

ANÁLISE PALINOESTRATIGRÁFICA DOS DEPÓSITOS PERMIANOS (POÇOS HN-05-RS E HN-25-RS) DO SUL DA BACIA DO PARANÁ



ANA L. O. MORI e PAULO A. SOUZA

Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 9500, CEP 91.509-000, Porto Alegre, RS, Brasil. luisaouta@yahoo.com.br; paulo.alves.souza@ufrgs.br

Resumo. Este trabalho apresenta os resultados palinológicos obtidos a partir de 133 níveis dos poços HN-05-RS e HN-25-RS, perfurados na localidade de Hulha Negra, sul do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo as unidades permianas da Superseqüência Gondwana I (Grupo Itararé e formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto) da Bacia do Paraná, Brasil. Um total de 133 espécies de palinomorfos foi registrado, correspondentes a esporos (57), grãos de pólen (65), além de elementos microplancônicos e fungos (11). A distribuição estratigráfica dos táxons é apresentada, bem como a frequência relativa de níveis selecionados. A análise permitiu a recuperação de conjuntos palinológicos relativamente abundantes e diversificados a partir dos níveis suprajacentes à Formação Irati, os quais eram geralmente considerados estéreis. As associações são correspondentes às zonas *Vittatina costabilis* (Asseliano ao Artinskiano médio) e *Lueckisporites virkkiae* (Artinskiano médio ao Roadiano). Contudo, algumas particularidades foram observadas e sugerem maior similaridade com a sucessão palinoestratigráfica da mesma bacia em território uruguaio. Comparações com outros zoneamentos do Permiano do Gondwana são realizadas.

Palavras-chave. Palinologia. Permiano. Bacia do Paraná. Paleozóico Superior.

Abstract. PALYNOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS OF PERMIAN DEPOSITS (HN-05-RS AND HN-25-RS BOREHOLES) FROM SOUTHERN PARANÁ BASIN. This paper presents the palynological results obtained from 133 levels of the HN-05-RS and HN-25-RS wells, drilled in Hulha Negra, southern portion of Rio Grande do Sul State. The sampled levels included the Permian units of the Gondwana I Supersequence (Itararé Group and Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina and Rio do Rasto formations) from Paraná Basin, Brazil. A total of 133 palynomorph species were recorded, corresponding to spores (57), pollen grains (65), besides microplanktonic elements and fungi (11). The stratigraphic distribution of all taxa is presented, as well as the relative frequency of selected levels. The analysis allowed the recovery of palynological associations relatively diverse and abundant from the overlying levels of the Irati Formation, which were generally considered sterile. The associations are related to *Vittatina costabilis* (Asselian to middle Artinskian) and *Lueckisporites virkkiae* zones (middle Artinskian to Roadian). However, some particularities were observed, which suggest a better correlation with the informal proposals for the same basin in Uruguayan territory. Additionally, comparisons with other Gondwana Permian zonings are performed.

Key words. Palynology. Permian. Paraná Basin. Upper Paleozoic.

A grande maioria das informações palinológicas da Bacia do Paraná provém dos depósitos permianos de carvão da Formação Rio Bonito, portadores de associações de palinomorfos abundantes e diversificadas, especialmente na porção sul da bacia, no Estado do Rio Grande do Sul (Cazzulo-Klepzig *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2007). Esta unidade representa o início das condições pós-glaciais que afetaram o Gondwana durante o Permiano (Milani *et al.*, 2007). Contudo, para a melhor compreensão do comportamento geral da sucessão palinológica ao longo do final do Paleozóico neste setor, é necessária a análise das demais unidades litoestratigráficas que compreendem a Superseqüência Gondwana I (Milani, 1997), incluindo os grupos Tubarão e Passa Dois.

Em razão da raridade de seções contínuas aflorantes, a amostragem de subsuperfície constitui excelente ferramenta para a formulação de zoneamentos palinoestratigráficos.

Nesse sentido, os trabalhos de Daemon e Quadros (1970), Picarelli *et al.* (1987) e Marques-Toigo (1991) são contribuições significativas para o sul da Bacia do Paraná, uma vez que registram as associações palinológicas ao longo de seções de diversos poços, abrangendo grande parte das unidades dos grupos Tubarão e Passa Dois. Dentre estes trabalhos, somente em Daemon e Quadros (1970) há registro de associações palinológicas nas unidades sobrepostas à Formação Irati, com ocorrência reduzida a duas espécies de esporos e cinco de grãos de pólen bissacados nas formações Serra Alta e Teresina. Essa raridade é decorrente das condições paleoclimáticas que afetaram diretamente a flora continental gondwânica durante o Permiano, diminuindo sua diversidade, mas, por outro lado, também não é possível descartar que as condições oxidantes que afetaram grande parte dos depósitos possam estar igualmente envolvidas. Deste modo, durante um longo período estas

unidades foram pouco consideradas em termos das análises palinológicas, por terem mostrado-se estéreis, ou apresentado poucos resultados (*e.g.*, Maranhão e Petri, 1996).

Uma nova etapa de estudos palinológicos, contemplando os depósitos pós-Irati têm tido um maior êxito, como demonstrado por Neregato *et al.* (2008). Neste trabalho, que inclui formas inéditas para a bacia, associações palinológicas foram obtidas para as formações Teresina e Rio do Rasto e revelaram um conteúdo relativamente diversificado e abundante.

As contribuições de cunho geológico na região de Candiota compreendem mapeamentos regionais de superfície, para fins de aproveitamento de recursos minerais, com destaque para os carvões, largamente distribuídos na área e cujo estudo remonta ao final do século XIX (*e.g.*, Plant, 1869; Hartt, 1870). A maioria dos trabalhos palinológicos realizados na área (*e.g.*, Pant e Srivastava, 1965; Tiwari

e Navale, 1967; Nahuys *et al.*, 1968; Corrêa da Silva e Marques-Toigo, 1975; Ybert, 1975) é igualmente focada nestes depósitos de carvão e litologias associadas da Formação Rio Bonito. Abrangendo toda a seção permiana da Superquência Gondwana I, com resultados desde o Grupo Itararé até a Formação Rio do Rasto, foram recuperadas 133 amostras dos poços HN-05-RS e HN-25-RS, provenientes da região de Hulha Negra-Candiota, Estado do Rio Grande do Sul.

Com base na distribuição estratigráfica das espécies de palinomorfos registradas, são aqui apresentadas as correlações bioestratigráficas com as palinozonas estabelecidas na Bacia do Paraná e outras regiões gondwânicas.

CONTEXTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

A Bacia do Paraná é uma das mais extensas bacias intracratônicas da América do Sul, cobrindo cerca de 1.700.000

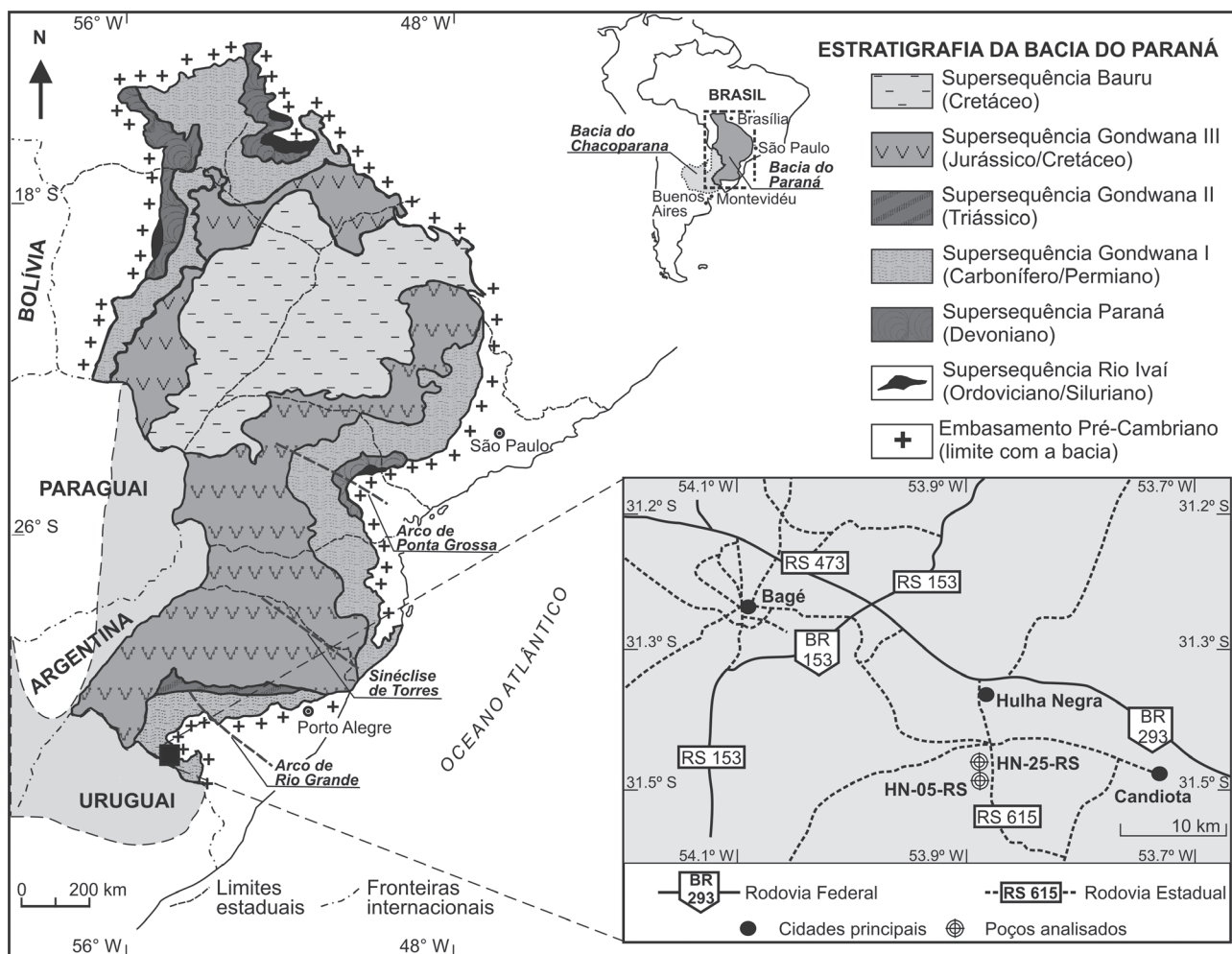


Figura 1. Mapa de localização dos poços HN-05-RS e HN-25-RS e subdivisão aloestratigráfica da Bacia do Paraná (modificado de Milani, 1997) / location map of HN-05-RS and HN-25-RS boreholes and aloestratigraphic subdivision of Paraná Basin (modified from Milani, 1997).

km² em área, distribuída em porções territoriais do Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai e envolvendo uma espessa sequência sedimentar, com mais de 6.000 m em seu depocentro (Fig. 1). De acordo com Milani (1997), seis unidades aloestratigráficas são identificadas na bacia: Supersequência Rio Ivaí (litoestratigraficamente correspondente ao Grupo Rio Ivaí, Ordoviciano–Siluriano), Paraná (Grupo Paraná, Devoniano), Gondwana I (Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois, Pensilvaniano–Permiano), Gondwana II (unidades triássicas), Gondwana III (Grupo São Bento, Jurássico–Cretáceo) e Bauru (Grupo Bauru, Cretáceo).

Os poços estudados nesse trabalho atravessam as unidades da Supersequência Gondwana I, correspondente a um grande ciclo transgressivo-regressivo. As unidades litoestratigráficas que compõem a Supersequência Gondwana I no sul da Bacia do Paraná têm representação nos dois poços utilizados neste trabalho (Fig. 2). Em termos litoestratigráficos essa supersequência é referente às unidades dos grupos Itararé e Guatá (formações Rio Bonito e Palermo), de idade entre o Pensilvaniano (Bashkiriano–Moskoviano) e o Cisuraliano (Artinskiano), e do Grupo Passa Dois, onde estão incluídas as formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto, de idade entre o Cisuraliano (Artinskiano) e o Lopingiano (Wuchiapingiano?). Compreende um espesso pacote sedimentar, litologicamente heterogêneo, relacionado a processos e paleoambientes de natureza distinta, resultantes das expressivas mudanças ambientais e climáticas ocorridas no setor ocidental do Gondwana no final do Paleozóico, tal como sintetizado em Milani e Zalcán (1999).

Diversas cartas estratigráficas foram propostas para o intervalo Pensilvaniano–Permiano da bacia, expressando a sucessão de litotipos e a caracterização das unidades e fácies correspondentes, com destaque para aquelas de Schneider *et al.* (1974), Milani *et al.* (1994, 2007) e Holz *et al.* (2010). Neste último trabalho, os dados estratigráficos (litofácies, sequências deposicionais) e paleontológicos são especialmente sintetizados por unidade litoestratigráfica, fornecendo um quadro atualizado com as mais importantes informações do ponto de vista bioestratigráfico.

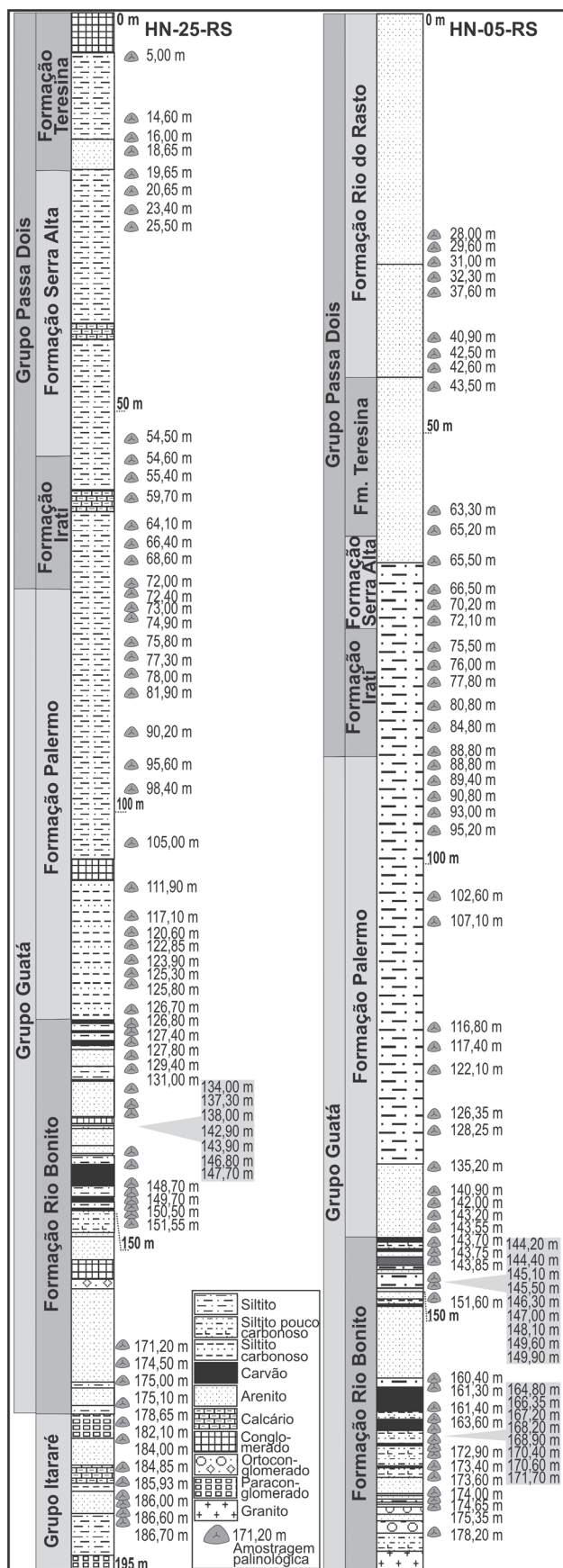
Em termos palinoestratigráficos, o intervalo em questão dispõe de diversos zoneamentos bioestratigráficos, desenvolvidos em distintos setores da bacia, com destaque para o de Daemon e Quadros (1970), por sua maior abrangência geográfica e estratigráfica. Com base na distribuição exclusiva de grãos de pólen, estes autores identificaram seis zonas de intervalo, de caráter operacional in-

formal, as quais foram denominadas intervalos G, H (subdividido em H₁, H₂ e H₃), I (subintervalos I₁, I₂+I₃+I₄), J, K e L (subintervalos L₁, L₂ e L₃). Para o setor sul da bacia, Marques-Toigo (1988, 1991) propôs duas zonas de intervalo, envolvendo os depósitos do Grupo Itararé até a Formação Irati, nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Essas zonas foram posteriormente formalizadas por Souza e Marques-Toigo (2005), sendo nomeadas, da base para o topo, a Zona *Vittatina costabilis*, subdivida nas subzonas *Protohaploxypinus goraiensis* e *Hamiapollenites karrooensis*, e a Zona *Lueckisporites virkkiae*. Em Souza (2006) são propostas as palinozonas mais basais do intervalo pensilvaniano da bacia, reconhecidas somente em sua porção nordeste (estados de São Paulo e Paraná). Dessa forma, a sucessão palinológica do intervalo Pensilvaniano/Permiano na Bacia do Paraná seria composta por quatro zonas de intervalo, denominadas respectivamente, Zona *Ahrensiporites cristatus* (Bashkiriano final–Kasimoviano), *Crucisaccites monoletus* (Kasimoviano–Gzheliano), *Vittatina costabilis* (Asseliano–Sakmariano) e *Lueckisporites virkkiae* (Artinskiano–Wuchiapingiano?).

As correlações com as zonas estabelecidas por Daemon e Quadros (1970) foram apresentadas em Souza (2006) e Souza e Milani (2007), que destacam sua importância para o entendimento dos eventos estratigráficos mais significativos da bacia, como por exemplo, sua relação com os eventos de máxima inundação.

Particularmente para a região de Candiota - Hulha Negra, diversas contribuições palinológicas foram realizadas, mais uma vez restritas aos carvões e litologias associadas da Formação Rio Bonito e com ênfase em aspectos taxonômicos e paleoambientais (Pant e Srivastava, 1965; Tiwari e Navale, 1967; Nahuys *et al.*, 1968; Corrêa da Silva e Marques-Toigo, 1975; Marques-Toigo *et al.*, 1975; Ybert, 1975; Meyer e Marques-Toigo, 2000).

Recentemente, dados palinológicos de Mori e Souza (2010), com base em amostras das formações Rio Bonito e Palermo, apresentaram implicações significativas do ponto de vista bioestratigráfico, considerando que espécies-índice demonstraram distribuições estratigráficas distintas daquela do modelo proposto por Souza e Marques-Toigo (2003, 2005) e Souza (2006). Além do detalhamento paleoflorístico, a ocorrência de níveis de *tonstein* na Mina de Candiota permitiu a aplicação de diversos métodos radiométricos, os quais por sua vez, forneceram idades absolutas, algumas provenientes do mesmo horizonte, mas variáveis entre si em termos de resultados absolutos. Matos *et al.* (2001),



Guerra-Sommer *et al.* (2005, 2008a, b) e Rocha-Campos *et al.* (2006, 2007) apresentaram idades absolutas variando entre $267,1 \pm 3,4$ a $299,1 \pm 2,6$ Ma. Adicionalmente, uma nova idade absoluta foi obtida em um nível de *tonstein* proveniente da mesma seção investigada em Mori e Souza (2010), apresentada e discutida no âmbito de sua importância bioestratigráfica e geocronológica por Mori *et al.* (2012).

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras selecionadas para estudo são referentes a testemunhos de sondagem advindos dos poços HN-05-RS (65133300mN/227950mE) e HN-25-RS (6514965mN/228004mE), perfurados pela CPRM-RS (Fig. 1). Do poço HN-05-RS, foram extraídas 70 amostras, envolvendo o intervalo estratigráfico compreendido entre as formações Rio Bonito e Rio do Rasto (Fig. 2), enquanto do poço HN-25-RS foram estudadas 63 amostras, do intervalo entre o Grupo Itaré e a Formação Teresina (Fig. 2).

O tratamento para recuperação dos microfósseis de parede orgânica foi realizado no Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IG/UFRGS), segundo a metodologia padrão para amostras paleozóicas, conforme descrito em Quadros e Melo (1987). A técnica consiste na remoção de minerais carbonáticos e silicáticos, respectivamente com ácidos clorídrico e fluorídrico. O resíduo palinológico é obtido a partir do peneiramento do material residual, concentrando-se através de peneiramento, a fração entre 20 e 250 μm . As lâminas palinológicas foram montadas com Cellosize e Entellan, para análise sob microscopia óptica em aumentos entre 200 a 1000x. Para cada nível amostrado, duas lâminas palinológicas foram confeccionadas, totalizando 244 lâminas, depositadas na Palinoteca do Museu de Paleontologia do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG/UFRGS, sob codificação MP-P 5712 a 5813, MP-P 6035 a 6160 e MP-P 6541 a 6559. A análise palinológica e a documentação fotomicrográfica foram realizadas com a utilização de microscópio óptico Olympus CX31, com câmera acoplada (Olympus Evolt E-330).

Buscando avaliar o comportamento dos distintos mor-

Figura 2. Perfil litoestratigráfico dos poços HN-05-RS e HN-25-RS, com indicação dos níveis palinológicos utilizados neste estudo / lithostratigraphical profiles of HN-05-RS and HN-25-RS boreholes, with indication of palynological sampled levels studied here.

TABELA 1. Caracterização quantitativa das associações palinológicas registradas nos poços HN-05-RS e HN-25-RS/ quantitative characterization of palynological associations recovered on HN-05-RS and HN-25-RS boreholes.

Poço HN-05-RS										
Litoestratigrafia	Prof.(m)	Total	EL	EA	EC	GPM	GPB	GPE	AL	FG
Formação Rio do Rasto	42,50	176	5	0	0	0	9	162	0	0
Formação Teresina	42,60	167	6	23	2	0	7	128	1	0
Formação Serra Alta	72,10	102	7	4	0	1	6	84	0	0
Formação Irati	77,80	120	8	14	0	0	8	87	3	0
	88,80	131	4	9	1	1	14	101	1	0
Formação	88,80	133	2	11	0	1	5	114	0	0
Palermo	126,35	293	14	31	184	1	11	15	31	6
	142,00	247	15	9	180	1	20	15	6	1
	143,20	226	76	11	109	2	6	11	9	2
	143,55	123	26	8	59	1	13	10	4	2
Formação Rio	143,70	148	56	12	51	0	5	19	5	0
Bonito	145,50	703	353	328	5	0	3	5	9	0
	146,30	109	12	63	1	2	29	2	0	0
	147,00	188	67	121	0	0	0	0	0	0
	149,60	131	62	50	16	0	2	1	0	0
	149,90	112	52	44	0	5	10	1	0	0
	151,60	191	41	137	4	7	2	0	0	0
	160,40	223	182	41	0	0	0	0	0	0
	161,40	109	62	4	21	17	3	2	0	0
	166,35	119	88	30	0	0	0	0	1	0
	167,20	127	47	65	0	3	6	4	2	0
	168,20	342	305	28	9	0	0	0	0	0
	170,40	235	208	2	22	0	0	0	1	2
	170,60	208	21	4	182	0	1	0	0	0
	173,40	246	170	7	17	26	1	25	0	0
	173,60	263	164	9	28	50	3	9	0	0
	174,00	117	96	5	15	1	0	0	0	0
Poço HN-25-RS										
Litoestratigrafia	Prof.(m)	Total	EL	EA	EC	GPM	GPB	GPE	AL	FG
Formação	122,85	195	43	19	101	6	2	13	9	2
Palermo	123,90	146	22	3	85	4	8	18	4	2
	125,30	133	19	4	101	1	2	4	1	1
Formação	126,80	155	69	71	0	5	3	3	4	0
Rio Bonito	127,40	277	25	65	0	0	1	0	186	0
	129,40	140	30	104	2	0	0	0	4	0
	134,00	225	84	129	8	2	0	1	1	0
	137,30	232	195	31	2	1	1	0	2	0
	142,90	338	256	17	3	9	1	0	52	0
	143,90	230	149	41	11	19	4	3	3	0
	147,70	136	104	24	5	1	0	0	2	0
	149,70	766	732	15	4	12	0	0	30	0
Grupo Itararé	184,00	224	44	41	64	17	25	20	13	0
	186,70	100	31	21	12	7	15	3	11	0

EL: esporos lisos; **EA:** esporos apiculados; **EC:** esporos cingulizonados; **GPM:** grãos de pólen monossacados; **GPB:** grãos de pólen bissacados; **GPE:** grãos de pólen estriados; **AL:** algas; **FG:** fungos/ **EL:** psilate trilete spores; **EA:** sculpturing trilete spores; **EC:** cingulizionate spores; **GPM:** monossacate pollen grains; **GPB:** bissacate pollen grains; **GPE:** striate pollen grains; **AL:** algae; **FG:** fungi.

TABELA 2. Lista taxonômica dos palinórmfos identificados nos poços HN-05-RS e HN-25-RS/ taxonomic list of identified palynomorphs from HN-05-RS and HN-25-RS boreholes.

Esporos triletes acavados/ acavate trilete spores		
(1) <i>Anapiculatisporites tereteangulatus</i> (Balme e Hennelly) Playford e Dino 2002		
(2) <i>Apiculiretusispora sparsa</i> Menendez e Azcuy 1979		
(3) <i>Brevitriletes cornutus</i> (Balme e Hennelly) Backhouse 1991		Fig. 7.12
(4) <i>Brevitriletes irregularis</i> (Nahuys, Alpern e Ybert) Césari, Archangelsky e Seoane 1995		
(5) <i>Brevitriletes levis</i> (Balme e Hennelly) Bharadwaj e Srivastava 1969		
(6) <i>Calamospora inderjensis</i> (Malayavkina ex Lubert e Valts) Hart 1965		
(7) <i>Calamospora liquida</i> Kosanke 1950		
(8) <i>Calamopora plicata</i> (Lubert e Valts) Hart 1965		
(9) <i>Calamospora sinuosa</i> Leschik 1955		
(10) <i>Converrucosisporites confluens</i> (Archangelsky e Gamero) Playford e Dino 2002		Fig. 7.8
(11) <i>Converrucosisporites micronodosus</i> (Balme e Hennelly) Playford e Dino 2002		Fig. 7.9
(12) <i>Cyclogranisporites gondwanensis</i> Bharadwaj e Saluja 1964		Fig. 7.5
(13) <i>Cyclogranisporites parvigranulosus</i> (Leschik) Ybert 1975		Fig. 7.6
(14) <i>Foveolatisporites</i> sp.		Fig. 7.13
(15) <i>Granulatisporites austroamericanus</i> Archangelsky e Gamero 1979		Fig. 7.7
(16) <i>Horriditriletes curvibaculosus</i> Bharadwaj e Saluja 1964		
(17) <i>Horriditriletes gondwanensis</i> (Tiwari e Moiz) Foster 1975		Fig. 7.10
(18) <i>Horriditriletes pathakeraensis</i> Anand-Prakash 1972		
(19) <i>Horriditriletes ramosus</i> (Balme e Hennelly) Bharadwaj e Saluja 1964		
(20) <i>Horriditriletes rampurensis</i> Tiwari 1968		
(21) <i>Horriditriletes superbus</i> Césari, Archangelsky e Seoane 1995		
(22) <i>Horriditriletes uruguaiensis</i> (Marques-Toigo) Archangelsky e Gamero 1979		Fig. 7.11
(23) <i>Leiotriletes virkkii</i> Tiwari 1965		Fig. 7.1
(24) <i>Lophotriletes pseudoaculeatus</i> Potonié e Kremp 1955		
(25) <i>Lophotriletes rectus</i> Bharadwaj e Saluja 1964		
(26) <i>Punctatisporites gretensis</i> Balme e Hennelly 1956		Fig. 7.2
(27) <i>Reticulatisporites pseudopalliatum</i> Staplin 1960		
(28) <i>Retusotriletes golatensis</i> Staplin 1960		
(29) <i>Retusotriletes nigritellus</i> (Lubert) Foster 1979		Fig. 7.3
(30) <i>Retusotriletes simplex</i> Naumova 1953		Fig. 7.4
(31) <i>Verrucosisporites pseudoreticulatus</i> forma minor Ybert 1975		
Esporos triletes cingulizados/ cingulizante trilete spores		
(32) <i>Convolutispora candiotensis</i> Ybert 1975		
(33) <i>Convolutispora ordonezii</i> Archangelsky e Gamero 1979		
(34) <i>Convolutispora pintoi</i> Dellazzana 1976		
(35) <i>Cristatisporites crassilabrus</i> Archangelsky e Gamero 1979		
(36) <i>Cristatisporites inconstans</i> Archangelsky e Gamero 1979		
(37) <i>Cristatisporites lestai</i> Archangelsky e Gamero 1979		Fig. 7.16
(38) <i>Cristatisporites</i> sp. B Archangelsky e Gamero 1979		
(39) <i>Diatomonozonotriletes subbaculiferous</i> (Nahuys, Alpern e Ybert) Césari, Archangelsky e Seoane 1995		Fig. 7.15
(40) <i>Krauseliporites punctatus</i> Jansonius 1962		
(41) <i>Krauseliporites spinosus</i> Jansonius 1962		
(42) <i>Lundbladisporella areolata</i> Césari, Archangelsky e Seoane 1995		Fig. 7.17
(43) <i>Lundbladisporella braziliensis</i> (Marques-Toigo e Pons) Marques-Toigo e Picarelli 1984		Fig. 7.18
(44) <i>Lundbladisporella riobonitensis</i> Marques-Toigo e Picarelli 1984		Fig. 7.19
(45) <i>Murospora bicingulata</i> Ybert 1975		Fig. 7.14
(46) <i>Vallatisporites arcuatus</i> (Marques-Toigo) Archangelsky e Gamero 1979		
(47) <i>Vallatisporites russoi</i> Archangelsky e Gamero 1979		
(48) <i>Vallatisporites splendens</i> Staplin e Jansonius 1964		
Esporos monoletes/ monolete spores		
(49) <i>Laevigatisporites vulgaris</i> Ibrahim 1933		Fig. 7.20

(50) Kendosporites striatus (Salujha) Surange e Chandra 1974	Fig. 7.21
(51) Lechikisporis chachoparanense Vergel 1990	
(52) Thymospora criciumensis Quadros, Marques-Toigo e Cazzulo-Klepzig 1995	
(53) Thymospora obscura (Kosanke) Wilson e Venkatachala 1963	Fig. 7.24
(54) Thymospora cf. pseudogranulata (Bharadwaj) Wilson e Venkatachala 1963	
(55) Thymospora pseudothiesseni (Kosanke) Wilson e Venkatachala 1963	Fig. 7.22
(56) Thymospora rugulosa Mautino, Vergel e Anzótegui 1998	
(57) Thymospora thiesseni (Kosanke) Wilson e Venkatachala 1963	Fig. 7.23
Grãos de pólen monossacados/ monosaccate pollen grains	
(58) Cannanoropollis densus (Lele) Bose e Maheshwari 1968	
(59) Cannanoropollis janakii Potonié e Sah 1960	
(60) Cannanoropollis methae (Lele) Bose e Maheshwari 1968	
(61) Cannanoropollis cf. triangularis (Metha) Bose e Maheshwari 1968	
(62) Cahenisaccites flavatus (Bose e Kar) Azcuy e Di Pasquo 2000	
(63) Costatacyclus crenatus (Felix e Burbridge) Urban 1971	Fig. 8.3
(64) Divarisaccus stringoplicatus Ottone 1991	
(65) Potonieisporites cf. barrelis Tiwari 1965	
(66) Potonieisporites lelei Maheshwari 1967	
(67) Potonieisporites magnus Lele e Karim 1971	
(68) Potonieisporites marleniae Playford e Dino 2000	
(69) Potonieisporites neglectus Potonié e Lele 1961	
(70) Potonieisporites novicus (Bharadwaj) Poort e Veld 1997	
(71) Potonieisporites cf. triangulatus Tiwari 1965	
(72) Plicatipollenites gondwanensis (Balme e Hennelly) Lele 1964	Fig. 8.1
(73) Plicatipollenites malabarensis (Potonié e Sah) Foster 1975	Fig. 8.2
(74) Plicatipollenite strigonalis Lele 1964	
(75) Striomonosaccites ovatus Bharadwaj 1962	Fig. 8.4
(76) Meristocarpus explicatus Playford e Dino 2000	Fig. 8.5
Grãos de pólen bissacados não teniados/ non-taeniate bisaccate pollen grains	
(77) Alisporites plicatus Jizba 1962	
(78) Alisporites splendens (Leschik) Foster 1979	
(79) Colpisaccites granulosus Archangelsky e Gamero 1979	Fig. 8.6
(80) Limitisporites congoensis Bose e Maheshwari 1968	
(81) Limitisporites hexagonalis Bose e Maheshwari 1968	Fig. 8.7
(82) Limitisporites cf. luandensis Bose e Maheshwari 1968	
(83) Limitisporites rectus Leschik 1956	Fig. 8.8
(84) Limitisporites vesiculosus Schaarschmidt 1963	
Grãos de pólen bissacados teniados/ taeniate bisaccate pollen grains	
(85) Illinites unicus (Kosanke) Jansonius e Hills 1976	Fig. 8.12
(86) Corisaccites alutas Venkatachala e Kar 1966	Fig. 8.9
(87) Corisaccites vanus Venkatachala e Kar 1966	
(88) Gutullapollenites hannonicus Goubin 1965	
(89) Hamiapollenites fusiformis (Marques-Toigo) Archangelsky e Gamero 1979	
(90) Hamiapollenites karrooensis (Hart) Hart 1964	Fig. 8.18
(91) Lunatisporites acutus Dolby 1976	
(92) Lunatisporites variesectus Archangelsky e Gamero 1979	Fig. 8.20
(93) Protohaploxypinus amplius (Balme e Hennelly) Hart 1964	
(94) Protohaploxypinus bharadwajii Foster 1975	Fig. 8.14
(95) Protohaploxypinus goraiensis (Potonié e Lele) Hart 1964	Fig. 8.15
(96) Protohaploxypinus hartii Foster 1979	Fig. 8.16
(97) Protohaploxypinus limpidus (Balme e Hennelly) Balme e Playford 1967	Fig. 8.17
(98) Protohaploxypinus microcorpus (Schaarschmidt) Clarke 1965	
(99) Staurosaccites cordubensis Archangelsky e Gamero 1979	Fig. 8.10
(100) Staurosaccites quadrifidus (Dolby) Dolby e Balme 1976	Fig. 8.11
(101) Striatopodocarpites cancellatus (Balme e Hennelly) Hart 1964	Fig. 8.21
(102) Striatopodocarpites fusus (Balme e Hennelly) Potonié 1958	

(103) Striatopodocarpites gondwanensis (Lakhampal, Sah e Dube) Hart 1964	
(104) Striatopodocarpites pantii (Jansonius) Balme 1970	
(105) Striatoabieites anaverrucosus Archangelsky e Gamero 1979	
(106) Striatoabieites multistriatus (Balme e Hennelly) Hart 1964	Fig. 8.19
(107) Lueckisporites agoulaensis (Jardiné) Premaor, Fischer e Souza 2006	Fig. 8.22
(108) Lueckisporites nyakapendensis Hart 1964	Fig. 8.23
(109) Lueckisporites stenotaeniatus Menendez 1976	
(110) Lueckisporites virkkiae (Potonié e Klaus) Clarke 1965	Fig. 8.24
Grãos de pólen praecolpados/ praecolpate pollen grains	
(111) Pakhapites fusus (Bose e Kar) Menéndez 1971	Fig. 9.11
(112) Pakhapites ovatus (Bose e Kar) Playford e Dino 2000	Fig. 9.12
(113) Marsupipollenites striatus (Balme e Hennelly) Foster 175	Fig. 9.10
(114) Marsupipollenites triradiatus Balme e Hennelly 1956	Fig. 9.9
Grãos de pólen poliplicados/ poliplicate pollen grains	
(115) Vittatina corrugata Marques-Toigo 1974	Fig. 9.2
(116) Vittatina costabilis Wilson 1962	Fig. 9.1
(117) Vittatina saccata (Hart) Playford e Dino 2000	Fig. 9.3
(118) Vittatina subsaccata Samoilovich 1953	Fig. 9.4
(119) Vittatina vittifera (Luber e Valts) Samoilovich 1953	Fig. 9.5
(120) Weylandites cincinnatus (Luber e Varykhina) Utting 1994	Fig. 9.6
(121) Weylandites lucifer (Bharadwaj e Salujha) Foster 1975	Fig. 9.7
(122) Weylandites striatus (Luber) Utting 1994	Fig. 9.8
Algas clorofíceas/fungos/ chlorophycean algae/fungi	
(123) Botryococcus braunii Kutzin 1849	Fig. 9.18
(124) Brazilea scisa (Balme e Hennelly) Foster 1975	Fig. 9.17
(125) Congoites sp.	Fig. 9.21
(126) Deusilites tenuistriatus Gutiérrez, Césari e Archangelsky 1997	Fig. 9.19
(127) Leiosphaeridia sp.	Fig. 9.16
(128) Quadrisporites horridus Hennelly ex Potonié e Lele 1961	Fig. 9.13
(129) Quadrisporites lobatus (Tiwari e Navale) Ybert 1975	Fig. 9.14
(130) Tasmanites sp.	Fig. 9.20
(131) Tetraporina punctata (Tiwari e Navale) Kar e Bose 1976	Fig. 9.15
(132) Portalites gondwanensis Nahuys, Alpern e Ybert 1968	Fig. 9.22
(133) Maculatasporites gondwanensis Tiwari 1965	Fig. 9.23

fogrupos de palinórmfos ao longo dos poços foi realizada a contagem do material palinológico por nível estratigráfico (número total) (vide Tab. 1), tendo sido descartados da análise quantitativa, aqueles com menos de 100 palinórmfos. Os palinórmfos foram categorizados em grupos conforme sua morfologia e natureza (esporos lisos, esporos ornamentados, esporos cingulizados, grãos de pólen monossacados, grãos de pólen bissacados lisos, grãos de pólen estriados e poliplicados, elementos microplancônicos e fungos) e os dados obtidos foram utilizados para o entendimento da distribuição dos palinórmfos ao longo dos poços. O significado paleoambiental das ocorrências

não foi aqui discutido com maior profundidade por fugir do objetivo desta contribuição.

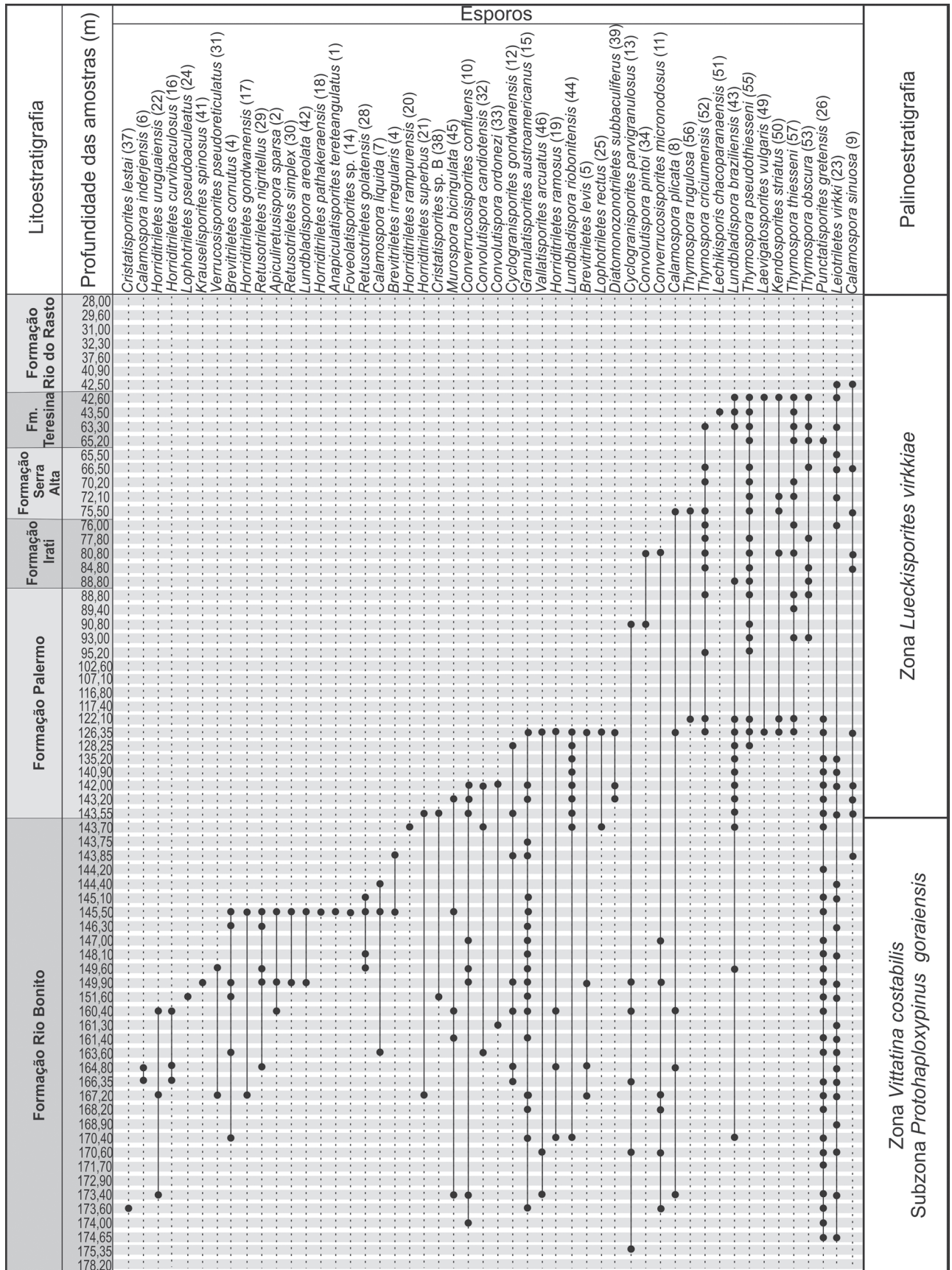
RESULTADOS

Composição das associações palinológicas

Os resultados apresentados são baseados na análise de 103 amostras palinologicamente férteis, 55 concernentes ao poço HN-05-RS, e 48 relativas ao poço HN-25-RS. Palinórmfos, fitoclastos e matéria orgânica amorfa estão presentes em distintas proporções, abundância e apresentam preservação variada. Dentre os palinórmfos, foram totalizados 57 espécies de esporos, 65 de grãos de pólen e

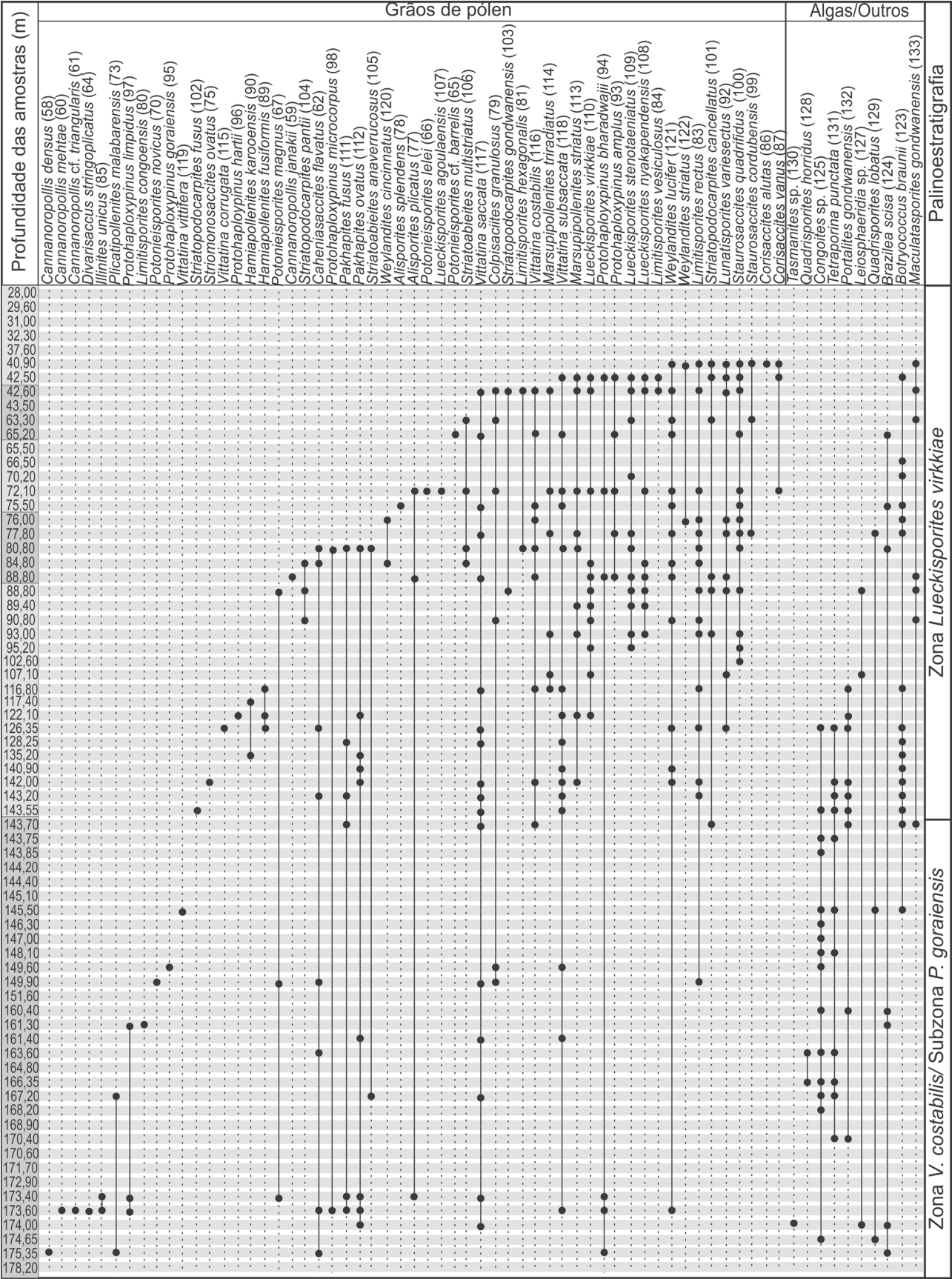
Figura 3. Distribuição estratigráfica de espécies de esporos recuperadas no poço HN-05-RS / *stratigraphical distribution of spores species retrieved from HN-05-RS borehole.*

Figura 4. Distribuição estratigráfica de espécies de grãos de pólen e elementos microplancônicos recuperados no poço HN-05-RS/ *stratigraphical distribution of pollen grains species and microplanktonic elements retrieved from HN-05-RS borehole.*



Zona *Vittatina costabilis*
Subzona *Protohaploxylinus goraensis*

Zona *Lueckisporites virkiae*



11 táxons correspondentes a elementos microplancônicos e fungos, cuja lista sistemática completa é apresentada na Tabela 2.

Em termos de preservação os melhores resultados são oriundos das formas registradas no Grupo Itararé e na Formação Irati, além dos intervalos correspondentes às porções média e de topo da Formação Rio Bonito e mais basais das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto.

A distribuição estratigráfica dos palinomorfos em cada poço é apresentada nas figuras 3 a 6, dentre as quais, as duas primeiras (Figs. 3–4) são referentes ao poço HN-05-RS, enquanto as duas últimas (Figs. 5–6) ilustram as ocorrências estratigráficas dos táxons no poço HN-25-RS. Fotomicrografias de táxons selecionados, considerando sua importância bioestratigráfica e frequência, são apresentados nas figuras 7 a 9. Adicionalmente, as ocorrências estratigráficas dos táxons marcadas nas figuras 3 a 6, permitem classificar a amplitude das espécies como restrita, média ou longa, conforme designado a seguir.

Espécies de maior amplitude estratigráfica. *Punctatisporites gretensis*, *Leiotriletes virkki*, *Calamospora sinuosa*, *Converrucosisporites micronodosus*, *Lundbladispota braziliensis*, *Laevigatisporites vulgaris*, *Limitisporites rectus*, *Protohaploxypinus bharadwajii*, *Pachapites ovatus*, *P. fusus*, *Vittatina costabilis* e *V. subsaccata*.

Espécies com distribuição estratigráfica entre o Grupo Itararé e o topo da Formação Rio Bonito. *Retusotriletes* spp., *Apiculiretusispora sparsa*, *Apiculatisporis* spp., *Brevitriletes* spp., *Foveolatisporites* sp., *Vallatisporites* spp., *Cristatisporites* spp., *Krauseliporites* spp., além de *Horriditriletes uruguaiensis*, *Anapiculatisporites tereteangulatus*, *Lundbladispota areolata*, *Cannanoropollis* spp., *Divarisaccus stringoplicatus*, *Plicatipollenites* spp., *Potonieisporites novicus*, *P. marleniae*, *Meristocarpus explicatus*, *Limitisporites congoensis*, *L. luandensis*, *Illinites unicus*, *Protohaploxypinus limpidus*, *P. goraiensis*, *Vittatina vittifera* e *V. corrugata*.

Espécies ocorrentes entre o topo da Formação Rio Bonito e a porção média da Formação Palermo. *Cyclogranisporites gondwanensis*, *Granulatisporites austroamericanus*, *Converrucosisporites confluens*, *Horriditriletes curvibaculosus*, *H. ramosus*, *Lundbladispotariobonitensis*, *Lophotriletes rectus*, *Brevitrileteslevis* e *Diatomozonotriletes subbaculiferus*.

Espécies cuja distribuição abrange as formações Palermo até Rio do Rasto. *Thymospora thiesseni*, *T. pseudothiesseni*, *Kendosporites striatus*, *Protohaploxypinus amplus*, *Striatopodocarpites fusus*, *Limitisporites hexagonalis*, *Stria-*

toabieites multistriatus, *Guttulapollenites hannonicus*, *Marsupipollenites striatus*, *Corisaccites* spp., *Staurosaccites* spp., *Striatopodocarpites* spp., *Lunatisporites* spp. e *Lueckisporites* spp.

De acordo com os critérios estabelecidos para a análise dos dados quantitativos (número mínimo de 100 espécimes por amostra), 41 níveis foram selecionados para a caracterização das associações palinológicas, como explicitado na Tabela 1. Os elementos predominantes no Grupo Itararé e na Formação Rio Bonito são esporos lisos, apiculados e cingulizados (*Punctatisporites*, *Leiotriletes*, *Cyclogranisporites*, *Granulatisporites*, *Vallatisporites*, *Lundbladispota*). Nestas duas unidades os grãos de pólen são preferencialmente representados por formas monossacadas (*Caheniasaccites*, *Plicatipollenites*, *Potonieisporites*). Os grãos de pólen bissacados estriados são escassos, mas documentados de forma relativamente abundante nas amostras de topo da Formação Rio Bonito (e.g., *Protohaploxypinus*, *Limitisporites*).

Por sua vez, os níveis basais da Formação Palermo são constituídos principalmente por esporos lisos e cingulizados, com destaque para o gênero *Lundbladispota*, que corresponde a mais de 50% do total das associações palinológicas deste intervalo. Da porção média da Formação Palermo ao topo da Formação Teresina, ocorrem grãos de pólen bissacados e estriados com relativa abundância, além de esporos do gênero *Thymospora*, associados a ocorrências pontuais do gênero *Leiotriletes* e de *Kendosporites striatus*, especialmente no poço HN-05-RS. No poço HN-25-RS, nas amostras relativas às formações Irati a Teresina, há uma reduzida quantidade de espécimes por nível, o que impediu uma análise quantitativa mais detalhada. Na porção basal da Formação Rio do Rasto, os palinomorfos são representados predominantemente por grãos de pólen bissacados e poliplicados, geralmente dos gêneros *Lueckisporites* e *Staurosaccites*.

DISCUSSÃO

Comparação com associações palinológicas descritas na Bacia do Paraná

O posicionamento bioestratigráfico nos níveis de testemunhos de sondagem estudados foi feito a partir da comparação entre sua distribuição estratigráfica e àquela apresentada nos zoneamentos mais recentes da bacia (Souza e Marques-Toigo, 2003, 2005; Souza, 2006). Duas zonas foram reconhecidas, a *Vittatina costabilis* (dividida nas subzonas *Protohaploxypinus goraiensis* e *Hamiapolleni-*

Grupo Itararé	Formação Rio Bonito	Formação Palermo	Formação Irati	Fm. Serra Alta	Fm. Teresina	Litoestratigrafia
						Profundidade das amostras (m)
186,70					5,00	<i>Lophotrilites rectus</i> (25)
186,80					14,60	<i>Krauselisporites punctatus</i> (40)
186,90					16,00	<i>Cristatisporites inconstans</i> (36)
187,00					18,65	<i>Vallatisporites arcuatus</i> (46)
187,10					19,65	<i>Vallatisporites russoi</i> (47)
187,20					20,65	<i>Vallatisporites splendens</i> (48)
187,30					23,40	<i>Cristatisporites crassilabratulus</i> (35)
187,40					25,50	<i>Foveolatisporites</i> sp. (14)
187,50					54,50	<i>Cyclogranisporites gondwanensis</i> (12)
187,60					54,60	<i>Retusotrilites nigrifellus</i> (29)
187,70					55,40	<i>Cyclogranisporites parvigranulosus</i> (13)
187,80					59,70	<i>Brevitrlites cornutus</i> (3)
187,90					64,10	<i>Brevitrlites levis</i> (5)
188,00					66,40	<i>Convolutispora candiotensis</i> (32)
188,10					68,60	<i>Brevitrlites irregularis</i> (4)
188,20					72,40	<i>Reticulatisporites pseudopalliatus</i> (27)
188,30					72,00	<i>Apiculiretispora sparsa</i> (2)
188,40					73,00	<i>Converrucosisporites micronodosus</i> (11)
188,50					74,90	<i>Retusotrilites golatensis</i> (28)
188,60					75,80	<i>Murospora bicingulata</i> (45)
188,70					77,30	<i>Converrucosisporites confluens</i> (10)
188,80					78,00	<i>Lundbladispota areolata</i> (42)
188,90					81,90	<i>Retusotrilites simplex</i> (30)
189,00					90,20	<i>Horriditrlites uruguaensis</i> (22)
189,10					95,60	<i>Anapiculatisporites tereangulatus</i> (1)
189,20					98,40	<i>Granulatisporites austroamericanus</i> (15)
189,30					105,00	<i>Cristatisporites lestai</i> (37)
189,40					111,90	<i>Horriditrlites curvibaculosus</i> (16)
189,50					117,10	<i>Diatomonozonotrlites subbaculiferus</i> (39)
189,60					120,60	<i>Lundbladispota riobonitensis</i> (44)
189,70					122,85	<i>Calamospora sinuosa</i> (9)
189,80					123,90	<i>Lundbladispota brazilensis</i> (43)
189,90					125,30	<i>Thymospota pseudothiessenii</i> (55)
190,00					125,80	<i>Thymospota obscura</i> (53)
190,10					126,70	<i>Thymospota cf. pseudogranulata</i> (54)
190,20					126,80	<i>Kendosporites striatus</i> (50)
190,30					127,40	<i>Thymospota thiessenii</i> (57)
190,40					127,80	<i>Punctatisporites gretenensis</i> (26)
190,50					129,40	<i>Leiotrlites virkii</i> (23)
190,60					131,00	<i>Laevigatosporites vulgaris</i> (49)
190,70					134,00	
190,80					137,30	
190,90					138,00	
191,00					142,90	
191,10					143,90	
191,20					146,80	
191,30					147,70	
191,40					148,70	
191,50					149,70	
191,60					150,50	
191,70					151,55	
191,80					171,20	
191,90					174,50	
192,00					175,00	
192,10					175,10	
192,20					178,65	
192,30					182,10	
192,40					184,00	
192,50					184,85	
192,60					185,93	
192,70					186,00	
192,80					186,60	
192,90					186,70	
Esporos						
Zona Lueckisporites virkiae Zona Vittatina costabilis Subzona Protohaploxypinus goraiensis						
Palinoestratigrafia						

tes karrooensis) e a *Lueckisporites virrkiae*, caracterizadas a seguir.

A base da Zona *Vittatina costabilis* (ZVc) é identificada pelo primeiro aparecimento de espécies do gênero *Vittatina* e *Pakhapites*. Espécies como *Protohaploxypinus* (*P. goraiensis*, *P. limpidus*), *Illinites unicus*, *Hamiapollenites fusiformis* e *Converrucosisporites confluens* foram também consideradas como diagnósticas no reconhecimento da base da ZVc, e têm seu último aparecimento no topo da Subzona *P. goraiensis* (base da ZVc). Já *Granulatisporites austroamericanus* tem distribuição estratigráfica entre a base da Zona *Crucisaccites monoletus* e topo da Subzona *P. goraiensis*. A Subzona *Hamiapollenites karrooensis* é definida pelo primeiro registro de *Striatopodocarpites fusus*, *Staurosaccites cordubensis*, e *H. karrooensis*, esta última considerada restrita a esta unidade bioestratigráfica.

Como característica geral a Zona *V. costabilis* demonstra a frequência variada de grãos de pólen monossacados, teniados e poliplicados e, em determinados níveis, especialmente nas amostragens relacionadas aos carvões dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o predomínio de esporos triletes.

O limite inferior da Zona *Lueckisporites virrkiae* (ZLv) é definido pelo primeiro aparecimento de uma série de grãos de pólen teniados e poliplicados, representativos das espécies de *Lueckisporites* (*L. agoulaensis*, *L. virrkiae*, *L. stenotaeniatum*), *Protohaploxypinus* (*P. microcorpus*, *P. hartii*, *P. seawardi*), além de *Lunatisporites variesectus*, *Striatopodocarpites pantii*, *Alisporites splendens*, *Marsupipollenites striatus* e *Weylandites lucifer*. Como característica geral desta zona está o domínio dos grãos de pólen teniados e poliplicados, com várias espécies, com maior escassez de esporos e grãos de pólen monossacados.

Para o poço HN-05-RS, o registro de *Granulatisporites austroamericanus*, *Converrucosisporites confluens*, *Illinites unicus* e *Protohaploxypinus goraiensis* entre as profundidades 175,35 m a 143,70 m permite a identificação da Subzona *P. goraiensis* da ZVc, embora *Weylandites lucifer* tenha sido registrado aos 173,60 m. Por sua vez, a ZLv pode ser inferida a partir da profundidade 143,55 m, com o primeiro aparecimento de *Striatopodocarpites fusus*. Esta espécie também define a base da Subzona *H. karrooensis*, mas somente quando sua ocorrência é concomitante com

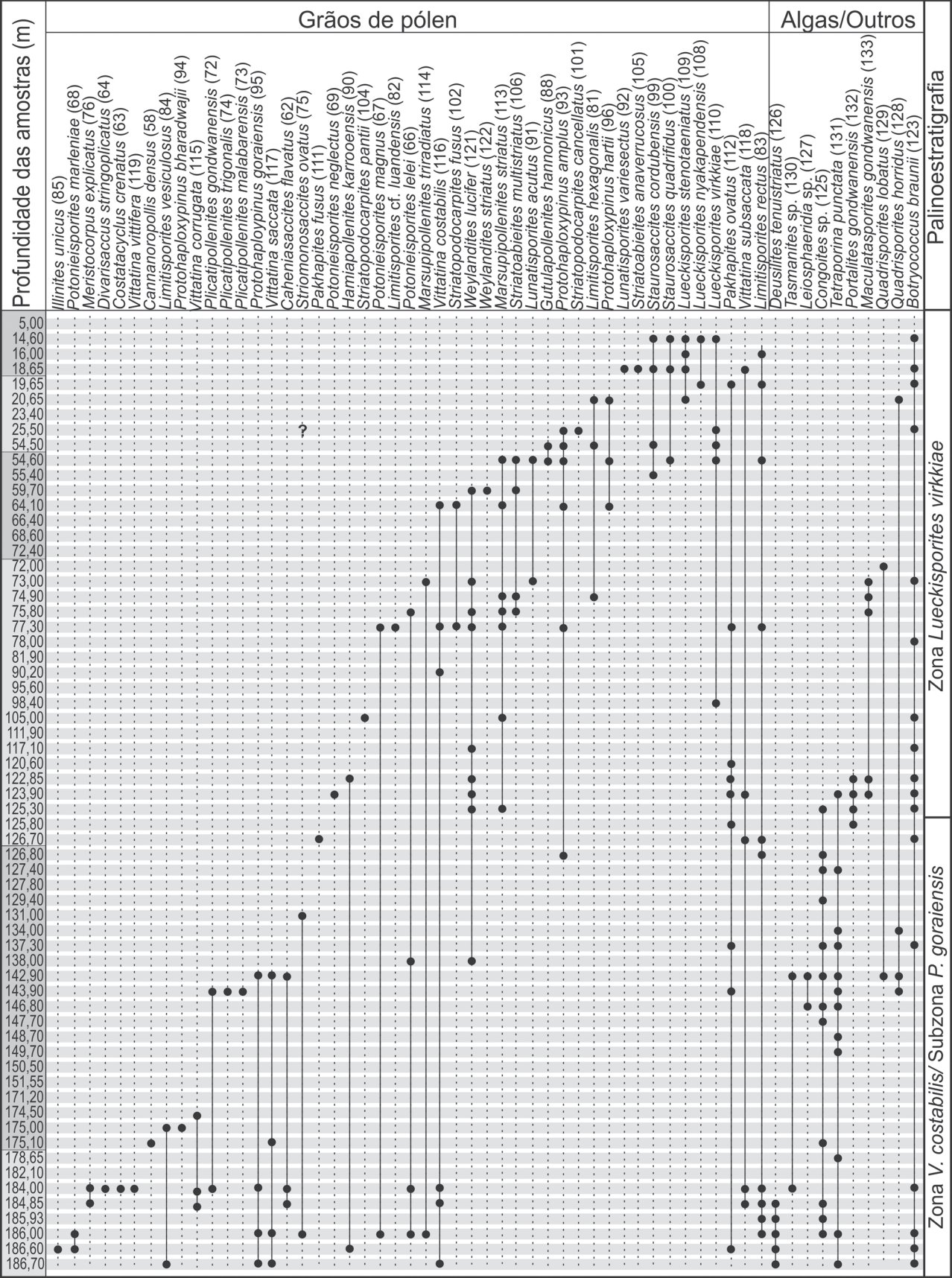
a espécie epônima. Além disso, nos níveis imediatamente acima à ocorrência de *S. fusus*, são registradas outras formas diagnósticas da ZLv, tais como *Weylandites lucifer* e espécies de *Marsupipollenites*, associadas ao aumento da abundância e da diversidade dos grãos de pólen bissacados e teniados, como *Lunatisporites variesectus*, *Staurosaccites cordubensis*, *S. quadrifidus*, *Lueckisporites virrkiae*, *L. nyakapendensis* e *L. stenotaeniatum*. Desta forma, a Zona ZLv foi reconhecida entre as profundidades 143,55m a 40,90m.

A partir dos resultados obtidos no Poço HN-25-RS é possível propor que o registro de *Granulatisporites austroamericanus*, *Converrucosisporites confluens*, *Illinites unicus* e *Protohaploxypinus goraiensis*, além de *Vittatina* (*V. costabilis*, *V. saccata*, *V. subsaccata*), permite posicionar no intervalo entre 186,70 m até 126,70 m, a ZVc, Subzona *Protohaploxypinus goraiensis*, já que apresenta elementos restritos a esta última unidade bioestratigráfica. Embora *Weylandites lucifer* –um dos elementos diagnósticos que marcam a base da ZLv– tenha sido registrado aos 138,00 m, somente a partir dos 125,30 m são documentadas de maneira mais freqüente formas como *Marsupipollenites striatus*, *M. triradiatus* e *W. lucifer*, características da ZLv. Nas porções mais superiores da sequência, são comuns as espécies *Protohaploxypinus amplus*, *Lunatisporites variesectus*, *L. virrkiae*, *L. nyakapendensis*, *L. stenotaeniatum*, *Staurosaccites cordubensis* e *S. quadrifidus*. A ocorrência de grãos de *Lunatisporites* e *Lueckisporites* até a profundidade de 14,00 m permite estender a ZLv até os níveis mais superiores do referido poço.

Dessa forma, e de acordo com os resultados apresentados e levando em conta o zoneamento vigente, duas zonas foram reconhecidas: Zona *Vittatina costabilis*, subzona *Protohaploxypinus goraiensis* referente ao intervalo 175,35 m a 143,70 m no Poço HN-05-RS e 186,70 m a 126,70 m para o Poço HN-25-RS, e a Zona *Lueckisporites virrkiae* entre as profundidades 143,55 m a 40,90 m no Poço HN-05-RS e intervalo 125,30 m a 14,60 m no Poço HN-25-RS.

Com relação às unidades litoestratigráficas pós-Irati, os dados palinológicos divulgados por Neregato *et al.* (2008) são significativos para comparação. Estes dados são advindos de amostragens realizadas em dois poços localizados na região nordeste do Estado do Paraná, referente ao intervalo entre a Formação Teresina e a porção basal da Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha), e permitiram a caracterização de duas biozonas informais, designadas

Figura 5. Distribuição estratigráfica de espécies de esporos recuperadas no poço HN-25-RS / stratigraphical distribution of spores species retrieved from HN-25-RS borehole.



como “Intervalo 1” e “Intervalo 2”. O Intervalo 1 é caracterizado pela abundância de *Laevigatosporites vulgaris*, correspondente às formações Teresina e nível basal da Formação Rio do Rasto, enquanto a segunda unidade é definida pelo predomínio de *Thymospora* spp., identificada entre a porção basal à média da Formação Rio do Rasto. De maneira geral, estas biozonas podem ser correlacionadas ao terço superior da ZLv, identificada nos dois poços aqui analisados. Entretanto, considerando especialmente o Poço HN-05, a frequência de *Thymospora* é relativamente maior entre as formações Irati e topo da Formação Teresina, não sendo registradas na Formação Rio do Rasto. Deste modo, o Intervalo 2 de Neregato *et al.* (2008) é identificado nos poços HN-05 e HN-25, em níveis litoestratigraficamente mais baixos que o originalmente definido. Daí se depreende que as associações informais estabelecidas por Neregato *et al.* (2008) representariam condições locais e com reduzido potencial bioestratigráfico.

Comparação com associações palinológicas externas à porção brasileira da Bacia do Paraná

Conforme os critérios para identificação das zonas de intervalo, ou seja, a partir da presença de espécies índices associadas a características palinológicas gerais de reconhecimento de cada zona, duas zonas foram identificadas, as zonas ZVc e ZLv. Contudo, foram identificadas algumas divergências de amplitude estratigráfica de determinadas espécies-guia, as quais são discriminadas a seguir.

As espécies *Granulatisporites austroamericanus*, *Converrucosporites confluens* e *Hamiapollenites fusiformis* foram documentadas em níveis correspondentes à Formação Palermo, que segundo Souza e Marques-Toigo (2003) e Souza (2006), deveriam restringir-se às litologias da Formação Rio Bonito e à Subzona *P. goraiensis*. Por outro lado, *H. karrooensis*, considerada restrita à Subzona *H. karrooensis* e à porção média da Formação Rio Bonito, foi identificada em seções do Grupo Itararé e da Formação Palermo. Por fim, *W. lucifer* e *M. triradiatus*, que tem seu primeiro aparecimento a partir da ZLV em Souza e Marques-Toigo (2003, 2005) e Souza (2006), foram observadas em níveis estratigraficamente inferiores nos poços, tendo sido recuperadas respectivamente, em amostragens da Formação Rio Bonito e do Grupo Itararé.

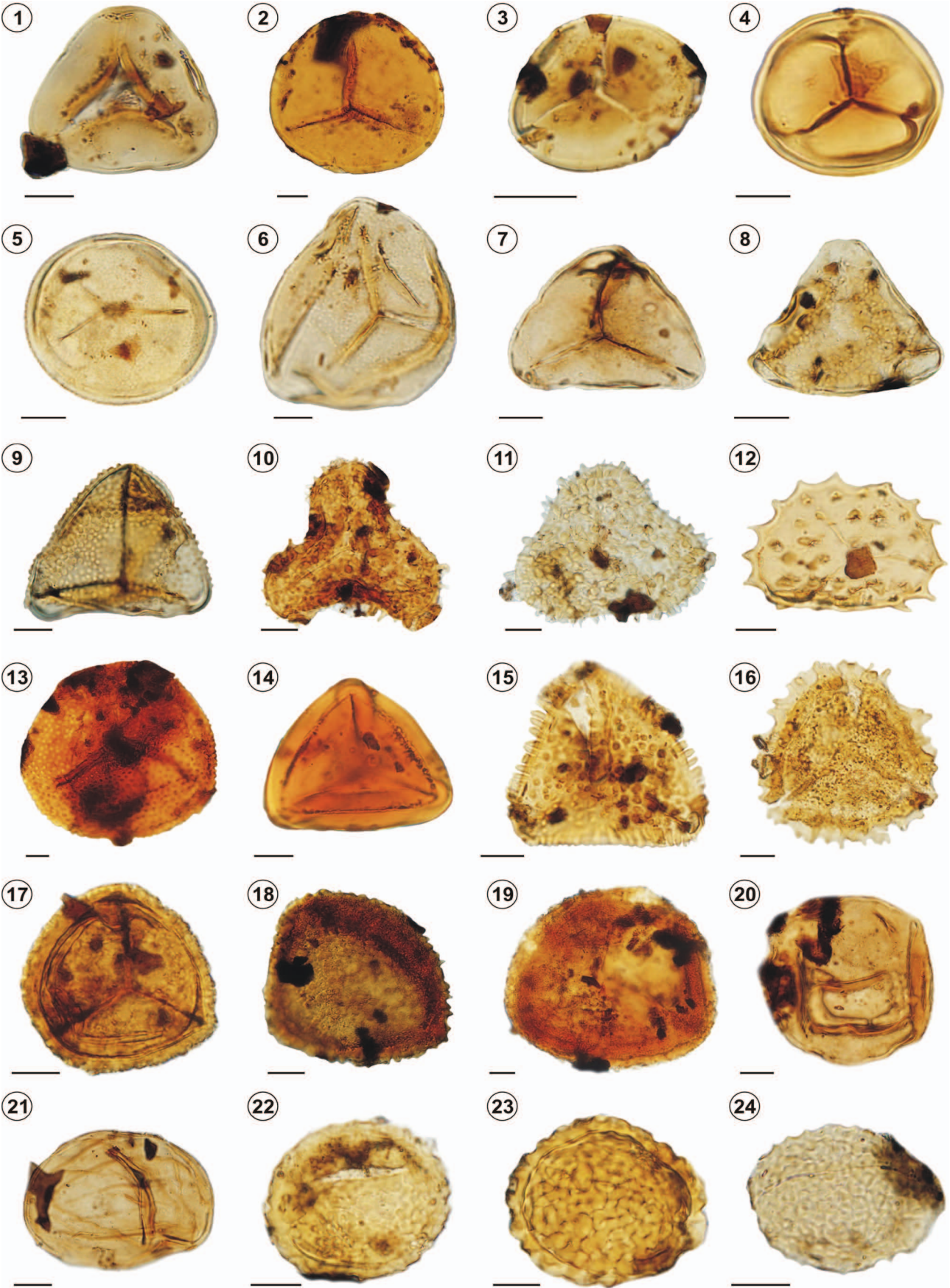
Além disto, a correspondência dos conjuntos palinológicos dos poços HN-05-RS e HN-25-RS, foi maior com associações descritas para o território uruguaio por Beri *et al.* (2004) que com aquelas correspondentes à porção brasileira da Bacia do Paraná, o que talvez se deva à proximidade geográfica dos poços estudados para o Rio Grande do Sul e aqueles do país vizinho, em relação às áreas mais ao norte da bacia. A adição de novas informações (*e.g.*, Beri *et al.*, 2006, 2010; Gutiérrez *et al.*, 2006, 2010) ao esquema original, permitiram a Beri *et al.* (2011) a formalização de duas zonas de associação, denominadas como *Cristatisporites inconstans* – *Vittatina subsaccata* e *Striatoabieites anaverrucosus* – *Staurosaccites cordubensis*.

A Zona *Cristatisporites inconstans* – *Vittatina subsaccata*, correspondente à ZVc, é definida pelo predomínio de esporos triletes e grãos de pólen monossacados (*Anapiculatisporites tereteangulatus*, *Brevitriletes cornutus*, *B. levis*, *Converrucosporites confluens*, *C. micronodosus*, *Krauselispores punctatus*, *Murospora torifera*, *Barakarites rotatus*, *Mabuitasaccites crucistriatus* e *Striomonosaccites cicatricosus*), associados a raros grãos de pólen bissacados, teniados e poliplicados (*Scheuringipollenites medius*, *Vittatina fasciolata* e *V. saccata*). Espécies do gênero *Cristatisporites* (*e.g.*, *C. chacoparanensis*, *C. inconstans*, *C. irradiatus*, *C. lestai*, *C. crassilabrat*) são comumente registradas e sua maior frequência é também utilizada como critério de reconhecimento desta unidade.

Por outro lado, a zona de associação *Striatoabieites anaverrucosus* – *Staurosaccites cordubensis* (correlata à ZLv), é diagnosticada pela abundância de grãos de pólen teniados e não teniados, com participação reduzida de grãos de pólen monossacados e poliplicados, além de esporos triletes e monoletes. Diversas espécies têm seu primeiro aparecimento reconhecido na porção basal desta unidade, como formas do gênero *Lueckisporites* (*L. brasiliensis*, *L. crassus*, *L. nyakapendensis*, *L. singraulensis*, *L. stenotaeniatus*) além de *Striatoabieites anaverrucosus*, *Staurosaccites cordubensis*, *S. quadrifidus*, *Lunatisporites paliensis*, *Protohaploxypinus samoilovichii*, *Striatopodocarpites gondwanensis*, *Corisaccites alutas*, *Alisporites parvus* e *Platysaccus leschikii*.

Estas biozonas foram identificadas nas formações San Gregório, Tres Islas, na seção basal da Formação Melo (Zona *Cristatisporites inconstans* – *Vittatina subsaccata*) e nas porções média a superior desta última unidade (*Striatoabieites anaverrucosus* – *Staurosaccites cordubensis*), as quais são correlatas respectivamente, ao Grupo Itararé e às formações Rio Bonito, Palermo e Irati. No esquema

Figura 6. Distribuição estratigráfica de espécies de grãos de pólen e elementos microplanctônicos recuperados no poço HN-25-RS / *stratigraphical distribution of pollen grain species and microplanktonic elements retrieved from HN-25-RS borehole.*



informal de Beri *et al.* (2004), uma zona de intervalo foi identificada pela abundância do gênero *Lundbladispora*, e originalmente interpretada como correspondendo às porções basal e média da Formação Fraile Muerto (equivalente à porção basal da Formação Melo), mas não validada em Beri *et al.* (2011). A constituição litoestratigráfica destas unidades é muito semelhante às suas correspondentes brasileiras no Rio Grande do Sul (com registros glaciais, desenvolvimento de carvões, superfícies de transgressão marinha), sugerindo que podem estar intimamente associadas tanto em aspectos temporais (de deposição), quanto do desenvolvimento paleoflorístico refletido em microfóssis muito semelhantes. Tal relação já foi observada em diversos trabalhos publicados para a região nordeste do Uruguai, que serviram de base para o estabelecimento da zonation naquele país e apresentaram distribuição estratigráfica de palinóforos muito semelhante ao dos poços HN-05 e HN-25 (*e.g.*, Beri e Daners, 1996, 1998; Beri e Pecoits, 2001).

Na porção argentina da Bacia do Paraná, Russo *et al.* (1980) e Vergel (1993) definiram duas biozonas de idade permiana, as zonas *Cristatisporites* e *Striatites*. A Zona *Cristatisporites*, correspondente à ZVc, é caracterizada pelos primeiros registros de *Vittatina saccata*, *Marsupipollenites striatus*, *Converrucosporites micronodosus* e *C. confluens*. Por outro lado, a Zona *Striatites*, é correlacionável à ZLv, pelo predomínio de grãos de pólen estriados.

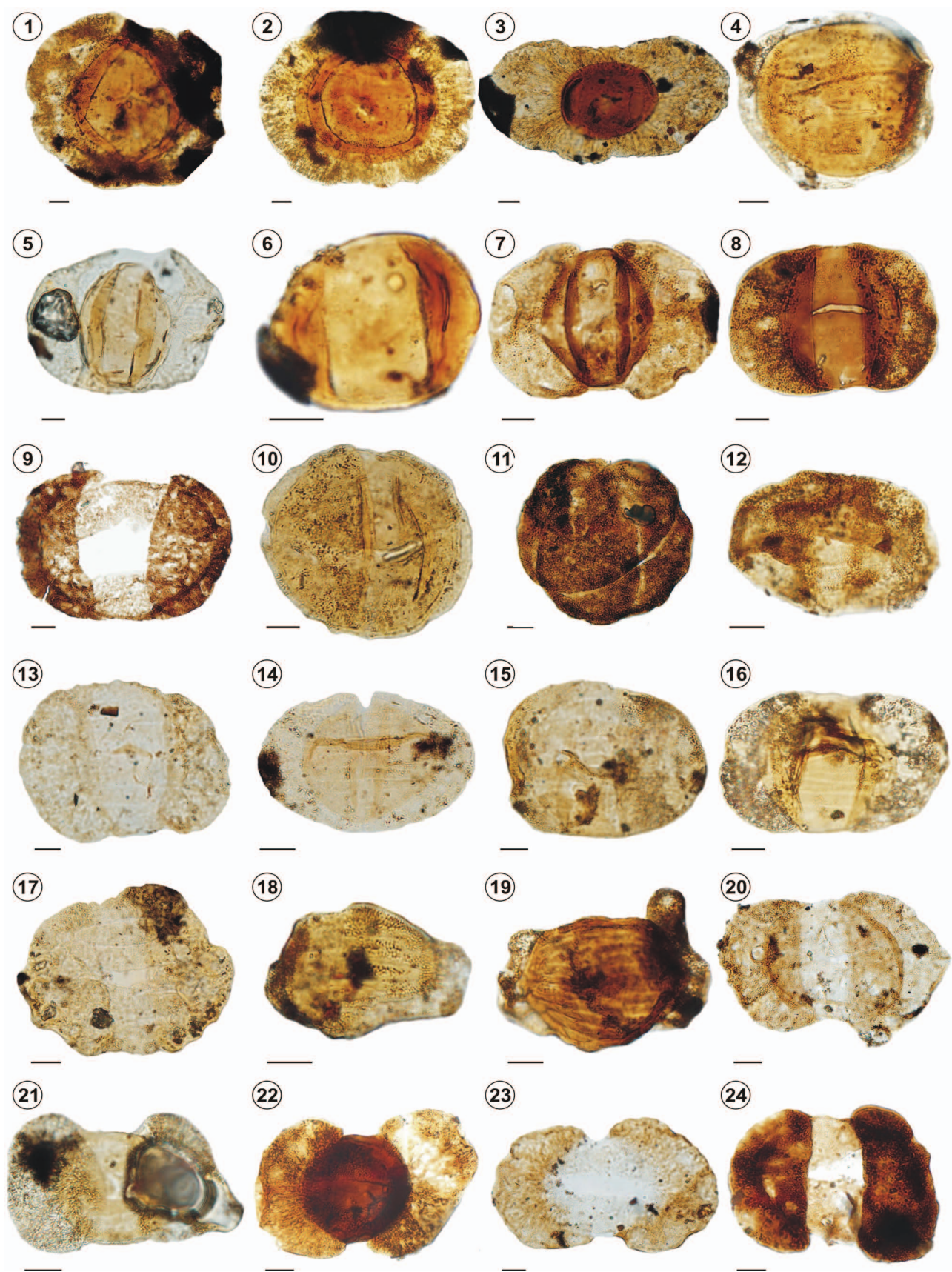
Dentre outras propostas palinobioestratigráficas definidas para a seção oeste do Gondwana na América do Sul, as ZVc e ZLv definidas para a Bacia do Paraná podem ser correlacionadas às zonas *Pakhapites fusus* – *Vittatina subsaccata* (FS) e *Lueckisporites* – *Weylandites* (LW), reconhecidas por Césari e Gutiérrez (2000) para depósitos da porção centro-oeste da Argentina. A Zona FS mostra similaridade com a ZVc por ter sido definida pelo pri-

meiro aparecimento de *Pakhapitesfusius* e *Vittatina saccata*, além de *Hamiapollenites fusiformis*, *Marsupipollenites striatus*, *Brevitriletes cornutus*. A Zona LW, por seu turno, correspondente a ZLv, é identificada pelo primeiro aparecimento de *Lueckisporites* spp., além do predomínio de grãos de pólen estriados, tais como *Weylandites*, *Vittatina*, *Lunatisporites* e *Marsupipollenites*.

Para a África o esquema bioestratigráfico de Falcon (1975) é resultado de estudos provenientes na Bacia do Karoo, na região do atual Zimbábue. Baseado na abundância e limites de aparecimento de determinadas espécies, foram apresentadas quatro zonas de associação. As associações I, II e III comportam frequências relativamente altas de esporos triletes com reduzida contribuição de grãos de pólen estriados, podendo ser correlacionáveis, grosso modo, à ZVc. Já a Associação IV, caracterizada pelo predomínio de formas estriadas, e distinguida pela introdução de *Lueckisporites*, *Vittatina* e *Hamiapollenites*, é comparável à ZLv.

Em trabalho desenvolvido também na Bacia do Karoo, Modie e Le Hérisse (2009) apresentaram associações palinológicas recuperadas no Botswana com conteúdo muito semelhante aos conjuntos descritos na Bacia do Paraná. Dois poços contendo sequências glaciais a pós-glaciais foram amostrados, com correspondência ao Grupo Itararé e Formação Rio Bonito, permitindo o estabelecimento de três biozonas, nomeadas, em ordem estratigráfica ascendente, como *Hamiapollenites bullaeformis*, *Cyclogranisporites gondwanensis* e *Platysaccus papilionis*. As principais características da Zona *H. bullaeformis*, dentre as quais o predomínio de esporos e o primeiro aparecimento de *Vittatina*, permite a correlação com a ZVc, enquanto as zonas *C. gondwanensis* e *P. papilionis* são correspondentes à ZLv, considerando que são diferentes da Zona *H. bullaeformis*, pelo predomínio dos grãos de pólen bissacados.

Figura 7. Esporos selecionados dos poços HN-05-RS e HN-25-RS (MP-P: Museu de Paleontologia – Palinologia). Coordenadas indicadas em England Finder. Escala gráfica: 10 µm / selected spores from HN-05-RS and HN-25-RS boreholes. Coordinates indicated on England Finder. Scale bar: 10 µm. **1**, *Leiotriletes virkii* Tiwari 1965 (MP-P 6072 O33-3); **2**, *Punctatisporites gretensis* Balme e Hennelly 1956 (MP-P 6041 M44); **3**, *Retusotriletes nigritellus* (Luber) Foster 1979 (MP-P 6075 O55-4); **4**, *Retusotriletes simplex* Naumova 1953 (MP-P 6085 W45); **5**, *Cyclogranisporites gondwanensis* Bharadwaj e Salujha 1964 (MP-P 6071 L46); **6**, *Cyclogranisporites parvigranulosus* (Leschik) Ybert 1975 (MP-P 6071 N55); **7**, *Granulatisporites austroamericanus* Archangelsky e Gamero 1979 (MP-P 6086 L45-4); **8**, *Converrucosporites confluens* (Archangelsky e Gamero) Playford e Dino 2002 (MP-P 6101 X40-4); **9**, *Converrucosporites micronodosus* (Balme e Hennelly) Playford e Dino 2002 (MP-P 5712 N44-1); **10**, *Horriditriletes gondwanensis* (Tiwari e Moiz) Foster 1975 (MP-P 6059 J56-2); **11**, *Horriditriletes uruguaiensis* (Marques-Toigo e Pons) Marques-Toigo e Picarelli 1984 (MP-P 5767 R47); **12**, *Brevitriletes cornutus* (Balme e Hennelly) Backhouse 1991 (MP-P 6085 K43-1); **13**, *Foveolatisporites* sp. (MP-P 6085 D56-4); **14**, *Murospora bicingulata* Ybert 1975 (MP-P 5754 L30-4); **15**, *Diatomozonotriletes subbaculiferus* (Nahuys, Alpern e Ybert) Césari, Archangelsky e Gamero 1995 (MP-P 6104 P44-4); **16**, *Cristatisporites lestai* Archangelsky e Gamero 1979 (MP-P 5712 G44-2); **17**, *Lundbladispora areolata* Césari, Archangelsky e Seoane 1995 (MP-P 5748 F49-4); **18**, *Lundbladispora brasiliensis* (Marques-Toigo e Pons) Marques-Toigo e Picarelli 1984 (MP-P 6103 M36-1); **19**, *Lundbladispora riobonitensis* Marques-Toigo e Picarelli 1984 (MP-P 5723 T39-2); **20**, *Laevigatosporites vulgaris* Ibrahim 1933 (MP-P 5796 N44-1); **21**, *Kendosporites striatus* (Salujha) Surange e Chandra 1974 (MP-P 6106 K43); **22**, *Thymospora pseudothiessenii* (Kosanke) Wilson e Venkatachala 1963 (MP-P 6117 J35-2); **23**, *Thymospora thiessenii* (Kosanke) Wilson e Venkatachala 1963 (MP-P 6106 M44-3); **24**, *Thymospora obscura* (Kosanke) Wilson e Venkatachala 1963 (MP-P 6112 H39-3).



Palinofloras de conteúdo semelhante às ZVc e ZLv são igualmente registradas na Antártica e Austrália. Na Antártica, as associações palinológicas A e C de Lidkvarvet são relacionáveis à ZVc, enquanto aquelas reconhecidas nas áreas de Fossilryggen e Nunatak são correspondentes à ZLv (Lindström, 1995a, b). Na Austrália, a zona *Microbaculispota tentula* (Jones e Truswell, 1992), o Estágio 2 e as zonas *Pseudoreticulatispora confluens* e *P. reticulata*, reconhecidas por Backhouse (1991) são semelhantes em conteúdo à ZVc, enquanto a Zona *Striatopodocarpites fusus* (Backhouse, 1991) é relacionada à ZLv.

Parece evidente, portanto, que ao se comparar biozonas das distintas seções gondwânicas cronocorrelatas, uma composição comum em termos das associações palinológicas seja observada, embora com algum grau de diacronismo. Assim, é possível verificar uma tendência geral de aumento na contribuição de grãos de pólen teniados, característica que é considerada resposta às modificações do clima, dos regimes frios e úmidos do final do Carbonífero e Permiano basal, para aqueles cada vez mais aquecidos e com tendência a aridez ao longo do Permiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo palinológico dos poços HN-05-RS e HN-25-RS, localizados na porção sul do Estado do Rio Grande do Sul, permitiu a identificação de 133 palinomorfos, dentre os quais 57 são relativos a esporos, 65 a grãos de pólen e 11 correspondentes a algas/fungos. O intervalo amostrado entre o Grupo Itararé à Formação Rio do Rasto possibilitou a visualização da distribuição estratigráfica contínua dos diversos táxons ao longo da seção permiana da Bacia do Paraná. Dessa forma e de acordo com os dados do esquema palinoestratigráfico vigente para o Permiano da Bacia do Paraná, foram reconhecidas duas zonas: i) a Zona *Vittatina costabilis*, subzona *Protohaploxypinus go-*

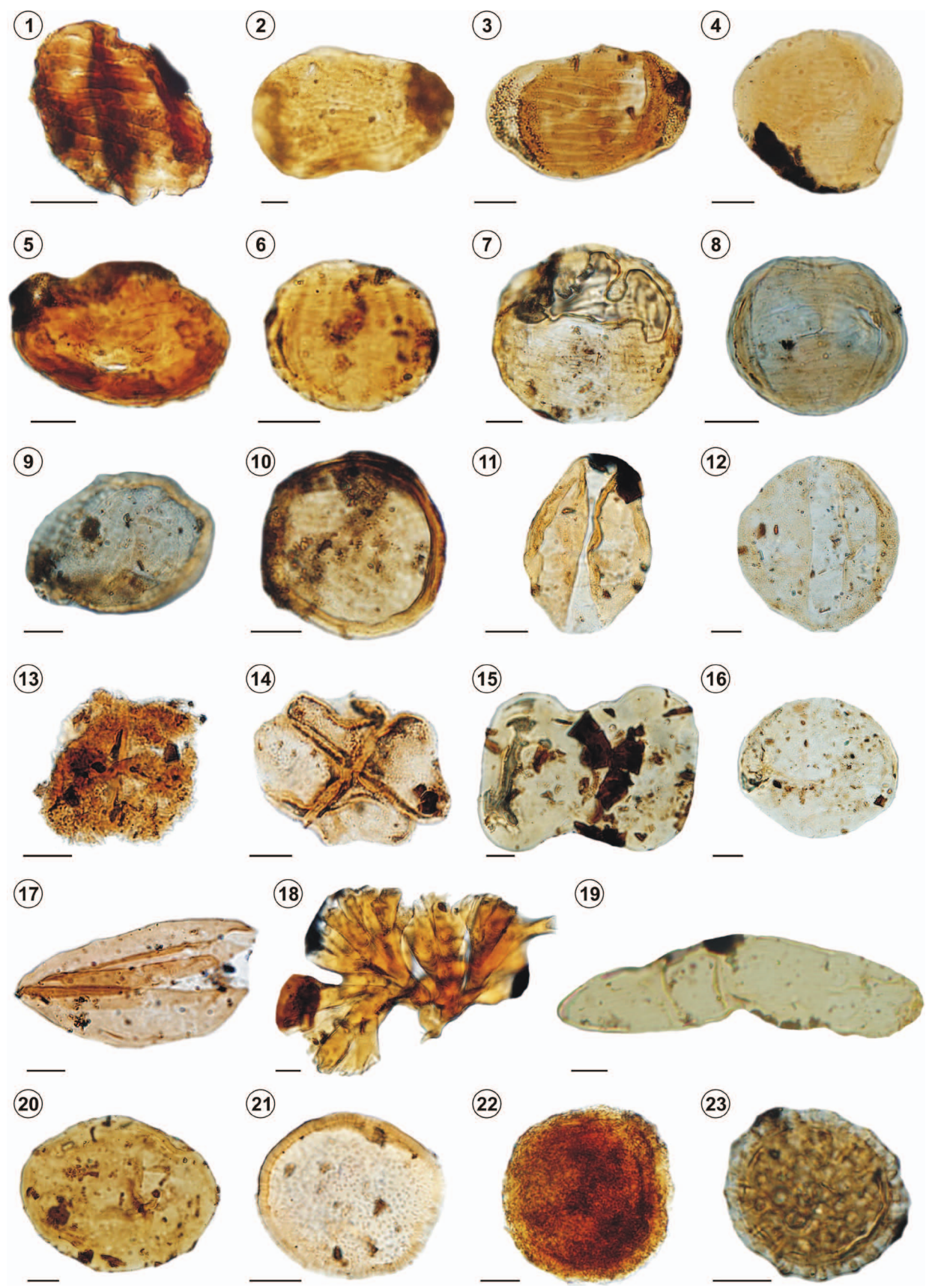
raiensis, nos intervalos 175,35 m a 143,70 m, para o Poço HN-05-RS, e entre 186,70 m a 126,70m, para o Poço HN-25-RS e, ii) a Zona *Lueckisporites virrkiae*, entre as profundidades 143,55 m a 40,90 m, no Poço HN-05-RS, e entre 125,30 m a 14,60 m, no Poço HN-25-RS.

A distribuição estratigráfica de alguns esporomorfos exibiu divergências em relação ao zoneamento de Souza e Marques-Toigo (2003, 2005) e Souza (2006). No Grupo Itararé foram documentadas as espécies *Hamiapollenites karrooensis* e *Marsupipollenites triradiatus*, enquanto *Granulatisporites austroamericanus*, *Converrucosisporites confluens* e *Hamiapollenites fusiformis* foram registradas na Formação Palermo, e *Weylandites lucifer*, nos níveis inferiores da Formação Rio Bonito.

A comparação entre a distribuição estratigráfica dos esporomorfos recuperados nos poços HN-05 e HN-25 com algumas associações descritas para o Uruguai e África, demonstrou ocorrência comum das espécies *G. austroamericanus*, *C. confluens*, *H. fusiformis*, *S. fusus* e *W. lucifer*, além de um primeiro aparecimento mais ou menos cronocorrelato, distinguindo-se das observações realizadas na porção norte da Bacia do Paraná (Souza e Marques-Toigo, 2003, 2005, e Souza, 2006).

Verificou-se que as sucessões palinológicas melhor correlacionáveis com as aqui abordadas são aquelas registradas na porção uruguaia da Bacia do Paraná (Beri *et al.*, 2011), preservadas em áreas próximas, permitindo verificar uma ampla correspondência das zonas *Vittatina costabilis* e *Lueckisporites virrkiae* com as zonas *Cristatisporites inconstans* – *Vittatina subsaccata* e *Striatoabieites anaverrucosus* – *Staurosaccites cordubensis*, respectivamente, demonstrando, que nesta porção limítrofe da bacia, entre o território brasileiro e uruguaio, possa estar documentada uma sucessão palinoestratigráfica diferenciada quando comparada aos setores mais setentrionais da Bacia do Paraná.

Figura 8. Grãos de pólen selecionados dos poços HN-05-RS e HN-25-RS (MP-P: Museu de Paleontologia – Palinologia). Coordenadas indicadas em England Finder. Escala gráfica: 10 µm / selected pollen grains from HN-05-RS and HN-25-RS boreholes. Coordinates indicated on England Finder. Scale bar: 10 µm. **1**, *Plicatipollenites gondwanensis* (Balme e Hennelly) Lele 1964 (MP-P 5748 X51); **2**, *Plicatipollenites malabarensis* (Potonié e Sah) Foster 1975 (MP-P 5749 O30-3); **3**, *Costatacycylus crenatus* (Felix e Burbridge) Urban 1971 (MP-P 5723 R38); **4**, *Striomonosaccites ovatus* Bharadwaj 1962 (MP-P 5717 S43-1); **5**, *Meristocarpus explicatus* Playford e Dino 2000 (MP-P 5721 W53); **6**, *Colpisaccites granulosus* Archangelsky e Gamero 1979 (MP-P 6113 S36-1); **7**, *Limitisporites hexagonalis* Bose e Maheshwari 1968 (MP-P 6145 R35); **8**, *Limitisporites rectus* Leschik 1956 (MP-P 6145 P49-2); **9**, *Corisaccites alutas* Venkatachala e Kar 1966 (MP-P 6149 W29-4); **10**, *Staurosaccites cordubensis* Archangelsky e Gamero 1979 (MP-P 5796 L41-1); **11**, *Staurosaccites quadrifidus* (Dolby) Dolby e Balme 1976 (MP-P 6147 W28-1); **12**, *Illinites unicus* (Konsanke) Jansonius e Hills 1976 (MP-P 6045 M31-3); **13**, *Protohaploxypinus amplius* Balme e Hennelly emend. Hart 1964 (MP-P 6141 O50-4); **14**, *Protohaploxypinus bharadwajii* Foster 1979 (MP-P 6142 M24); **15**, *Protohaploxypinus goraiensis* Potonié e Lele (MP-P 5712 K30-1); **16**, *Protohaploxypinus hartii* Foster 1979 (MP-P 5715 M39-4); **17**, *Protohaploxypinus limpidus* (Balme e Hennelly) Balme e Playford 1967 (MP-P 6069 Q54-4); **18**, *Hamiapollenites karrooensis* (Hart 1963) Hart 1964 (MP-P 5715 F26-3); **19**, *Striatoabieites multistriatus* (Balme e Hennelly) Hart 1964 (MP-P 6140 J39-4); **20**, *Lunatisporites variesectus* Archangelsky e Gamero 1979 (MP-P 6147 N28-1); **21**, *Striatopodocarpites cancellatus* (Balme e Hennelly) Hart 1964 (MP-P 5799 E39); **22**, *Lueckisporites agoulaensis* (Jardiné) Premaor, Fischer e Souza 2006 (MP-P 6145 W24); **23**, *Lueckisporites nyakapendensis* Hart 1964 (MP-P 6146 L55); **24**, *Lueckisporites virrkiae* (Potonié e Klaus) Clarke 1965 (MP-P 6147 V49).



AGRADECIMENTOS

Esta contribuição foi realizada a partir de recursos advindos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq, Projetos 474153/2004-5, 401769/2010-0, 480385/2010-6). Os autores agradecem à Companhia de Recursos Minerais (CPRM), pela cessão das amostras e a Ricardo C. Lopes, pelas discussões que embasaram o conhecimento estratigráfico deste trabalho. Este trabalho constitui parte da Tese de Doutorado da primeira autora (Bolsista CNPq) junto ao Programa de Pós-graduação em Geociências da UFRGS.

REFERÊNCIAS

- Anand-Prakash. 1972. Spores dispersae in coals of Pench-Kanhan and Pathakhera Coalfield (M.P.), India. *The Palaeobotanist* 19: 206–210.
- Archangelsky, S. e Gamero, J.C. 1979. Palinología del Paleozoico Superior en el subsuelo de la Cuenca Chacoparanense, República Argentina. I. Estudio sistemático de los palinómorfos de tres perforaciones de la provincia de Córdoba. *Revista Española de Micropaleontología* 11: 417–478.
- Azcuy, C.L. e Di Pasquo, M. 2000. Palynology of the Late Carboniferous from the Tarija Basin, Argentina: a systematic review of the monosaccate pollen genera. *Palaeontographica Abteilung B* 253: 7–37.
- Backhouse, J. 1991. Permian palynostratigraphy of the Collie Basin, Western Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 67: 237–314.
- Balme, B.E. 1970. Palynology of Permian and Triassic Strata in the Salt Range and Surghar Rangem, West Pakistan. Em: B. Kummel e C. Teichert (Eds.), *Stratigraphic Boundary Problems: Permian and Triassic of West Pakistan*. University of Kansas Press, U.S.A.: 304–353.
- Balme, B.E. e Hennelly, J.P.F. 1956. Trilete sporomorphs from Australian Permian sediments. *Australian Journal of Botany* 4: 240–60.
- Balme, B.E. e Playford, G. 1967. Late Permian plant microfossils from the Prince Charles Mountains, Antarctica. *Revue de Micropaléontologie* 10: 179–192.
- Beri, Á. e Daners, G. 1996. Palinómorfos de La perforación Cerro Largo Sur nº 4, Pérmico Inferior, Uruguay. *Revista Chilena de Historia Natural* 69: 163–170.
- Beri, Á. e Daners, G. 1998. Estudio palinológico de la perforación 201 (DI. NA.MI.GE), Pérmico, Uruguay. *Boletín de la Real Sociedad. Española de Historia Natural (Sección Geología)* 94: 55–64.
- Beri, Á. e Pecoits, E. 2001. Palinología y sedimentología de la Formación Melo (Pérmico) en la cañada “El Barón”, departamento de Cerro Largo, Uruguay. *Ameghiniana* 38: 419–428.
- Beri, Á., Gutiérrez, P.R., Cernuschi, F. e Balarino, L. 2004. Palinoestratigrafía del Pérmico de la Cuenca Paraná, Uruguay. *11ª Reunión de Paleobotánicos e Palinólogos* (Gramado), *Boletim de Resumos*, p. 29.
- Beri, Á., Gutiérrez, P.R., Cernuschi, F. e Balarino, M.L. 2006. Palinología del Pérmico Inferior en la perforación DCLS-24 (Formación San Gregorio), departamento de Cerro Largo, Uruguay. Parte I: esporas, algas, prasinofitas y acritarcas. *Ameghiniana* 43: 227–244.
- Beri, Á., Martínez-Blanco, X. e Mourelle, D. 2010. A synthesis of palynological data from the Lower Permian Cerro Pelado Formation (Paraná Basin, Uruguay): a record of warmer climate stages during Gondwana glaciations. *Geologica Acta* 8: 419–429.
- Beri, Á., Gutiérrez, P.R. e Balarino, L. 2011. Palynostratigraphy of the Late Paleozoic of Uruguay, Paraná Basin. *Review of Paleobotany and Palynology* 167: 16–29.
- Bharadwaj, D.C. 1962. The miospore genera in the coals of Raniganj Stage (Upper Permian), India. *The Palaeobotanist* 9: 68–106.
- Bharadwaj, D.C. e Saluja, S.K. 1964. Sporological study of seam VIII in Raniganj Coalfield, Bihar (India) – Part 1. Description of spores dispersae. *The Palaeobotanist* 12: 181–215.
- Bose, M.N. e Kar, R.K. 1966. Paleozoic spores dispersae from Congo I. Kindu-Kalima and Walikale regions. *Annales du Musée Royal de L’Afrique Centrale, Tervuren, Belgique, Série IN-8°* 53: 1–250.
- Cazzulo-Kepzig, M., Guerra-Sommer, M., Menegat, R., Simas, M.W. e Mendonça-Filho, J.G. 2007. Peat-forming environment and landscape unit of Permian coal seams from the Faxinal coalfield in Southern Paraná Basin, Brazil, based on palynology and palaeobotany. *Revista Brasileira de Paleontologia* 15: 5–15.
- Césari, S.N. e Gutiérrez, P.R. 2000. Palynostratigraphy of Upper Paleozoic sequences in Central – Western Argentina. *Palynology* 24: 113–146.
- Césari, S., Archangelsky, S. e Seoane, L.V. 1995. Palinología del Paleozoico Superior de la perforación Las Mochas, Provincia de Santa Fe, Argentina. *Ameghiniana* 32: 73–106.
- Clarke, R.F.A. 1965. British Permian saccate and monosulcate miospores. *Palaeontology* 8: 322–354.
- Corrêa da Silva, Z. e Marques-Toigo, M. 1975. Carvão no Brasil: Mina de Candiotá – Rio Grande do Sul. *2º Congresso Ibero-Americano de Geologia Econômica* (Buenos Aires), *Actas* 1: 263–286.
- Daemon, R.F. e Quadros, L.P. 1970. Bioestratigrafia no Neopaleozóico da Bacia do Paraná. *24º Congresso Brasileiro de Geologia* (Brasília), *Anais*: 359–412.
- Dellazzana, J.G. 1976. Contribuição à palinologia da Formação Irati (Permiano) Rio Grande do Sul, Brasil. *Ameghiniana* 8: 1–42.
- Dolby, J. e Balme, B.E. 1976. Triassic palynology of the Carnarvon Basin, Western Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 22: 105–168.
- Falcon, R.M.S. 1975. Palyno-stratigraphy of the Lower Karoo sequence in the Central Sebungwe District, Mid-Zambezi Basin, Rhodesia. *Palaeontologia Africana* 18: 1–29.
- Foster, C.B. 1975. Permian plant microfossils from the Blair Athol Coal Measures, Central Queensland, Australia. *Palaeontographica Abteilung B* 154: 121–171.
- Foster, C.B. 1979. Permian plant microfossils of the Blair Athol Coal

Figura 9. Grãos de pólen e elementos microplanctônicos selecionados dos poços HN-05-RS e HN-25-RS (MP-P: Museu de Paleontologia – Palinologia). Coordenadas indicadas em England Finder. Escala gráfica: 10 µm / selected pollen grains and microplanktonic elements from HN-05-RS and HN-25-RS boreholes. Coordinates indicated on England Finder. Scale bar: 10 µm. **1, *Vittatina costabilis*** Wilson 1962 (MP-P 5777 Q33-4); **2, *Vittatina corrugata*** Marques-Toigo 1974 (MP-P 5722 B43); **3, *Vittatina saccata*** (Hart) Playford e Dino 2000 (MP-P 6138 H49-1); **4, *Vittatina subsaccata*** Samoilovich 1953 (MP-P 5806 Q44-2); **5, *Vittatina vittifera*** (Luber e Valts) Samoilovich 1953 (MP-P 5722 T32); **6, *Weylandites cinnatus*** (Luber e Varykhina) Utting 1994 (MP-P 6119 N34); **7, *Weylandites lucifer*** (Bharadwaj e Saluja) Foster 1975 (MP-P 6105 S33-1); **8, *Weylandites striatus*** (Luber) Utting 1994 (MP-P 6125 P42); **9, *Marsupipollenites triradiatus*** Balme e Hennelly 1956 (MP-P 5717 H46); **10, *Marsupipollenites striatus*** (Balme e Hennelly) Foster 1975 (MP-P 5792 R48-3); **11, *Pakhapites fusus*** (Bose e Kar) Menéndez 1971 (MP-P 6046 H34); **12, *Pakhapites ovatus*** (Bose e Kar) Playford e Dino 2000 (MP-P 6046 O47); **13, *Quadrisporites horridus*** Hennelly ex Potonié e Lele 1961 (MP-P 5751 Q33); **14, *Quadrisporites lobatus*** (Tiwari e Navale) Ybert 1975 (MP-P 5751 Q33); **15, *Tetraporina punctata*** (Tiwari e Navale) Kar e Bose 1976 (MP-P 5766 S51-4); **16, *Leiosphaeridia*** sp. (MP-P 5751 G50); **17, *Brazilea scisa*** (Balme e Hennelly) Foster 1975 (MP-P 6127 S28-3); **18, *Botryococcus braunii*** Kützinger, 1849 (MP-P 6098 T45); **19, *Deusilites tenuistriatus*** Gutiérrez, Césari e Archangelsky 1997 (MP-P E28-4); **20, *Tasmanites*** sp. (MP-P 5750 E46-1); **21, *Congoites*** sp. (MP-P 6086 R42-4); **22, *Portalites gondwanensis*** Nahuys, Alpern e Ybert 1968 (MP-P 6103 R37-4); **23, *Maculatasporites gondwanensis*** Tiwari 1965 (MPP 5782 W39).

- Measures, Baralaba Coal Measures, and basal Rewan Formation of Queensland. *Geological Survey of Queensland, Palaeontological Paper* 45: 1–244.
- Goubin, N. 1965. Description et répartition des principaux pollenites permien, triasiques et jurassiques des sondages du Bassin de Morondava (Madagascar). *Revue de l'Institut Français du Pétrole* 10: 1415–1461.
- Guerra-Sommer, M., Cazzulo-Klepzig, M., Formozo, M.L., Menegat, R. e Basei, M.A.S. 2005. New radiometric data from ash fall rocks in Candiota coal-bearing strata and the palynostratigraphic framework in southern Paraná Basin (Brazil). *Gondwana* 12 (Mendoza), *Abstracts*, p.89.
- Guerra-Sommer, M., Cazzulo-Klepzig, M., Santos, J.O.S., Hartman, L.A., Ketzer, J.M. e Formoso, M.L.L. 2008a. Radiometric age determination of tonstein and stratigraphic constraints for the Lower Permian coal succession in southern Paraná Basin, Brazil. *International Journal of Coal Geology* 74: 13–27.
- Guerra-Sommer, M., Cazzulo-Klepzig, M., Formoso, M.L.L., Menegat, R. e Mendonça, J.G. 2008b. U-Pb dating of tonstein layers from a coal succession of the southern Paraná Basin (Brazil): a new geochronological approach. *Gondwana Research* 14: 474–482.
- Gutiérrez, P., Balarino, L. e Beri, Á. 2010. Palynology of the Lower Permian of Paraná Basin, Uruguay. *Journal of Systematic Palaeontology* 8: 459–502.
- Gutiérrez, P., Césari, S.N. e Archangelsky, S. 1997. *Deusilites tenuistriatus* sp. nov. (Acritarca) en el Pérmico Inferior de la Cuenca Chacoparanense (Argentina). *Ameghiniana* 34: 247–250.
- Gutiérrez, P.R., Beri, Á., Balarino, M.L. e Cernuschi, F. 2006. Palinología del Pérmico Inferior en la perforación DCLS-24 (Formación San Gregorio), departamento de Cerro Largo, Uruguay. Parte II: granos de polen. *Ameghiniana* 43: 611–635.
- Hart, G.F. 1964. A review of the classification and distribution of the Permian miospore: Dissacate Striatiti. *5^{me} Congress Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère* (Paris), *Compte Rendu*, p. 1171–1199.
- Hart, G.F. 1965. *The systematics and distribution of Permian miospores*. Witwatersrand University Press, Johannesburg, 252 p.
- Hartt, C.F. 1870. *Geology and physical geography of Brazil*. Fields and Osgood, Boston, 620 p.
- Holz, M., França, A.B., Souza, P.A., Iannuzzi, R. e Rohn, R. 2010. A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. *Journal of South American Earth Sciences* 29: 381–399.
- Ibrahim, A.C. 1933. [Sporenformen des Ägirhorizontes des RuhrReviere. Dissertation, Technische Hochschule zu Berlin, Konrad Tiltsch, Würzburg. 47 p. Unpublished].
- Jansonius, J. 1962. Palynology of Permian and Triassic sediments, Peace River Area, Western Canada. *Palaeontographica Abteilung B* 110: 35–98.
- Jansonius, J. e Hills, L.V. 1976. *Genera file of fossil spores. Supplement*. Special Publication. Department of Geology, University of Calgary, Canada. Alberta, cards 1–3287.
- Jizba, K.M.M. 1962. Late Paleozoic baccate pollen from the United States mid-continent area. *Journal of Paleontology* 36: 871–887.
- Jones, M.J. e Truswell, E.M. 1992. Late Carboniferous and Early Permian palynostratigraphy of the Joe Joe Group, southern Galilee Basin, Queensland, and implications for Gondwanan stratigraphy. *Bureau of Mines and Mineral Resources, Journal of Australian Geology and Geophysics* 13: 143–185.
- Kar, R.K. e Bose, M.N. 1976. Palaeozoic spore dispersal from Zaire (Congo). 12^o Assise à couchées houille from Greinerville region. *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Série in Octavo* 77: 21–133.
- Kosanke, R.M. 1950. Pennsylvanian spores of Illinois and their use in correlation. *Bulletin of Illinois State Geological Survey* 74, 128 p.
- Kützing, F.T. 1849. *Species alarum*. F.A. Brockhaus, Leipzig, 922p.
- Lele, K.M. 1964. Studies in the Talchir Flora of India: 2. Resolution of the spore genus *Nuskoisporites* Potonié & Klaus. *The Palaeobotanist* 12: 146–170.
- Lele, K.M. e Karim, R. 1971. Studies in the Talchir flora of India – 6. Palynology of the Talchir boulder bed in Jayanti Coalfield, Bihar. *The Palaeobotanist* 19: 52–69.
- Leschik, G. 1955. Die Keuper-flora von Neuwelt bei Basel. II. Die Iso- und Mikrosporen. *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen* 72: 5–70.
- Leschik, G. 1956. Sporen aus dem Salzton des Zechsteins von Neuhoof (bei Fulda). *Palaeontographica Abteilung B* 100: 122–142.
- Lindström, S. 1995a. Early Permian palynostratigraphy of the northern Heimfjorntfjella mountain-range, Dronning Maud Land, Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89: 359–415.
- Lindström, S. 1995b. Late Permian palynology of Fossilryggen, Vestfjella, Dronning Maud Land, Antarctica. *Palynology* 20: 15–48.
- Maheshwari, H.K. 1967. Studies in the *Glossopteris* flora of India - 29. Miospore assemblage from the Lower Gondwana exposures along Bansloi River in Rajmahal Hills, Bihar. *The Palaeobotanist* 15: 258–280.
- Maranhão, M.S.A.S. e 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: 33–54.
- Marques-Toigo, M. 1974. Some new species of spores and pollens of Lower Permian age from the San Gregorio Formation in Uruguay. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 46: 601–616.
- 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. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 259 p. Inédito.]
- Marques-Toigo, M. 1991. Palynobiostratigraphy of the southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana sequence. *7^o International Gondwana Symposium* (São Paulo), *Proceedings*, p. 503–515.
- Marques-Toigo, M. e Picarelli, A.T. 1984. On the morphology and botanical affinities of *Lundbladispora* Balme, 1963, in the Permian of the Paraná Basin, Brazil. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo* 15: 46–52.
- Marques-Toigo, M., Corrêa da Silva, Z. e Herter, G.G. 1975. Geology and Palynology of Candiota Coal Mine, RS, Brazil. *1^o Congresso Argentino de Paleontologia y Bioestratigrafia* (Tucumán), *Actas* 1: 401–427.
- Matos, S.L.F., Yamamoto, J.K., Riccomini, C., Hachiro, J. e Tassinari, C.C.G. 2001. Absolute dating of Permian ash-fall in the Rio Bonito Formation, Paraná Basin, Brazil. *Gondwana Research* 4: 421–426.
- Mautino, L.R., Vergel, M. Del e Anzótegui, L.M. 1998. Palinología de la Formación Melo (Pérmico Inferior) en Arroyo Seco, Departamento Rivera, República Oriental del Uruguay. Parte II: especies nuevas. *Revista Española de Micropaleontología* 30: 107–110.
- Menéndez, C.A. 1971. Estudio palinológico del Pérmico de Bajo de Velez, Provincia de San Luis. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, *Paleontología* 1: 263–306.
- Menéndez, C.A. 1976. Contenido palinológico de estratos pérmicos con "Mesosaurus" de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 2: 1–30.
- Menéndez, C.A. e Azcuy, C.L. 1979. Microflora carbónica de la localidad de Paganzo, Provincia de La Rioja. Parte II. *Ameghiniana* 8: 25–71.
- Meyer, K.E. e Marques-Toigo, M. 2000. O significado paleoambiental da microflora dos carvões da Malha IV, Mina de Candiota, RS, Permiano da Bacia do Paraná, Brasil. *Revista de Geociências* 5: 17–20.
- Milani, E.J. 1997. [Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozoica do Gondwana sul-oriental. Porto Alegre. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 255 p. Inédito.]

- Milani, E.J. e Zalán, P.V. 1999. An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. *Episodes* 22: 199–205.
- Milani, E.J., França, A.B. e Schneider, R.L. 1994. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras* 8: 69–82.
- Milani, E.J., Melo, J.H.G., Souza, P.A., Fernandes, L.A. e França, A.B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras* 15: 265–287.
- Modie, B. e Le Hérisse, A. 2009. Late Palaeozoic palynomorph assemblages from the Karoo Supergroup and their potential for biostratigraphic correlation, Kalahari Karoo Basin, Botswana. *Bulletin of Geosciences* 84: 337–358.
- Mori, A.L.O. e Souza, P.A. 2010. Palinologia das formações Rio Bonito e Palermo (Permiano Inferior, Bacia do Paraná) em Candiota, Rio Grande do Sul, Brasil: novos dados e implicações bioestratigráficas. *Ameghiniana* 47: 61–78.
- Mori, A.L.O., Souza, P.A., Marques, J.C., e Lopes, R.C. 2012. A new U-Pb zircon age dating and palynological data from a Lower Permian section of the southernmost Paraná Basin, Brazil: biochronostratigraphical and geochronological implications for Gondwanan correlations. *Gondwana Research* 21: 654–669.
- Nahuys, J., Alpern, B. e Ybert, J.P. 1968. Estudo palinológico e petrográfico de alguns carvões do sul do Brasil. *Boletim Técnico, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul* 46: 1–61.
- Naumova, S.N. 1953. Spore-pollen complexes of the Upper Devonian of the Russian Platform and their stratigraphic significance. *Transactions of the Institute of Geological Sciences, Academy of Science, SSSR* 60: 1–200. [em russo].
- Neregato, R., Souza, P.A. e Rohn, R. 2008. Registros palinológicos inéditos nas formações Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná): Implicações bioestratigráficas e paleoambientais. *Pesquisas em Geociências* 35: 9–21.
- Ottone, E.G. 1991. Palynologie du Carbonifère Supérieur de la Coupe de Mina Esperanza, Basin Paganzo, Argentine. *Revue de Micropaléontologie* 34: 118–135.
- Pant, D.D. e Srivastava, G.K. 1965. Some Lower Gondwana miospores from Brazil. *Micropaleontology* 11: 468–478.
- Picarelli, A.T., Dias-Fabricio, M.E. e Cazzulo-Klepzig, M. 1987. Considerações sobre a paleoecologia e a palinologia da jazida carbonífera de Santa Terezinha, RS, Brasil – Permiano da Bacia do Paraná. *3º Simpósio sul-brasileiro de Geologia* (Curitiba), Atas 1: 351–372.
- Plant, N. 1869. The Brazilian coal fields. *Geological Magazine* 6: 147–150.
- Playford, G. e Dino, R. 2000. Palynostratigraphy of upper Paleozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil: Part One. *Palaeontographica Abteilung B* 255: 1–46.
- Playford, G. e Dino, R. 2002. Permian palynofloral assemblages of the Chaco-paraná Basin, Argentina: systematics and stratigraphic significance. *Revista Española de Micropaleontología* 34: 235–288.
- Poort, R.J. e Veld, H. 1997. Aspects of Permian palaeobotany and Palynology. XVIII. On the morphology and ultrastructure of *Potonieisporites novicus* (prepollen of Late Carboniferous/Early Permian Walchiaceae). *Acta Botanica Neerlandica* 46: 161–173.
- Potonie, R. 1958. Ibid. II. Teil: Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praecolpates, Polyplicates, Monocolpates. *Beih Geolocal Jahrbuch* 39, 199 p.
- Potonié, R. e Kremp, G. 1955. Die spores dispersae des Ruhrkarbons, ihre morphographie und stratigraphie, mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte: Teil I. *Palaeontographica Abteilung B* 98: 1–136.
- Potonié, R. e Lele, K.M. 1961. Studies in the Talchir Flora of India - 1. Spores dispersae from the Talchir Beds of South Rewa Gondwana Basin. *The Palaeobotanist* 8: 22–37.
- Potonié, R. e Sah, S.D.C. 1960. Spores dispersae of the lignites from Cannanore Beach on the Malabar Coast of India. *The Palaeobotanist* 7: 121–35.
- Premaor, E., Fischer, T. e Souza, P.A. 2006. Palinologia da Formação Irati (Permiano Inferior da Bacia do Paraná), em Montividiu, Goiás, Brasil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 8: 221–230.
- Quadros, L.P. e Melo, J.H.G. 1987. Método prático de preparação palinológica em sedimentos pré-mesozóicos. *Boletim de Geociências da Petrobras* 1: 205–214.
- Quadros, L.P., Marques-Toigo, M. e Cazzulo-Klepzig, M. 1995. Catálogo de esporos e pólen fósseis do Paleozóico. *Boletim de Geociências da Petrobras* 9: 1–151.
- Rocha-Campos, A.C., Basei, M.A.S., Nutman, A.P. e Santos, P.R. dos. 2006. SHRIMP U-Pb Zircon geochronological calibration of the Late Paleozoic Supersequence, Paraná Basin, Brazil. *5th South American Symposium on Isotopic Geology* (Punta del Este), *Short Papers*, p. 298–301.
- Rocha-Campos, A.C., Basei, M.A.S., Nutman, A.P. e Santos, P.R. dos. 2007. SHRIMP U-Pb zircons ages of the late Paleozoic sedimentary sequence, Paraná Basin, Brazil. *4º Simpósio sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná* (Rio de Janeiro), *Boletim de Resumos*, p. 33.
- Russo, A., Archangelsky, S. e Gamero, J.C. 1980. Los depósitos supra-paleozoicos en el subsuelo de la Llanura Chaco-Pampeana, Argentina. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires), *Actas* 4: 157–173.
- Samoilovich, S. R. 1953. Pollen and spores from the Permian deposits of the Cherdyn' and Akt'ubinsk areas, Cis-Urals. *Paleobotanicheskiy sbornik: Trudy, Vsesoiuznyi nauchno-issledovatel'skii geologorazvedochnyi institut, Leningrad, novaya seriya* 75: 5–57.
- Schaarschmidt, F. 1963. Sporen und Hystrichosphaerideen aus dem Zechstein von Büdingen in der Wetterau. *Palaeontographica Abteilung B* 113: 38–91.
- Schneider, R.L., Mühlmann, H., Tomazzi, E., Medeiros, R.A., Daemon, R.F. e Nogueira, A.A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. *28º Congresso Brasileiro de Geologia* (Porto Alegre), *Anais* 1: 41–66.
- 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. e Marques-Toigo, M. 2003. An overview in the Palynostratigraphy of the Upper Paleozoic strata of the Brazilian Paraná Basin. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, "nueva serie"* 5: 205–214.
- Souza, P.A. e 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: 353–365.
- Souza, P.A. e Milani, E.J. 2007. O pioneirismo do zoneamento palinoestratigráfico de Daemon & Quadros (1970): um marco no conhecimento estratigráfico da Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras* 15: 118–130.
- Souza, P.A., Vergel, M.M., Beri, A. 2007. Pennsylvanian and Permian palynostratigraphy of the Paraná/Chacoparaná Basins in Brazil, Argentina and Uruguay: an integrative analysis. *4th European meeting on the paleontology and stratigraphy of Latin America* (Madrid), *Cuadernos del Museo Geominero* 8: 361–366.
- Staplin, F.L. 1960. Upper Mississippian plant spores from the Golata Formation, Alberta, Canada. *Palaeontographica Abteilung B* 107: 1–40.
- Staplin, F.L. e Jansonius, J. 1964. Elucidation of some Paleozoic denso-spores. *Palaeontographica Abteilung B* 114: 95–117.
- Surange, K.R. e Chandra, S. 1974. Some male fructifications of Glossop-teridales. *The Palaeobotanist* 21: 255–266.
- Tiwari, R.S. 1965. Miospore assemblage in some coals of Barakar Stage (Lower Gondwana) of India. *The Palaeobotanist* 13: 168–214.

- Tiwari, R.S. 1968. Palynological investigation of some coals seams in the Ib-River Coalfield (Orissa), India. *The Palaeobotanist* 16: 222–242.
- Tiwari, R.S. e Navale, G.K.B. 1967. Pollen and spore assemblage in some coals of Brazil. *Pollen et Spores* 9: 583–605.
- Utting, J. 1994. Palynostratigraphy of Permian and Lower Triassic rocks, Sverdrup Basi, Canadian Arctic Archipelago. *Geological Survey of Canada, Bulletin* 478: 1–87.
- Venkatachala, B.S. e Kar, R.K. 1966. *Corisaccites* gen. nov., a new saccate pollen genus from the Permian of the Salt Range, West Pakistan. *The Palaeobotanist* 15: 107–109.
- Vergel, M.M. 1990. *Leschikisporis chacoparanaense* sp. nov. (Espora monolete), en el Paleozoico Superior de la Cuenca Chacoparanaense, Argentina. 5° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Tucumán), *Actas* 1: 195–198.
- Vergel, M.M. 1993. Palinoestratigrafía de la secuencia neopaleozoica en la Cuenca Chacoparanaense, Argentina. 12° Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien (Buenos Aires), *Comptes Rendus* 1: 201–212.
- Wilson, L.R. 1962. Permian plant microfossils from the Flowerpot Formation, Greer County, Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey* 49: 1–51.
- Wilson, L.R. e Venkatachala, B.S. 1963. *Thymospora*, a new name for *Verucosporites*. *Oklahoma Geology Notes* 23: 75–80.
- Ybert, J.P. 1975. Etude des miospores du bassin houiller de Candiota-Hulha Negra, Rio Grande do Sul, Bresil. *Pesquisas* 5: 181–226.

doi: 10.5710/AMGH.v49i3(506)

Recibido: 8 de junio de 2011

Aceptado: 11 de enero de 2012