

Pesquisas em Geociências

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

Considerações sobre a Geologia da Área dos Afloramentos Fossilíferos de São Sapé - RS

Carlos Alfredo Bortoluzzi, Péricles Veiga

Pesquisas em Geociências, 14 (14): 23-36, set./dez., 1981.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21731>

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 - set./dez., 1981.

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

CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA DA ÁREA DOS AFLORAMENTOS FOSSILÍFEROS DE SÃO SEPÉ – RS

Carlos Alfredo Bortoluzzi*
Péricles Veiga**

SINOPSE

O trabalho concerne a um afloramento de rochas fossilíferas silicificadas da região de São Sepé, centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Realizou-se um mapeamento geológico de uma área de 165 km², objetivando visualizar as inter-relações entre as formações gonduânicas presentes na região. Discute-se a posição estratigráfica das rochas fossilíferas em função de seus atributos temporais e espaciais. São feitas considerações sobre a idade dos sedimentos, com base nos restos fósseis associados (impressões de vegetais, palinómorfs e lamelibrânquios) sobre os processos responsáveis pela silicificação das rochas e a respeito do ambiente de sedimentação.

ABSTRACT

Since the year of 1950, the actual stratigraphic situation of some gondwanic fossiliferous rocks in the central part of the State of Rio Grande do Sul is under discussion. The rocks lie directly on the Precambrian cristaline basement or as micrograben structures enclosed in it.

In order to visualize the relationships between the rocks of the region, the authors performed a geologic mapping over an area of about 165 km². A discussion about the stratigraphic position of the fossiliferous sediments in reference to their spatial and temporal attributes is presented. Processes responsible for the silicification of the rocks are also discussed.

Some comments on the age of the fossiliferous content and the depositional environment are made as well.

1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 1950 é conhecido, na região de São Sepé, um afloramento de siltitos e ruditos arcossianos muito endurecidos, que descansam sobre rochas graníticas do embasamento; desta época remontam, também, as discussões a respeito da idade e posição estratigráfica desses depósitos.

ZINGANO & CAUDURO (1959) ao realizarem um levantamento dos afloramentos fossilíferos do Rio Grande do Sul, catalogaram o "afloramento de São Sepé" dentre os da Formação Rio Bonito, associada à qual noticiaram a existência de uma flórua contendo Pteridófitas, *Lepidodendron* sp. e *Calamites*.

CAUDURO & ZINGANO (1965), estudaram megásporos encontrados em argilito silicificado, descrevendo 9 (nove) espécies dos gêneros *Lagenosporites*, *Setosisporites*, *Trileite*, e *Duosporites*, atribuindo-lhes idade Permiano Inferior. Referem, ainda, sobre a presença de *Noeggeratiopsis* sp.

CAUDURO (1970) descreve, para o mesmo afloramento, 31 (trinta e um) gêneros de micrósporos, entre os quais um gênero novo e 25 espécies novas. Não há qualquer referência posterior sobre a paleontologia ou a estratigrafia deste afloramento. Alguns restos de vegetais fósseis coletados pelo grupo de Paleobotânica do Instituto de Geociências da UFRGS estão sendo estudados no Departamento de Paleontologia e Estratigrafia deste Instituto e pelo Prof. K.U. Leistikow, da J.W. Goethe Universität, Frankfurt, Alemanha.

2. LOCALIZAÇÃO

Os afloramentos fossilíferos estão situados na quadrícula de São Sepé (folha SH.22-M-I-2 da

*Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da UFRGS.

**Departamento de Geologia da UFSM. Trabalho recebido para publicação em 03/10/80.

Diretoria do Serviço Geográfico do Exército), aproximadamente no cruzamento do paralelo de 30°09'S com o meridiano de 53°40'W, distando, em linha reta, cerca de 8 km da cidade de São Sepé, localizada a oeste (fig. 1).

O acesso ao local pode ser feito pelo sul, tomando-se a estrada para São Gabriel até o Lageado Grande, num percurso de 9 km e daí rumo norte por mais 3,7 km em estrada de terra (RS-149), até a entrada para a propriedade do Sr. Adair Scherer, onde encontram-se os afloramentos. Outra alternativa para chegar-se ao local, a partir de São Sepé, é seguir pela BR-392 (estrada asfaltada) até o cruzamento com a estrada para Formigueiro (RS-149) num trajeto de aproximadamente 12 km; deste ponto, toma-se o rumo SW, pela RS-149, por mais cerca de 10 km quando chega-se à entrada da propriedade antes referida. As primeiras ocorrências de siltitoossilífero encontram-se em torno de 500m a leste da estrada, sobrepostas às rochas graníticas do Granito-Granodiorito de São Sepé.

Ocorrências semelhantes podem ser observadas na BR-392, no afloramento situado cerca de 4,3 km ao norte do trevo de acesso para São Sepé (fig. 3-B).

3. GENERALIDADES SOBRE A GEOLOGIA

A primeira etapa do presente trabalho compreendeu o mapeamento detalhado de uma área de 165 km² da quadrícula de São Sepé (fig.1), onde afloram, além das rochas graníticas do embasamento, as formações Rio Bonito, Palermo e Irati, intrusivas básicas contemporâneas do vulcanismo Serra Geral e aluviões do Quaternário.

A finalidade do mapeamento foi a de caracterizar as formações gonduânicas da área e verificar a posição estratigráfica das rochas fossilíferas do afloramento São Sepé.

O Granito-Granodiorito de São Sepé é a feição geológica-geomórfica mais notável da região. Trata-se de um "stock" de formato irregular, com sua maior dimensão (cerca de 22 km) orientada segundo NE e que ocupa uma área de aproximadamente 180 km². A cidade de São Sepé está situada na sua extremidade NE, sendo que a maior parte do maciço localiza-se ao sul e sudoeste da cidade; apenas uma parte do mesmo aparece na faixa mapeada. As maiores elevações da área (até 300m) estão associadas ao granito, que age como um divisor de águas das drenagens do rio São Sepé (cujos afluentes da margem direita dirigem-se para o norte, a partir da crista do maciço) e a do arroio São Rafael, que tem seus afluentes da margem esquerda dirigindo-se para o sul. Digno de nota é o padrão ortogonal verificado no alto curso do rio São Sepé, onde determinados trechos são alinhados segundo N-S e outros segundo E-W, denotando o condicionamento da drenagem a linhas de fratura do granito. Com certeza a orientação E-W assumi-

da pelo curso do rio na parte sul da faixa mapeada, revela a presença de uma falha com aquela mesma direção.

O "stock" de São Sepé é constituído por rochas graníticas de cor rósea a cinza, compreendendo duas litologias (RIBEIRO et alii, 1966): "no centro, ocorre um conjunto mineralógico de composição granodiorítica e textura porfirítica (cristais de feldspato alcançando até 5-7 cm) envolvido por um granito rosa-claro equigranular, de granulção média a fina. A composição modal do granito do bordo permite classificá-lo como um granito subalcalino (BOCHI & RIBEIRO, 1963 - inédito), enquanto que a do corpo central, como granito-monzonítico (TREIN, 1963 - inédito)".

Este corpo granítico é envolvido praticamente em todos os seus limites por sedimentitos gonduânicos, salvo o seu flanco SW, onde entra em contato intrusivo com metamorfitos de baixo grau da Formação Vacacaí, relação esta caracterizada por uma faixa cornubianítica de 200 a 300m (RIBEIRO et alii, 1966). As rochas sedimentares afloram sempre em cotas mais baixas, sendo sua presença marcada por uma topografia relativamente deprimida.

Os sedimentitos que circundam e sobrepõem-se ao complexo granítico têm sido referidos à Formação Rio Bonito. Na região central do Estado, compreendida entre o arroio Capané e o arroio Santa Bárbara, a faixa de afloramentos dessa formação assume amplitude excepcional, raramente ocorrendo sedimentitos do Grupo Itararé - fato que é característico para todo o Rio Grande do Sul.

Seguindo-se um itinerário de sul para norte a partir da BR-290 e tomando a direção de São Sepé pela BR-392 (rodovia Pelotas - Santa Maria), após percorridos cerca de 15 km sobre rochas do Grupo Bom Jardim e da Formação Vacacaí, começam a aflorar arenitos quartzosos, sem dúvida pertencentes à Formação Rio Bonito, posto que a oeste situa-se a jazida de carvão do Cerrito do Ouro - Baixo Grande, estudada por PASSOS, GAVRONSKI & ROLAND (1961) e pela CPRM (FERREIRA et alii, 1978). De acordo com as informações de subsuperfície, a Formação Rio Bonito apresenta espessuras variáveis entre 56,0 e 75,0m nos poços adjacentes à rodovia, aumentando para leste (132m no furo 5CA-41-RS, perfurado às margens do arroio Santa Bárbara, cerca de 22 km a E de São Sepé).

Na base ocorre um arenito fino a médio, maciço, cimento carbonático, com intercalações de siltito e cuja espessura alcança até 39,0m no poço 5CA-41-RS. Na parte média aparecem siltitos cinza, em geral muito arenosos, maciços ou com laminações plano-paralelas, intercalando siltitos carbonosos cinza escuros, camadas de carvão e finos leitões de arenitos finos, por vezes médios a grosseiros, com cimento carbonático. A parte superior é constituída de arenitos muito finos a médios, eventualmente grosseiros, estratificações variando de

plano-paralelas a cruzadas, às vezes maciços, com raras intercalações de siltitos escuros, em parte carbonosos. Nota-se a presença esporádica de bioturbações e estruturas "flaser".

O Itararé tem presença restrita também em subsuperfície, faltando na maior parte dos poços perfurados na área. No furo 5CA-41-RS, onde se encontra bem representado (29,3m), compreende, da base para o topo: diamictitos com intercalações de arenitos finos e siltitos, varvitos e siltitos várvidos com escassas intercalações de arenitos finos e siltitos pretos.

A Formação Rio Bonito prossegue aflorando esparsamente ao longo da estrada até as proximidades de São Sepé, quando entra em contato com o granito, que tem suas últimas exposições nas vizinhanças ocidentais da cidade. A Formação Rio Bonito penetra, aí, à maneira de uma língua numa depressão do Granito de São Sepé, encontrando-se a cidade implantada sobre rochas da primeira.

O contato entre o Rio Bonito e o embasamento ocorre numa faixa de altitude entre pouco menos de 100m até mais de 160m, verificando-se este aumento em direção ao sul. A maior parte das vezes os contatos mostram influências tectônicas, evidenciadas pelas junções retilíneas entre as litologias (fig.1), sem nenhuma relação com o comportamento das curvas de nível.

Uma seção da Formação Rio Bonito foi levantada entre os kms 232 e 233 da BR-392, tendo iniciado no contato com o embasamento granítico, cerca de 2 km ao norte do arroio São Sepé e se prolongado até as cercanias do trevo de acesso à cidade de São Sepé (km 233,4 da estrada São Sepé - Santa Maria). Neste trajeto foram medidos 20,32m da formação, consistindo em arenitos com intercalações eventuais de pelitos (fig.2). Os arenitos são grosseiros a finos na base, em parte silicificados, e muito finos, siltico-argilosos, friáveis, no topo. As cores variam do amarelo-claro a ferruginoso (devido à pigmentação por óxido de ferro), tendendo à avermelhado à medida que aumenta o grau de intemperismo; as estratificações são do tipo cruzado tabular-planar e ocasionalmente acanaladas de pequeno a médio porte.

Os pelitos compreendem camadas centimétricas de argila, às vezes muito carbonosas na parte basal da seção; argilas acimentadas e folhelhos cinza-escuros a pretos aparecem na parte média. Esta faixa da Formação Rio Bonito que aflora ao longo da estrada é seguida, numa extensão de aproximadamente 2 km, por exposições da rocha granítica (fig.1); observa-se a presença local de uma cobertura residual de arenitos finos a grosseiros, feldspáticos, em geral silicificados, sobre as rochas do embasamento (fig. 3-A).

Logo adiante (em torno de 4,3 km a NW do trevo de São Sepé), começam a aparecer sedimentitos típicos da Formação Palermo (fig. 3-B) em contato direto com o embasamento. Nesta área, à

direita da estrada, ocorre um granito róseo de granulção média, tendo sobre ele um corpo delgado de ortoquartzito silicificado e muito fraturado (fraturas orientadas desde E-W até N 80°W), pertencente à Formação Rio Bonito. O contato entre o Palermo e o embasamento, da mesma forma que entre este e a Formação Rio Bonito, verifica-se através de uma falha orientada segundo N 65°W.

A Formação Palermo é constituída por arenitos finos e siltitos cinza (N3 a N4) que se alteram para cinza-amarelados (5Y 6/4) até verde-amarelados (10 Y 6/6, 10 Y 6/4), com laminações cruzadas e lenticulares, freqüentemente com bioturbações. Em certos locais podem aparecer camadas de arenitos grosseiros intercaladas nos sedimentitos mais finos (fig. 3-B). O solo desenvolvido sobre a Formação Palermo é verde-amarelado a cinza-amarelado.

A seção F-G (fig. 3-B) levantada num percurso de 2 km ao longo da BR-392, que inicia cerca de 400m a SE do lageado da Laura e vai até uma floresta de eucaliptos situada 1.500m a NW (4,5km a NW do trevo de São Sepé), é representativa para o Palermo da região.

Na base (7, na fig. 3-B) aparece um granito róseo, contendo, encaixados em microfalhas orientadas de N 35°E (sistema principal) até N 85°E e N 80°W, siltitos cinza, arenitos conglomeráticos e conglomerados de grânulos muito litificados, arcossianos, formados exclusivamente de quartzo hialino e feldspato róseo cimentados por sílica criptocristalina. Estes sedimentitos (6, fig. 3-B) são fossilíferos (troncos silicificados e folhas aciculares de *Lycophyta*) e semelhantes àqueles do afloramento de São Sepé, alguns quilômetros a oeste.

Pouco mais adiante, em aparente contato falhado com o granito (5) aparece uma seqüência com pouco mais de 10,0m de espessura de pelitos com quatro intercalações delgadas (5 a 10cm) de arenitos.

Os pelitos podem ser enquadrados como siltitos-arenosos, cinza (N3 a N4), cinza-esverdeados escuros (5 GY 4/1) e marrom-esverdeados (5 Y 5/6), que passam a verde-amarelados e cinza-amarelados (10 Y 6/6 e 10 Y 6/2) quando mais alterados. Apresentam laminações cruzadas irregulares e deformadas, bioturbações. São micáceos e desagregam-se em placas. Os arenitos (4, fig. 3-B) variam de muito finos a muito grosseiros, grãos subarredondados, subesféricos, amarelo-pardacentos (5 Y 6/4) a cor de ferrugem, com salpicos brancos de feldspatos alterados, estratificação plano-paralela esboçada pelo intercamadamento de leitos de granulção mais fina com mais grosseira, às vezes com intercalações de siltitos amarelados. São geralmente friáveis, mal classificados, podendo eventualmente estar cimentados com óxido de ferro (limonita).

A Formação Irati aparece com suas facies de folhelhos silticos cinza-chumbo, cinza-azulado e cinza-esverdeado-claro (5 Y 5/2), com veios de sílica inclinados com relação ao acamamento (facies Valente, de FIGUEIREDO F^o, 1972). O solo resultante da alteração do Irati é pardo-avermelhado. Não foi constatada a presença de folhelhos pirobetuminosos na área mapeada; sua presença, contudo, é bem evidente à leste, na estrada para Formigueiro. Um possante "sill" de diabásio afeta a Formação Irati na região da Sanga Funda (fig. 1).

4. OS AFLORAMENTOS FOSSILÍFEROS

Embora a litologia fossilífera ocorra em outros locais, como por exemplo no km 4,3 da BR-392 (fig. 3-B), considera-se como típica a do afloramento situado na propriedade do Sr. Adair Scherer, antes localizado. Nesse afloramento ocorrem rochas conglomeráticas e pelíticas extremamente litificadas, esparsamente distribuídas sobre uma superfície de aproximadamente 0,25 km² do embasamento aflorante; este consiste de uma apófise do Granito de São Sepé, separada cerca de 3,3 km do corpo principal, espaço que é ocupado por rochas sedimentares gonduânicas não endurecidas.

Os ortoconglomerados são arcosianos, consistindo exclusivamente de quartzo e feldspato cimentados por sílica. Os grãos de quartzo são hialinos, predominantemente com o tamanho de grânulos (2-4mm) e areia muito grosseira (1-2mm), subarredondados à angulosos, com boa esfericidade; os feldspatos são rosa-claros, regularmente alterados, angulares e subarredondados, ocasionalmente maclados, em geral do tamanho de grânulos, alcançando até 8mm.

A rocha pelítica é cinza escura (N3) quando inalterada, extremamente dura e compacta, densidade média (d=2,18), fratura subconchoidal. Ao microscópio constata-se que se trata de um agregado de sílica microcristalina com esparsos grãos de quartzo do tamanho de silte, raros de feldspato (ortoclásio) e abundantes palhetas de mica (muscovita). Ocasionalmente observa-se fragmentos vegetais carbonizados e micrósporos. O quartzo é angular a subangular e a mica aparece alterada, em lamelas alongadas. A lâmina foi seccionada transversalmente ao acamamento, porém não se observa qualquer evidência de orientação, podendo ser inferido que a rocha original consistia em siltito maciço. A análise química (tabela I-A) comprova que o sedimento foi submetido a intensa silicificação. A sua proporção em sílica, se comparada com a média de 7 análises de rochas silicificadas (PETTI-JOHN, 1975 - tabela 11-1) permite classificá-la como um "chart".

*Na descrição das seções, os diversos pontos de observação foram identificados por números.

TABELA I

A - Siltito silicificado B - Siltito não silicificado

Si O ₂	84,19	66,32
Al ₂ O ₃	5,58	14,39
Fe ₂ O ₃	nil	3,76
Fe O	4,49	0,79
Mn O	0,13	0,03
Ti O ₂	0,29	0,49
Ca O	0,53	0,40
Mg O	1,06	1,43
Na ₂ O	0,24	1,87
K ₂ O	0,54	2,49
P ₂ O ₅	0,11	0,12
H ₂ O	0,19	3,40
P.F./1000°C	1,97	3,82
	99,32%	99,31%

Esta rocha aparece na área com diversos graus de alteração e silicificação, com dureza variável e cores cinza-escuro (N 3) até cinza-acastanhado-claro (5YR 6/1), passando por quase todas as graduações de cinza (N 4 a N 7). Em certos locais nota-se que a mesma sofreu também ferrificação, apresentando então cor marrom-amarelado (10 YR 5/4, 5 YR 5/4, 5 YR 5/2) em superfície fresca até marrom-avermelhado (10 R 4/6) quando intemperizada, com elevada densidade (d=2,65). Em outros, verifica-se a presença de siltitos mais grosseiros (arenitos muito finos a finos), com estratificações cruzadas de pequeno porte.

Os siltitos e arenitos contêm uma rica e variada flora fóssil, além de restos de lamelibrânquios, estes preferentemente associados aos arenitos.

4.1 Seções geológicas

As seções AB, BC e DE (fig. 4) mostram o comportamento da rocha fossilífera em relação ao embasamento e às outras rochas sedimentares aflorantes na região (para a localização das seções, vide fig. 1).

4.1.1 Seção AB (SW-NE)

Inicia junto a uma sanga que corre para NW, onde entre 82 e 85m aflora siltito arenoso amarelo, micáceo, com laminações planoparalelas bem evidentes (ponto 1, fig. 4-A);

2: 85-86,2m - arenito quartzoso grosseiro, cimentado com óxido de ferro, duro, denso; intercala eventuais leitos de arenitos finos a médios, marrom a amarelados;

3: 86,2-88m - siltito amarelo, alterado, diretamente acima do arenito;

- 4: encoberto de 88 a 91m;
- 5: 91-94m — amplo afloramento de siltito amarelo, em vossoroca;
- 6: 94-96m — encoberto. Estrada de acesso à casa do Sr. Adair Scherer;
- 7: 94-93m — sanga. Siltito amarelo, alterado;
- 8: granito, parcialmente recoberto por conglomerado arcossiano de grânulos, muito silicificado;
- 9: ponto mais elevado da topografia local; granito grosseiro aflorando entre 94 e 100m;
- 10: entre 97 e 92m — siltito cinza-escuro, muito silicificado, maciço a finamente laminado (laminações paralelas a cruzadas), fossilífero, contendo camadas delgadas e/ou mistura de ortoconglomerado arcossiano. Aparecem também siltito-arenoso amarelo, micáceo, silicificado e arenito muito fino a fino, amarelo.

4.1.2 Seção BC (NW-SE)

Inicia no ponto 10 da seção anterior, dirigindo-se para SE. O contato entre a litologia fossilífera e o granito está encoberto (ponto 1, fig. 4-B);

- 2: sanga próximo à fazenda de A. Scherer. Da altitude de 90 a 81m e subindo novamente até 88m, aflora granito grosseiro;
- 3: encoberto;
- 4: 92-94m — siltito arenoso amarelo a cinza, alterado;
- 5: encoberto até 88m;
- 6: 88-86m — afloramento situado nas proximidades do açude; siltito amarelo ou cinza, com estratificação cruzada ou plano-paralela, muitas vezes deformada, típica da Formação Palermo;
- 7: aluviões do Quaternário;
- 8: siltito alterado, semelhante ao descrito no ponto 6;
- 9: encoberto;
- 10: sanga; provável falha colocando em contato as formações Palermo e Rio Bonito;
- 11: arenito amarelo-claro, médio a grosseiro, com estratificações cruzadas de médio a grande porte, intercalando camadas arcossianas grosseiras. Sedimentito típico da Formação Rio Bonito da região. Aflora dos 85 até aproximadamente a cota de 100m, no topo da colina onde termina o perfil.

4.1.3 Seção DE (NW-SE)

Entre 97-96m, aflora siltito cinza-amarelado, muito alterado (ponto 1, fig. 4-C);

- 2: encoberto;
- 3: camada com aproximadamente 0,8m de arenito grosseiro, cimentado com óxido

de ferro, marrom a amarelado quando alterado; imediatamente acima, ocorre siltito amarelo, arenoso;

- 4: 87m — sanga; aluviões quaternários;
- 5: encoberto até altitude de 95m, onde foi aberta uma trincheira de 2m de profundidade, tendo sido encontrado siltito arenoso amarelo e cinza, com microestratificações cruzadas e estratificações plano-paralelas, eventualmente deformadas. O sedimentito é típico da Formação Palermo;
- 6: 95-93m — encoberto;
- 7: 93-95m — granito róseo, grosseiro;
- 8: 95-96m e descendo novamente até 94m — siltito fossilífero cinza-escuro até amarelo, em parte arenoso, maciço a estratificado (microestratificações cruzadas e plano-paralelas), eventualmente intercalando arenito feldspático grosseiro. O sedimentito está muito silicificado;
- 9: 94-86m — granito róseo, grosseiro;
- 10: 86-85m — granito parcialmente recoberto por arenito arcossiano grosseiro, grãos angulosos, muito silicificado;
- 11: 81m — sanga próximo à fazenda A. Scherer; granito róseo, grosseiro;
- 12: 84-85m — lente de arenito grosseiro, quartzoso, marrom a amarelado, cimentado com óxido de ferro. É semelhante ao arenito do ponto 3;
- 13: 85-90m — encoberto;
- 14: 91,5m — trincheira de 1,5m, escavada em siltito arenoso amarelo a cinza, alterado;
- 15: encoberto;
- 16: falha, ao longo de uma sanga, tendo de um lado siltitos amarelos alterados da Formação Palermo e do outro, arenitos amarelos da Formação Rio Bonito;
- 17: arenito quartzoso amarelo a marrom, ferruginoso, médio a grosseiro, em certos locais bem classificado, em outros, entre-meando arenitos arcossianos mal classificados. O sedimentito está silicificado e fraturado, com juntas orientadas segundo E-W. Ocorre até à cota de 91m, porém continua aflorando em cotas mais altas além do limite da seção.

Verifica-se, pelo exposto, que as litologias fossilíferas situam-se normalmente sobre ou encravadas no embasamento granítico, à maneira de microfossas resultantes da ação dos falhamentos maiores que afetaram a área. A posição relativa da maior parte das ocorrências pode ser justificada plenamente pelo mergulho regional das camadas; algumas situações, contudo, somente podem ser explicadas pela presença de falhas (figs. 4-A e 4-B).

O mapeamento geológico da área, a análise e a comparação das litologias permitem concluir que os sedimentitos fossilíferos da região do aflora-

mento São Sepé pertencem à Formação Palermo.

A ausência da Formação Rio Bonito na área do afloramento principal, bem como no afloramento da BR-392, sugere que uma das bordas da bacia de sedimentação dessa unidade estaria situada na região de São Sepé e que o maciço homônimo comportava-se como uma feição positiva nos tempos Rio Bonito, tendo sido apenas parcialmente recoberto pelos sedimentitos desta formação (fig. 1); o Palermo, em consequência, depositou-se em leve transgressividade, jazendo indistintamente sobre a Formação Rio Bonito ou diretamente sobre o embasamento.

5. A SILICIFICAÇÃO

Uma das feições mais notáveis dos sedimentitos do afloramento de São Sepé é a sua extrema dureza, decorrente da silicificação que os afeta.

A origem da sílica, como agente cimentante ou como formadora de crostas silicosas (silcretos), é das mais diversas. GAMERMANN (1979) assinala dois tipos essenciais de fontes: 1) "sílica autóctone", derivada de dissolução: de grãos por pressão, por oscilação do lençol freático, de poeiras silicosas de abrasão eólica e de testas de organismos silicosos; da hidrólise dos silicatos; da transformação diagenética das argilas; da desvitrificação de vidros vulcânicos e da substituição de carbonatos por silicatos; e 2) "sílica alóctone", originada pela exudação de Si O_2 por compactação dos folhelhos; pelas soluções residuais de erupções e intrusões basálticas; pela lixiviação de rochas básicas e, finalmente, pela alteração e pedogênese tropicais.

A literatura sobre o assunto é polêmica, atestando que na maior parte das ocorrências é difícil diagnosticar o processo responsável pela presença maciça de sílica em sedimentitos. No domínio das bacias cratônicas, normalmente caracterizadas pela presença de formações de ambiente continental, a discussão do problema recai, em geral, sobre a ação dos processos climáticos e do enriquecimento provocado por soluções magmáticas residuais.

FORMOSO & WILLIG (1966) atribuíram a variações climáticas as silicificações que afetaram arenitos da Formação Rio Bonito e, especialmente, da Formação Santa Técla (esta última provavelmente de idade Cretáceo/Terciário). A alternância de estações úmidas e secas é uma exigência do processo. A justificativa deste, tanto para o caso das silicificações estudadas pelos citados autores como para as do afloramento São Sepé, encontraria suporte nos estudos de BIGARELLA & AB'SABER (1964, cit. por FORMOSO & WILLIG) que atestam a presença pretérita de climas semi-áridos no Rio Grande do Sul no Eoceno-Oligoceno, Plioceno Superior e Pleistoceno.

LEINZ (1938) vincula a silicificação dos sedimentitos gonduânicos do Brasil Meridional ao tectonismo que acompanhou as manifestações magmáticas da Formação Serra Geral. À luz dos conhecimentos atuais sobre o quimismo dos derrames basálticos no Rio Grande do Sul (RUEGG, 1975 e outros), constata-se que nesta região localiza-se uma anomalia — revelada pelas superfícies de tendência que representam variações regionais de concentrações de determinados compostos — correspondente a isótopos mais altos de Si O_2 que a média. Este fato dá consistência à argumentação de uma origem hidrotermal para as soluções percolantes. LEINZ (op.cit.) constatou que não existe qualquer relação entre a idade geológica dos sedimentitos e a intensidade e abundância da silicificação dentro dos horizontes silicificados, desde o Tubarão ao Botucatu, da mesma forma que entre o nível atual dos sedimentitos e a intensidade da silicificação. Observa, entretanto, que a dependência se exerce com maior ênfase sobre os sedimentitos carbonatados. Segundo o mesmo autor, a silicificação seletiva é um fenômeno comum nos sedimentitos gonduânicos, sendo determinada pela presença de cimento carbonático e pelo caráter primário do sedimento, sendo mais propícia quando a rocha é homogênea e a granulometria grosseira.

No que se refere ao afloramento de São Sepé, tanto as rochas de granulação fina quanto as grosseiras estão silicificadas. Especialmente nestas últimas é visível, sob a lupa, que a silicificação processou-se principalmente às expensas de aporte externo de soluções ricas em Si O_2 . É notável o envolvimento de grãos hialinos de quartzo detrítico, bem como de grãos de feldspatos, por um envelope de sílica cripto cristalina cinza-esverdeada,* de brilho graxo, material similar ao que afeta também o sedimentito pelítico, que foi transformado em uma massa de sílica criptocristalina com apenas alguns grãos detríticos remanescentes. Os grãos de quartzo do pelito mostram feições de dissolução, revelando que houve remobilização durante o processo. A grande proporção de sílica no sedimentito (tabela I-A), contudo, não pode ser justificada apenas com a remobilização de sílica autóctone, visto que a rocha não afetada pela silicificação mostra quantidade significativamente menor desse composto (tabela I-B). A presença de cimento carbonático é comum nas rochas das formações Rio Bonito e Palermo, especialmente na primeira, de modo que este parâmetro não deve ser subestimado, mesmo que não se constate abundância deste cimento nos sedimentitos da área de São Sepé. A silicificação deve ter sido mais efetiva em rochas onde originalmente encontrava-se maior proporção de cimento carbo-

*É importante salientar que a rocha possui densidade ($d = 2,18$) inferior à da calcedônia (2,55 a 2,63) fato este que pode ser explicado pelo teor elevado de Al_2O_3 .

nático; as análises químicas da tabela I-A e B mostram ainda resíduos de Ca e Mg, que deveriam estar na rocha sob a forma de carbonato.

A silicificação, no afloramento de São Sepé, alcança uma extensão limitada, notando-se que o processo foi especialmente efetivo quando atuou sobre as rochas situadas diretamente sobre o embasamento granítico. Em outros locais da região estudada e mesmo em outras áreas do Rio Grande do Sul, alguns horizontes arenosos da Formação Rio Bonito e mais raramente do Palermo são afetados pelo mesmo fenômeno, preferentemente também quando em contato ou próximos do embasamento.

Em vista dos fatos, conclui-se que ambos os processos anteriormente discutidos podem ser invocados para explicar as silicificações. Acreditando-se para explicar as silicificações. Acredita-se, entretanto, face às evidências de falhamento na região da Sanga Funda, que as silicificações foram preferentemente promovidas por soluções residuais de origem magmática.

6. PALEONTOLOGIA E IDADE

Os megafósseis encontrados nas rochas do afloramento de São Sepé incluem restos de vegetais e lamelibrânquios. Os primeiros estão contidos normalmente em siltitos, sendo abundantes os troncos de Licópsidas de diferentes diâmetros (diversos gêneros, a julgar pela diversidade de formas presentes - lâmina I, figs. a,b,c,e) e mais raramente folhas de *Noeggerathiopsis* (lâmina I, figs. d,f) e de *Glossopteris* (lâmina I, fig. g). É comum a presença de estruturas septadas, habitualmente preenchidas por quartzo microcristalino e que foram atribuídas a vegetais Articulados (Calamites?) por ZINGANO & CAUDURO (1959). O estado de preservação do material, entretanto, não permite decidir se efetivamente trata-se de um resto vegetal ou de uma estrutura inorgânica.

Moldes de lamelibrânquios aparecem em sedimento de caráter mais arenoso, amarelado (10 YR 5/4, 10 YR 7/4, 10 YR 6/6 e 10 YR 8/6), em geral menos litificado. As vezes a concentração de moldes é muito grande, sugerindo verdadeiros "bancos de conchas". Dificilmente constata-se a presença de ornamentações e da charneira, tornando impraticável a identificação dos fósseis a nível genérico. Com base apenas na forma da concha, pode-se referir que os espécimens pertencem ao grupo dos Palaeoheterodonta (Iêda R.F. Esteves, informação verbal), não podendo aparentemente ser comparados às formas encontradas nas unidades do Grupo Tubarão do Rio Grande do Sul e de outras partes da Bacia do Paraná.

A tafoflórula de São Sepé, por outro lado, não permite, na fase atual dos conhecimentos, que se compare às assembléias florísticas de RÖSLER (1978). A presença de Glossopteridales, entretan-

to, elimina a possibilidade de correlação com a Tafoflora "A" desse autor.

As rochas pelíticas silicificadas são ricas em palinomorfos. CAUDURO & ZINGANO (1965) em seu estudo sobre "megásporos em argilito silicificado de São Sepé", constataram a presença de uma associação "possivelmente do Permiano Inferior", com base nos estudos de DIJKSTRA (1955) que descrevera vários gêneros encontrados no Brasil. A citada associação inclui 4 (quatro) espécies do gênero *Trileites*, 3 (três) espécies do gênero *Lagenosporites*, inclusive uma nova variedade da espécie *L. brasiliensis* (*L. brasiliensis* var. *minor*) e as espécies *Setosporites furcatus* e *Duosporites endosporitiferus*.

CAUDURO (1970) descreveu, do mesmo material, 31 (trinta e um) gêneros de micrósporos, dentre os quais um gênero novo (*Labipollenites* gen. nov.) e 25 (vinte e cinco) espécies novas. Segundo a autora, os resultados preliminares da análise da associação, atribuída à Formação Rio Bonito, permite uma boa comparação, a nível genérico, com as associações esporo-polinicas permianas da Índia, África do Sul e Austrália, atribuindo-lhe idade Permiano. Salienta CAUDURO (op.cit.) que a associação do afloramento São Sepé difere das demais descritas para as camadas de carvão brasileiras. A análise qualitativa dos esporos e pólenes revela a presença de Disaccites, estriados ou não e Monosaccites, que formam a maior parte do complexo esporo-polinico, além de esporos triletes, em menor proporção. Como formas mais representativas da associação salientam-se os gêneros: *Punctatisporites*, *Krauselisporites*, *Vallatisporites*, *Labipollenites*, *Striatopodocarpites*, *Lueckisporites*, *Illinites* e *Vestigisporites*. Entre as formas raras, os gêneros: *Neoraistrickia*, *Raistrickia*, *Horriditriletes*, *Striatoabietites*, *Vittatina*, *Cycadopites* e *Tetraporina*.

Como fatos marcantes da associação esporo-polinica devem ser ressaltados: a predominância de pólenes sacados (Monosaccites *Striatiti*, *Disaccites* e *Polysaccites*) e, entre estes, a presença predominante dos gêneros e espécies de *Disaccites* (12 gêneros e 21 espécies) sobre os *Monosaccites* (6 gêneros e 8 espécies).

A análise da associação e a comparação com outros estudos, especialmente os de DAEMON & QUADROS (1970) e DAEMON (1974) permitem acrescentar: a) que a presença de *Vittatina*, cujo aparecimento verifica-se no Artinskiano, elimina a possibilidade de que os sedimentitos sejam mais antigos que os dos sub-intervalos H₂/H₃ de DAEMON & QUADROS (op.cit.) e descarta a hipótese de correlação com o Itararé (Sakmariano); b) que a predominância dos sacados estriados é indicativa de um estágio evolutivo mais avançado desta microfiora em relação às do Itararé e Rio Bonito; c) que o predomínio dos *Disaccites Striatiti* sobre os

Monosaccites sugere, de acordo com CLARKE (1965, cit. por DAEMON & QUADROS, 1970), que esta associação mostra afinidades com as do Permiano Superior (Zechstein). Segundo os últimos autores, "a partir dos intervalos J, K e L, formas bissacadas estriadas passam a dominar na coluna. Raros monossacados são encontrados a partir do intervalo K"; d) que existem vários gêneros comuns à associação do afloramento de São Sepé com os dos intervalos I, J e K dos mesmos autores (*Protohaploxipinus*, *Vittatina*, *Plicatipollenites*, *Striamonosaccites*; e) que o gênero *Plicatipollenites* desaparece no limite entre o intervalo J (topo) e o K (base), indicando portanto idade não mais jovem que o Permiano Médio.

Em vista disso, é válido concluir que os sedimentitos do afloramento de São Sepé contém uma microflora correlacionável com as dos intervalos I e J de DAEMON & QUADROS (1970), de idade Kunguriano, podendo estender-se até a base do intervalo K, do início do Kazaniano.

ARCHANGELSKY & MARQUES TOIGO (1978, no prélo) caracterizam a Formação Palermo, desde a sua base até o topo, pela substituição gradual dos esporos triletes e grãos monossacados, comuns nos intervalos H₃/J, por grãos bissacados estriados. Esta associação corresponderia ao intervalo K de DAEMON & QUADROS (op.cit.).

Estes fatos, associados à presença de *Leuckisporites* na associação esporo-polinica de São Sepé, corroboram as conclusões baseadas em evidências geológicas, visto que esse gênero normalmente ocorre a partir da Formação Palermo.

7. AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO

A presença marcante de sedimentitos arcósios na região do afloramento de São Sepé e alhures demonstra que o maciço granítico constitui-se num elemento de grande influência na sedimentação local. A bacia de sedimentação apresentava extensão reduzida, condicionando a gênese de associações litológicas e biológicas muito particulares.

Arcósios conglomeráticos estão intimamente relacionados com arenitos e pelitos, em geral formando uma mistura caótica, porém às vezes nota-se intercalações repetidas de conglomerados com pelitos, com as litologias exibindo contatos bem definidos. A primeira situação indica que o aporte de material grosseiro verificava-se de maneira mais freqüente na bacia, afetando o sedimento fino que depositava-se em um corpo de águas calmas; a última, que após longos períodos de sedimentação tranqüila, o ambiente era pertur-

bado por ações externas, que proporcionavam a formação de correntes de massa, as quais lançavam sua carga de detritos grosseiros na bacia.

O significado da presença de feldspato detrítico em arcósios é objeto de controvérsias. A antiga assertiva de rigor climático (clima árido ou muito frio) inibidor da ação química promotora da alteração dos feldspatos, não mais é aceita incondicionalmente; as observações de KRININE (1935, cit. por Pettijohn, 1975) e REED (1928, idem) já demonstravam que formações arcósias podem ser depositadas sob condições climáticas tropicais (26°C, c/3.000 mm de precipitação).

A julgar pelo estágio avançado de alteração dos feldspatos, a área de São Sepé estava sujeita a condições climáticas úmidas, com chuvas concentradas; estas proporcionavam a fácil alteração dos granitos e a formação de espesso regolito, periodicamente removido para o interior da bacia de sedimentação, à maneira de colúvio, e rapidamente soterrado, preservando assim os feldspatos da total destruição.

As evidências paleontológicas sugerem deposição em ambiente marginal de águas rasas, com vegetação higrófila (*Lycophyta*, especialmente) desenvolvendo-se "in situ" ou adjacente à bacia de sedimentação. A presença de lamelibrânquios ratifica esta interpretação; a morfologia dos espécimens é suficiente para afirmar que a faunula é homogênea — provavelmente pertencente a um só gênero — mais característica de águas não marinhas.

8. CONCLUSÕES

As evidências geológicas e paleontológicas demonstram que as rochas fossilíferas do afloramento de São Sepé pertencem à Formação Palermo.

A silicificação que os afeta foi provocada por soluções residuais de origem magmática, contemporâneas dos derrames da Serra Geral.

Os sedimentos foram depositados em ambiente continental, de águas rasas, doces a salobras e contém uma microflora correlacionável com os intervalos I e J de DAEMON & QUADROS (1970), de idade Kunguriano.

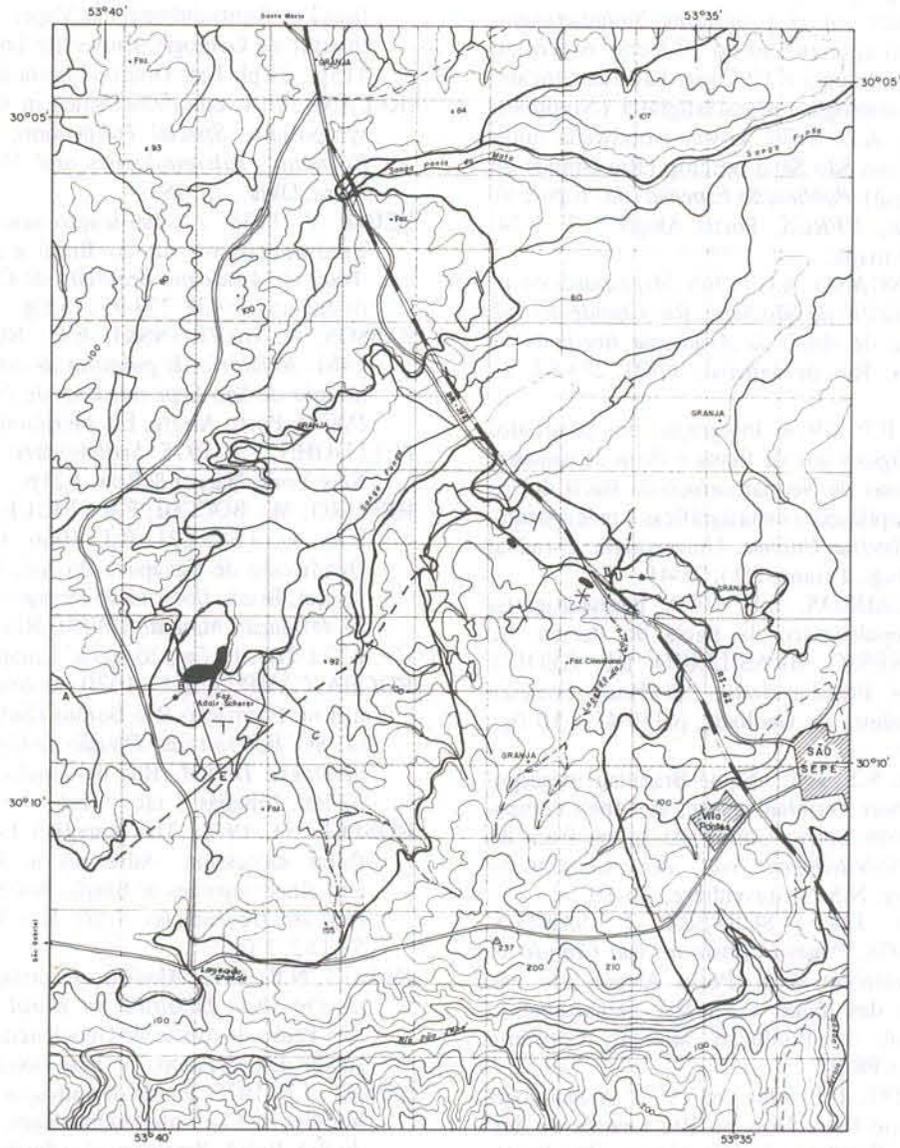
9. AGRADECIMENTOS

Ao Professor Carlos Burger Jr. pela realização das análises químicas; ao Prof. Luis R.S. Martins, pela determinação das densidades das rochas. Aos Professores N. Gamermann, Iêda R.F. Esteves, Marleni M. Toigo e Ana E.M. Piccoli, pelas sugestões e leitura dos manuscritos.

10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ARCHANGELSKI, S. & TOIGO, M.M. 1978. *La palinología y el problema del límite Carbónico-Pérmico en el Gondwana Sudamericano*. Trabalho apresentado no 2º Cong. Argentino de Paleontologia e 1º Cong. Latinoamericano de Paleontologia e Bioestratigrafia. (No prélo).
- CAUDURO, A.D. 1970. Lower Gondwana miospores from São Sepé outcrop (Rio Grande do Sul, Brasil). *Publicação Especial (da) Escola de Geologia, UFRGS, Porto Alegre, 17*: 1-34, 20pl., 1 mapa.
- & ZÍNGANO, A.G. 1965. *Mégaspores en argilite silicifié de São Sepé, Rio Grande do Sul*. Separata de *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 37(2): 273-82, il., 3 tab.
- DAEMON, R.F. 1974. Integração dos resultados palinológicos aos da fauna e flora de camadas fossilíferas de Neopaleozóico da Bacia do Paraná, implicações estratigráficas e paleogeográficas. *Revista Unimar, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 1*(1): 25-41.
- & QUADROS, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, Brasília, *Anais...* São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. p.359-412, 10 fig., est. 1-9.
- DIJKSTRA, S.J. 1955. Some Brazilian megaspores, Lower Permian in age, and their comparison with Lower Gondwana spores from India. *Mededelingen von der Geologische Stichting, N.S., s'Gravenhage, 9*:5-10.
- FERREIRA, J.A.F.; SUFFERT, T.; SANTOS, A.P. 1978. *Projeto Carvão no Rio Grande do Sul; Relatório Final*. Porto Alegre, 14v. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral, Convênio DNPM/CPRM.
- FIGUEIREDO, Fº, P.M. de. 1972. A faciologia de Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 2*(4): 216-35, 6 fig., 5 fotos.
- FORMOSO, M.L.L. & WILLIG, C.D. 1966. A discordância Palermo-Santa Tecla. *Notas e Estudos (da) Escola de Geologia, UFRGS, Porto Alegre, 1*(2): 83-8, 6 fot., mapa geol., sec. geol.
- GAMERMANN, N. 1979. *Contribution a l'étude de la diagenèse des grès: couleur rouge, argiles authigènes et induration*. Formations d'Estrada Nova, de Rosário do Sul et de Botucatu du Brésil et Buntsandstein des Voges. Strasbourg, Institut de Géologie, Université Louis Pasteur. 115p., 21 pl. Tese Doutor Engenharia.
- IRELAND, H.A. ed. 1959. Silica in sediments, a symposium. *Special Publication, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Okla., 7*:1-185.
- LEINZ, V. 1938. A silicificação nos sedimentos gondwânicos no sul do Brasil e sua origem. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 10*(3): 273-95, 15 fig.
- PASSOS, N; GAVRONSKI, E.F.; ROLAND, S. 1961. *Relatório da pesquisa de carvão no município de São Sepé nos anos de 1954 e 1958, DNPM*. Porto Alegre, Ed. Meridional.
- PETTIJOHN, F.J. 1975. *Sedimentary rocks*. 3.ed. New York, Harper & Row. 628p.
- RIBEIRO, M.; BOCCHI, P.R.; FIGUEIREDO Fº, P.M. de; TESSARI, R.I. 1966. Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral, DNPM, Rio de Janeiro, 127*:1-200, 10 fig., 20 fotos, 1 mapa geol.
- ROCHA CAMPOS, A.C. 1970. Moluscos permianos na Formação Rio Bonito (Subgrupo Guatã) SC. *Boletim (da) Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, Rio de Janeiro, 251*:1-59, 22 fig., 2 mapas, 1 tab., 6 est.
- RÖSLER, O. 1978. The Brazilian Eogondwanic floral succession. Advances in Paleobotany and allied sciences in Brazil. *Boletim do Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 5*(9): 57-152, 2 fig.
- RUEGG, N.R. 1975. *Modêlos de variação química na Província Basáltica do Brasil Meridional*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 2v. Tese Doutor.
- YBERT, J.P. 1975. Étude des miospores au bassin houiller de Candiota-Hulha Negra, Rio Grande do Sul, Brésil. *Pesquisas (do) Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 5*:181-211, 7 fig., p1. 1-8.
- ZÍNGANO, A.G. & CAUDURO, A.D. 1959. Aflorentamentos fossilíferos do Rio Grande do Sul. *Boletim (do) Instituto de Ciências Naturais, UFRGS, Porto Alegre, 8*:1-48, 16 fig.

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DO AFLORAMENTO
SÃO SEPÉ (fig. 1)



CONVENÇÕES

	QUATERNÁRIO		CONTATOS
	SILL DE DIABÁSIO		FALHA
	FORMAÇÃO IRATI		PERFIL
	FORMAÇÃO PALERMO		CURSOS D'ÁGUA
	FORMAÇÃO RIO BONITO		RODOVIAS ASFALTADAS
	GRANITO		RODOVIAS COM REVESTIMENTO SOLTO
	AFLORAMENTOS FOSSILÍFEROS		AÇUDES

DES. FLÁVIA DE CASTRO

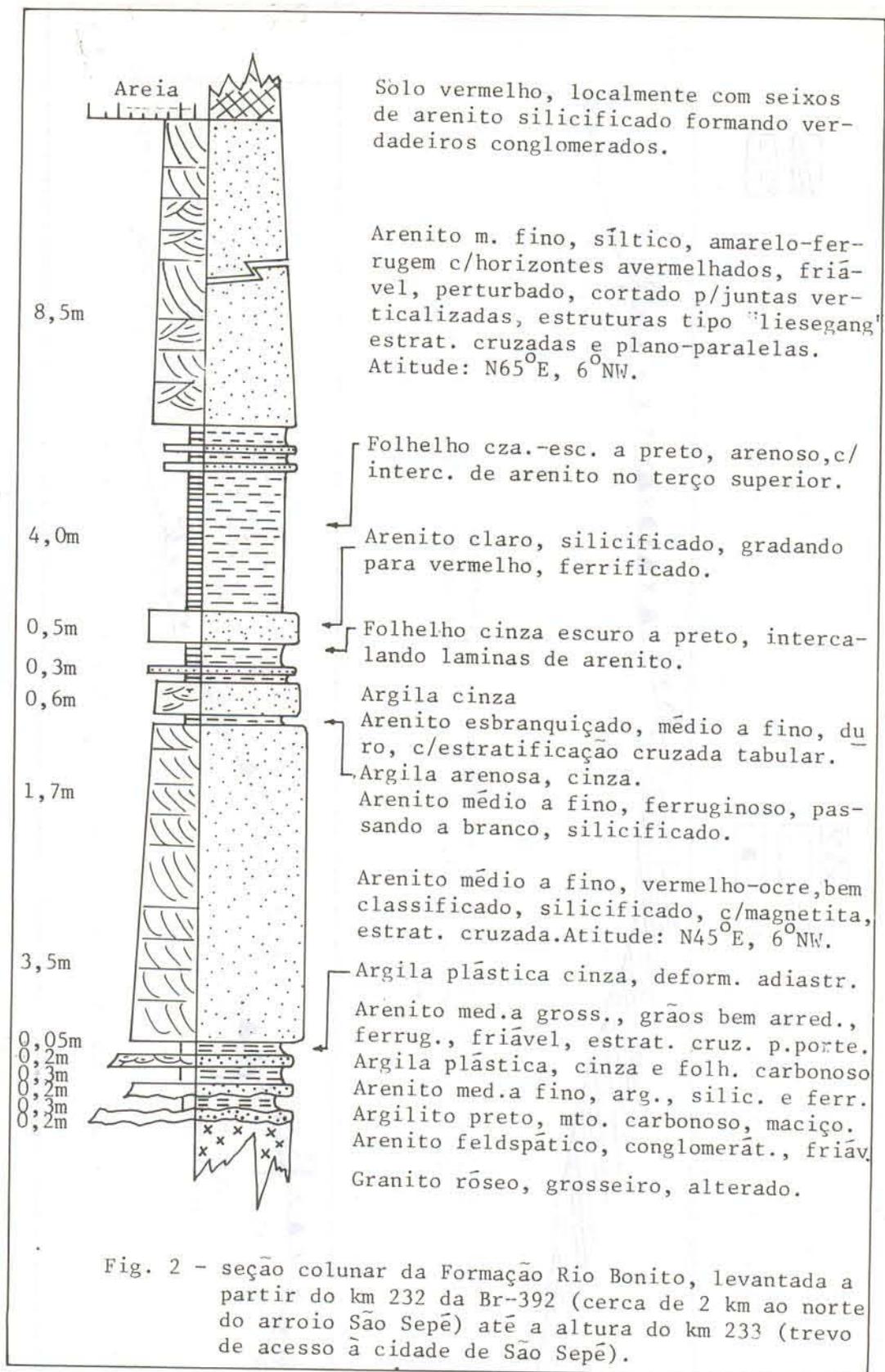


Fig. 2 - seção colunar da Formação Rio Bonito, levantada a partir do km 232 da Br-392 (cerca de 2 km ao norte do arroio São Sepê) até a altura do km 233 (trevo de acesso à cidade de São Sepê).

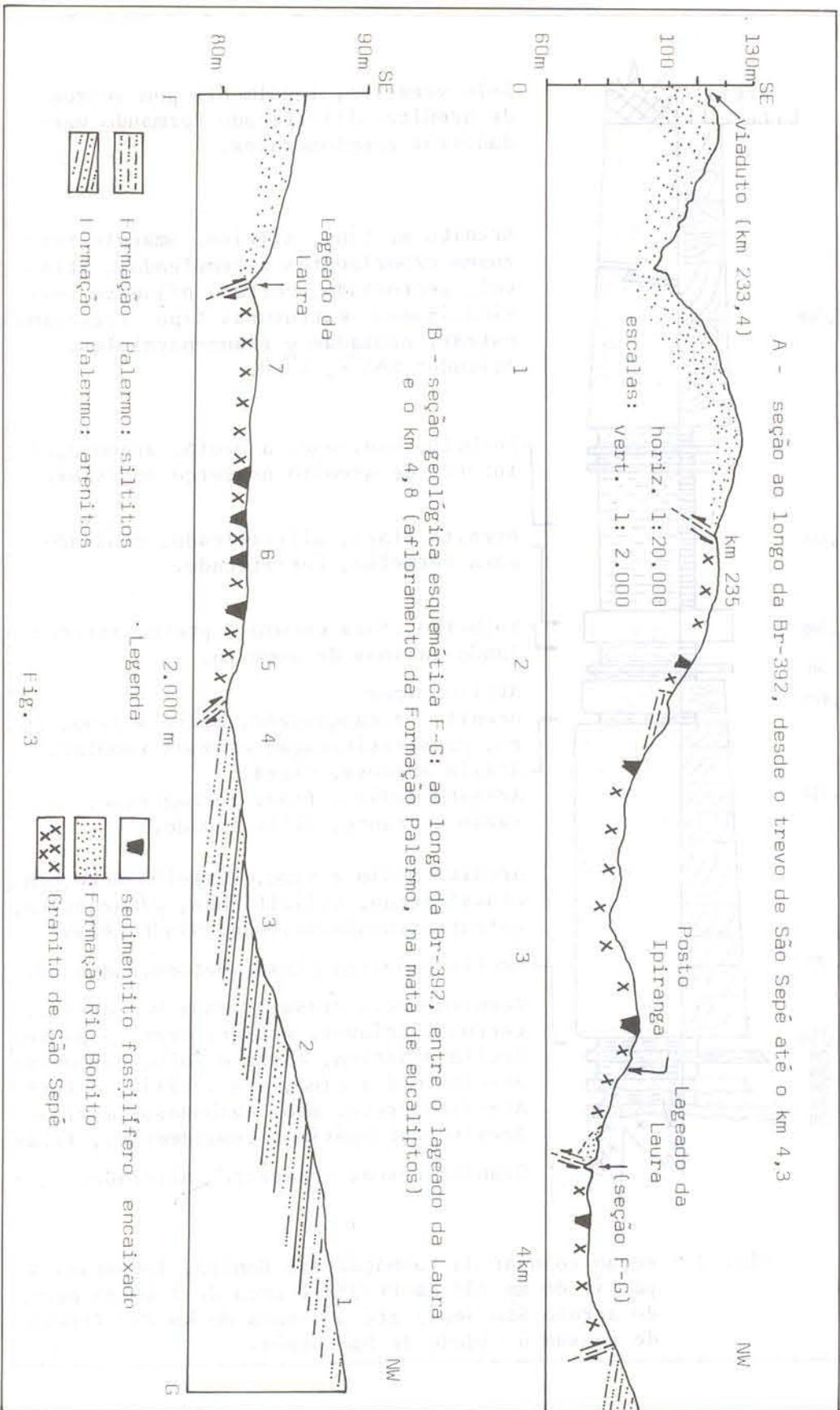
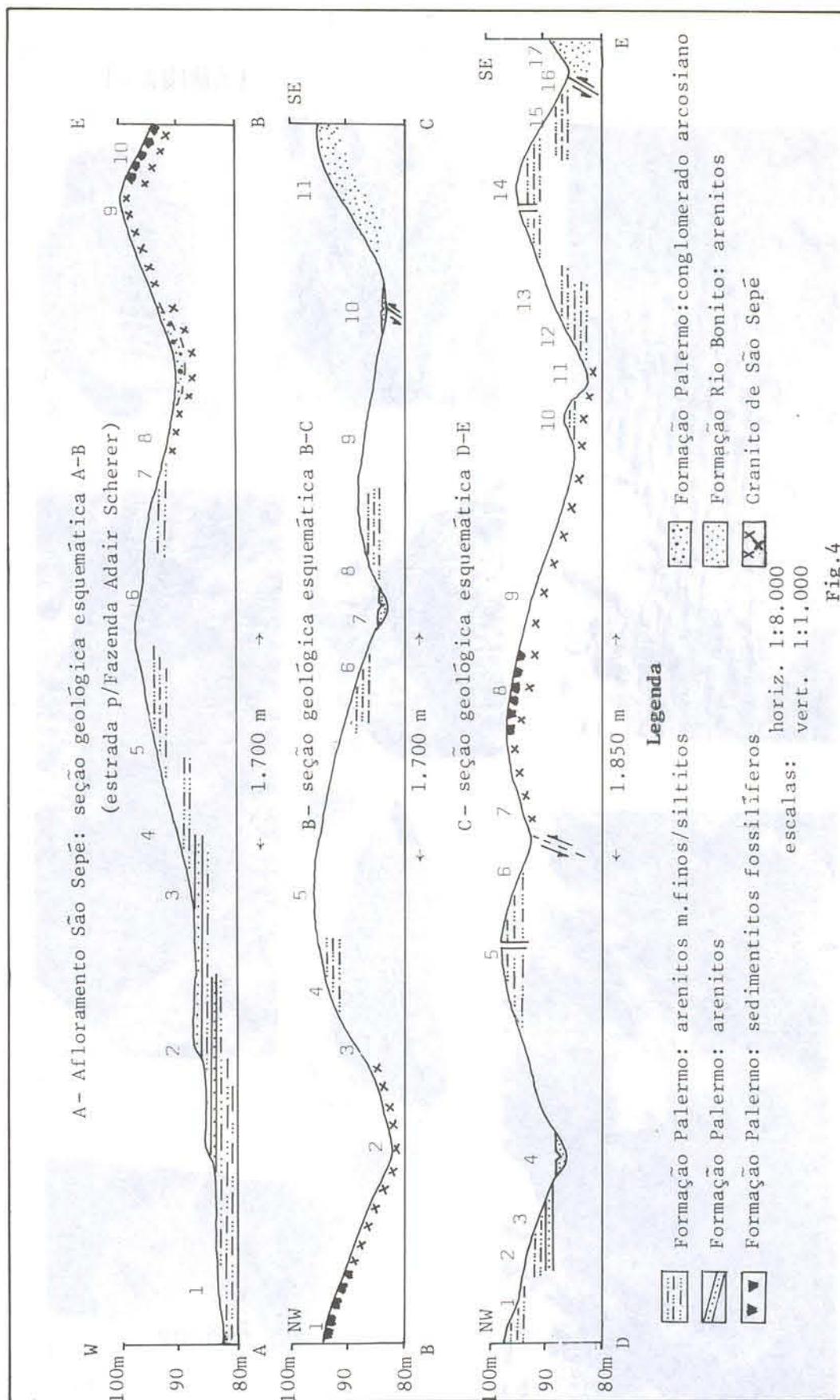


Fig. 3



LAMINA - I

