

# ESTUDO MICROFLORÍSTICO E PETROLÓGICO DOS CARVÕES DA MINA DO FAXINAL, FORMAÇÃO RIO BONITO (PERMIANO), RS<sup>1</sup>

MARGOT GUERRA - SOMMER<sup>2,3</sup>  
MARLENI MARQUES - TOIGO<sup>2,3</sup>  
PAULO SÉRGIO GOMES PAIM<sup>2</sup>  
GILBERTO I. HEINZ<sup>2</sup>  
JOÃO BATISTA R. DA SILVEIRA<sup>2,4</sup>  
YEDA BACKHEUSER<sup>2,4</sup>

## ABSTRACT

This paper is the result of the petrological and microfloristic analysis of coal seams from the Faxinal Mine (Rio Bonito Formation, Lower Permian, Paraná Basin, southern Brazil). Petrological data showed a great predominance of the Vitrinite maceral group (mainly Vitrite) and a low amount of the Exinite and Inertinite groups. Dispersed wood and cuticular fragments were predominant in the palynological samples, while pollen and spores were less abundant and in general poorly preserved. Microfloristic analysis has revealed an association with a predominance of spores related to a pteridophytic plant community. The available petrological and palynological data suggest that the coal seams originated mainly in a telmatic environment.

## INTRODUÇÃO

Tendo em vista certas características peculiares apresentadas pelos carvões da Mina do Faxinal, RS, Brasil, no que se refere a sua composição petrográfica e microflorística, o presente trabalho foi elaborado.

A Mina do Faxinal localiza-se aproximadamente a 50 km a Sudoeste da cidade de Guatá, RS, Brasil (coordenadas UTM N6651,5; E432,7) (Fig. 1).

As rochas ora analisadas estão incluídas na Formação Rio Bonito, Grupo Guatá, Supergrupo Tubarão, da Bacia do Paraná (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Estudos recentes realizados por PICCOLI *et al.* (1983) e PAIM *et al.* (1983) permitiram a caracterização estratigráfica, sedimentológica e paleogeográfica dos sedimentitos gondwanícos basais aflorantes na área do graben de Mariana Pimentel, RS.

Segundo PAIM *et al.* (*op. cit.*) as condições paludais na área foram condicionadas pelas deposição de sedimentos vinculados a leques aluviais, os quais impediram a continuação da

sedimentação fluvial anteriormente vigente, criando áreas favoráveis à acumulação e preservação da matéria orgânica.

Com base em dados sedimentológicos pode-se inferir que a área da mina do Faxinal encontrava-se bastante próxima das zonas soerguidas do embasamento, enquanto outros sedimentos carbonosos ocorrentes mais a leste, no paleovalle de Mariana Pimentel, foram depositados em zonas mais deprimidas da bacia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Amostras das camadas de carvão foram coletadas em afloramentos na mina tendo sido descritas mesoscópicamente segundo um modelo adaptado de SCHOPF (1960) e FERREIRA *et al.* (1978). A posição espacial das camadas estudadas, bem como o perfil mesoscópico de cada uma encontram-se apresentadas nas Figuras 2 e 3.

Os estudos microscópicos foram realizados em seções polidas particuladas, representativas das distintas camadas, em microscopia

<sup>1</sup> Trabalho realizado com o apoio financeiro da FINEP.

<sup>2</sup> Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>3</sup> Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Bolsista da Câmara Especial de Pesquisa e Pós-Graduação - UFRGS.

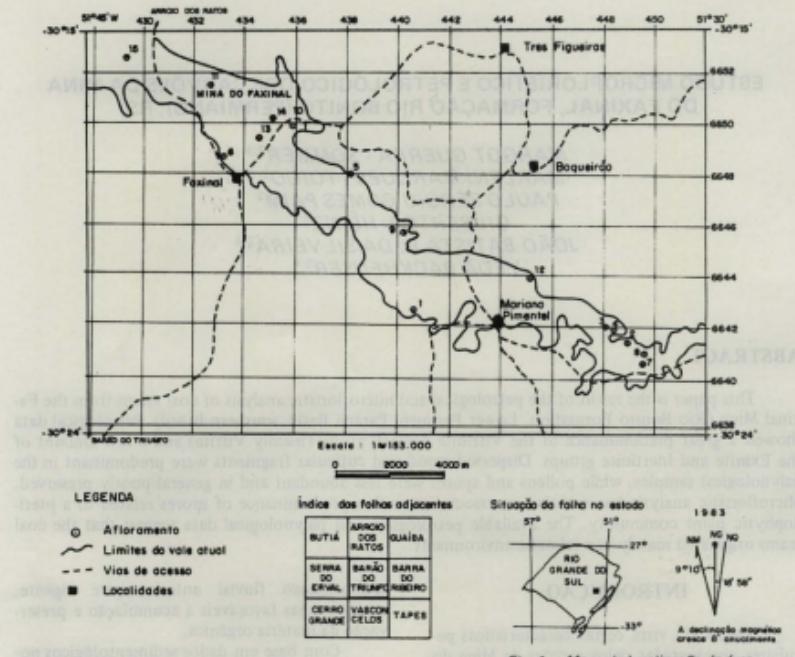


Fig. 1 — Mapa de localização da área.

de luz refletida. Foram realizadas contagens combinadas de macerais e microlitotipos de acordo com as normas indicadas em STACH *et al.* (1975).

Para as análises palinológicas utilizaram-se amostras representativas de todas as camadas (P2, P5, P6, P7); além disto, foram coletadas amostras de distintos níveis que compõem a camada, localizados no perfil da Figura 2, com a sigla  $P$ , seguida de número correspondente à amostra.

As amostras foram preparadas em laboratório de acordo com os métodos usuais de maceração, utilizando a solução de Schulze para oxidação do carvão e HF e HC1 para dissolução dos silicatos e carbonatos das rochas.

As lâminas palinológicas foram montadas em Bálsmo do Canadá e encontram-se na Palinoteca do Setor de Palinologia do Instituto de Geociências da UFRGS.

A relação das láminas palinológicas e das seções polidas utilizadas neste trabalho encontra-se discriminada abaixo.

### Láminas palinológicas: MPP 3287 a MPP 3302.

## Características petrográficas e microflorísticas

### Camada de carvão 3 (Fig. 3)

Mesoscópicamente predomina o carvão listrado, com alto teor em vitrénio. A nível de maceras (Tabela 1), o grupo da Vitrinita se faz dominante, enquanto o grupo de Inertinita e principalmente da Liptinita são escassos. O teor em argilo-minerais é bastante baixo.

Esta composição macerídica se reflete no predomínio da vitrita sobre microlitotipos bi e trimacerídicos, aparecendo os microlitotipos mistos, ou seja, com matéria mineral, em quantidades moderadas.

Palinologicamente, a camada é relativamente pobre em esporos e pólens, os quais se apresentam muito mal preservados. É registrado

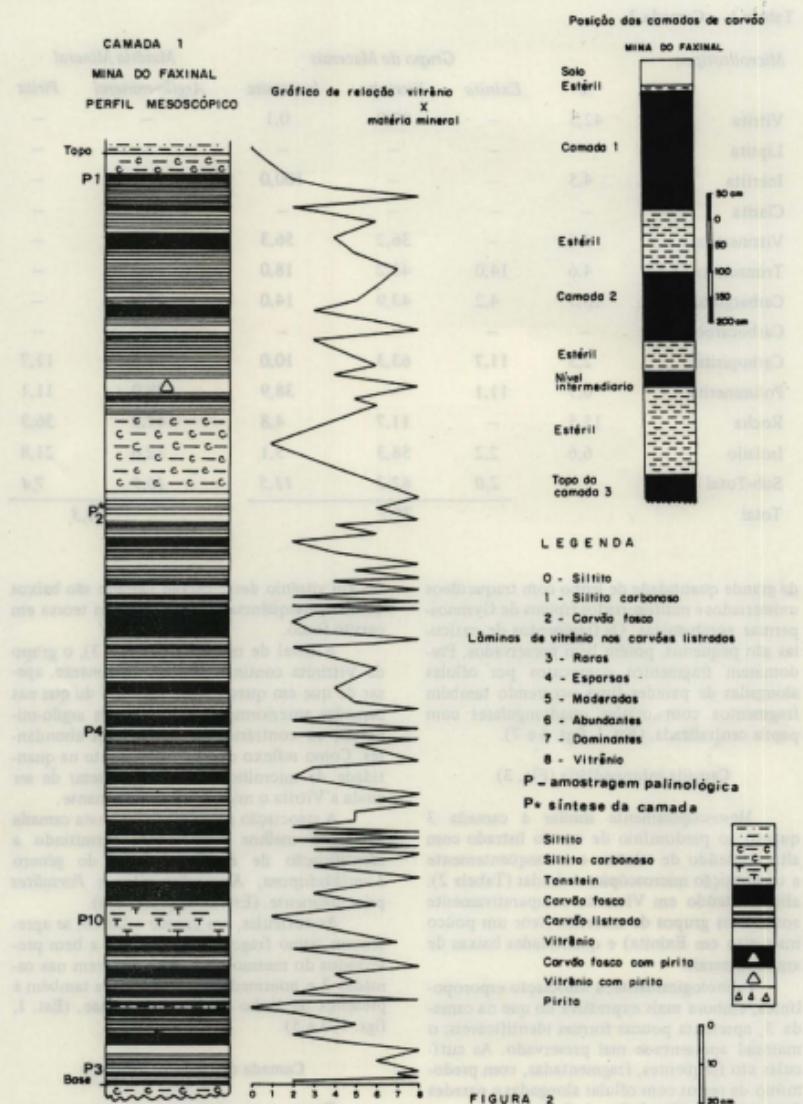


Fig. 2 — Posição das camadas de carvão (Formação Rio Bonito) da Mine do Faxinal, RS, Brasil (canto direito superior) e o perfil mesoscópico da camada 1 (à esquerda).

Tabela 1 - Camada 3

Microlitotipos	%	Grupo de Macerais			Materia Mineral	
		Exinita	Vitrinita	Inertinita	Argilo-mineral	Pirita
Vitrita	42,5	—	99,9	0,1	—	—
Liptita	—	—	—	—	—	—
Inertita	4,5	—	—	100,0	—	—
Clarita	—	—	—	—	—	—
Vitrinertita	3,0	—	36,2	56,3	7,5	—
Trimacerita	4,6	14,0	48,2	18,0	9,8	—
Carbargilito	20,3	4,2	43,9	14,0	37,9	—
Carbocarbonato	—	—	—	—	—	—
Carbopirita	2,3	11,7	63,3	10,0	3,3	11,7
Poliminerita	0,7	11,1	—	38,9	38,9	11,1
Rocha	15,5	—	11,7	4,8	47,2	36,3
Isolado	6,6	2,2	58,3	5,1	12,6	21,8
Sub-Total		2,0	62,2	11,5	16,9	7,4
Total			75,7			24,3

da grande quantidade de lenho com traqueídeos unisseriados e multisseriados típicos de *Gymnospermae* gondwanáticas. Os fragmentos de cutículas são pequenos, porém bem preservados. Predominam fragmentos compostos por células alongadas de paredes finas ocorrendo também fragmentos com células quadrangulares com papila centralizada. (Est. I, figs. 6 e 7).

#### Camada intermédiaria (Fig. 3)

Mesoscópicamente similar à camada 3 quanto ao predomínio de carvão listrado com alto conteúdo de vitrénio e consequentemente a composição microscópica é similar (Tabela 2); alto conteúdo em Vitrinita comparativamente aos outros grupos de macerais (teor um pouco mais alto em Exinita) e quantidades baixas de argilo-minerais.

Palinologicamente, a associação esporopó-línica, embora mais expressiva do que na camada 3, apresenta poucas formas identificáveis; o material apresenta-se mal preservado. As cutículas são freqüentes, fragmentadas, com predomínio de restos com células alongadas e paredes finas, e lenho. (Est. I, figs. 1, 2, 3, 5 e 6).

#### Camada de carvão 2 (Fig. 3)

Mesoscópicamente é ainda o carvão listrado o litotipo predominante. No entanto, os teo-

res em vitrénio deste carvão listrado são baixos como consequência do aumento nos teores em carvão fosco.

A nível de macerais (Tabela 3), o grupo da Vitrinita continua sendo o dominante, apesar de que em quantidades menores do que nas camadas anteriormente descritas. Os argilo-minerais, ao contrário, tornam-se mais abundantes. Como reflexo ocorre um aumento na quantidade de microlitotipos mistos, apesar de ser ainda a Vitrita o microlitotipo dominante.

A associação microflorística nesta camada apresenta melhor preservação, permitindo a identificação de esporos triletes do gênero *Lundbladispora*, *Krauselisporites* e *Portalites* principalmente. (Est. II, figs. 2, 3 e 6).

As cutículas, em grande número, se apresentam como fragmentos pequenos e bem preservados do mesmo tipo como ocorrem nas camadas 3 e intermédiaria. É registrada também a presença de lenho de *Gymnospermae*. (Est. I, figs. 1, 3 e 5).

#### Camada de carvão 1 (Fig. 2)

Tanto mesoscópica quanto microscópicamente esta camada se assemelha à camada 2.

Em termos microflorísticos também esta camada apresenta a mesma composição da camada 2, com a predominância de *Lundbladispora* e *Portalites* e raros sacados, dos quais

Tabela 2 - Camada Intermediária

<i>Microlitolitótipos</i>	<i>Grupo de Macerais</i>				<i>Matéria Mineral</i>		
	%	Exinita	Vitrinita	Inertinita	Argilo-mineral	Pirita	Carbonato
Vitrita	31,9	0,4	99,0	—	0,6	—	—
Liptita	—	—	—	—	—	—	—
Inertita	3,7	—	—	100,0	—	—	—
Clarita	11,5	19,6	77,8	—	2,6	—	—
Vitrinertita	1,5	—	45,0	47,0	8,0	—	—
Trimacerita	6,3	13,1	63,3	12,4	11,2	—	—
Carbargilito	16,0	10,0	42,6	8,6	38,8	—	—
Carbocarbonato	0,7	—	80,0	—	—	—	20,0
Carbopirita	2,2	—	93,2	—	—	6,8	—
Poliminerita	6,0	1,2	40,8	3,7	26,5	9,9	17,9
Rocha	11,7	2,2	9,8	7,9	19,0	5,4	55,7
Isolado	8,4	5,8	48,2	7,5	25,7	7,5	5,3
Sub-Total	5,7	62,3	8,4	—	13,4	2,0	8,2
Total		76,4				23,6	

Tabela 3 - Camada 2

<i>Microlitolitótipos</i>	<i>Grupo de Macerais</i>				<i>Matéria Mineral</i>		
	%	Exinita	Vitrinita	Inertinita	Argilo-mineral	Pirita	Carbonato
Vitrita	33,3	—	99,3	0,1	0,6	—	—
Liptita	0,6	100,0	—	—	—	—	—
Inertita	9,1	—	—	96,8	2,8	—	0,4
Clarita	2,6	28,8	62,5	—	3,7	—	—
Vitrinertita	1,9	—	53,4	34,9	11,7	—	—
Trimacerita	1,3	20,0	52,5	20,0	7,5	—	—
Carbargilito	9,6	9,1	25,7	20,9	44,3	—	—
Carbocarbonato	—	—	—	—	—	—	—
Carbopirita	0,6	—	90,0	—	—	10,0	—
Poliminerita	2,6	2,5	5,0	45,0	37,5	2,5	7,5
Rocha	36,5	2,4	3,1	12,8	72,5	5,9	3,3
Isolado	1,9	1,7	61,0	8,5	27,1	1,7	—
Sub-Total	3,5	41,0	17,7	—	33,1	2,3	1,4
Total		63,2				36,8	

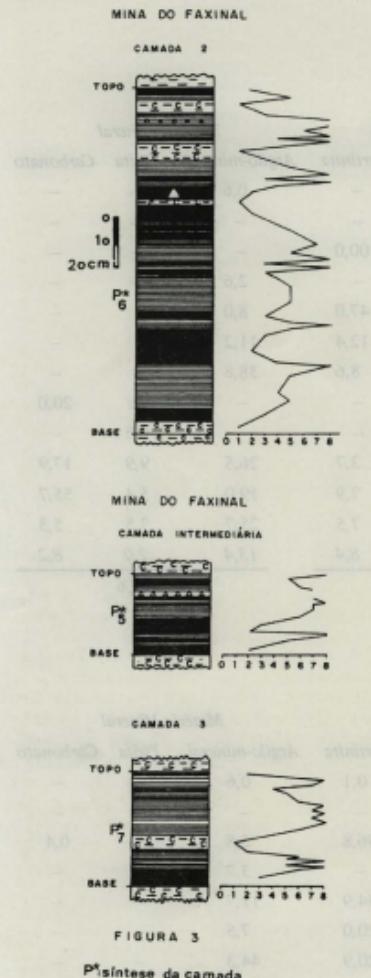
FIGURA 3  
*P\**síntese da camada

Fig. 3 — Perfis mesoscópicos das camadas de carvão 2, intermediária e 3, Formação Rio Bonito, Mina do Faxinal, RS, Brasil. Símbologia como na Fig. 1.

*Potonieisporites* é o gênero mais representativo. (Est. II, figs. 2, 4 e 6).

Os fragmentos de cutículas, em menor número do que nas demais camadas, são representados principalmente por células alongadas de paredes finas, ou espessas, além de fragmentos com papilas centralizadas. São também re-

gistrados fragmentos de cutículas vinculadas a Glossopteridales. (Est. II, fig. 7; Est. I, fig. 4).

A camada 1, devido a sua maior espessura e heterogeneidade vertical, foi estudada em maior detalhe quanto à composição microflorística.

Mesoscopicamente, a camada pode ser dividida em 3 níveis de carvão separados por 2 níveis de estéreis. Com relação ao teor vitrénio, pode-se dizer que o nível inferior possui quantidades intermediárias em relação ao nível superior (mais rico em vitrénio) e médio (mais pobre em vitrénio) (Fig. 2).

A base e o topo da camada 1 apresentam uma associação pobre em esporos, estando o material mal preservado. As cutículas nestes níveis também são raras, ocorrendo alguns fragmentos que podem ser vinculados a Glossopteridales, por apresentarem padrões idênticos aos encontrados em megafoisséis coletados no nível intermediário descrito a seguir. O lenho, no entanto, predomina sobre os demais elementos.

O nível intermediário desta camada apresenta uma associação esporopolítica com abundância de esporos do gênero *Lundbladispora* associados a *Punctatisporites*, *Portalites* e raros saudos. As cutículas, em menor quantidade, ainda encontram-se mal preservadas.

O nível estéril inferior apresenta o material esporopolítico muito mal preservado, de impossível identificação. As cutículas ocorrem com alta freqüência, sendo os fragmentos de tamanho bem maior do que os associados aos níveis de carvão. Uma grande proporção destes fragmentos foram relacionados a Glossopteridales. Neste mesmo nível foram identificados megafoisséis com padrões epidérmicos preservados relacionados a *Glossopteris cf. G. occidentalis* White 1908 (GUERRA-SOMMER et al., 1983).

## INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base em dados resultantes das análises petrográficas e microflorísticas, podem ser feitas algumas considerações sobre as condições deposicionais que atuaram durante a sedimentação da matéria orgânica estudada.

Constatou-se nas camadas de carvão um total predominio de matéria orgânica proveniente de material lenhoso, principalmente na forma de Vitrita, ocorrendo em menor proporção constituintes do grupo da Exinita. A matéria mineral ocorre em quantidades reduzidas. Teores mais altos de argilo-minerais são reflexo de intercalações estéreis nas camadas, mais do

Tabela 4 - Camada 1

<i>Microlitotipos</i>	<i>%</i>	<i>Grupo de Macerais</i>			<i>Matéria Mineral</i>	
		<i>Exinita</i>	<i>Vitrinita</i>	<i>Inertinita</i>	<i>Argilo-mineral</i>	<i>Pirita</i>
Vitrita	26,8	—	99,8	—	0,2	—
Liptita	—	—	—	—	—	—
Inertita	7,7	—	1,1	86,1	12,8	—
Clarita	—	—	—	—	—	—
Vitrinertita	0,6	—	71,4	14,3	14,3	—
Trimacerita	1,7	15,0	20,0	52,5	12,5	—
Carbargilito	15,9	5,1	25,7	25,2	44,0	—
Carbocarbonato	—	—	—	—	—	—
Carbopirita	—	—	—	—	—	—
Poliminerita	0,8	—	60,0	10,0	25,0	5,0
Rocha	39,7	1,0	3,2	11,7	81,5	2,6
Isolado	6,8	3,7	47,5	16,1	24,1	8,6
Sub-Total		1,6	36,8	17,3	42,7	1,6
Total			55,7			44,3

que teores altos nas camadas de carvão propriamente ditas.

A composição destas camadas de carvão em termos de macerais e microlitotipos indica um ambiente redutor, porém com reduzida lámina d'água.

Estudos palinológicos revelaram também a predominância de lenho e grande quantidade de cutículas dispersas, bem preservadas, e uma associação esporopolínica em geral mal preservada e relativamente pouco abundante. Esta associação apresenta um predomínio de esporos sobre pôlens, sendo portanto, formada por plantas do tipo pteridofítico, com menor proporção de sacados do grupo das Gymnospermae.

Os fragmentos de cutículas, em sua maioria, não apresentam características diagnósticas suficientes para a identificação a grupos definidos; todavia, foi possível constatar a presença de *Glossopteridales* como um dos componentes da associação. Os fragmentos de lenho também parecem indicar uma vinculação com *Glossopteridales* por apresentarem estruturação idêntica a traqueídeos de fragmentos de eixos associados a folhas de *Glossopteris* provenientes de nível intermediário às camadas de carvão; formas vinculadas às Pteridófitas também foram identificadas.

Observa-se, no entanto, pequenas varia-

ções nas características deposicionais das camadas aqui analisadas.

As camadas 3 e intermédiaria se caracterizam petrograficamente por um alto teor de vitrénio e Vitrita e pequena quantidade de argilominerais. A associação microflorística é pobre e mal preservada quanto ao conteúdo esporopolínico, sendo abundante a ocorrência de lenho e cutículas bem preservadas. Estes dados levaram a inferir um ambiente redutor no qual a lámina d'água era muito delgada, permitindo apenas a não oxidação do material lenhoso sem, no entanto, favorecer o aporte de elementos detritivos inorgânicos.

As camadas denominadas 1 e 2 (Figs. 2 e 3) apresentam características petrográficas semelhantes entre si, tais como menor teor de vitrénio (Vitrinita) e maior abundância de argilominerais em relação às camadas intermédiaria e 3. Do ponto de vista palinológico, a associação esporopolínica, além de melhor preservada, é também neste caso, mais abundante do que nos demais. Isto permite inferir um ambiente com influência de uma lámina d'água um pouco mais espessa do que nas camadas 3 e intermédiaria.

Análises detalhadas dos níveis de topo, meio e base da camada 1, e nível estéril inferior (Fig. 2), indicam ter havido oscilações faciológicas durante a deposição desta camada. Deste

modo, a base da camada caracteriza-se pela deposição em ambiente influenciado por uma delgada lámina d'água; em direção ao nível estéril inferior ocorre um rebaixamento desta lámina d'água possibilitando o desenvolvimento de uma vegetação de caráter mesófilo.

Segue-se a este evento, uma nova elevação do nível d'água condicionando a deposição de uma turfeira com características de ambiente mais profundo do que os níveis mais inferiores e com o estabelecimento de vegetação do tipo higrófilo. Finalizando o ciclo de deposição destas camadas de carvão, voltaram as condições paleoecológicas reinantes durante a formação do nível basal.

A partir da caracterização de microambientes deposicionais reinantes na deposição de camadas de carvão no sul do Brasil (MARQUES - TOIGO & CORRÉA DA SILVA, 1983), as camadas de carvão da Mina do Faxinal corresponderiam ao ambiente telmático, com vegetação

## BIBLIOGRAFIA

- FERREIRA, J.A.F., SÜFFERT, T. & SANTOS, A.P. - 1978 - *Projeto Carnês no Rio Grande do Sul*. Convênio DNPMP-CPRM, Relatório Final, DNPMP/CPRM, Porto Alegre, Vol. I: Jazidas do Rio Grande do Sul.

GUERRA-SOMMER, M., SILVEIRA, J.B. & BACKHEUSER, Y. - 1983 - *Estrutura Epidérmica de Glossopterídeos no Eocôngordano Brasileiro: I. Glossopteris da Formação Rio Bonito (Faxinal)*, R.S. 19 Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo RS/SC, Porto Alegre, Atas, p. 184-97.

MARQUES-TOIGO, M. & CORRÉA DA SILVA, Z.C. - 1983 - *On the origin of Gondwanic South Brazilian Coal Measures*. In: Congresso Internacional de Estratigrafia y Geología del Carbonífero, 10º, Madrid, Espanha. (no prelo).

PAIM, P.S.G., PICCOLI, A.E.M., SARTURI, J.A.D., HOLZ, M. & GRANITOIFF, W. - 1983 - *Evolução Paleogeográfica do Supergrobo Tubarão na Área de Mariana Pimentel - Faxinal, Guaiaba*, R.S. 19 Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo RS/SC, Porto Alegre, Atas, p. 140-59.

PICCOLI, A.E.M., PAIM, P.S.G., SARTURI, J.A.D., HOLZ, M., MUNARO, P. & GRANITOIFF, W. - 1983. - *Geología do Supergrobo Tubarão na Região de Mariana Pimentel - Faxinal, Municipio de Guatiba*, R.S. 19 Simpósio Sul-Brasileiro de Geología, Sociedad Brasileira de Geología, Núcleo RS/SC, Porto Alegre, Atas, p. 125-39.

SCHNEIDER, R.L., MÜLmann, H., TOMASI, I.E., MEDEIROS, R.S., DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A. - 1974 - *Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, 1974. Anais 1: 41-66.

SCHOPF, J.M. - 1960 - *Sampling of Coal Beds*. Geological Survey Bulletin 1111-B. United States Government Printing Office, Washington, USA.

STACH, E., MACKOWSKY, M.T., TEICHMÜLLER, M., TEICHMÜLLER, R., TAYLOR, G.H. & CHANDRA, D. - 1975 - *Cool Petrology*. Brüderl Borntraeger, Berlin, Stuttgart.

ção do tipo pteridofítico de porte herbáceo, associado à ocorrência de *Gymnospermae* arborecentes. Enquanto as camadas 3 e intermediária vinculam-se a um ambiente tipicamente telmático, as camadas 1 e 2 apresentam características transicionais a um ambiente limno-telmático.

O nível estéril inferior, intercalado na camada 1, representa um ambiente essencialmente mesófilo que poderia corresponder a uma vegetação de bordo de turfeira.

Comparativamente aos demais carvões estudados em diferentes jazidas da Bacia do Paraná, os carvões da Mina do Faxinal foram os que apresentaram condições mais rasas de deposição. Estas condições paleoecológicas são bastante coerentes com o posicionamento paleoecológico estimado por PAIM *et al.* (1983) para este ponto, ou seja, próximo de zonas mais soerguidas da bacia sedimentar.



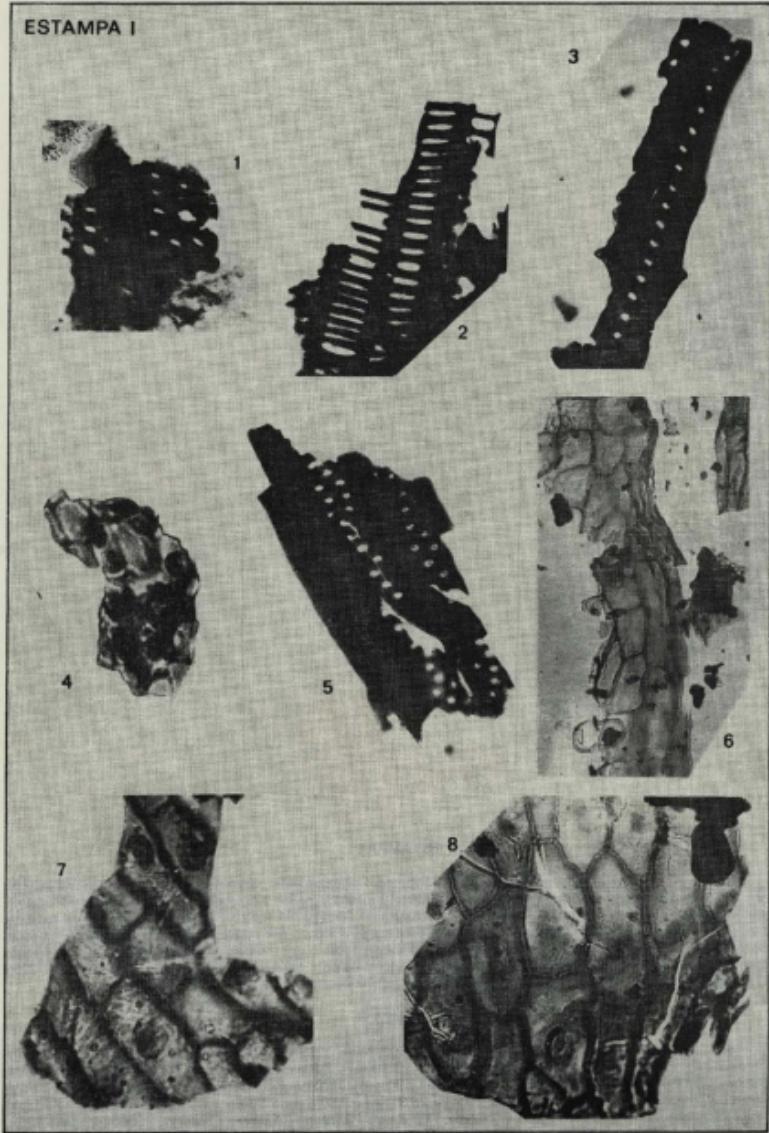
#### ESTAMPA I

Fig. 1 - Xilema secundário em vista radial; pontuações plurisseriadas (Gymnospermas), MP-P 3298 (x325). Fig. 2 - Reforços escalariformes em xilema primários (Pteridophyta?), MP-P 3298 (x325). Fig. 3 - Pontuações unisseriadas em parede radial de xilema secundário (Gymnospermae), MP-P 3294 (x325). Fig. 4 - Fragmento de cutícula com células portadoras de papila central e abertura estomática circundada por papilas formando canopia (Glossopoteridales?), MP-P 3298 (x397). Fig. 5 - Xilema secundário; pontuações plurisseriadas na parede radial dos traqueídeos (Gymnospermae), MP-P 3298 (x325). Fig. 6 - Tecido epidérmico com células alongadas e paredes finas, MP-P 3293 (x397). Figs. 7 e 8 - Células alongadas, apoliédricas, com papilas centralizadas, MP-P 3293 (x242).

#### ESTAMPA II

Fig. 1 - *Punctatisporites gutensis* f. *minor* Hart 1965, MP-P 3289 (114,5x32,3) (x720). Fig. 2 - *Lundbladispora brasiliensis* (Pant & Srivastava) Marques-Toigo & Pons 1974, MP-P 3289 (98,3x26,8) (x720). Fig. 3 - *Lundbladispora brasiliensis*, MP-P 3289 (78,2x21,7) (x720). Fig. 4 - *Potoniesporites brasiliensis* (Nahuys, Alpern & Yberti) Archangelsky & Gamero 1979, MP-P 3290 (101,3x25,8) (x720). Fig. 5 - *Scheuringipollenites medius* (Burjack) Dias-Fabriico 1981, MP-P 3293 (87,5x26,4) (x720). Fig. 6 - *Portalites gondwanensis* Nahuys, Alpere & Ybert 1969, MP-P 3293 (114,2x29,1) (x720). Fig. 7 - Células alongadas com paredes retas, multipapiladas (Glossopoteridales?), MP-P 3289 (x386). Fig. 8 - Células poligonais com paredes finas e papilas centralizadas (Glossopoteridales?), MP-P 3295 (x386). Fig. 9 - Células alongadas, retangulares com paredes espessas, MP-P 3301 (x386).

## ESTAMPA I



ESTAMPA II

