

Passo das Tropas, Santa Maria, RS

SIGEP 084*

Marco bioestratigráfico triássico
na evolução paleoflorística
do Gondwana na Bacia do Paraná

Átila Augusto Stock Da Rosa¹
Margot Guerra-Sommer²
Miriam Cazzulo-Klepzig³

Resumo - O Sítio Passo das Tropas, localizado na região central do Rio Grande do Sul, contém uma associação fitoflorística identificada como Flora *Dicroidium*, representando um marco bioestratigráfico na sucessão paleoflorística da Bacia do Paraná, correlacionável a outras floras gondwânicas do Triássico. A tafloflora é composta por impressões de frondes, folhas, estruturas reprodutivas e sementes com predominância de diferentes espécies do gênero *Dicroidium*, ocorrendo os demais taxa como formas complementares (*Neocalamites* sp, *Cladophlebis* sp, *Tetraptilon* aff. *heteromerum*, *Ginkgoites antarctica*, *Sphenobaiera* sp, *Podozamites* sp, *Taeniopteris* sp, *Nilssonia* sp, *Williamsonia* sp, *Pteruchus* sp and *Carpolithus* sp). Com base na distribuição estratigráfica das diferentes espécies do gênero *Dicroidium* foi definido um intervalo estratigráfico designado como “Flora *Dicroidium odontopteroides*”, correspondente à porção intermediária do Triássico (Anisiano Superior - Ladiniano Superior). A composição da paleoflora correlaciona-se a uma floresta desenvolvida em ambiente higrófilo e mesoxerófilo, vinculados a um extenso sistema flúvio-lacustrino. Levando-se em consideração a distribuição biogeográfica da vegetação global durante o Mesotriássico, a Flora *Dicroidium* procedente do Sítio Passo das Tropas no sul da Bacia do Paraná situava-se, paleobiogeograficamente, no limite entre os biomas tropical e temperado cálido. Estudos recentes confirmam que o gênero *Dicroidium* não corresponde a uma forma estritamente gondwânica, tendo se originado no Neopermiano, nos paleotrópicos.

Palavras-chave: Sítio Passo das Tropas; Bacia do Paraná, Flora *Dicroidium*; Anisiano-Ladiniano

Passo das Tropas, Santa Maria, State of Rio Grande do Sul – A Triassic biostratigraphic marker on the Gondwanan paleofloristic evolution of the Paraná Basin

Abstract - The Passo das Tropas Site is located at the Central Region of the State of Rio Grande do Sul, southern Brazil, containing a taphoflora which represents an important biostratigraphic stage in the palaeofloristic succession of the Paraná Basin, allowing also for correlations with different regions of the Gondwana Realm at the Triassic. The assemblage is composed of impressions of leaves, fronds, reproductive structures and seeds, showing a predominance of several species of the *Dicroidium* genus, with minor representation of other taxa (*Neocalamites* sp, *Cladophlebis* sp, *Tetraptilon* aff. *heteromerum*, *Ginkgoites antarctica*, *Sphenobaiera* sp, *Podozamites* sp, *Taeniopteris* sp, *Nilssonia* sp, *Williamsonia* sp, *Pteruchus* sp and *Carpolithus* sp). The stratigraphic distribution of different species of the *Dicroidium* genus allowed to the definition of an informal floristic interval: “*Dicroidium odontopteroides* Flora” (Late Anisian - Late Ladinian). The general composition of the flora corresponds to a forest association developed in hygrophylous and mesoxerophylous paleoenvironments from an extensive fluvial-lacustrine system. Taking into account the biogeographical distribution of global vegetation during the Mesotriassic, the *Dicroidium* Flora of Southern Brazilian Paraná Basin, mainly represented in the Passo das Tropas Site, can be included in the boundary between the tropical and the warm temperate biomes. Recent studies have confirmed that *Dicroidium* was apparently originated during the Late Permian in the paleotropics, and was a plant not affected by the biotic crisis of the Permian-Triassic transition.

Key words: Passo das Tropas Site; Paraná Basin; *Dicroidium* Flora; Anisian-Ladinian

INTRODUÇÃO

Por constituir o único registro de megaflores de idade mesotriássica no Gondwana brasileiro, a paleoflora preservada na região central do Estado do Rio Grande do Sul, eminentemente no afloramento Passo das Tropas

(Figs. 1 e 2), representa um marco estratigráfico ímpar. No presente estudo são sintetizados os dados de caráter litoestratigráfico, paleoambiental, paleoecológico e paleoclimático que subsidiam a inclusão do afloramento Passo das Tropas como um marco a ser preservado, com relação à sucessão paleoflorística da Bacia do Paraná.

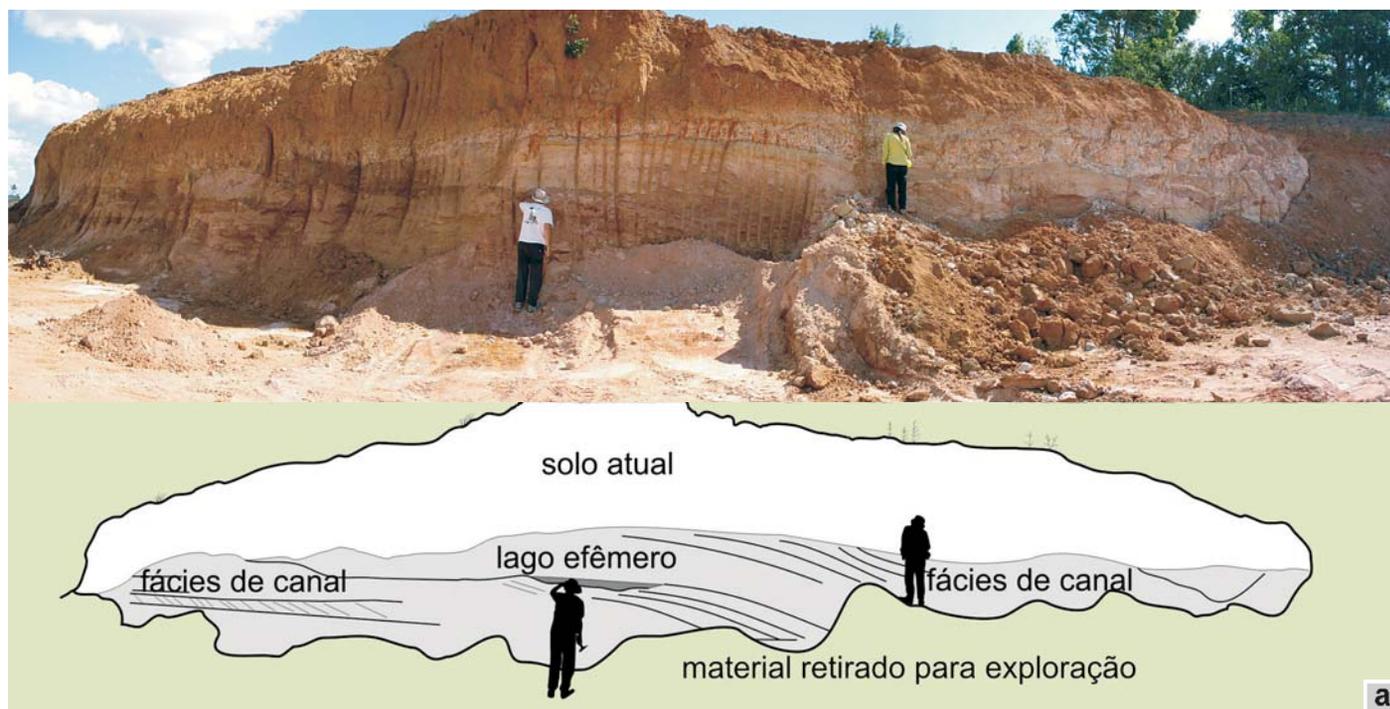


Figura 1 - Visão geral da área atualmente exposta do Sítio Passo das Tropas e suas respectivas fácies (A), e um de seus fósseis mais importantes, *Dicroidium zuberi* (B) Largura da foto ~ 12 cm.

Figure 1- General view of the Passo das Tropas outcrop and its facies identification (A) and one of its important fossils, *Dicroidium zuberi* (B) Photo width ca. 12 cm.

Embora globalmente as floras do Mesotriássico não apresentem marcado provincialismo, refletindo padrões de zoneamento climático monsonal, em determinadas regiões gondwânicas (África do Sul, Índia, América do Sul e Antártida; Anderson & Anderson, 1970) uma flora transicional (Flora *Dicroidium*) com novos arquétipos proliferou nos nichos vacantes deixados pelo desaparecimento gradual da Flora *Glossopteris* no limite Permiano-Triássico). Por outro lado, o registro de frondes de *Dicroidium* com cutícula preservada, em latitude paleotropical da província de Cathaysia, no Permiano Superior (Jordânia), permite inferir que esse gênero constituiu um dos poucos elementos florísticos não afetados pela crise biótica da transição Permiano-Triássico (Kerp *et al.*, 2003). Com a nova configuração tectônica vigente no Triássico, e as consequentes modificações nos padrões climáticos globais, que passam a ser influenciados por estágio “green house”, portanto mais homogêneos, essas plantas teriam migrado, colonizando a região gondwânica.

Os primeiros registros de associações vegetais na Bacia do Paraná são efetuados por Gordon Jr. & Brown (1952), a partir de espécimes coletados por Gordon Jr. & Price em 1947 no afloramento Passo das Tropas. Foram identificados os gêneros

Dicroidium Gothan 1912; *Pachypteris* Harris 1893, *Zu-beria* Szajnocha 1889, *Thinnfeldia* Ettingshausen 1852, *Neocalamites* Halle 1908 e *Baiera* Brow 1875. Pinto (1956) notifica a presença de algumas impressões vegetais fósseis na mesma localidade, identificando estruturas reprodutivas (*Sewardia* Bodenbender 1802, *Pteruchus* Thomas 1933, *Stenorachis* Nathorst 1908, e *Samaropsis* Goeppert 1964).

O termo “Flora *Thinnfeldia-Dicroidium*” é utilizado pela primeira vez por Bortoluzzi & Barberena (1967) para designar a associação paleoflorística proveniente das “Camadas Santa Maria” descritas para a região central do Rio Grande do Sul, que tem como seção tipo da fácies inferior da Formação Santa Maria o afloramento Passo das Tropas. Bortoluzzi (1974) já adota o termo “Flora *Dicroidium*” para designar a referida paleoflora. A descrição e classificação dos fósseis vegetais provenientes de diferentes afloramentos na mesma área geográfica são efetuadas por Bortoluzzi *et al.* (1983, 1984 e 1985). Com base nessas informações, Guerra-Sommer *et al.* (1985; 1999a,b), Bolzon (1995),

e Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig (2000) apresentam uma síntese da referida flora onde enfatizam a composição da Flora *Dicroidium* no Rio Grande do Sul, ocorrente principalmente no afloramento Passo das Tropas, com escassos e mal preservados registros em outros afloramentos relacionados ao mesmo nível estratigráfico correspondendo aos sítios Parque Dom Antonio Reis, Olaria e Escola (Bortoluzzi, 1974, 1975). Com base nos dados paleoflorísticos é instituído então um intervalo bioestratigráfico informal designado como Flora *Dicroidium odontopteroides*, de idade anisiana superior-ladiniana superior.

LOCALIZAÇÃO

O afloramento Passo das Tropas está localizado a 7,5 km ao sul da cidade de Santa Maria (Fig. 2), às margens da rodovia federal BR 392 (estrada Santa Maria – São Sepé), a cerca de 200 m a norte da ponte sobre o arroio Passo das Tropas.

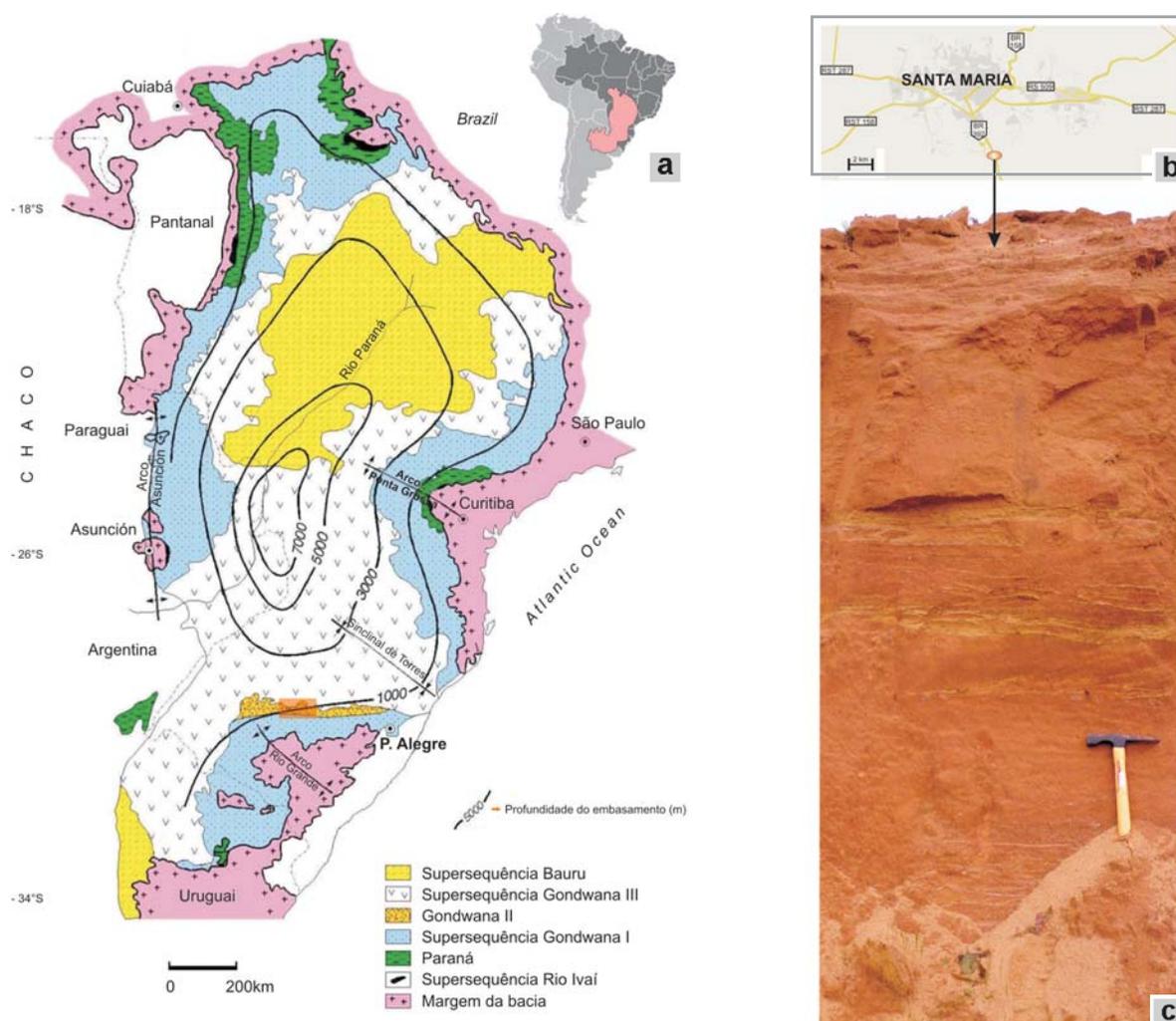


Figura 2 - (A) Superseqüências continentais da Bacia do Paraná (modificado de Milani *et al.*, 1998 e Milani, 2003); **(B)** Localização do afloramento; **(C)** Arenitos médios a grossos, com estratificação cruzada festonada (escala: martelo com 30 cm de comprimento).

Figure 2 - (A) Continental supersequences of the Paraná Basin (modified from Milani *et al.*, 1998 and Milani, 2003); **(B)** Outcrop location; **(C)** Medium to coarse sandstones, with crossed stratification (hammer 30 cm long).

A seção-tipo do Membro Passo das Tropas é constituída pelos arenitos aflorantes na margem norte do arroio homônimo, surgida quando da abertura da rodovia BR 392. As coordenadas geográficas do ponto central, correspondendo ao afloramento na margem leste da rodovia, são: 29° 44' 49" S - 53° 47' 31" W. Duas áreas particulares ressaltam-se, pela retirada de areia para construção, de onde provêm as fotos constantes neste texto. A área a leste não apresenta mais retirada de areia, enquanto a área a oeste está em franca exploração.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO E DE SUA PALEOFLORA

Esse afloramento constitui a parte inferior da seção-tipo da Formação Santa Maria proposta por Bortoluzzi (1974), e é o último remanescente das fácies fossilíferas desta unidade litoestratigráfica, já que a expansão urbana levou à destruição dos afloramentos Parque Dom Antônio Reis, Escola Zenir Aita e outros (Da Rosa, 2004).

Composição da Tafoflora

A análise taxonômica da paleoflora evidencia a presença dos seguintes taxa (Figs. 3 a 7):

SPHENOPHYTA

Neocalamites sp. (Fig. 3.3)

PTERIDOPHYLLA

Cladophlebis sp. (Fig. 3.1)

Tetraptilon aff. *Heteromerum* (Fig. 3.2)

PTERIDOSPERMOPHYTA

Dicroidium lancifolium (Fig. 4.1)

Dicroidium (Johnstonia) stelzneriana

Dicroidium (Xylopteris) argentinum (Fig. 4.2)

Dicroidium (Xylopteris) elongatum

Dicroidium odontopteroides var. *odontopteroides* (Fig. 4.3)

Dicroidium odontopteroides var. *remotum*

Dicroidium odontopteroides var. *moltenense* (Fig. 4.4)

Dicroidium zuberi var. *brasiliensis*

Dicroidium zuberi var. *zuberi*

Dicroidium zuberi var. *papillatum*

Dicroidium zuberi var. *feistmanteli*

Dicroidium dubium

Dicroidium aff. *narrabeenense*

Pteruchus sp. (Fig. 5.2)

GINKGOPHYTA

Ginkgoites antarctica (Fig. 6.1)

Sphenobaiera sp. (Fig. 6.2)

Stenorachis sp.

CONIFEROPHYTA

Podzamites sp. (Fig 7.2)

BENETTITALES

Williamsonia sp. (Fig 5.3)

CYCADALES

Taeniopteris sp. (Fig 7.1)

Nilssonia sp.

Sewardia sp.

INCERTAE SEDIS

Carpolithus sp (Fig 5.1)

Um tratamento estatístico da amostragem, normatizado em valores percentuais, indicou o domínio de folhagem do grupo das Pteridospermophyta relacionadas ao gênero *Dicroidium* com 72% (Fig. 8); as demais formas ocorrem como elementos complementares: Ginkgophyta (*Sphenobaiera* e *Ginkgoites*) com 4%; Coniferophyta (*Podzamites*) 7%; Bennettitales (*Williamsonia*) 2%; Cycadophyta (*Taeniopteris*, *Nilssonia*) 2%; Sphenophyta (*Neocalamites*) 4%; Pteridophylla. (*Cladophlebis* sp.; *Tetraptilon* aff. *heteromerum*) 1%; Incertae Sedis (*Sewardia*, *Carpolithus*) 10 %.

O gênero *Pteruchus*, que corresponde à estrutura produtora de pólen de *D. odontopteroides* (de acordo com Yao *et al.*, 1995), é representado apenas por um espécime na associação. Dada a fragilidade da estrutura e as reduzidas dimensões (0,5 mm x 8 mm), a extrema raridade na ocorrência deve ser atribuída a peculiaridades do processo tafonômico ou descarte nas coletas.

Bioestratigrafia

Guerra-Sommer *et al.* (1998), reconsiderando zoneamento proposto anteriormente (Guerra-Sommer *et al.*, 1985), propõem um esquema bioestratigráfico informal a partir da distribuição bioestratigráfica de espécies de *Dicroidium* na Austrália e Argentina (Retallack, 1977; Petriella, 1983). As espécies procedentes do afloramento Passo das Tropas indicam um intervalo de tempo entre o topo do Anisiano e o topo do Ladiniano (Mesotriássico), sendo proposta a designação informal “Flora *Dicroidium odontopteroides*” para o intervalo estudado (Fig. 9).

Contexto Estratigráfico

Em termos de Estratigrafia de Sequências, as litologias sedimentares triássicas da Bacia do Paraná são atribuídas a diferentes ordens de hierarquia (Andreis *et al.*, 1980; Faccini, 1989, 2000; Scherer, 1994; Scherer *et al.*, 1995, 2000; Zerfass *et al.*, 2004).

Milani (2003), com base em critérios de estratigrafia de sequências, caracteriza a história deposicional da Bacia do Paraná produzindo Supersequências continentais controladas por tectonismo e mudanças climáticas. A Supersequência Triássico Superior é representada na

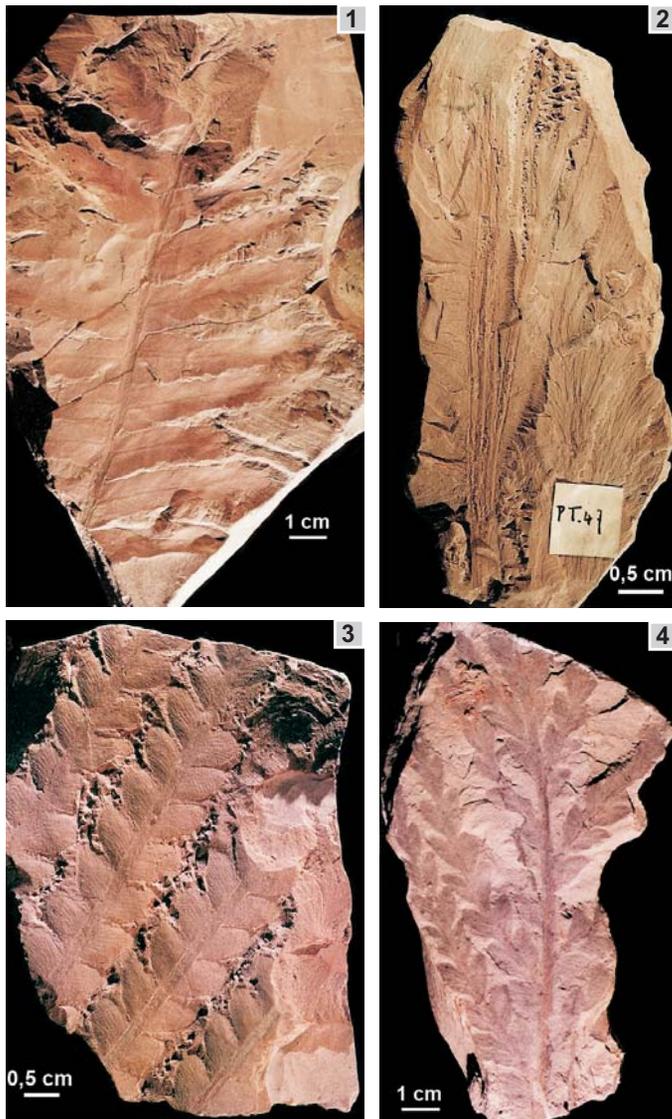


Figura 3 - (1) *D. lancifolium*; (2) *D. (Xylopteris) argentinum*; (3) *D. odontopteroides* var. *odontopteroides*; (4) *D. odontopteroides* var. *moltenense*.

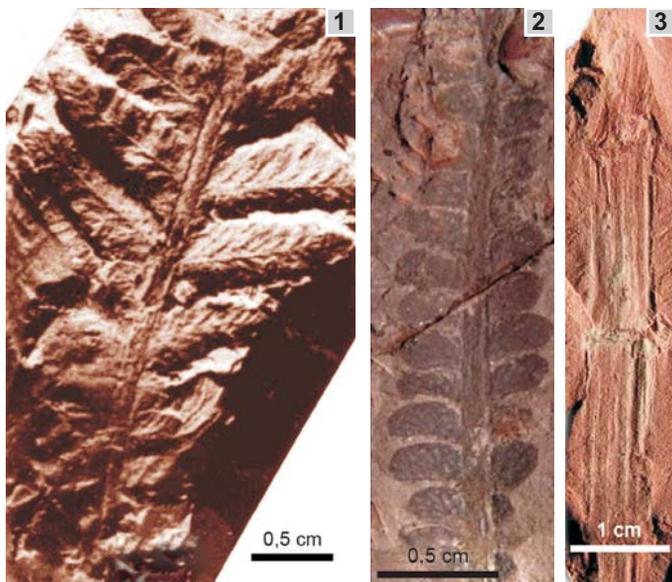


Figura 4 - (1) *Cladophlebis* sp.; (2) *Tetraptilon* aff. *Heteromerum*; (3) *Neocalamites* sp.

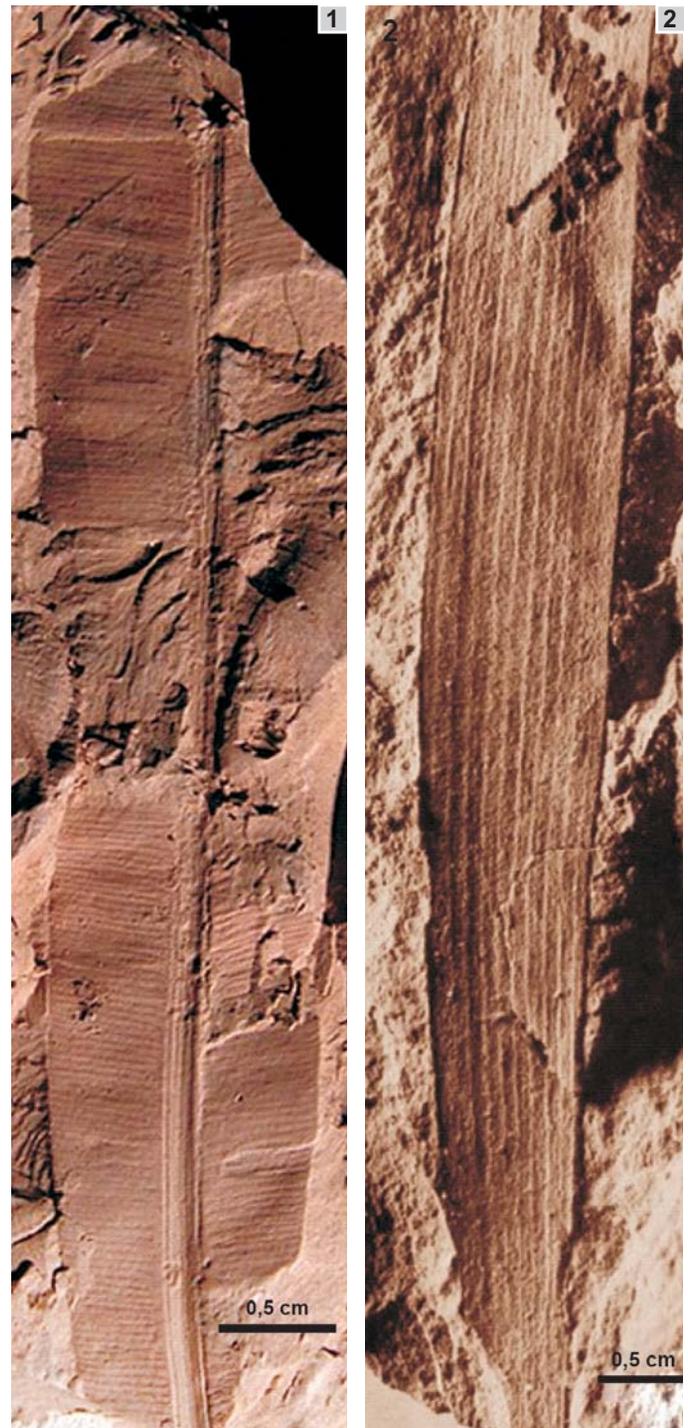


Figura 5 - (1) *Taeniopteris* sp.; (2) *Podozamites* sp.

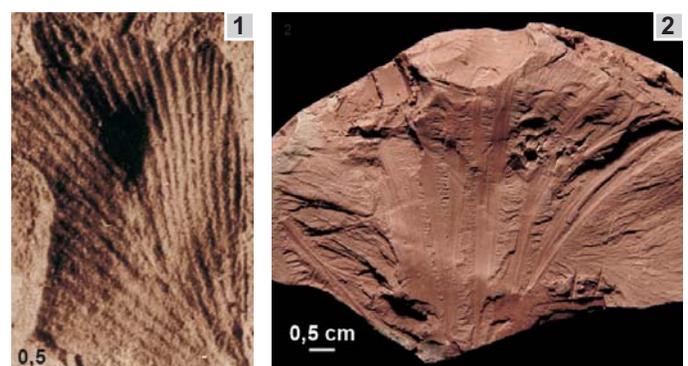


Figura 6 - (1) *Ginkgoites antarctica*; (2) *Sphenobaiera* sp.

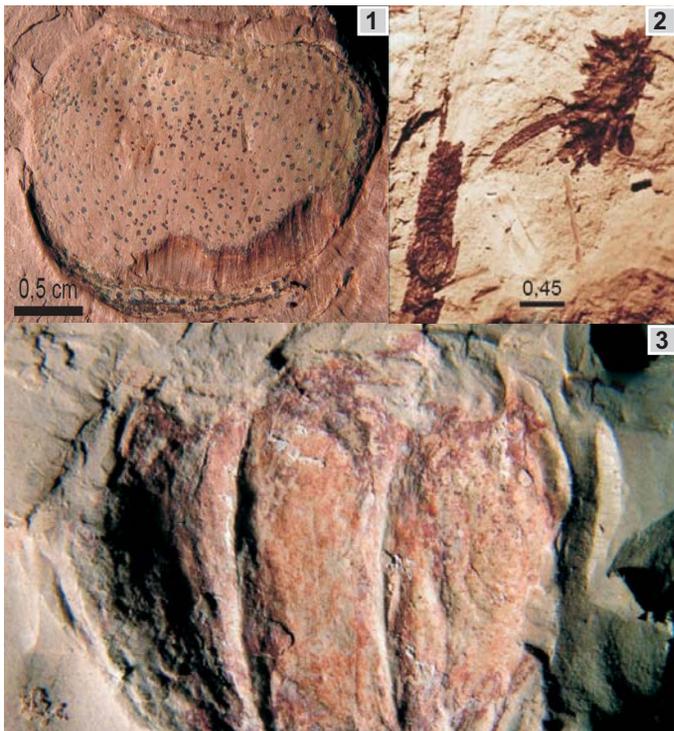


Figura 7 - (1) *Carpolithus* sp.; (2) *Pteruchus* sp.; (3) *Williamsonia* sp.

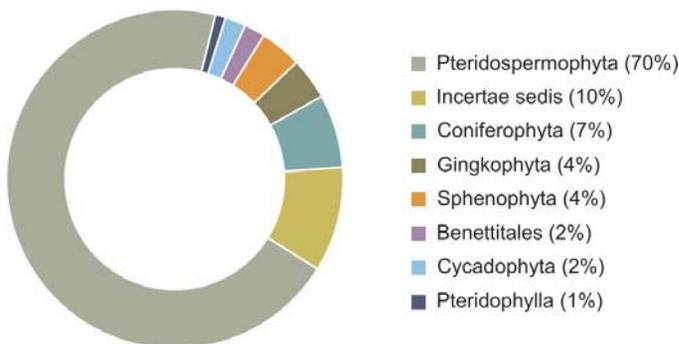


Figura 8 - Composição quantitativa da Paleoflora.
Figure 8 - Quantitative composition of the Paleoflora.

parte sul da bacia pela Formação Santa Maria, vinculada ao ambiente flúvio-lacustrino, constituindo a Supersequência Gondwana II.

Zerfass *et al.* (2003, 2004), analisando a história tectono-sedimentar das rochas sedimentares depositadas no sudoeste gonduânico (África do Sul, sul do Brasil e norte da Argentina), caracterizam a Supersequência Santa Maria, uma unidade de segunda ordem formada pela distensão crustal e formação de riftes interiores. Esta sucessão é subdividida em Sequência Santa Maria 1, Santa Maria 2, e Santa Maria 3, unidades de terceira ordem formadas por modificações faunísticas e florísticas do meio para o final do Triássico. Estas unidades correspondem parcialmente às cenozonas existentes.

A identificação de associações de vertebrados fósseis em diferentes afloramentos permitiu a construção de um arcabouço bioestratigráfico, composto por cenozonas e biozonas (Fig. 10). Embora esta ideia remonte aos trabalhos clássicos de Mário C. Barberena (Barberena, 1977), o esquema mais recente e atualizado foi apresentado por Schultz & Langer (2007), da seguinte forma:

- Cenozona de Therapsida (idade Eoladiniano, Sequência Santa Maria 1);
- Biozona de Traversodontídeos (idade Neoladiniano/Eocarniano ?, Sequência Santa Maria 1?);
- Cenozona de Rhynchosauria (idade Carniano, Sequência Santa Maria 2);
- Cenozona de Mammalianomorpha (idade Eonoriano, Sequência Santa Maria 2).

Neste esquema de cenozonas, elementos da Flora *Dicroidium* são encontrados apenas em litologias correspondentes à cenozona de Rhynchosauria, como no afloramento Passo das Tropas.

Da Rosa & Faccini (2005) delimitam blocos tectônicos em diferentes escalas para o Triássico sul-brasileiro, onde a estratigrafia é relativamente homogênea, quando

AGES SPECIES	TRIASSIC										
	EARLY			MIDDLE				LATE			
	SCYTHIAN			ANISIAN		LADINIAN					
	E.	M.	L.	E.	M.	L.	E.	L.	CAR.	NOR.	RHAET
<i>D. zuberi</i> var. <i>papilla turn</i>	—————										
<i>D. zuberi</i> var. <i>feistmantelii</i>	—————										
<i>D. aff. narrabeenense</i>	—————										
<i>D. dubium</i>	—————										
<i>D. zuberi</i> var. <i>zuberi</i>	—————										
<i>D. lancifolium</i>	—————										
<i>D. (Xylopteris) elongatum</i>	—————										
<i>D. odontopteroides</i> var. <i>remotum</i>	—————										
<i>D. odontopteroides</i> var. <i>odontopteroides</i>	—————										
<i>D. (Johnstonia) stelzneriana</i>	—————										
<i>D. odontopteroides</i> var. <i>moltenense</i>	—————										
<i>D. (Xylopteris) argentinum</i>	—————										

Figura 9 - Zoneamento bioestratigráfico proposto para a Flora *Dicroidium* na Bacia do Paraná, sul do Brasil (retirado de Guerra-Sommer *et al.*, 1999b).

Figure 9 - Biostratigraphic scheme for the *Dicroidium* Flora at Paraná Basin, southern Brazil (from Guerra-Sommer *et al.*, 1999b).

comparados aos blocos vizinhos. Neste contexto, o afloramento Passo das Tropas está posicionado no sub-bloco Cidade (Bloco Santa Maria; Da Rosa & Faccini, op. cit.), sendo este o único lugar onde a seção completa do Triássico Médio e Superior pode ser visualizada (Fig. 11).

Em um grau de maior detalhe, o afloramento Passo das Tropas foi recentemente mapeado com a tecnologia de radar de imageamento raso (GPR, *ground penetrating radar*), pela equipe do projeto GEOARQ-UNISINOS (Geometria e Arquitetura de Rochas Sedimentares), porém os dados continuam em análise, e não disponíveis. O uso desta tecnologia permitirá melhor reconhecer as relações tridimensionais entre os corpos arenosos e o histórico da variação fluvial nas planícies de inundação triássicas.

Descrição Geológica

Nesse afloramento ocorre um pacote de mais de 20 metros de espessura, de arenitos conglomeráticos vermelho-claros e amarelos, friáveis, feldspáticos, finos a grossos, com estratificações cruzadas de tipo irregular e planar, contendo seixos e grânulos arredondados de quart-

zo e clastos de argila e siltito, em tonalidades de vermelho e púrpura, milimétricos a decimétricos, dispostos desordenadamente na matriz arenosa. Esses clastos, que podem estar ocasionalmente limonitizados, são fossilíferos, ricos em elementos da Flora *Dicroidium*, além de ocorrerem escamas de peixes (Lima *et al.*, 1984), insetos (Pinto, 1956) e conchostráceos (Kato, 1971; Gallego, 1996).

Estudos de paleoalterações (modificações pós-deposicionais, pedogênicas ou freáticas) em rochas triássicas da região central do Rio Grande do Sul apontaram a presença de processos modificadores, e consequentemente da preservação dos vertebrados fósseis, segundo um padrão de distanciamento dos canais (Da Rosa, 2005). O afloramento Passo das Tropas, neste contexto, mostra poucas e raras paleoalterações pedogênicas.

Contexto Hidrológico

Atualmente, o Aquífero Guarani tem grande destaque como a maior reserva de água subterrânea disponível. Neste contexto, pode-se dizer que diversas litologias compõem este aquífero, possuindo uma estratigrafia

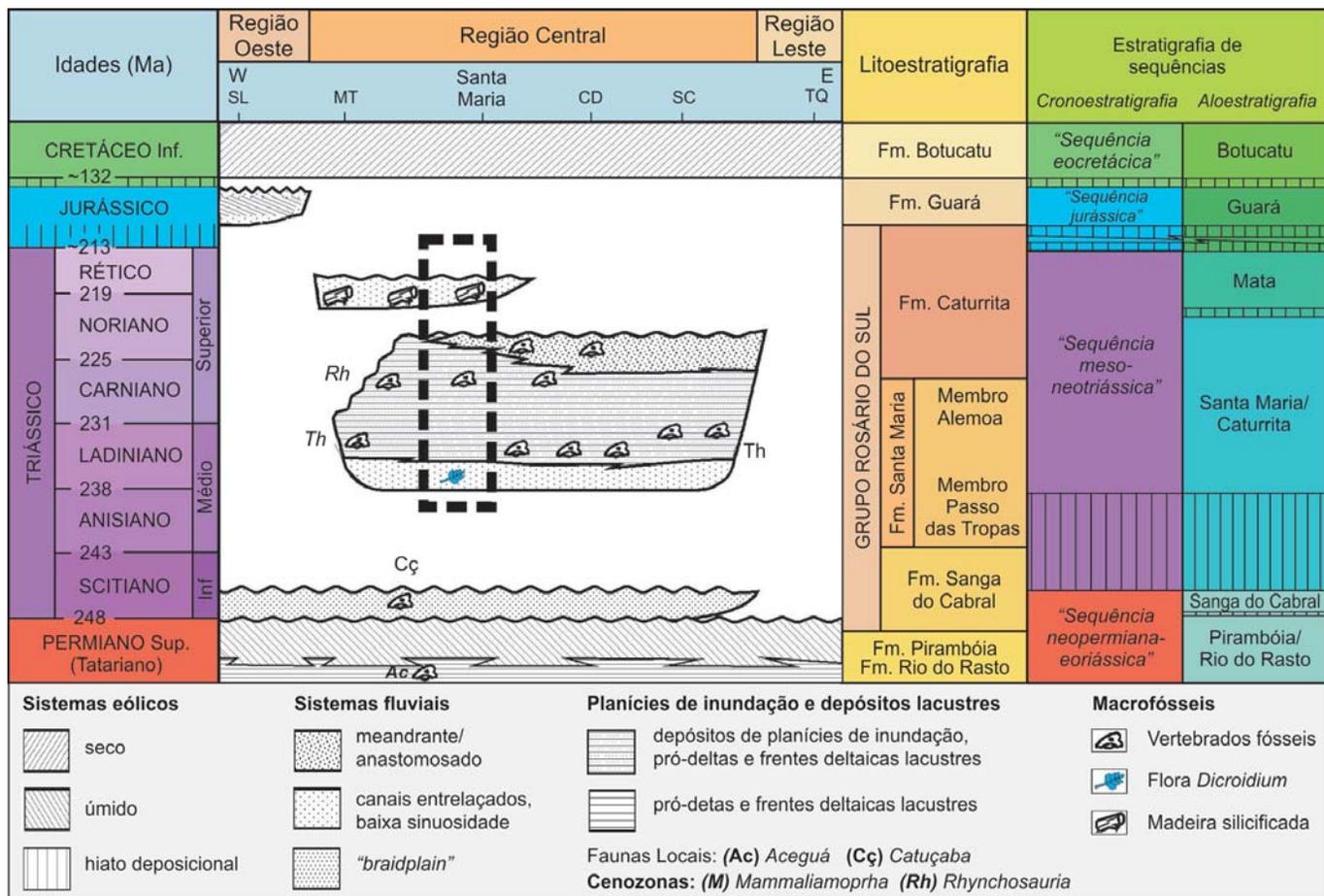


Figura 10 - Arcabouço estratigráfico da região central do RS, com especial interesse para a região de Santa Maria (retângulo tracejado) e o posicionamento do afloramento Passo das Tropas e da Flora *Dicroidium* (modificado de Da Rosa & Faccini, 2005).

Figure 10 - Stratigraphic framework for the central region of RS state, focusing the region of Santa Maria city (stippled rectangle) and positioning of the Passo das Tropas outcrop and *Dicroidium* Flora (modified from Da Rosa & Faccini, 2005).

própria em cada região, por isso sendo considerado como um sistema aquífero complexo.

Na região central do Rio Grande do Sul, o Sistema Aquífero Guarani é composto, do mais jovem para o mais antigo, por um conjunto de litologias de características diferentes (Faccini *et al.*, 2003; Giardin & Faccini, 2004):

- Formação Botucatu (Eocretáceo), aquífero;
- Formação Caturrita (Neotriássico), aquífero;
- Formação Santa Maria (Meso-Neotriássico), dividida em Membro Alemoa (aquicluda) e Membro Passo das Tropas (aquífero).

Dentre estas litologias, pode-se afirmar que o Aquífero Passo das Tropas é regionalmente o mais importante, com relação às características de permo-porosidade e

qualidade das águas subterrâneas (Garcia *et al.*, 2003; Wankler *et al.*, 2007), reforçando a necessidade de proteção desta região.

Reconstrução Paleoambiental

As características sedimentológicas presentes nos arenitos do afloramento Passo das Tropas (estruturas sedimentares, intraclastos, conteúdo fossilífero) permitem visualizar um paleoambiente formado por pequenos lagos temporários de planície de inundação, com peixes, insetos e conchostráceos, além da vegetação do entorno, relativamente próximos aos canais de rios de média e alta sinuosidade. Periodicamente, as inundações, após

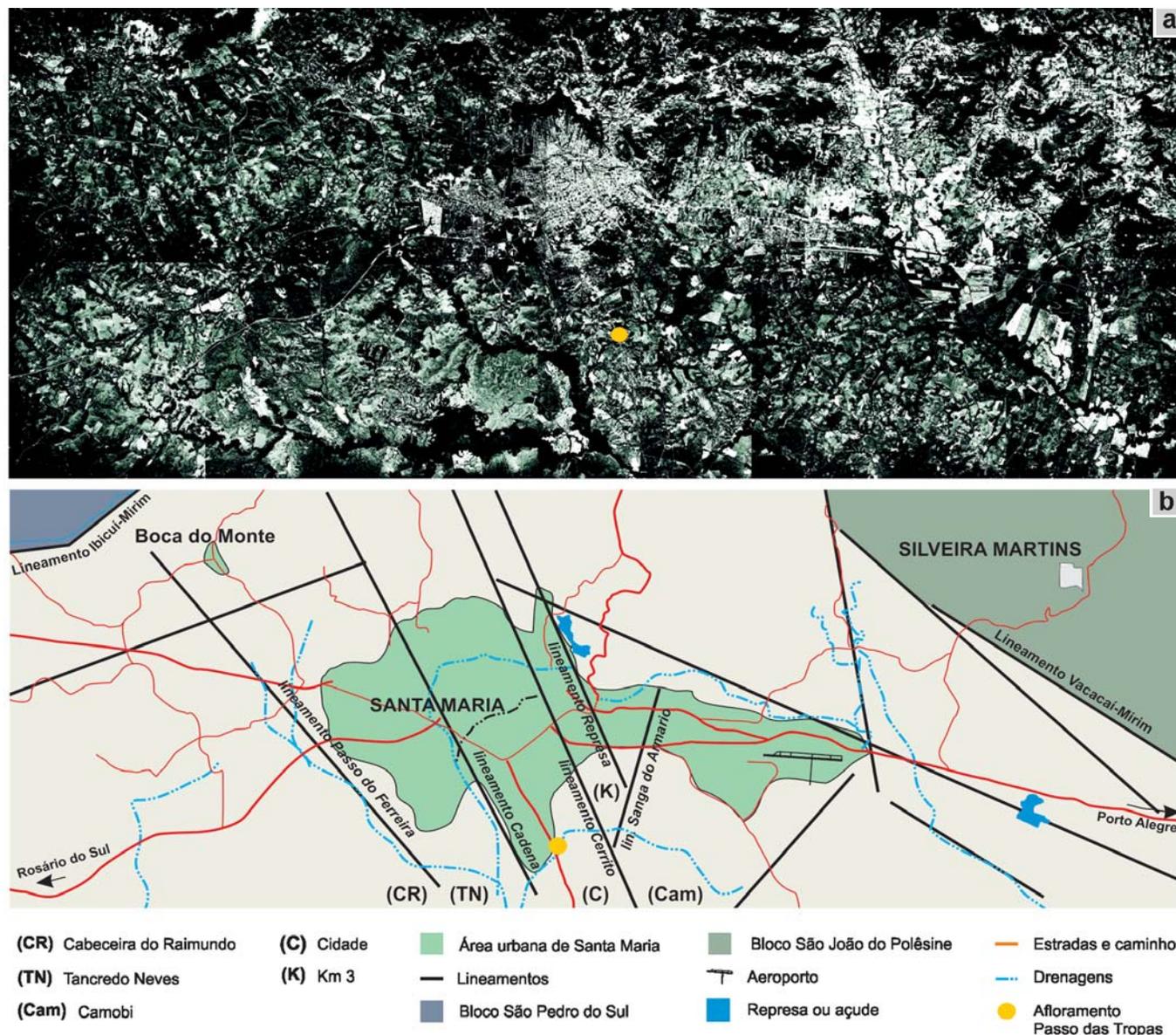


Figura 11 - (a) Mosaico de ortofotos aéreas, escala original 1:25.000, da região urbana de Santa Maria, com localização do afloramento Passo das Tropas (círculo amarelo); **(b)** Identificação de sub-blocos estruturais, onde a estratigrafia é menos perturbada por processos pós-tectônicos (modificado de Da Rosa & Faccini, 2005).

Figure 11 - (a) Photomosaic of (originally) 1:25.000 orthophotos of the urban area at the Santa Maria town, with location of the Passo das Tropas outcrop (yellow circle); **(b)** Identification of structural sub-blocks, with less post-tectonically disturbed stratigraphy (modified from Da Rosa & Faccini, 2005).

períodos de seca prolongada, devem ter possibilitado a preservação deste paleoambiente, pela variação brusca de descarga fluvial e formação de barras arenosas, com seixos e intraclastos, com localizada deposição de níveis lenticulares argilosos.

INTERPRETAÇÃO PALEOECOLÓGICA E PALEOCLIMATOLÓGICA

O predomínio de elementos higro-mesófilos associados a formas mesoxerófilas, característico da flora *Dicroidium* no afloramento Passo das Tropas, caracteriza uma tafofácies típica de planície de inundação em sistemas fluviais (Scott & Collinson, 1983; Scheihing & Pfefferkorn, 1984). A preservação de frondes de *Dicroidium*, com pinas bem integradas ao raquis, e a presença de estruturas reprodutivas de tipo *Pteruchus* ainda articuladas, sugerem um restrito transporte desde a área fonte, caracterizando processo hipoautóctone de deposição.

A tafoflora assemelha-se à fitoassociação “*Dicroidietum odontopteroidium*” (Retallack, 1977) onde predominam espécies de *Dicroidium* com limbo mais desenvolvido, relacionadas a depósitos de planícies de inundação originadas em sistemas fluviais. A presença, embora muito rara (5%), de formas com limbo das pínulas muito reduzido, possibilita uma correlação com a fitoassociação “*Dicroidietum odontopteroidium xyloptosum*”, correspondendo à vegetação de ambientes mais xerofíticos e/ou mais perturbados da planície de inundação (depósitos de rompimentos de canais, barras de canal, etc.)

As Sphenophyta (*Neocalamites*: 4%) e Pteridophylla com provável afinidade com filicófitas (*Cladophlebis* e *Tetraptilon*: 1%), muito raras na associação, compõem a vegetação de terrenos muito úmidos frequentemente de soto-bosque (Retallack, 1977).

As coníferas (*Podozamites*) de porte arbustivo, provavelmente correspondiam a formas de soto-bosque; a frequente ocorrência dessas folhas associadas a níveis de *Estheria*, um conchostráceo característico de corpos lacustres efêmeros, pode estar relacionada à deciduidade e oscilações climáticas sazonais, pois esses conchostráceos são considerados fósseis-índice em fácies não-marinhas restritas, vivendo em lagos efêmeros, em zonas climáticas quentes e subáridas (Frank, 1988). Cada assembleia preservada representa uma fase estacional, apontando para restrições hídricas periódicas (Tasch, 1969). Esses dados estão de acordo com as hipóteses de Faccini (1989) e Scherer (1994), que indicam, através de análises faciológicas, intenso controle climático sobre a sedimentação durante a deposição da Formação Santa Maria, e com a hipótese de modificação do padrão paleoclimático em direção ao final do Triássico (Scherer & Holz, 1995; Holz & Scherer, 2000).

As Ginkgophyta (*Ginkgoites*, *Sphenobaiera*: 4%) representam elementos mesoxerófilos e deviam predominar nos terrenos mais elevados e melhor drenados no amplo complexo da planície fluvial (Retallack, 1977). A dominância de padrões morfológicos foliares altamente recortados em ginkgophytas (*Sphenobaiera*), em relação a padrões pouco recortados (*Ginkgoites*), leva a inferir defesa contra dissecação ocorrente em altas temperaturas.

Estudos recentes sobre a herbivoria de vertebrados fósseis apontaram a possibilidade de alimentação de dicinodontes e cinodontes a partir de elementos da Flora *Dicroidium* (Schwanke, 1998; Souto, 1998, 2001). A significativa representatividade de *Carpolithus* (10%), considerada como semente “latu sensu”, permite vagas inferências a respeito da dieta de determinados répteis herbívoros (Rhynchosauria) contemporâneos a essa paleoflora, que apresentavam adaptações maxilo-mandibulares para trituração de sementes.

Considerando os parâmetros taxonômicos, bioestratigráficos e paleoecológicos de todos elementos que compõem a Flora *Dicroidium* ocorrente de forma mais expressiva no afloramento Passo das Tropas, sul da Bacia do Paraná (paleolatitudes aproximadas de 48° S; Zalán *et al.*, 1991) e comparando-os com a distribuição biogeográfica da vegetação global no Mesotriássico (Rees *et al.*, 2000), pode-se inferir que as características dos diferentes taxa da tafoflora permitem, mais adequadamente, sua inclusão na zona de transição entre o bioma tropical e temperado cálido (‘warm temperate’) definidos por Ziegler *et al.* (1993).

SINOPSE SOBRE A ORIGEM, EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E IMPORTÂNCIA DO SÍTIO

O afloramento Passo das Tropas foi reconhecido pela primeira vez na década de 1950, quando da abertura da estrada que ligava Santa Maria a São Sepé. As margens desta estrada permitiam reconhecer camadas de arenitos e pelitos intercalados, onde era possível reconhecer impressões vegetais. Não raro se podia observar o Prof. Irajá Damiani Pinto e seus alunos, sentados à beira da estrada, quebrando pequenos pedaços de rocha, em busca de fósseis (Beltrão, 1965). Tais iniciativas levaram à descoberta de asas de insetos, fragmentos de conchas, escamas de peixes, além das impressões vegetais (Gordon & Brown, 1952; Pinto, 1956; Beltrão, 1965; Lima *et al.*, 1984; Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 2000).

Os arenitos preservados nesse afloramento registram a existência de um rio de moderada energia e sinuosidade, que em suas margens e planície de inundação apresentava pequenos lagos efêmeros (Fig. 12), às vezes erodidos e seus resquícios incorporados ao canal fluvial

na forma de pelotas de argila retorcida (intraclastos pelíticos). Esse paleoambiente particular era ocupado por pequenos artrópodes (insetos e conchostráceos), por peixes e por uma vegetação de pequeno porte (Flora *Dicroidium*).

As impressões vegetais da Flora *Dicroidium* auxiliam os pesquisadores a reconhecer uma antiga conexão entre os continentes da América do Sul, África, Índia, Antártida e Austrália, que compuseram no passado o supercontinente Gondwana. Os demais componentes da flora e da fauna, bem como a leitura das rochas sedimentares aí presentes, auxiliam também no reconhecimento desse paleoambiente e de suas características paleoclimáticas.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Vulnerabilidade do Sítio a Atividades de Mineração ou Degradação Ambiental

A porção original do afloramento onde foram encontrados os intraclastos fossilíferos corresponde à faixa de domínio da rodovia, infelizmente abandonada (Pinto, 1956; Beltrão, 1965; Lima *et al.*, 1984; Fig. 13).

Uma ampla área particular, em ambos lados da rodovia, é utilizada para retirada de areia para construção e colocação de lixo (restos vegetais, entulhos de construção, e cimento/concreto). Além de levar à destruição do afloramento, estas ações têm importantes repercussões quanto ao aspecto hidrológico, dadas as características do Aquífero Passo das Tropas, como área de recarga do mesmo.

O Departamento Nacional de Infra-Estrutura (DNIT) é responsável pela manutenção da faixa de domínio da rodovia BR 392, enquanto a liberação de uso das áreas particulares tem sido dada pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Luis Henrique Roessler (FEPAM) e pela Secretaria Municipal de Proteção Ambiental.

Medidas Atuais

Esse afloramento consta como um sítio fossilífero no mapa temático paleontológico do Plano Diretor para o Desenvolvimento Urbano e Arquitetônico (PPDUA) de Santa Maria, elaborado pelo Escritório da Cidade, ligado à Prefeitura Municipal de Santa Maria. O mapa de sítios fossilíferos constante no PPDUA foi construído com base em levantamento realizado por Da Rosa (2004).

Em cada sítio foi criada uma área de proteção no entorno, com um raio de 50 a 100 m, podendo ser maior quando engloba um conjunto de afloramentos. Como este afloramento encontra-se praticamente isolado, só a área junto à rodovia tem sua proteção assegurada no momento. As áreas marginais à rodovia dependem de aprovação dos órgãos ambientais municipal (Secretaria Municipal de Proteção Ambiental) e estadual (FEPAM) para sua utilização sócio-econômica.

Sugestões dos Autores

O afloramento necessita ser protegido, física e legalmente, para preservação do contexto geológico, e possível utilização sócio-econômica e educativa, como por exemplo, o turismo.

Sugerem-se as seguintes medidas de preservação:

- fiscalização e campanha educativa (palestras, sinalização, etc) da área contra a colocação de lixo e entulho;
- exposição do arenito em parede junto ao afloramento leste, com colocação de resina e toldo de proteção, de forma a permitir a passagem de luz (telhas de vidro ou acrílico transparente);
- colocação de outdoor com imagens e textos explicativos sobre a Flora *Dicroidium* e a importância de sua preservação;
- construção de passarela, com totens explicativos.



Figura 12 - Reconstrução paleoambiental dos canais fluviais e planície de inundação registrados no afloramento Passo das Tropas, com sua fauna e flora característicos. Desenho de Francieli Garlet sob orientação de Atila da Rosa.

Figure 12 - Paleoenvironmental reconstruction of the fluvial channels and floodplain recorded at the Passo das Tropas outcrop, with its characteristic fauna and flora. Sketch from Francieli Garlet under orientation of Atila da Rosa.



Figura 13 - Aspecto da porção marginal (“valeta”) da rodovia BR 392, com afloramento fossilífero dos arenitos com intraclastos do Membro Passo das Tropas, Formação Santa Maria, Triássico da Bacia do Paraná. Note-se a disposição de entulhos de construção, em primeiro plano, e a proximidade com o acostamento da rodovia.

Figure 13 - Aspect of the margin of the BR 392 road, with intraclastic fossiliferous sandstones of the Passo das Tropas Member, Santa Maria Formation, Triassic of the Paraná Basin. Note the disposal of construction garbage on the foreground, and closeness to the road margin.

REFERÊNCIAS

- Anderson, H.M.; Anderson, J.M. 1970. A preliminary review of the uppermost Permian, Triassic and lowermost Jurassic of Gondwana land. *Paleontologia africana*, **13**: 1-22.
- Andreis, R.R.; Bossi, G.E.; Montardo, D.K. 1980. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Anais, 31º Congresso Brasileiro de Geologia*, Camboriú, **2**, 659-673.
- Barberena, M. C. 1977. Bioestratigrafia preliminar da Formação Santa Maria. *Pesquisas*, **7**, 111-129.
- Beltrão, R. 1965. Paleontologia de Santa Maria e São Pedro do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto de Geociências UFSM*, **2**:5-114.
- Bolzon, R.T. 1995. A vegetação triássica do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Comun. Mus. Ciên. Tecn. UBEA/PUCRS. Sér. Ciên. Terra*, **1**:69-74.
- Bortoluzzi, C.A. 1974. Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, **4** (1), 7-86.
- Bortoluzzi, C.A. 1975. Étude de quelques empreintes de la flore gondwanienne du Brésil. *Actes du 95 ième Congrès National des Sociétés Savantes, Sciences*, Reims, France (1970), **t. III**, 171-187.
- Bortoluzzi, C.A.; Barberena, M. 1967. The Santa Maria Beds in Rio Grande do Sul (Brazil). In: *Problems in Gondwana Geology*, (Bigarella, J. J., Becker, R. D. and Pinto, I. D. eds.), pp. 169-196. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 344p.
- Bortoluzzi, C.A.; Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M. 1983. Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil. 1. Equisetales, Ginkgoales, Coniferales e Pteridophylla. *Anais, 8º Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Rio de Janeiro, **2**, 539-549.
- Bortoluzzi, C.A.; Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M. 1984. Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil. II. Representantes de Pteridospermopsida e Pteridophylla. IV Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos, USP, São Paulo. *Boletim IG*, **15**: 105-115.
- Bortoluzzi, C.A.; Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M., 1985. A Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: III Dicroidium odontopteroides, Dicroidium zuberi e variações relacionadas a estas espécies. *Pesquisas*, **17**: 215-232.
- Da Rosa, Á.A.S. 2004. Sítios fossilíferos de Santa Maria, RS. *Ciência & Natura*, **26**(2):75-90. [disponível em http://cascavel.ufsm.br/revista_ccne/ojs/index.php/cienciaenatura/article/view/23/28, acessado em 07 de maio de 2008]
- Da Rosa, Á.A.S. 2005. *Paleoalterações em Depósitos Sedimentares de Planícies Aluviais do Triássico Médio a Superior do Sul do Brasil: Caracterização, Análise Estratigráfica e Preservação Fossilífera*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Área de Concentração: Geologia Sedimentar, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo-RS, 2 vol., 211 p, anexos.
- Da Rosa, Á.A.S.; Faccini, U.F. 2005. Delimitação de blocos estruturais de diferentes escalas em sequências mesozóicas na região central do estado do rio grande do sul: implicações bioestratigráficas. *Gaea*, UNISINOS, São Leopoldo/RS, **1**(1):16-23.
- Da Rosa, Á.A.S.; Pimentel, N.L.V.; Faccini, U.F. 2004. Paleoalterações e carbonatos em depósitos aluviais na região de Santa Maria, Triássico Médio a Superior do Sul do Brasil. *Pesquisas em Geociências*, **31**(1):3-16.
- Faccini, U.F. 1989. *O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul. Brasil*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de mestrado, 121p.
- Faccini, U.F. 2000. *Estratigrafia do Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: Estilos Depositionais versus Espaço de Acomodação*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 297 p., 2 vol.
- Faccini, U.F.; Giardin, A.; Machado, J.L.F. 2003. Heterogeneidades litofaciológicas e hidroestratigrafia do Sistema Aquífero Guarani na região central do estado do Rio

- Grande do Sul, Brasil. **In:** Paim, P.S.G.; Faccini, U.F. & Netto, R.G. (eds.), *Geometria, arquitetura e heterogeneidades de corpos sedimentares – estudos de casos*. Edição PPGeo-UNISINOS – Editora Unisinos, p. 147-173.
- Frank, P.W. 1988. Conchostraca. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **62**:399-403.
- Gallego, O. 1996. Revisión de algunos conchostracos de la Formación Santa Maria (Triásico Médio) de Rio Grande do Sul (Brasil). *Acta Geologica Leopoldensia*, **19**(43):59-76.
- Garcia, A.J.V.; Armelenti, G.; Goldberg, K.; Faccini, U.F. 2003. Controle diagenético na evolução e distribuição do espaço permoporoso do aquífero Passo das Tropas, Santa Maria, RS. **In:** Paim, P.S.G.; Faccini, U.F.; Netto, R.G. (eds.), *Geometria, arquitetura e heterogeneidade de corpos sedimentares – Estudo de casos*. Convênio UNISINOS – FINEP – PETROBRAS, São Leopoldo/RS, p. 174-186.
- Giardin, A.; Faccini, U.F. 2004. Complexidade hidroestratigráfica e estrutural do Sistema Aquífero Guarani: abordagem metodológica aplicada ao exemplo da área de Santa Maria-RS, Brasil. *Rev. Águas Subterrâneas*, **18** (Janeiro 2004):39-54.
- Gordon, Jr. M.; Brown, R. 1952. Plantas Triássicas do Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos, Divisão de Geologia e Mineralogia*, **54**, 1-7.
- Guerra-Sommer, M.; Klepzig, M. 2000. The Triassic Taphoflora from Paraná Basin, Southern Brazil: an overview. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**(3):477-481.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M.; Bortoluzzi, C.A. 1985. A Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Brasil e sua Importância Bioestratigráfica. Memória, *3º Congresso Latinoamericano de Paleontologia y Simposio sobre Floras del Triásico Tardío, Su Fitogeografía y Palaeoecología*, Mexico, 33-41.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M.; Ianuzzi, R.; Alves, L.S.R., 1999a. A Flora *Dicroidium* no Rio grande do Sul: implicações bioestratigráficas. *Pesquisas*, **22**(1):3-9.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M.; Ianuzzi, R., 1999b. The Triassic taphoflora of the Paraná Basin, southern Brazil: a biostratigraphical approach. *Journal of African Earth Sciences*, **29**:2493-255.
- Holz, M.; Scherer, C.M.S. 2000. Sedimentological and paleontological evidence of paleoclimatic change during the South Brazilian Triassic: the register of a global trend towards a humid paleoclimate. *Zbl. Geol. Paleont., Stuttgart*, T.1 (11-12), 1589-1609.
- Katoo, Y. 1971. *Conchostráceos mesozóicos do sul do Brasil: contribuição à estratigrafia das formações Santa Maria e Botucatu*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 87 p.
- Kerp, H., Abu, H., Abdallah, M.B., Bandel, K., Niemann, B. 2003. *Dicroidium*, a typical Triassic Gondwana element in the Upper Permian of the paleotropics. **In:** International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy, 15th, Utrecht, Abstracts, p 272.
- Lima, M.C.F.S.; Richter, M.; Lavina, E.L.C. 1984. Paleoiociologia da Formação Santa Maria (Grupo Rosário do Sul), RS – Brasil. **In:** Congresso Brasileiro de Geologia., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais ...Rio de Janeiro/RJ, SBG*, p.563-573.
- Milani, E.J. 2003. Estratigrafia da Bacia do Paraná – Algumas considerações metodológicas. **In:** I Encontro sobre a Estratigrafia do Rio Grande do Sul: Escudo e Bacias, Porto Alegre, Anais, 18-22.
- Milani, É.J.; Faccini, U.F.; Scherer, C.M.; Araújo, L.M.; Cupertino, J.A. 1998. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. *Boletim do IG-USP*, São Paulo, p. 125-173.
- Petriella, B. 1978. La reconstrucción de *Dicroidium* (Pteridospermopsida, Corystospermaceae). *Obra del Centenario del Museo de La Plata*, **5**: 107-110.
- Petriella, B. 1981. Sistemática y vinculaciones de Corystospermaceae H. Thomas. *Ameghiniana*, **18** (3-4), 221-234.
- Petriella, B. 1983. Sinopsis de las Corystospermaceae (Corystospermales, Pteridospermophyta) de la Argentina: III Troncos y Cronoestratigrafia. *Ameghiniana*, **20** (1/2), 41-46.
- 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*, **5** (1), 75-87.
- Rees, P.M.; Ziegler, A.M.; Valdes, P.J. 2000. Jurassic phyto-geography and climates; new data and model comparisons. **In:** Hueber, P. M., Macleod, K.G & Wing, S.L. Eds. *Warm Climates in Earth History*. Cambridge University Press: 297-318.
- Retallack, G. 1977. Reconstructing Triassic vegetation of Eastern Australasia: a new approach for the Biostratigraphy of Gondwanaland. *Alcheringa*, **1**, 247-77.
- Scheihing, M.H.; Pfefferkorn, H.W., 1984. The taphonomy of land plants in the Orinoco Delta: A model for the incorporation of plant parts in clastic sediments of late Carboniferous age of Euroamerica. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **41**: 205-240.
- Scherer, C.M. 1994. *Análise Faciológica e Bioestratigráfica do Triássico Superior (topo da Formação Santa Maria) na Região de Candelária, Rio Grande do sul. Curso de Pós-Graduação em Geociências Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, 102p.
- Scherer, C.M.S.; Holz, M. 1995. Aspectos climáticos do Triássico Superior: uma visão global. *Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. UBEA/PUCRS*, Série Ciências da Terra, Porto Alegre, **1**:33-42.
- Scherer, C.M.; Faccini, U.F.; Lavina, E.L. 2000. Arcabouço estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. **In:** Holz, M.; De Ros, L.F. (organizadores), *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, p. 335-354.
- 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. *Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. UBEA/PUCRS*, Série Ciên. Terra, **1**:43-50.

- Schwanke, C. 1998. *Estabelecimento de rotas de dispersão mediante o estudo da herbivoria em dicinodontes*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências, 256 p., 2 vol.
- Scott, A.C.; Collinson, M.E. 1983. Investigation on Fossil Plant Beds. Part I: The Origin of Fossil Plants and Their Sediments. *Geology Teaching*, V. 7, N. 4:114-22.
- Souto, P.R.F. 1998. *Coprolitos da Formação Santa Maria (Rio Grande do Sul) Triássico da Bacia do Paraná*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 131 p.
- Souto, P.R.F. 2001. Tetrapod coprolites from the Middle Triassic of Southern Brazil. *Gaia*, 16:51-57
- Tasch, P. 1969. Brachiopoda. In: Moore, R.C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part R, Arthropoda 4, 129-191.
- Wankler, F.L.; Faccini, U.F.; Silva, P.L. 2007. Contribuição ao Estudo do Aquífero Passo das Tropas, Região de Santa Maria, RS: Compartimentação Estrutural e sua influência no Comportamento Hidrogeológico. In: XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e I Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste, 2007, Gramado. *Boletim de Resumos*, p. 1-11.
- Yao, X.; Taylor, T.N.; Taylor, E.L. 1995. The corystosperm pollen organ *Pteruchus* from the Triassic of Antarctica. *American Journal of Botany*. 82(4): 535-546.
- Zalán, P.V.; Wolff, S.; Conceição, J.C.J.; Marques, A.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Zanotto, G.A. 1990. Bacia do Paraná. In: Raja Gabaglia, G.P. & Milani, E.J. (coords.) 1991. *Origem e Evolução das Bacias Sedimentares*. CENPES-PETROBRÁS, 2ª edição, p. 135-168.
- 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 palaeogeography and palaeoclimate. *Sedimentary Geology*, 161(1-2):85-105.
- Zerfass, H.; Chemale Jr., F.; Schultz, C.L.; Lavina, E.L. 2004. Tectonics and sedimentation in southern South America during Triassic. *Sedimentary Geology*. 166, 265-292.
- Ziegler, A.M.; Parrish, J.; Yao, E.D. et al. 1993. Early Mesozoic phytogeography and climate. In: Palaeoclimates and heir modeling with special reference to the Mesozoic Era. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Ser. B, 341.

* Publicado na Internet em 4/10/2009 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio084/sitio084.pdf>

¹ Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia, Departamento de Geociências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria – DEPGCC-CCNE-UFSM, Av. Roraima, n. 1000, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. atila@smail.ufsm.br

² Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IG-UFRGS, Av. Bento Gonçalves, n. 9500, 91590-900, Porto Alegre, RS, Brasil. margot.sommer@ufrgs.br miriam.klepzig@ufrgs.br



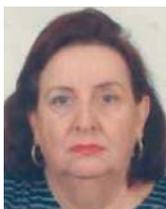
ÁTILA AUGUSTO STOCK DA ROSA

Graduado em Geologia pela UFRGS (1992), mestre e doutor em Geologia, Área de Concentração: Geologia Sedimentar pela UNISINOS (1996, 2005); Docente e Orientador de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Patrimônio Cultural (UFSM). Coordena o Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia (Dep. Geociências – UFSM), onde realiza atividades de ensino, pesquisa e extensão sobre os fósseis da região central do RS, com especial interesse sobre os vertebrados do Triássico e Pleistoceno, visando refinar as reconstruções paleoambientais existentes. [<http://lattes.cnpq.br/9474621147155251>]



MARGOT GUERRA-SOMMER

Graduada em História Natural pela UFRGS (1970), mestrado (1973) e doutorado em Geociências pela UFRGS (1989); Docente e Orientadora de Mestrado e Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS. Desenvolve pesquisas nos seguintes temas: anéis de crescimento em lenhos fósseis e interpretações paleoclimáticas; taxonomia de lenhos permineralizados de bacias permianas e mesozóicas; estrutura de epidermes vegetais fósseis; índices estomatíferos como indicadores de CO₂ paleoatmosférico, análises paleobotânicas e a definição de biomas paleozóicos e mesozóicos; roof-shale floras e sua relação com a biomassa de carvões gondwânicos. [<http://lattes.cnpq.br/4795625711251863>]



MIRIAM CAZZULO-KLEPZIG

Possui graduação em História Natural Bacharelado e Licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1959), mestrado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1978) e doutorado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001). Desenvolveu atividades como pesquisador junto ao Instituto de Geociências desde 1978 até 2008. Atualmente é pesquisador convidado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Palinologia, atuando principalmente nos seguintes temas: palinologia, paleobotânica, palinoestratigrafia, carvões, geocronologia, paleoecologia e Gondwana. [<http://lattes.cnpq.br/2923090372095113>]

SIGEP 084 - PASSO DAS TROPAS, SANTA MARIA, RS

PROPOSTA DA ÁREA DE PROTEÇÃO



VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
1	29°44'30,95''S	53°47'37,80''W
2	29°44'33,33''S	53°47'30,10''W
3	29°44'36,82''S	53°47'29,06''W
4	29°44'41,31''S	53°47'32,59''W
5	29°44'39,96''S	53°47'45,40''W
6	29°44'34,61''S	53°47'46,92''W
7	29°44'32,43''S	53°47'39,92''W

Polígono da área de proteção proposto por: Átila Augusto Stock da Rosa (atila@smail.ufsm.br)

Data da proposta: 15/02/2013