischigualastense Superior seria um delimitação mais precisa.

AGRADECIMENTOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, o autor recebeu valiosas críticas e sugestões dos colegas C.A. Bortoluzzi, P.M. Figueiredo Filho, N. Gamermann e Zuleika C. da Silva, pelo que deixa expresso seu sincero agradecimento.

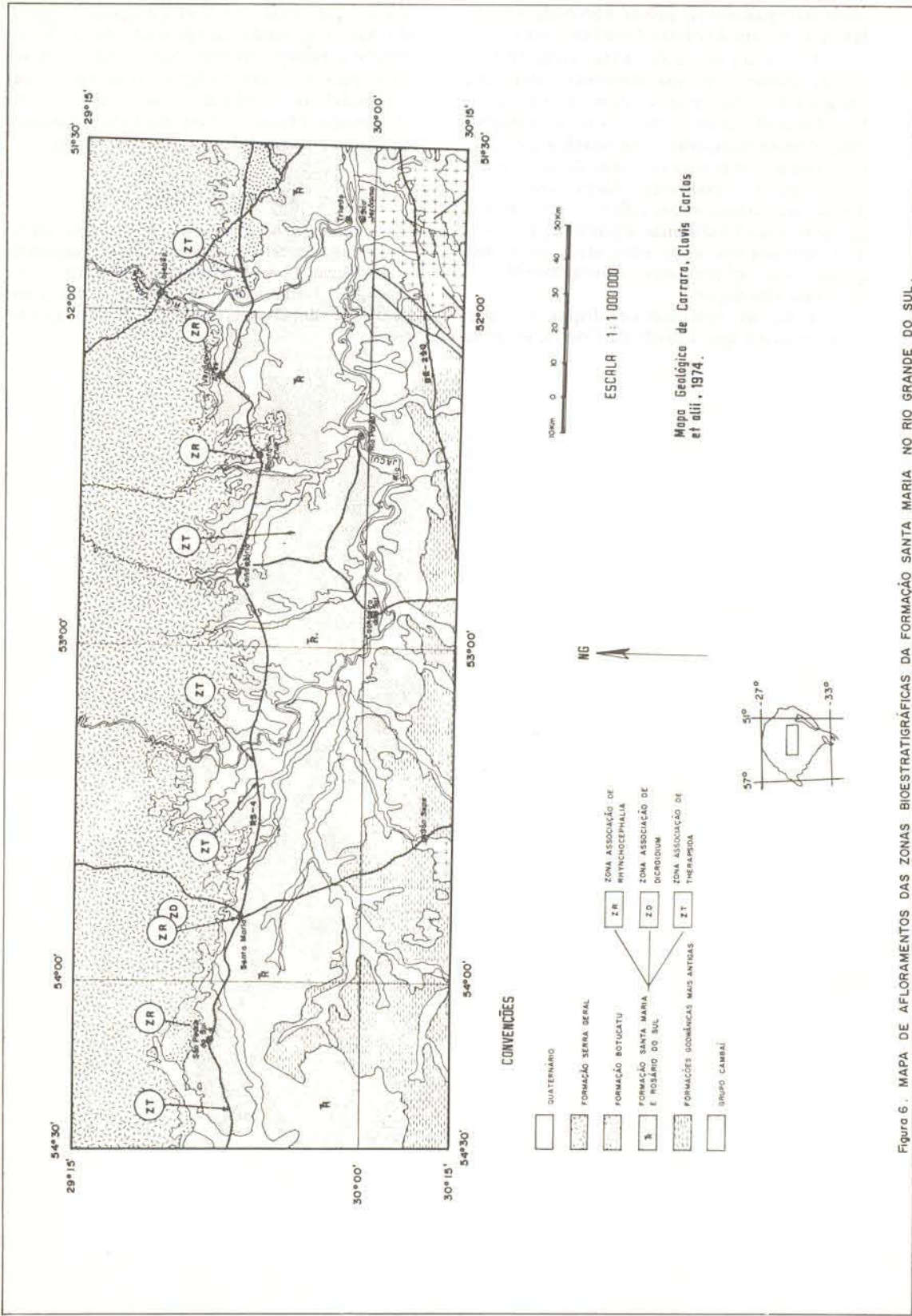


Figura 6. MAPA DE AFLORAMENTOS DAS ZONAS BIOSTRATIGRÁFICAS DA FORMAÇÃO SANTA MARIA NO RIO GRANDE DO SUL.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BARBERENA, M.C. - 1974 - *Contribuição ao conhecimento dos cinodontes (Cynodontia, Tritylodontoidea) do Brasil*. Tese (Livro Doc.) - Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre, 194p. 24 fig. (Inédito).
- BELTRÃO, R. - 1965 - Paleontologia de Santa Maria e São Pedro do Sul - Rio Grande do Sul - Brasil. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da UFSM*, Santa Maria, 2:1-114, 58 fig., 4 mapas.
- BONAPARTE, J.F. - 1971 - *Cerritosaurus binsfeldi* Price, tipo de uma nueva familia de tecodontes (Pseudosuchia-Proterochampsia). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 43 (Supl.):417-22, 1 fig.
- & BARBERENA, M.C. - 1975 - A possible mammalian ancestor from the Middle Triassic of Brazil (Therapsida-Cynodontia). *Journal of Paleontology*, Tulsa, 49(5):931-6, 5 fig.
- BORTOLUZZI, C.A. - 1974 - Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas do Instituto de Geociências da UFRGS*, Porto Alegre, 4(1):7-86, 22 fig., 12 fotos, 4 Quadros, 4 tabelas, 2 mapas, 1 sec.
- & BARBERENA, M.C. - 1967 - "The Santa Maria Beds in Rio Grande do Sul - Brazil" In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D. - *Problems in Brazilian Gondwana Geology*. Curitiba, CNPq, p. 169-95, 7 fig., pl. 63-73.
- COLBERT, E.H. 1970 - A saurischian dinosaur from the Triassic of Brazil. *American Museum Novitates*. New York, 2405: 1-39, 14 fig., 1 tab.
- COX, C.B. - 1965 - New Triassic dicynodonts from South America, their origins and relationships. *Philosophical Transactions. Royal Society of London, Ser.B*. London, 248(753):457-516, 30 fig., 3 tab.
- GAMERMANN, N. - 1973 - Formação Rosário do Sul. *Pesquisas do Instituto de Geociências da UFRGS*, Porto Alegre, 2(1):5-35, 7 fig., 1 mapa, 1 sec.
- GORDON Jr., M. & BROWN, R. - 1952 - Plantas Triássicas do Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 54:1-7, pl. 1.
- HUENE, F.V. - 1935 a 1942 - *Die Fossilen reptilien des Südamerikanischen Gondwanalandes; Ergebnisse der Sauriergrabungen in Südbrasilien 1928-1929*. München, C.H. Beck'sche, 332 p., 38 tab.
- & STAHLECKER, R. - 1931 - Geologische Beobachtungen in Rio Grande do Sul. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie; Abhandlungen*, Stuttgart, 65(1):1-82, 22 fig., pl. 1.
- & — - 1931 - Observações geológicas no Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria*, Santa Maria, 3:1-62, 12 fig. (Tradução de BELTRÃO, R. & NEUMAIER, M., 1968).
- KATOO, Y. - 1971 - *Conchostráceos mesozóicos do Sul do Brasil: contribuição à estratigrafia das formações Santa Maria e Botucatu*. Tese (Mestr.) - Instituto de Geociências da UFRGS. Porto Alegre. 87p. 4 fig. 13 est.
- PINTO, I.D. - 1956 - Artrópodos da Formação Santa Maria, Triássico Superior do Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 5(1):75-87, 2 fig., est. 1-4.
- PRICE, L.I. - 1946 - Sobre um novo pseudosúquio do Triássico Superior do Rio Grande do Sul. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 120:7-38, 3 fig. 1 est.
- - 1947 - Um procolofonídeo do Triássico do Rio Grande do Sul. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 122:8-26, 2 est.
- ROMER, A.S. - 1969 - The Brazilian Triassic cynodont reptiles *Belesodon* and *Chiniquodon*. *Breviora. Museum of Comparative Zoology*, Cambridge, 332:1-16, 9 fig.
- & PRICE, L.I. - 1944 - *Stahleckeria lenzii*, a giant Triassic Brazilian dicynodont. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, Cambridge, 92(4):465-91, 11 fig.