

## Registros Palinológicos Inéditos nas Formações Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná) Implicações Biocronoestratigráficas e Paleoambientais

RODRIGO NEREGATO<sup>1</sup>; PAULO ALVES DE SOUZA<sup>3</sup> & ROSEMARIE ROHN<sup>1</sup>

1. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 178, CEP 13.506-900, Rio Claro, SP.
2. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15.001, CEP 91.501-970, Porto Alegre, RS.  
e-mail: rodrigoneregato@hotmail.com

(Recebido em 08/07. Aceito para publicação em 09/08)

**Abstract** - The Pennsylvanian-Permian interval of the Paraná Basin is relatively well-known on its palynological content. However, little has been published from the Permian Serra Alta, Teresina and lower Rio do Rasto formations (Passa Dois Group). A total of thirty seven core samples were collected along a vertical range of 600 meters of these units in two boreholes in the Congonhinhas Municipality, northeastern Paraná State, South Brazil, but only the Teresina Formation and the lower part of the Serrinha Member of the Rio do Rasto Formation yielded identifiable palynomorphs. Of the thirty recorded species, ten species are registered for the first time in the basin, three are probably new, and five were previously documented at stratigraphic levels below the units of the present study. Assemblages are assigned to the *Lueckisporites virkkiae* Zone, regarded as Middle Permian (Guadalupian) in age, as suggested by other fossil and radiometric data. According to the relative abundance of some spore species, it is possible to discriminate two intervals: the first characterized by the predominance of *Laevigatosporites vulgaris* (from the Teresina Formation to the basal Serrinha Member), and the second dominated by *Thymospora* (in higher stratigraphic levels). The great abundance of fern spores in these assemblages is amazing because lycophyte stems are the best represented macrophytofossils of the Teresina Formation, similarly as glossopterid leaves and sphenophyte stems in the Rio do Rasto Formation. These aspects are discussed in the scope of lithofaciological and other paleontological data.

**Keywords** - Palynology, Permian, Paraná Basin.

### INTRODUÇÃO

Palinómorfos são encontrados em relativa abundância no intervalo neopaleozóico da Bacia do Paraná, principalmente nas unidades que compõem o Grupo Tubarão, com notável variedade. Vários zoneamentos bioestratigráficos foram propostos para esse intervalo (e.g., Daemon & Quadros, 1970; Souza & Marques-Toigo, 2005; Souza, 2006), com base em esporos e grãos de pólen. Contudo, poucos são os trabalhos para o Grupo Passa Dois, provavelmente devido às condições tafonômicas e litofaciológicas, excetuando-se a Formação Irati, para a qual há trabalhos de descrições em diversos setores da

bacia (e.g., Dellazzana, 1976; Premaor *et al.*, 2006). Essa deficiência compromete o posicionamento biocronoestratigráfico das unidades pós-Irati, bem como as correlações a longas distâncias, que se baseiam, principalmente, em vertebrados e invertebrados fósseis não endêmicos à Bacia do Paraná.

Somente em Daemon & Quadros (1970) há referências a esporos e grãos de pólen nas formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto, cuja lista revisada se limita a duas espécies de esporos e cinco de grãos de pólen bissacados. O presente trabalho é resultante da amostragem sistemática destas unidades, que representam uma extensão vertical de aproximadamente 600 m, em dois furos de sondagem da

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), realizados no sul do Município de Congonhinhas, nordeste do Estado do Paraná. O intervalo palinologicamente fértil equivale à Formação Teresina e à porção inferior da Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha). São listados e ilustrados os táxons identificados, apresentadas as amplitudes estratigráficas de determinadas espécies, avaliados os significados bioestratigráficos e discutidas as implicações nas interpretações dos ambientes deposicionais.

## Materiais e métodos

As assembléias palinológicas estudadas provêm dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR, localizados na porção nordeste do Estado do Paraná, no sul do Município de Congonhinhas (Figs. 1, 2), distantes 2,5 km entre si, o que favorece as correlações laterais. Descrições litológicas e interpretações estratigráficas dos furos foram realizadas por Lourenço (2003), Rohn *et al.* (2003) e Meglhoratti (2005, 2006), conforme sintetizado no próximo capítulo.

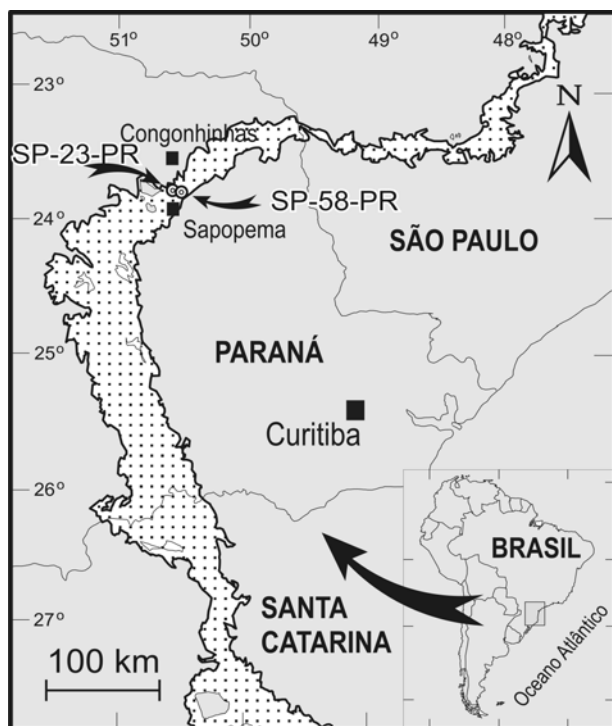


Figura 1 - Localização dos furos de sondagem estudados, com destaque (em pontilhado) para a faixa de afloramentos do Grupo Passa Dois na borda leste da Bacia do Paraná.

Os testemunhos do furo SP-58-PR estão acondicionados no depósito da CPRM em Araraquara (SP) e os do furo SP-23-PR no depósito do DNPM em São Pedro (SP). Foram selecionadas 20 amostras de folhelhos ou siltitos escuros do furo de sondagem SP-23-PR e 17 do furo SP-58-PR (Fig. 2), num espaçamento vertical entre 2 e 30 m. Grande parte das amostras das formações Serra Alta e Teresina é do furo SP-58-PR, uma vez que diversas caixas de testemunhos do furo SP-23-PR não estão mais disponíveis. A correlação e a integração das informações dos dois furos foi possível devido à proximidade geográfica (aproximadamente 2,5 km) e à similaridade litofaciológica.

O furo de sondagem SP-23-PR (coordenadas UTM 7374,863 kmN / 545,384 kmE; cota de 953,64 m) abrange as formações Serra Alta (70 m), Teresina (349 m) e a parte inferior do Membro Serrinha (199 m) da Formação Rio do Rasto. Este furo é praticamente o único da Bacia do Paraná onde foi realizada testemunhagem contínua da porção inferior da Formação Rio do Rasto, onde ocorrem alguns pelitos cinzentos ricos em palinomorfos. O furo de sondagem SP-58-PR (coordenadas UTM 7373,930 kmN / 547,620 kmE; cota 814,10 m) abrange as formações Serra Alta (80 m) e Teresina (345 m). Neste furo, os 15 m iniciais da Formação Serra Alta encontram-se alterados por intrusão correspondente a espesso pacote de diabásio (52 m).

As amostras foram processadas conforme método tradicional para material paleozóico (síntese em Quadros & Melo, 1987), que consiste na eliminação dos constituintes minerais com adição de HF e HCl, respectivamente, e concentração da fração orgânica por peneiramento (malhas entre 25 e 250  $\mu\text{m}$ ) para a confecção das lâminas palinológicas. Posteriormente, estas foram depositadas no Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim”, da Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, câmpus de Rio Claro (IGCE - Unesp - Rio Claro), tendo recebido a numeração de URC.PT 84 a URC.PT 100 (Tab. 1), com réplicas depositadas no Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A análise palinotaxonômica e as fotomicrografias foram realizadas utilizando o microscópio óptico Zeiss Standard 25 com câmera Canon/Leica Power Shot S70 da primeira instituição.

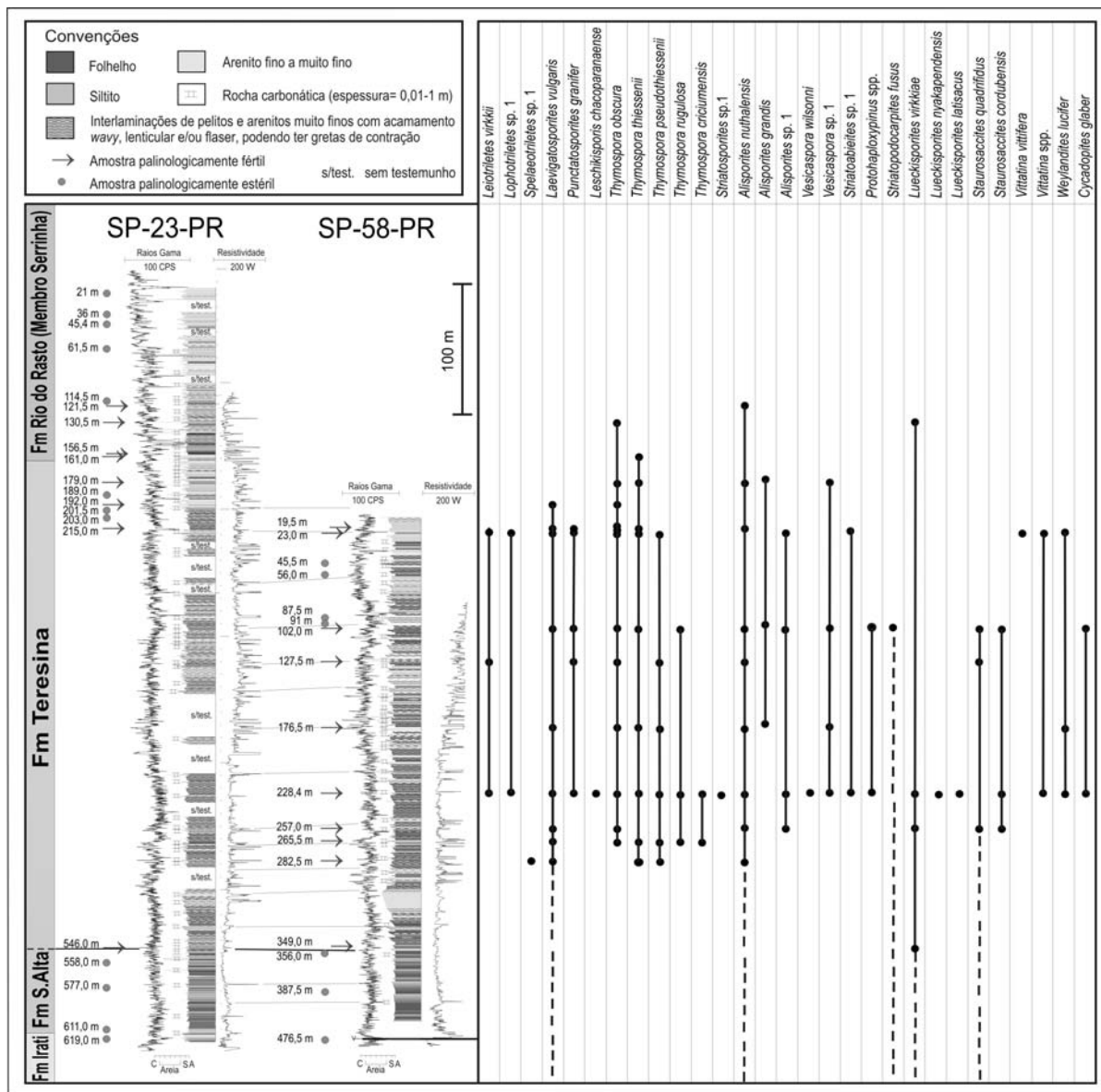


Figura 2 - Amplitudes estratigráficas das espécies encontradas nos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR. As linhas tracejadas indicam as espécies previamente conhecidas na Bacia do Paraná, porém em níveis estratigráficos mais baixos.

Tabela 1 - Informações sobre os níveis palinologicamente férteis estudados (a codificação URC PT corresponde à Coleção do Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim”, da Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas).

Furo	Profundidade (m)	Lâmina	Litoestratigrafia
SP-23-PR	121,5	URC PT.84	Formação Rio do Rasto
	130,5	URC PT.85	Formação Rio do Rasto
	156,3	URC PT.86	Formação Rio do Rasto
	161,0	URC PT.87	Formação Rio do Rasto
	179,0	URC PT.88	Formação Rio do Rasto
	192,0	URC PT.89	Formação Rio do Rasto
	215,0	URC PT.90	Formação Teresina
	19,5	URC PT.91	Formação Teresina
	SP-58-PR	23,0	URC PT.92
102,0		URC PT.93	Formação Teresina
127,5		URC PT.94	Formação Teresina
176,5		URC PT.95	Formação Teresina
228,4		URC PT.96	Formação Teresina
257,0		URC PT.97	Formação Teresina
265,5		URC PT.98	Formação Teresina
282,5		URC PT.99	Formação Teresina
349,0		URC PT.100	Formação Teresina

A nomenclatura adotada para as unidades litoestratigráficas está de acordo com Schneider *et al.* (1974), que dividem o Grupo Passa Dois nas formações Irati (subdividida nos membros Taquaral e Assistência), Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (subdividida nos membros Serrinha e Morro Pelado). A geocronologia para o Permiano é de acordo com Gradstein *et al.* (2004).

## CONSIDERAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

### Unidades estratigráficas amostradas

Na região de Congonhinhas, a Formação Serra Alta é constituída predominantemente por folhelhos escuros, indicativos de sedimentação em águas calmas/distais. Esta unidade passa gradacionalmente para a Formação Teresina, que é caracterizada por interlaminações de folhelhos e arenitos muito finos com acamamento *wavy*, geralmente organizados em sucessões granocrescente cíclicas submétricas a métricas. Tais sucessões são interpretadas como ciclos de raseamento, ou seja, depositadas em águas que passam de relativamente profundas para rasas, com influência freqüente de ondas de tempestade. Na Formação Teresina adicionalmente ocorrem diversas intercalações de rochas carbonáticas (principalmente micritos e oosparitos). Embora diversas características das formações Serra Alta e Teresina evoquem ambientes marinhos e costeiros, a priori, nenhum fóssil constitui evidência irrefutável de conexão da bacia ao oceano. A salinidade da água provavelmente variava e análises geoquímicas de algumas rochas carbonáticas indicam situações de hipersalinidade (Rodrigues & Quadros, 1976).

A passagem da Formação Teresina para a Formação Rio do Rasto é observada apenas no furo SP-23-PR, caracterizada pelo aparecimento abrupto de diversos corpos espessos de arenitos finos, diminuição da freqüência de litologias com acamamento *wavy*, desaparecimento de oosparitos e, a partir de 19 metros acima da base, ocorrências abundantes de conchostráceos, crustáceos indicadores de água doce (Rohn, 1994; Lourenço, 2003; Ferreira-Oliveira, 2007). Entre 38 e 68 metros acima da base ocorrem espessos micritos e coquinas. Os paleoambientes do Membro Serrinha podem ser interpretados como lacustres com desembocadura de rios efêmeros (Rohn, 1994, 2007; Lourenço, 2003; Meghioratti, 2005, 2006). Em posições estratigráficas acima da abrangência do furo SP-23-PR, especialmente no Membro Morro Pelado, ocorrem *red beds* com depósitos eólicos e aluviais (Rohn,

1994, 2007).

### Palinoestratigrafia e idades

De acordo com Souza & Marques-Toigo (2005) e Souza (2006), quatro zonas de intervalo são reconhecidas no Pensilvaniano-Permiano da Bacia do Paraná, em ordem estratigráfica ascendente: Zona *Ahrensiporites cristatus*, Zona *Crucisaccites monoletus*, Zona *Vittatina costabilis* e Zona *Lueckisporites virkkiae*. As duas primeiras são exclusivas aos depósitos pensilvanianos do Grupo Itararé na porção nordeste da bacia. As duas zonas sobrejacentes, de idade permiana, ocorrem extensivamente em toda a Bacia do Paraná. A Zona *Vittatina costabilis* está registrada desde o topo do Grupo Itararé até a parte superior da Formação Rio Bonito, ou porção basal da Formação Palermo, enquanto a Zona *Lueckisporites virkkiae* é bem caracterizada desde esta última até a Formação Irati.

Escassos dados palinológicos são conhecidos nas formações Serra Alta e Teresina (Daemon & Quadros, 1970). Contudo, com base nessas ocorrências e em dados ainda inéditos da porção nordeste da bacia, Souza & Marques-Toigo (2005) e Souza (2006) estenderam a amplitude da Zona *Lueckisporites virkkiae* até a porção basal da Formação Rio do Rasto.

A partir da revisão taxonômica do trabalho de Daemon & Quadros (1970), é possível assinalar a presença de duas espécies de esporos monoletes, *Laevigatosporites ovalis* e *Punctatosporites* cf. *P. rotundus*, e cinco espécies de grãos de pólen, *Striatopodocarpites cancellatus* (referida como *Protohaploxylinus* sp. e *Striatopodocarpites* sp., respectivamente formas P-306 e P-360), *Corisaccites alutas* e *Staurosaccites quadrifidus* (referidas como *Rimaesporites* sp., forma P-537), *Lueckisporites virkkiae* e *Alisporites nuthalensis*. Embora algumas dessas espécies ocorram a partir da Formação Rio Bonito, o conjunto é restrito aos intervalos L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>, mais superior na seqüência neopaleozóica da Bacia do Paraná, correspondente à Zona *Lueckisporites virkkiae*.

Para a Formação Corumbataí, equivalente lateral das formações Serra Alta e Teresina no Estado de São Paulo, cinco espécies de grãos de pólen bissacados e poliplicados foram preliminarmente noticiados por Maranhão & Petri (1996): *Alisporites* aff. *nuthalensis*, *Corisaccites vanus*, *Limitisporites* sp., *Lueckisporites virkkiae* e *Vittatina?* sp. (*sic*). Embora haja carência de ilustrações e/ou descrições para melhor análise, esses elementos confirmam o posicionamento das formações Serra

Alta, Teresina e Rio do Rasto na Zona *Lueckisporites virkkiae*.

As idades atribuídas ao Grupo Passa Dois têm sido bastante discrepantes entre os autores. Marques-Toigo (1988, 1991) admitiu idade tatariana para a Formação Irati (ou seja, Capitaniano ao início do Wuchiapingiano). Daemon *et al.* (1996) consideraram que a Formação Rio do Rasto chegaria ao Triássico. Por outro lado, Rohn & Lavina (1993) e Rohn & Stollhofen (2000) sintetizaram argumentos para posicionar o Grupo Passa Dois no intervalo Artinskiano-Tatariano (isto é, Artinskiano-Wuchiapingiano).

Segundo Santos *et al.* (2006), a datação absoluta de cinzas vulcânicas intercaladas ao Membro Assistência da Formação Irati resultou na idade de aproximadamente  $278,4 \pm 2,2$  Ma, equivalente ao final do Artinskiano. De acordo com esta datação, Souza (2006) reinterpreto as idades das biozonas anteriormente propostas por Souza & Marques-Toigo (2005). Assim, o limite basal da Zona *Lueckisporites virkkiae* poderia estar posicionado na porção média do Artinskiano (Fig. 3). Esta reinterpretação corrobora as conclusões de Rohn & Lavina (1993) e Rohn & Stollhofen (2000).

Em relação ao Membro Serrinha, a informação cronoestratigráfica anterior mais segura refere-se a uma correlação com depósitos da Namíbia através da espécie de bivalve *Leinzia similis* (Holdhaus) Mendes, 1949. O intervalo de ocorrência da espécie na África é imediatamente sobreposto por cinzas vulcânicas datadas em  $265,5 \pm 2,2$  Ma, o que corresponde aproximadamente ao início do Wordiano - intervalo médio do Guadalupiano ou Mesopermiano (Stollhofen *et al.*, 2000). Na Bacia do Paraná, a amplitude vertical de *Leinzia similis* abrange quase toda a metade inferior do Membro Serrinha, exceto sua porção basal. Ainda que os dados palinológicos anteriores sejam muito escassos para as formações Serra Alta, Teresina e, principalmente, a Formação Rio do Rasto, o registro da Zona *Lueckisporites virkkiae* até a porção basal da Formação Rio do Rasto (Souza & Marques-Toigo, 2005; Souza, 2006) induz à interpretação de que a biozona alcance, pelo menos, o Roadiano (parte inferior do Guadalupiano ou Permiano Médio).

A parte superior da Formação Rio do Rasto (Membro Morro Pelado), quase totalmente constituída por depósitos muito oxidados (*red beds*), apresenta baixíssimo potencial para a preservação de palinórfos. O topo da unidade na faixa de afloramentos deve corresponder ao Wuchiapingiano, de acordo com interpretações de vertebrados (Cisneros *et al.*, 2005) e invertebrados fósseis (Rohn, 2007; Ferreira-Oliveira, 2007).

## RESULTADOS

Preliminarmente foram amostrados intervalos desde o topo da Formação Irati até o topo do Membro Serrinha (Formação Rio do Rasto). Das 20 amostras processadas do furo SP-23-PR, 8 são férteis, enquanto do furo SP-58-PR, dentre as 17 amostras processadas, 10 são férteis. As amostras palinologicamente férteis são relativas à Formação Teresina e ao Membro Serrinha (Fig. 2). No furo SP-23-PR, a amostra fértil em posição estratigráfica mais alta situa-se cerca de 77 metros acima da base da Formação Rio do Rasto e 9 metros acima do intervalo com micritos e coquinas espessas.

Um total de 30 espécies de palinórfos foi registrado, sendo 13 referentes a esporos, incluídas em 8 gêneros, e 17 grãos de pólen, relativas a 10 gêneros, conforme lista apresentada a seguir. Muitas espécies permanecem em taxonomia aberta, tendo em vista se tratar de novas espécies, objeto de publicação em preparação pelos autores. Dentre os esporos, há um domínio absoluto das formas monoletes, com notável diversificação, sendo dominantes em determinados níveis. Esporos triletes ocorrem subordinadamente e são menos diversificados. Grãos de pólen ocorrem com uma frequência bastante parecida com a dos esporos, sendo as formas bissacadas as mais abundantes. De uma forma geral, a preservação é regular, estando os esporos mais bem preservados que os grãos de pólen. As amplitudes locais de cada táxon são apresentadas na figura 2.

### Esporos

*Leiotriletes virkkii* Tiwari, 1965 (Fig. 3.A)

*Lophotriletes* sp. (Fig. 3.B)

*Spelaotriletes* sp. (Fig. 3.C)

*Laevigatosporites vulgaris* (Ibrahim) Alpern & -  
Doubinger, 1973 (Figs. 3.D, 3.E e 3.F)

*Punctatosporites granifer* (Potonié & Kremp)  
Alpern & Doubinger, 1973 (Fig. 3.G)

*Leschikisporis chacoparanaense* Vergel, 1990 (Fig. 3.H)

*Thymospora obscura* (Kosanke) Wilson &  
Venkatachala, 1963 (Fig. 4.A)

*Thymospora thiessenii* (Kosanke) Wilson &  
Venkatachala, 1963 (Fig. 4.b)

*Thymospora pseudothiessenii* (Kosanke) Wilson &  
Venkatachala, 1963 (Fig. 4.C)

*Thymospora rugulosa* Mautino, Vergel & Anzótegui,  
1998 (Fig. 4.D)

*Thymospora cricumensis* Quadros, Marques-Toigo  
& Cazzulo-Klepzig, 1995 (Fig. 4.E)

*Striatosporites* sp.1 e sp. 2 (Figs. 4.F e 4.G)

Grãos de pólen

*Alisporites nuthalensis* Clarke, 1965 (Fig. 4.H)  
*Alisporites grandis* Clarke, 1965 (Fig. 5.A)  
*Alisporites* sp. (Fig. 5.B)  
*Vesicaspora wilsonni* (Schemel) Wilson & Venkatachala, 1963 (Fig. 5.C)  
*Vesicaspora* sp. (Fig. 5.D)  
*Striatoabieites* sp. (Fig. 5.E)  
*Protohaploxylinus* sp. (Fig. 5.F)  
*Striatopodacarpites fusus* (Balme & Hennelly) Potonié, 1958 (Fig. 5.G)  
*Lueckisporites virkkiae* (Potonié & Klaus) Klaus 1963 (Fig. 5.H)

*Lueckisporites stenotaeniatus* Menéndez, 1976 (Fig. 6.A)  
*Lueckisporites nyakapendensis* Hart, 1960 (Fig. 6.B)  
*Staurosaccites quadrifidus* Dolby, 1976 (Fig. 6.C)  
*Staurosaccites cordubensis* Archangelsky & Gamarro, 1979 (Fig. 6.D)  
*Vittatina vittifera* (Samoilovich) Jansonius, 1962 (Fig. 6.E)  
*Vittatina* sp. (Fig. 6.F)  
*Weylandites lucifer* (Bhardwaj & Salujha) Foster, 1975 (Fig. 6.G)  
*Cycadopites glaber* (Luber & Valtz) Hart, 1965 (Fig. 6.H)

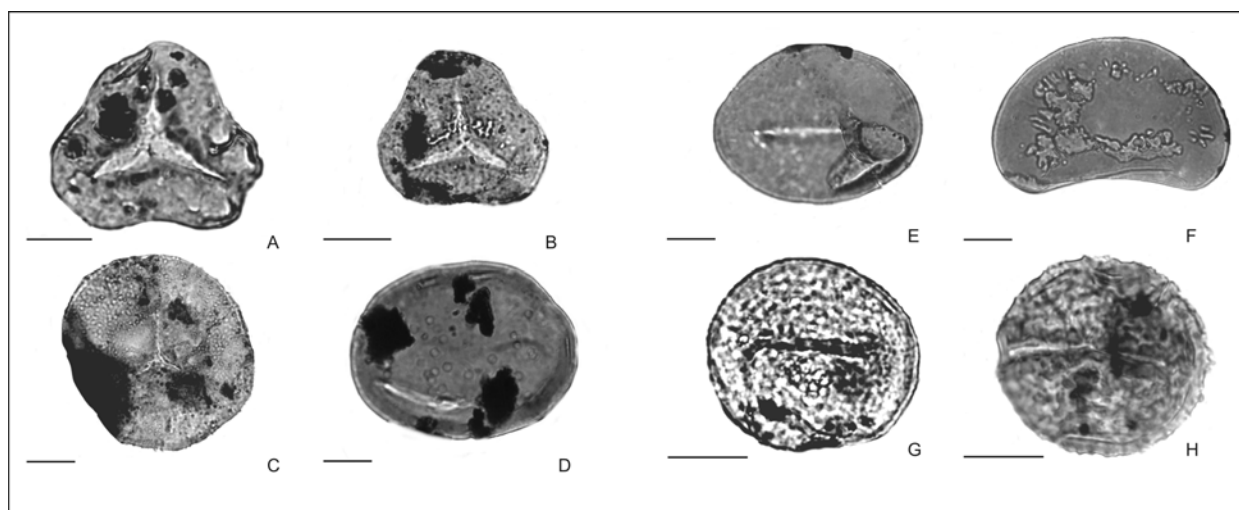


Figura 3 - Palinomorfos das formações Teresina e Rio do Rasto dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR. A: *Leiotriletes virkkii* (Lâmina URC PT.96a, coordenada England Finder, EF: H43); b: *Lophotriletes* sp. (Lâmina URC PT.92a, EF: F40); C: *Spelaeotriletes* sp. (Lâmina URC PT.99b, EF: Q33-2); D: *Laevigatosporites vulgaris* (Lâmina URC PT.95b, EF: P37); E: *Laevigatosporites vulgaris* (Lâmina URC PT.95C, EF:V23); F: *Laevigatosporites vulgaris* (Lâmina URC PT.95b, EF:O26-2); G: *Punctatisporites granifer* (Lâmina URC PT.92b, EF: E35-2); H: *Leschikisporis chacoparanaense* (Lâmina URC PT.96a, EF: M29). Escala gráfica = 20 µm.

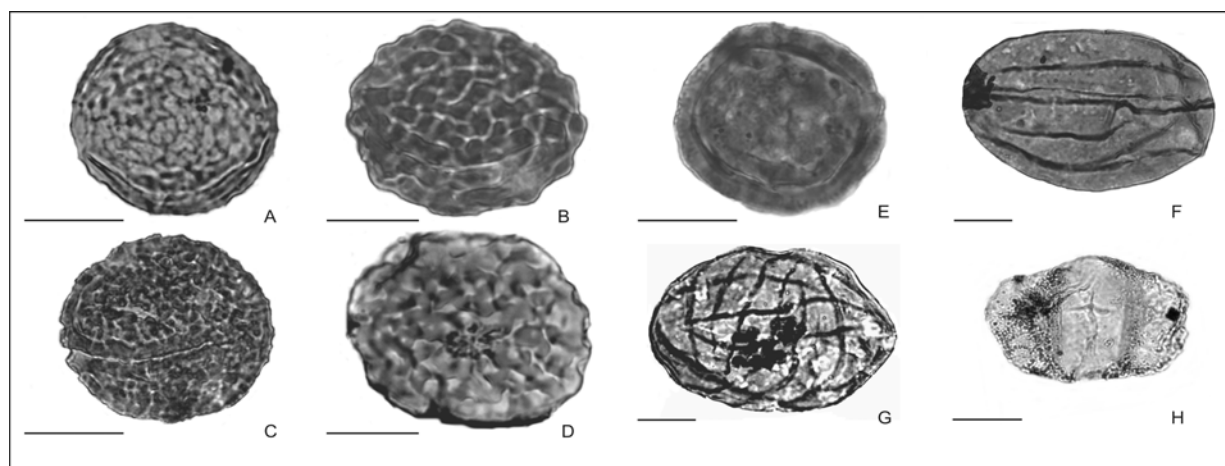


Figura 4 - Palinomorfos das formações Teresina e Rio do Rasto dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR. A: *Thymospora obscura* (Lâmina URC PT. 96a, EF: P31); B: *Thymospora thiessenii* (Lâmina URC PT.96a, EF: K44); C: *Thymospora pseudothiessenii* (Lâmina URC PT.96c, EF: B26); D: *Thymospora rugulosa* (Lâmina URC PT.98b , EF: Q40-3); E: *Thymospora cricumensis* (Lâmina URC PT.96a, EF: L44); F: *Striatosporites* sp. 1 (Lâmina URC PT.96d, EF:S35); G: *Striatosporites* sp. 2 (Lâmina URC PT.96b, EF: W30); H: *Alisporites nuthalensis* (Lâmina URC PT.99a, EF: P30-1/2). Escala gráfica = 20 µm.

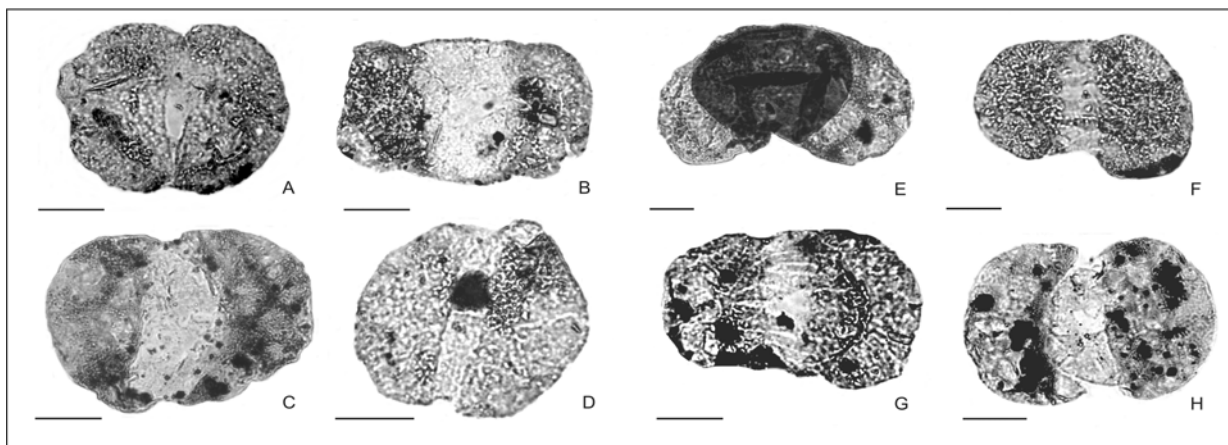


Figura 5 - Palinóforos das formações Teresina e Rio do Rasto dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR. A: *Alisporites grandis* (Lâmina URC PT.93c, EF: K25-2); B: *Alisporites* sp. (Lâmina URC PT.93a, EF: P34-2); C: *Vesicaspora wilsonni* (Lâmina URC PT.96b, EF: U26-4); D: *Vesicaspora* sp. (Lâmina URC PT.93c, EF: P-25); E: *Striatoabietites* sp. (Lâmina URC PT.96b, EF: Q29-4); F: *Protohaploxipinus* sp. (Lâmina URC PT.96c, EF: M41-3); G: *Striatopodacarpites fusus* (Lâmina URC PT.93a, EF: P27); H: *Lueckisporites virkkiae* (Lâmina URC PT.100b, EF: R32-1). Escala gráfica = 20 µm.

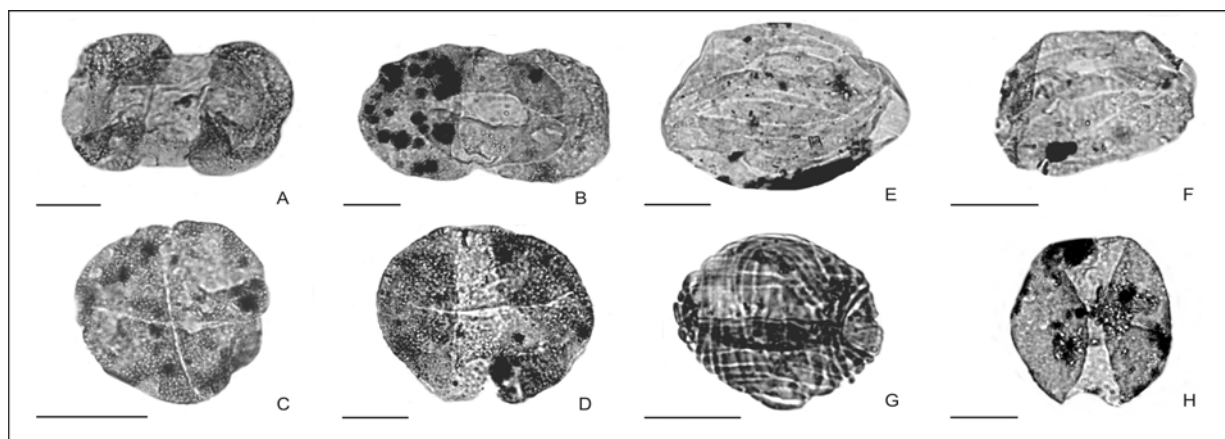


Figura 6 - Palinóforos das formações Teresina e Rio do Rasto dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR. A: *Lueckisporites stenotaeniatus* (Lâmina URC PT.96c, EF: K38); B: *Lueckisporites nyakapendensis* (Lâmina URC PT.96d, EF: T33-1); C: *Staurosaccites quadrifidus* (Lâmina URC PT.96a, EF: K43-2); D: *Staurosaccites cordubensis* (Lâmina URC PT.96a, EF: J43-3); E: *Vittatina vittifera* (Lâmina URC PT.92c, EF: N31); F: *Vittatina* sp. (Lâmina URC PT.96c, EF: D28); G: *Weylandites lucifer* (Lâmina URC PT.96b, EF: L43); H: *Cycadopites glaber* (Lâmina URC PT.93a, EF: O37). Escala = gráfica = 20 µm.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Implicações bioestratigráficas

Na figura 2 são apresentadas as amplitudes estratigráficas das espécies de palinóforos identificadas nos dois furos de sondagem estudados. Comparando as espécies encontradas neste estudo com as registradas por Daemon & Quadros (1970), algumas tiveram sua amplitude vertical ampliada, principalmente em relação aos níveis superiores da Formação Teresina e à parte inferior da Formação Rio do Rasto. Tais alterações nas amplitudes podem ter importantes implicações nos zoneamentos palinoestratigráficos propostos anteriormente. O número relativamente grande de alterações deve-se ao fato deste estudo ser o primeiro levantamento palino-

lógico mais detalhado para a parte superior do Grupo Passa Dois.

As formas comuns identificadas no presente trabalho e por Daemon & Quadros (1970) são: *Lueckisporites virkkiae* (forma P-325), *Staurosaccites quadrifidus* (*Rimaesporites* sp., forma P. 537) e *Alisporites nuthalensis* (forma P-331). Para esses últimos autores, tais espécies não ultrapassariam estratigraficamente a Formação Teresina, algumas das quais com ocorrência mais baixa desde a parte superior da Formação Rio Bonito (*Lueckisporites virkkiae*, *Staurosaccites quadrifidus*), ou desde a parte superior do Grupo Itararé (*Alisporites nuthalensis*). Outras espécies longevas registradas pelos autores são *Laevigatosporites ovalis* (forma P-289), *Punctatosporites* cf. *rotundus* (forma P-294), *Corisaccites alutas* (forma P-310) e a espécie

denominada *Striatopodocarpites cancellatus* (*Striatopodocarpites* sp., forma P-360 e *Protohaploxy-pinus* sp., forma P-306). Embora não tenham sido verificados no presente trabalho, estes táxons não ultrapassariam a Formação Teresina.

Como pode ser observado, nenhuma informação palinológica havia sido anteriormente publicada para a Formação Rio do Rasto. O registro destas e outras espécies na última unidade corrobora, parcialmente, a inclusão da Zona *Lueckisporites virkkiae* no Membro Serrinha, de acordo com Souza & Marques-Toigo (2005) e Souza (2006).

A primeira ocorrência palinológica deste estudo se dá no nível 349 m do furo SP-58-PR, na parte inferior da Formação Teresina, e se trata da espécie *Lueckisporites virkkiae*. Logo acima, no nível 282,5 m do mesmo furo, porção média da Formação Teresina, os esporos monoletes passam a ser dominantes. A última ocorrência de *Lueckisporites virkkiae*, ainda que representada por um grão de pólen muito mal preservado, situa-se no nível 130,5 m do furo SP-23-PR, correspondendo quase ao topo do intervalo fértil estudado na porção média do Membro Serrinha. Sendo *Lueckisporites virkkiae* uma das espécies que define a zona epônima de Marques-Toigo (1988, 1991) e Souza & Marques-Toigo (2005), pode-se considerar que todo o intervalo estudado está contido nesta palinozona.

Nos furos estudados também foram reconhecidas as seguintes espécies diagnósticas da Zona *Lueckisporites virkkiae*: *Weylandites lucifer*, cuja amplitude se estende do nível 228,4 m até o nível 23 m do furo SP-58-PR, na Formação Teresina, e *Striatopodocarpites fusus*, que ocorre apenas no nível 102 m do furo SP-58-PR, na Formação Teresina.

Neste estudo, em virtude da análise palinológica ter sido realizada em apenas dois furos de sondagem, muito próximos um do outro, não é possível propor refinamento bioestratigráfico no âmbito da Zona *Lueckisporites virkkiae*. Contudo, de forma preliminar, foram reconhecidos dois intervalos informais de acordo com a abundância dos esporos monoletes, principalmente das espécies *Laevigatosporites vulgaris*, *Thymospora obscura*, *Thymospora thiessenii* e *Thymospora pseudothiessenii*, conforme apresentado na Fig. 7, onde são também mostradas as correspondências com os zoneamentos vigentes para a bacia.

- **Intervalo 1:** caracteriza-se pela grande abundância de *Laevigatosporites vulgaris*. A espécie tem seu primeiro registro no nível 282,5 m do furo SP-58 PR, que corresponde aproximadamente ao topo do primeiro terço da Formação Teresina. Seu último

registro se dá no nível 192 m do furo SP-23-PR, base do Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto. Nesse intervalo, nenhum outro palinomorfo é tão abundante quanto esta espécie. Assim, o intervalo *Laevigatosporites vulgaris* ficaria delimitado por estes dois níveis. Contudo, abaixo do nível 282,5 m do furo SP-58-PR, existe apenas um nível amostrado - profundidade 349 m -, havendo um intervalo relativamente espesso sem registro. Por isso, e sabendo que a espécie existe em níveis estratigráficos mais inferiores, considerou-se que a base do intervalo corresponde ao primeiro nível fértil do furo do SP-58-PR.

- **Intervalo 2:** caracteriza-se pela grande abundância de espécies do gênero *Thymospora*. As espécies ocorrem desde o nível 282,5 m do furo SP-58-PR até a penúltima amostra fértil estudada do furo SP-23-PR, no nível 130,5 m. No entanto, é a partir do nível 192 m do furo SP-23-PR, base do Membro Serrinha, que se dá sua maior abundância. Assim, a amplitude do intervalo estende-se do nível 192 m até o topo da porção fértil, ou seja, até a porção média do membro.

Os intervalos aqui informalmente propostos têm significado paleoecológico, uma vez que são caracterizados pela abundância de determinadas espécies, podendo ser equivalentes a biozonas do tipo epíbole, ou acme (Murphy & Salvador, 1999). Estudos em outras áreas serão necessários para confirmar a consistência dos dois intervalos. Se forem obtidos resultados palinológicos similares, os dois intervalos poderão ter importância bioestratigráfica, configurando-se em possíveis subzonas da Zona *Lueckisporites virkkiae*.

Algumas espécies encontradas neste estudo ainda não haviam sido registradas para a Bacia do Paraná: *Punctatosporites granifer* (Permiano Superior da Europa, América do Norte, Rússia, Turquia, China e Iraque), *Leschikisporis chacoparanaense* (Permiano da Bacia Chacoparanaense da Argentina), *Thymospora obscura* (Carbonífero dos E.U.A.), *Thymospora thiessenii* (Carbonífero dos E.U.A.), *Thymospora pseudothiessenii* (Carbonífero dos E.U.A.), *Thymospora rugulosa* (Formação Melo, Permiano Inferior do Uruguai, correlacionável ao Grupo Passa Dois), *Alisporites grandis* (Permiano da Austrália) e *Lueckisporites stenotaeniatus* (Permiano da Bacia Chacoparanaense da Argentina). Adicionalmente, verifica-se a ocorrência de três espécies novas do gênero *Thymospora*, que deverão ser descritas posteriormente.

Os novos táxons registrados são importantes, pois poderão substanciar mais uma subdivisão da Zona *Lueckisporites virkkiae*. Além disso, é



possível discriminar o intervalo quando da ausência desses táxons, equivalente à parte superior da Formação Palermo e à Formação Irati, do intervalo aqui estudado, formações Teresina e Rio do Rasto (Membro Serrinha). Contudo, até o momento nada pode ser previsto para a Formação Serra Alta.

Algumas espécies encontradas neste trabalho ocorrem em apenas um nível: *Spelaeotriletes* sp.,

*Leschikisporis chacoparanaense*, *Striatosporites* sp. 1, *Scheuringipollenites* sp., *Lueckisporites stenotaniatus*, *Lueckisporites nyakapendensis*, *Striatopodocarpites fusus*, *Vittatina vittifera* e *Vittatina* sp. Estudos palinológicos futuros, em outras áreas das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto, devem elucidar a razão da baixa representatividade vertical dessas espécies.

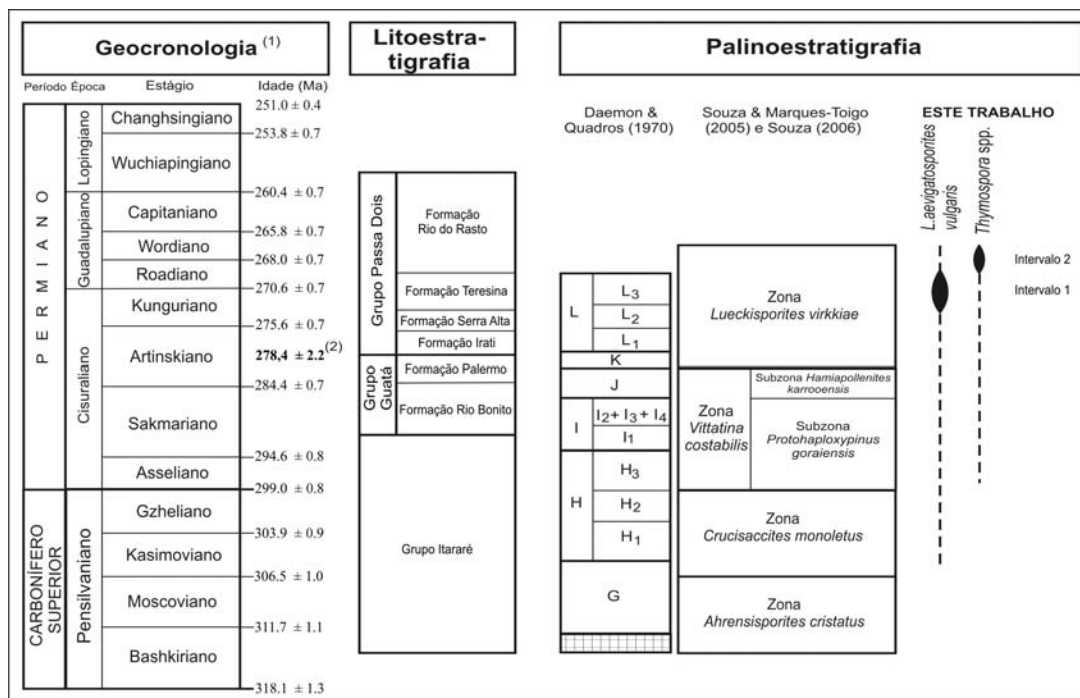


Figura 7 - Síntese das informações palino-biocronostratigráficas do intervalo Pensilvaniano-Permiano da Bacia do Paraná, incluindo informações do presente trabalho. Os intervalos informais 1 e 2 da Zona *Lueckisporites virkkiae* foram definidos em função das significativas abundâncias dos esporos indicados, conforme indicado no texto. (1: geocronologia segundo Gradstein *et al.*, 2004; 2: datação absoluta da Formação Irati segundo Santos *et al.*, 2006).

### Implicações cronoestratigráficas

Conforme comentado anteriormente, a base da Zona *Lueckisporites virkkiae* posiciona-se provavelmente no Artinskiano, correspondente a depósitos da parte superior da Formação Rio Bonito/parte inferior da Formação Palermo. Os escassos dados palinológicos anteriormente disponíveis para as formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto permitiam interpretar que a biozona se estenderia à porção basal da Formação Rio do Rasto (Souza & Marques-Toigo, 2005; Souza, 2006). Correlações fundamentadas nos bivalves *Leinzia similis* do Membro Serrinha e da Formação Gai-As da Namíbia (Stollhofen *et al.*, 2000), somadas aos dados de datações absolutas de cinzas vulcânicas da África, permitiram interpretar que a porção média do membro chegaria ao Wordiano. Desta forma, conforme os dados anteriormente disponíveis, a Zona *Lueckisporites virkkiae* deveria alcançar, pelo

menos, o Roadiano (parte inferior do Guadalupiano ou Permiano Médio).

De acordo com os novos dados aqui apresentados, o nível palinologicamente fértil mais alto do furo SP-23-PR não estaria na porção basal do Membro Serrinha, porém na parte média desta unidade, devendo equivaler aproximadamente ao topo da amplitude dos bivalves *Leinzia similis* (*cf.* correlações em Meglhoratti, 2006). Portanto, tal nível deve estar contido no Wordiano (porção média do Guadalupiano ou Permiano Médio).

Dessa forma, estima-se que a seção palinologicamente fértil estudado, que abrange toda a Formação Teresina e cerca da metade do Membro Serrinha, deve estar posicionada entre o Kunguriano superior e o Wordiano inferior a médio, equivalendo a um intervalo de tempo entre 6 e 9 milhões de anos. Conclui-se, também, que a Zona *Lueckisporites virkkiae* compreenda, no mínimo, o intervalo Artinskiano-Wordiano inferior a médio.

As principais informações sobre as idades das espécies de esporos e grãos de pólen estudados são baseadas em Alpern & Doubinger (1973), Foster (1979), Marques-Toigo (1988), Mautino *et al.* (1998) e Souza (2000). Cabe observar que muitas citações de ocorrência de palinórfos no Permiano Superior talvez correspondam ao Permiano Médio, pois apenas recentemente, com a nova Escala do Tempo Geológico (Gradstein *et al.*, 2004), o intervalo equivalente ao antigo Permiano “Superior” foi desmembrado em “Médio” e “Superior” (respectivamente séries Guadalupiano e Lopingiano).

De acordo com as informações da literatura, as espécies *Lueckisporites virkkiae*, *Lueckisporites stenotaeniatus*, *Alisporites nuthalensis*, *Alisporites grandis* e *Thymospora rugulosa* aparentemente são típicas do Permiano Médio (Guadalupiano) e possivelmente são bons fósseis-guia deste intervalo. Por outro lado, o presente trabalho mostra que alguns esporos, incluindo espécies do gênero *Thymospora*, registrados anteriormente apenas no Pensilvaniano, devem ter sua amplitude estendida ao Permiano Médio.

### Considerações paleoambientais

Nas lâminas palinológicas analisadas não foram encontrados acritarcos ou quaisquer outros elementos que possam ser atribuídos a ambientes marinhos. Os últimos acritarcos permianos registrados na Bacia do Paraná ocorrem na Formação Irati (Araújo, 2001; Lages, 2004).

Nos dois furos de sondagem analisados, as lâminas palinológicas das amostras da Formação Serra Alta resultaram estéreis. Não se deve usar a ausência de dados para realizar interpretações, porém cabe ser ressaltado que a unidade é constituída quase inteiramente por folhelhos escuros, que sugerem ambientes de sedimentação muito distantes da costa. Conforme esta interpretação, os esporos talvez não tenham sido transportados da paleocosta aos sítios deposicionais. Contudo, ao menos grãos de pólen trazidos pelo vento deveriam ter sido encontrados. Talvez tenham ocorrido problemas na fossilização, mas descarta-se uma possível oxidação, pois as lâminas palinológicas apresentam grande abundância de matéria orgânica amorfa, a qual é típica de ambientes calmos, com condições redutoras nas porções mais profundas.

Visando estudar amostras com o máximo conteúdo orgânico possível e com maior potencial de preservação de palinórfos, todas as amostras selecionadas nas formações Teresina e Rio do Rasto são correspondentes a folhelhos ou a siltitos escuros. Às vezes, os folhelhos constituem corpos espessos

nas formações Teresina e Rio do Rasto, mas geralmente são camadas delgadas na base de sucessões cíclicas granocrescentes ascendentes, que deveriam representar condições deposicionais relativamente profundas ou distais (Rohn, 2001; Lourenço, 2003; Meglhioratti, 2005, 2006). É importante salientar que a expressão “condições profundas” é muito relativa para a Formação Teresina, pois o substrato da bacia era quase horizontal, os ambientes eram muito rasos e as oscilações da água restringiam-se a poucos metros (Rohn, 2001).

Considerando-se que as litologias muito finas das formações Teresina e Rio do Rasto devem representar condições distantes da costa, a grande abundância de esporos monoletes com afinidade botânica às filicíneas é intrigante. Esporos são dispersos predominantemente pela água e deveriam indicar, pela sua abundância, condições proximais. Por outro lado, grãos de pólen bissacados, dispersos pelo vento, são relativamente escassos nas lâminas estudadas. Em condições distais, grãos de pólen bissacados deveriam ser muito mais abundantes que os esporos.

À abundância de esporos adiciona-se outra interessante questão: gretas de contração da Formação Teresina são encontradas em grandes áreas da bacia, em diversos níveis, conforme testemunhos de vários furos de sondagem (Rohn, 2001), indicando que vastas áreas eram freqüentemente expostas. Os furos de sondagem aqui estudados também apresentam gretas de contração em diversos níveis e sua posição geográfica aparentemente é relativamente distante da borda original da bacia (Lourenço, 2003; Rohn *et al.*, 2003; Meglhioratti, 2005, 2006).

De acordo com modelos de plataformas epêiricas, Rohn (2001), Lourenço (2003) e Meglhioratti (2005, 2006) apresentaram a hipótese de que o substrato do corpo d’água era influenciado por ondas de tempestades, gerando suaves ondulações ou bancos com até alguns metros de desnível. As partes superiores dos bancos podem ter experimentado exposições subaéreas nas fases menos chuvosas, talvez ao longo de vários anos (Rohn, 2001; Lourenço, 2003; Meglhioratti, 2005, 2006).

Tendo em vista o modelo ambiental apresentado, emerge uma importante questão: as filicíneas e outros vegetais conseguiam colonizar as porções expostas dos bancos? Se a resposta for afirmativa, seria mais fácil explicar a grande abundância de esporos de filicíneas em depósitos interpretados como sendo distantes da costa. Devido à efemeridade dos bancos e da incipiente pedogênese, provavelmente não se estabeleciam condições para a colonização por vegetais mesófilos, como as gimnospermas. Ainda assim, a hipótese merece maior reflexão,

pois, além de esporos de filicófitas, seria previsível grande abundância de esporos de licófitas, bem representados através de caules na Formação Teresina, porém ausentes nas assembléias palinológicas.

Outra possibilidade para explicar a grande abundância de esporos e não de grãos de pólen é considerar um longo retrabalhamento dos palinóforos junto com sedimentos finos ainda não consolidados por ação de fluxos de tempestade. Os sedimentos provavelmente alcançavam as porções mais centrais da bacia por transporte durante repetidas tempestades. A dominância de rochas heterolíticas com ondulações em diversas localidades da bacia indica a importante influência de fluxos oscilatórios durante quase toda a deposição da Formação Teresina (Rohn, 2001; Lourenço, 2003; Rohn *et al.*, 2003; Meglhioratti, 2005, 2006). Nos sucessivos retrabalhamentos dos sedimentos, os grãos de pólen podem ter sofrido maior destruição que os esporos. Assim, a possibilidade de transporte gradual dos esporos por ação de sucessivas tempestades não deve ser desprezada.

Fresia Ricardi-Branco (informação verbal) sugeriu que a baixa proporção de grãos de pólen poderia estar relacionada às direções de vento pouco favoráveis - os ventos talvez não tenham passado por vegetação com gimnospermas antes de chegarem à região de Congonhinhas.

Na Formação Teresina, dados geoquímicos de rochas carbonáticas indicam que as águas dos ambientes deposicionais chegavam a se tornar hipersalinas e que ocorriam, portanto, fases com maior evaporação do que precipitação pluviométrica. Algumas características de pectopterídeas e coníferas sugerem adaptações xeromórficas por déficit hídrico ou por falta de áreas sombreadas (Tavares, 2007). Ainda assim, a grande proporção de esporos de pteridófitas não é condizente com paleoclimas secos. Ao menos localmente, onde elas eram mais abundantes, o clima deve ter sido relativamente úmido. As glossopterídeas e as coníferas provavelmente eram mais xeromórficas do que as pteridófitas e podiam viver mais longe dos meios aquáticos.

Considerando-se que a maioria das amostras analisadas corresponde a folhelhos escuros, estas litologias poderiam representar os intervalos de tempo em que o clima era mais úmido. São necessários estudos detalhados em sucessões granocrescentes cíclicas para verificar se a proporção entre esporos e grãos de pólen varia da base ao topo de cada sucessão.

As condições de sedimentação mais proximais do Membro Serrinha deveriam ter resultado em lâminas palinológicas mais ricas, porém apenas os

macrofitofósseis se tornam mais abundantes (Rohn, 1994). Todos os macrofitofósseis estão preservados como impressões ou moldes, sem películas carbonificadas. Destaca-se a abundância de esfenófitas (*Sphenophyllum*, *Paracalamites*; Rohn, 1994), porém nenhum esporo com afinidade a este grupo foi encontrado. Provavelmente ocorreu oxidação dos depósitos sedimentares, tendo destruído grande parte da matéria orgânica. Desta maneira, o registro palinológico mais pobre do Membro Serrinha certamente reflete condições tafonômicas desfavoráveis.

## CONCLUSÕES

1. Na Formação Teresina e na parte inferior da Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha), em subsuperfície, no nordeste do Estado do Paraná, foram identificadas 12 espécies de esporos e 17 de grãos de pólen, com predominância de esporos atribuíveis a filicófitas, muitos dos quais inéditos na bacia.

2. Os novos dados sugerem diversas modificações de amplitudes estratigráficas de espécies que anteriormente eram registradas apenas em depósitos mais antigos da Bacia do Paraná. As novas amplitudes estratigráficas na bacia refletem o conhecimento palinológico anteriormente efêmero das unidades estudadas.

3. Duas unidades bioestratigráficas informais são reconhecidas, denominadas como “Intervalo 1” e “Intervalo 2”, caracterizadas pela abundância, respectivamente, dos esporos monoletes *Laevigatosporites vulgaris* e *Thymospora* spp. O “Intervalo 1” abrange toda a Formação Teresina e alcança a porção basal do Membro Serrinha; o “Intervalo 2” estende-se da porção basal à média do Membro Serrinha.

4. A composição das assembléias estudadas é coerente com a Zona *Lueckisporites virkkiae* e com a idade mesopermiana. Contudo, os dados sinalizam a possibilidade de refinamento bioestratigráfico através das diferenças observadas entre assembléias, a grosso modo, das formações Teresina e Rio do Rasto, com relação às assembléias conhecidas das formações Palermo e Irati.

5. As assembléias estudadas não revelaram a presença de microfósseis marinhos. A grande abundância de esporos de filicófitas constitui fato curioso em relação aos paleoambientes interpretados para as formações Teresina e Rio do Rasto (Membro Serrinha), merecendo maior reflexão. Fatores tafonômicos provavelmente controlaram fortemente as composições das assembléias.

**Agradecimentos** - Os autores agradecem à CPRM de Araraquara e ao DNPM de São Pedro (SP) pelo fornecimento de amostras de furos de sondagem para a realização do trabalho, à Dra. Márcia E. Longhim (CENPES/Petrobras) pela preciosa orientação no início da realização do trabalho e ao Dr. Joel C. de Castro (UNESP-Rio Claro) pela disponibilização do Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia Aplicada para a preparação das amostras. O trabalho foi desenvolvido com recursos financeiros do Auxílio à Pesquisa da Fapesp (05/55027-4) outorgado à R. Rohn.

## REFERÊNCIAS

- Alpern, B. & Doubringer, J. 1973. **Microfossiles organiques du Paleozoïque**. Fascicule 6: Les miospores monoletes du Paleozoïque. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, 94p.
- Araújo, L.M. 2001. **Análise da expressão estratigráfica dos parâmetros de geoquímica orgânica e inorgânica nas seqüências Irati**. Porto Alegre. 2v., 301p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Cisneros, J.C.; Abdala, F. & Malabarba, M.C. 2005. Pareiasaurids from the Rio do Rasto Formation, Southern Brazil: Biostratigraphic implications for Permian faunas of the Paraná Basin. **Revista Brasileira de Paleontologia**, 8 (1):13-24.
- Daemon, R.F. & Quadros, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., 1970, Brasília. **Anais...** Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia, 1970. p. 359-412.
- Daemon, R.F.; Casaletti, P.L. & Ciguel, J.H.G. 1996. Biopaleogeografia da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DO SILURO-DEVONIANO, 1., 1996, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, Sociedade Brasileira de Geologia, 1996. p. 55-99.
- Dellazzana, J.G. 1976. Contribuição à palinologia da Formação Irati (Permiano) Rio Grande do Sul, Brasil. **Ameghiniana**, 13(1):1-42.
- Ferreira-Oliveira, L.G. 2007. **Conchostráceos permianos da Bacia do Paraná: Taxonomia, evolução, bioestratigrafia e paleobiogeografia**. Rio Claro. 185p. Tese de Doutorado em Geologia Regional, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- Foster, C.B. 1979. Permian plant microfossils from the Blair Athol Coal Measures, Baralaba Coal Measures, and Basal Rewan Formation of Queensland. **Publication - Geological Survey of Queensland**, 372, **Palaeontological Paper** 45, 244p.
- Gradstein, F.M.; Ogg, J.G. & Smith, A.G. 2004. **A geologic time scale 2004**. Cambridge, Cambridge University Press, 589p.
- Lages, L.C. 2004. **A Formação Irati (Grupo Passa Dois, Permiano, Bacia do Paraná) no furo de sondagem FP-01-PR (Sapopema, PR)**. Rio Claro. 105p. Dissertação de Mestrado em Geologia Regional, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- Lourenço, A.T.A. 2003. **As formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Permiano) na região de Sapopema - São Jerônimo da Serra, PR**. Rio Claro. 87p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- Maranhão, M.S.A.S. & Petri, S. 1996. Novas ocorrências de fósseis nas formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo e considerações preliminares sobre seus significados paleontológico e bioestratigráfico. **Revista do Instituto Geológico**, 17(1/2):33-54.
- Marques-Toigo, M. 1988. **Palinologia, bioestratigrafia e paleoecologia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil**. Porto Alegre. 259p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Marques-Toigo, M. 1991. Palynobiostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana sequence. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7., 1988, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, IG-USP. p. 503-515.
- Mautino, L.R.; Vergel, M. & Anzótegui, L.M. 1998. Palinologia de la Formación Melo (Pérmico Inferior) em Arroyo Seco, Departamento Riviera, Republica Oriental del Uruguay. Parte III: espécies nuevas. **Revista Española de Micropaleontología**, 30(3):107-110.
- Meglhioratti, T. 2005. **Estratigrafia do Grupo Passa Dois na região de Sapopema-Congonhinhas/PR (Permiano, Bacia do Paraná)**. Rio Claro. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- Meglhioratti, T. 2006. **Estratigrafia de seqüências das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Bacia do Paraná) na porção nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo**. Rio Claro. 132p. Dissertação de Mestrado em Geologia Regional, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- Murphy, M.A. & Salvador, A.F. 1999. International Stratigraphic Guide - an abridged version. **Episodes**, 22(4):255-271.
- Premaor, E.; Fisher, T.V. & Souza, P.A. 2006. Palinologia da Formação Irati (Permiano Inferior da Bacia do Paraná), em Montividiu, Goiás, Brasil. **Revista do Museu Argentino de Ciências Naturales**, 8(2):221-230.
- Quadros, L.P. & Mello, J.H.G. 1987. Método prático de preparação palinológica em sedimentos pré-mesozóicos. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, 1(2):205-214.
- Rodrigues, R. & Quadros, L.P. 1976. Mineralogia das argilas e teor de boro das formações paleozóicas da Bacia do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29., Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, Sociedade Brasileira de Geologia. v.2, p. 351-379.
- Rohn, R. 1994. **Evolução Ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná**. São Paulo. 2v., 386p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Rohn, R. 2001. A estratigrafia da Formação Teresina (Permiano, Bacia do Paraná) de acordo com furos de sondagem entre Anhembi (SP) e Ortigueira (PR). **Ciência-Técnica-Petróleo**, Petrobras, Seção Exploração de Petróleo, 20: 209-218.
- Rohn, R. 2007. The Passa Dois Group (Paraná Basin, Permian): Investigations in progress. In: WORKSHOP - PROBLEMS IN THE WESTERN GONDWANA GEOLOGY, SOUTH AMERICA - AFRICA CORRELATIONS: DU TOIT REVISITED, 1., 2007, Gramado, 2007. **Extended Abstracts...** Porto Alegre, UFRGS, Petrobras. p. 151-157.
- Rohn, R. & Lavina, E.L. 1993. Cronoestratigrafia do Grupo Passa Dois. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1., 1993, Rio Claro. **Resumos...** Rio Claro, IGCE-UNESP. p. 77-80.
- Rohn, R.; Lourenço, A.T.A. & Meglhioratti, T. 2003. As formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto no furo de sondagem SP-23-PR (Permiano, Grupo Passa Dois, Borda Leste da Bacia do Paraná). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P & D EM PETRÓLEO E GÁS, 2., 2003, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, UFRJ. p. 40.
- Rohn, R. & Stollhofen, H. 2000. The Permian age of the Passa Dois Group (Paraná Basin, Southern Brazil) re-affirmed. In:

- INTERNATIONAL GEOLOGIC CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Abstracts...** IGC, Rio Janeiro. 1 CD-ROM.
- Santos, R.V.; Souza, P.A.; Alvarenga, C.J.S.; Dantas, E.L.; Pimentel, M.M.; Oliveira, C.G. & Araújo, L.M. 2006. Shrimp U-Pb zircon dating and palynology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. **Gondwana Research**, 9(4):456-463.
- Schneider, R.L.; Mulhmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R.A.; Daemon, R.F. & Nogueira, A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia. v.1, p. 41-65.
- Souza, P.A. 2000. **Palinobioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Carbonífero-Permiano, na porção nordeste da Bacia do Paraná (SP/PR, Brasil)**. São Paulo. 199p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Souza, P.A. 2006. Late Carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 138:9-29.
- Souza, P.A. & Marques-Toigo, M. 2005. Progress on the palynostratigraphy of the Permian strata in Rio Grande do Sul State, Paraná Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 77(2):353-365.
- Stollhofen, H.; Stanistreet, I.G.; Rohn, R.; Holzförster, F. & Wanke, A. 2000. The Gai-As lake system, northern Namibia and Brazil. In: Gierlowski-Kordesch, E.H.; Kelts, K.R. (orgs.). **Lake basins through space and time**. Oklahoma, American Association of Petroleum Geologists, AAPG Memoir 46, p. 87-108.
- Tavares, T.M.V. 2007. **Filicíneas permianas permineralizadas da Formação Corumbataí, nordeste da Bacia do Paraná**. Rio Claro. 135p. Dissertação de Mestrado em Geologia Regional, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

Editor responsável pelo artigo: César Leandro Schultz