Pesquisas em Geociências

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

Significado Peleoecológico de Alguns Palinomorfos Ocorrentes nos Carvões Eopermianos do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil

Miriam Cazzulo-Klepzig

Pesquisas em Geociências, 28 (1): 81-97, set./dez., 2001.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20169>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - set./dez., 2001.

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

Significado Paleoecológico de Alguns Palinomorfos Ocorrentes nos Carvões Eopermianos do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil

MIRIAM CAZZULO-KLEPZIG

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15001.
CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. klepzig@if.ufrgs.br

(Recebido em 11/00. Aceito para publicação em 11/01)

Abstract - Organic-walled palynomorphs of unknown botanical affinity identified in Early Permian coals from Rio Grande do Sul State, South Brazil, together with spores and pollen grains are analysed in this study. Among the identified taxa are: *Tetraporina punctata*, *Tetraporina horologia*, *Maculatasporites gondwanensis*, *Brazilea scissa*, *Quadrisporites horridus*, *Quadrisporites lobatus*, *Pilasporites calculus*, *Portalites gondwanensis*. Besides these palynomorphs, some considerations about *Botryococcus braunii*, a colonial alga occurring in the associations are presented. The morphological similarity between these microfossils and some algal spores spanning in age from Devonian until Recent permit significant comparisons which improve the knowledge on the spectrum of habitats of these palynomorphs. This study corroborates the idea that the peats, originated in lagoons located in coastal plains, were formed by a biomass composed of spores and pollen grains, plant cuticles, wood remains, fungi and algae, in addition to some forms related to Acritarcha or *incertae sedis*. Minor marine ingressions would be responsible for the occurrence, in the peat-plant association, of elements related to marine microplankton, like acritarchs, thus confirming the inference of a transitional (barrier/lagoon type) depositional environment for the coals as previously suggested by other authors.

Keywords - Palynomorphs, palaeoecology, coals, Early Permian.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Nas seqüências basais do Permiano no sul da Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul, representadas pelos Grupo Itararé e Grupo Guatá (Formações Rio Bonito e Palermo) de acordo com Schneider *et al.* (1974), as investigações palinológicas, principalmente aquelas referentes aos carvões e rochas associadas da Formação Rio Bonito, tem evidenciado a presença de ricas e diversificadas assembléias de esporos e grãos de pólen, além de algas e outros microfósseis orgânicos de afinidade não definida, os quais tem sido vinculados, na literatura ao grupo de esporos aletas, grãos de pólen, *Incertae sedis*, algas ou Acritarcha.

Esses palinomorfos ocorrem com maior frequência em determinados níveis da seqüência Rio Bonito, principalmente nos próprios carvões, indicando provavelmente mudanças nas condições paleoambientais ocorridas durante a deposição as quais teriam favorecido o seu desenvolvimento. Esses microfósseis constituem bons indicadores paleoecológicos, pois apresentam habitat preferenci-

al e ocorrem geralmente em associação com esporos e grãos de pólen produzidos por vegetação terrestre, algas, esporos de fungos, além de cutículas e fragmentos de lenho provenientes de plantas superiores.

Considerando que esses elementos são significativos nas associações palinológicas e têm recebido na literatura diferentes tipos de tratamento sistemático, o presente trabalho objetiva apresentar seu significado taxonômico e paleoecológico. Pretende-se também ressaltar, através de revisão da bibliografia existente, as principais características de alguns desses palinomorfos, incluindo principalmente aspectos morfológicos importantes para a sua identificação, distribuição geocronológica bem como habitat preferencial. Aborda-se também outro item relevante, como a afinidade botânica dos palinomorfos, no qual são listados os principais trabalhos consultados, principalmente aqueles que envolvem aspectos relacionados às condições ambientais necessárias para o seu desenvolvimento. Algumas relações e comparações com palinomorfos morfologicamente similares que ocorrem em sedimentos devonianos, mesozóicos, holocênicos ou mesmo

atuais são também estabelecidas, estando indicadas as respectivas referências bibliográficas utilizadas.

Considerando ainda o importante significado paleoecológico representado pelas algas coloniais do gênero *Botryococcus*, que são identificadas em associação com os referidos palinórmorfos, formas identificadas nesse gênero são também incluídas na presente reavaliação.

As referências para os holótipos são apresentadas de acordo com a diagnose original e segundo a escala geocronológica internacional. Foram revisados os seguintes taxa: *Portalites gondwanensis*, *Tetraporina punctata*, *Tetraporina horologia*, *Quadrisporites horridus*, *Quadrisporites lobatus*, *Maculatasporites gondwanensis*, *Brazilea scissa*, *Pilasporites calculus*, *Circulisporites parvus*. O objetivo principal do trabalho foi, através da reavaliação taxonômica e paleoecológica desses palinórmorfos citados e com base no tipo de associação palinológica onde são encontrados, ampliar o conhecimento sobre sua potencialidade como ferramenta para interpretações do paleoambiente de deposição dos carvões do Rio Grande do Sul, com a finalidade de corroborar ou não os modelos apresentados anteriormente por outros autores.

De acordo com Ade (1993), Alves & Ade (1996), Holz (1998), Holz *et al.* (1998), Kalkreuth *et al.* (1999) e Holz & Kalkreuth (2000), que aplicaram conceitos de estratigrafia de seqüências na interpretação das fácies sedimentares e evolução das condições paleoambientais para a deposição dos carvões do Rio Grande do Sul, enfatizando a jazida carbonífera de Candiota, as camadas de carvão teriam se depositado num sistema transicional do tipo barreira-laguna.

Segundo Ade (1993), o desenvolvimento de amplas lagunas, protegidas por barreiras estáveis teriam propiciado a formação de turfeiras parálicas que estariam deste modo protegidas de ingressões de águas salgadas.

A PALINOLOGIA DOS CARVÕES DO RIO GRANDE DO SUL

Desde o século passado, os carvões da região sul do Brasil têm sido objeto de estudos palinológicos, realizados não só por pesquisadores nacionais como também internacionais, cujos trabalhos dedicaram-se principalmente à análise dos megásporos encontrados nessas rochas. Com ênfase no estudo dos micrósporos ocorrentes nesses car-

vões, podem se destacar os trabalhos pioneiros de Pant & Srivastava (1965); Tiwari & Navale (1967); Nahuys, Alpern & Ybert (1968); Marques-Toigo & Pons (1974); Ybert (1975); Marques-Toigo *et al.* (1975); Corrêa da Silva & Marques-Toigo (1975); Burjack (1978).

A partir de 1978, projetos de pesquisa mais amplos, envolvendo estudos geológicos integrados sobre as principais jazidas carboníferas do Sul do Brasil foram amplamente desenvolvidos por pesquisadores do Instituto de Geociências da UFRGS, incluindo trabalhos palinológicos detalhados, cujos resultados levaram à ampliação do conhecimento sobre a composição das microfloras presentes nos carvões e rochas associadas, sua relação com a vegetação que lhes deu origem e condições paleoambientais vigentes à época de deposição desses carvões.

Com este enfoque, foram analisadas as principais jazidas de carvão do Rio Grande do Sul: Gravataí-Morungava (Bortoluzzi, *et al.* 1980; Dias Fabrício, 1981), Charqueadas (Marques-Toigo, *et al.*, 1984; Piccoli *et al.*, 1985 a, b e c); Santa Rita (Paim *et al.* 1983; Corrêa da Silva *et al.* 1984; Cazzulo-Klepzig *et al.* 1982); Chico-Lomã (Matos 1984); Santa Terezinha (Picarelli, 1986; Picarelli *et al.*, 1987); Faxinal (Guerra-Sommer *et al.* 1984); Candiota (Marques-Toigo *et al.*, 1975; Corrêa da Silva & Marques-Toigo, 1985; Meyer 1999); Leão (Picarelli & Marques-Toigo 1985); Iruí (Marques-Toigo & Pons 1974; Araújo *et al.* 1985); Capané (Henz & Dias-Fabrício 1985). As jazidas estão localizadas no mapa da figura 1. Além desses estudos, outras pesquisas de menor abrangência foram também efetuadas em alguns carvões da região de Quitéria (Cazzulo-Klepzig *et al.* (1998), em carvões coletados no poço Atanásio, 2A0-1-RS, município de Nova Bassano ou procedentes do afloramento do Morro Papaléo (Corrêa da Silva *et al.*, 1996).

De modo geral, os dados obtidos através da palinologia têm evidenciado que as associações palinoflorísticas encontradas tanto nos carvões como rochas associadas, apresentam-se, de modo geral, ricas e bem preservadas, mostrando sua origem a partir de associações vegetais predominantemente pteridofíticas, onde as gimnospermas são, geralmente, menos representativas. Além dos esporos e grãos de pólen, os resultados têm revelado ainda a ocorrência praticamente constante, em proporções variáveis, principalmente nos próprios carvões, de diversos palinórmorfos cuja vinculação bo-

tânica não é bem definida. Incluem-se neste grupo representantes dos gêneros *Portalites*, *Tetraporina*, *Quadrisporites*, *Maculatasporites*, *Brazilea*, *Pilasporites*, *Circulisporites*, sendo também na maioria dessas associações identificado fragmentos de algas coloniais relacionadas ao gênero *Botryococcus*. O gênero *Portalites* constitui o elemento mais abundante, na maioria das associações, principalmente nos próprios carvões, podendo, em alguns níveis, representar 30 a 40% das associações esporo-polinicas. Sobre esse gênero, Cazzulo-Klepzig & Marques-Toigo (1998) apresentam considerações de caráter taxonômico e paleoecológico sobre as formas relacionadas a esse gênero, as quais são registradas em diversas bacias sedimentares gonduânicas na América do Sul.

Analisando as associações de micrósporos identificados nos carvões sul-brasileiros, sua afinidade botânica e características petrográficas, Marques-Toigo & Corrêa da Silva (1984) definiram alguns agrupamentos mais ou menos constantes de componentes, caracterizando três tipos marcantes de associação microflorística presentes nas turfeiras:

- a) Associação *Lundbladispota* - *Punctatisporites* - *Portalites*, representada por esporos provenientes de vegetação predominantemente constituída por PTERIDOPHYTA, principalmente LYCOPHYTA e FILICOPHYTA, associada a formas relacionadas a algas de água doce, incluídas em *incertae sedis*. Este tipo de vegetação caracterizaria uma turfeira de zonas baixas, pantanosas, com presença constante de uma lâmina d'água, em ambiente definido por Remy (1975) como ambiente hidrófilo a higrófilo.
- b) Associação *Vallatisporites* - *Cristatisporites* relacionada a uma vegetação constituída essencialmente por plantas do grupo das PTERIDOPHYTA (LYCOPHYTA e FILICOPHYTA), típicas de ambiente de terras baixas e úmidas, em pântanos situados na faixa de transição entre níveis mais altos e mais baixos da lâmina d'água (ambiente higrófilo - Remy, 1975).
- c) Associação *Scheuringipollenites* - *Caheniasaccites*, a qual, por estar associada a outros grãos de pólen monossacados e bissacados, estriados ou não, e apresentar menor frequência de esporos pteridofíticos indicaria a presença de uma vegetação do tipo gimnospérmica, característica de zonas mais secas, um pouco afastadas do pântano formador da turfeira (ambiente mesófilo - Remy, 1975). Neste tipo de associação, podem ocorrer, às vezes, abundan-

tes fragmentos de lenho, provenientes de plantas que habitavam áreas mais altas, circundantes à turfeira, caracterizando assim um ambiente do tipo xerófilo.

Nesses três tipos de associação, com maior ou menor representatividade, foram também registrados, além do gênero *Portalites*, outros grupos de palinomorfos de parede orgânica, cuja afinidade botânica não é bem definida, os quais estão sendo analisados com maior detalhe neste trabalho.

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PALINOMORFOS DE PAREDE ORGÂNICA E AFINIDADE BOTÂNICA INCERTA

Os microfósseis encontrados em rochas sedimentares, que apresentam parede orgânica resistente a ácidos, constituída por esporopolenina, quitina ou pseudoquitina, recuperados em preparações físico-químicas utilizadas para estudo palinológico, são geralmente designados como palinomorfos. Segundo Traverse (1988), neste grupo fóssil incluem-se esporos, grãos de pólen, acritarcos, dinoflagelados, quitinozoários, algas microscópicas, esporos de fungos, microforaminíferos, fragmentos de lenho, cutículas vegetais, traqueídeos e outros tipos de palinomorfos que não ultrapassem 500 µm. Dentre esses, os esporos e grãos de pólen, por sua ampla distribuição geográfica e geocronológica e abundância com que se preservam nos sedimentos, representam elementos de grande importância para correlações estratigráficas, reconstituições paleoambientais, inferências paleoclimáticas e datações.

Na bacia do Paraná, as associações microflorísticas contidas nas rochas sedimentares, têm sido objetos de detalhados estudos pela equipe de palinólogos do Instituto de Geociências da UFRGS, realizados com a finalidade de redefinir o arcabouço palinoestratigráfico existente para a bacia.

Mais especificamente, estudos palinológicos realizados em carvões e rochas associadas da Formação Rio Bonito no sul da bacia do Paraná, têm revelado a presença de ricas e diversificadas associações de esporos e grãos de pólen, nas quais ocorrem associados, na maioria dos níveis analisados, os palinomorfos já referidos, que apresentam parede orgânica, cuja afinidade botânica não é ainda definida e que não tem evidentes mecanismos de deiscência. Na maioria dos registros, eles são vinculados a esporos aletes, *incertae sedis*, acritarcos ou ainda como elementos que podem ser relacionados ao grupo das algas. Por outro lado, pesquisas mais

Figura 1 - Localização das jazidas carboníferas do Rio Grande do Sul (Corrêa da Silva & Ferreira, 1985 – Mod.).

recentes têm mostrado o grande valor desses elementos como ferramenta para interpretação ambiental e climática não só em relação a material fóssil mas também com respeito aos representantes atuais desses grupos. De acordo com Traverse (1988), esses elementos orgânicos devem ser relacionados a presumíveis corpos de algas, de amplo espectro morfológico, e são indicadores de ambiente de água doce até marinho, devendo ser classificados dentro do grupo Acritarcha, de acordo com critérios de Tappan (1980), Servais (1996) e Sarjeant & Stancliffe (1994).

Conforme exemplo apresentado por Tiwari *et. al.* (1994), para o Permiano e Triássico da Índia, em regime de águas salobras, próximas a regiões deltaicas e praias, verifica-se geralmente, um ambiente favorável para o aumento desses palinórfos e, assim, seqüências gonduânicas da Índia, consideradas não marinhas, deveriam ser, segundo esses autores, ceticamente revisadas a fim de registrar a presença ou não dessas formas, já que eles devem ser relacionados a ambientes transicionais, com alguma salinidade e não estritamente a ambientes de água doce.

Deste modo, considerando a ocorrência quase constante desses palinórfos nas palinofloras identificadas nos carvões da bacia do Paraná no Rio Grande do Sul e com a finalidade de avaliar a potencialidade desses palinórfos orgânicos na determinação de condições paleoecológicas dominantes durante a época de deposição, foi efetuada inicialmente uma extensa revisão bibliográfica de trabalhos sobre o tema, envolvendo não só as formas paleozóicas e mesozóicas, mas também formas morfológicamente similares, identificadas em sedimentos mais jovens, desde o Devoniano até o Holoceno ou mesmo Recente, ocorrentes em diferentes regiões geográficas.

Essa revisão evidenciou o importante significado paleoecológico apresentado por esses palinórfos, não só quando participam, com maior ou menor representatividade, de associações palinológicas dominadas por esporos e grãos de pólen provenientes de vegetação terrestre, mas quando ocorrem em associação com representantes de microplâncton marinho, como Acritarcha e Prasinophyceae, ou ainda em associações que contêm também algas coloniais do gênero *Botryococcus*, com habitat que varia desde ambiente de água doce até água com maior teor em salinidade.

Considerando assim o espectro abrangente de habitat preferencial dos palinórfos aqui anali-

sados, as divergências taxonômicas registradas na bibliografia e a importância que têm os mesmos em interpretações paleoambientais, é efetuada neste trabalho uma reavaliação dos dados existentes, com o objetivo de aprofundar esses conhecimentos, obtendo assim parâmetros mais seguros para a determinação das condições paleoecológicas vigentes durante a deposição dos carvões sul-brasileiros.

TRABALHOS DE CARÁTER PALEOECOLÓGICO SOBRE OS PALINOMORFOS ANALISADOS

A revisão bibliográfica envolvendo a paleoecologia desses microfósseis mostrou a existência de um número significativo de trabalhos dedicados a esses aspectos, principalmente quando esses palinórfos ocorrem em associações palinológicas diversificadas.

Van Geel (1976; 1978), em trabalhos sobre a palinologia do Holoceno da Holanda, refere-se à correspondência entre os zigósporos de algas Zygnemataceae (gênero *Mougeotia*) e o gênero paleozóico *Tetraporina*. Essas algas, segundo o autor, têm seu habitat relacionado a ambientes aquáticos, de águas rasas e estagnadas. A interpretação dada pelo autor para a área indica uma deposição com fases curtas, às vezes mais longas, onde prevaleceram condições de água doce, às vezes salobra, podendo ocorrer até mesmo água com maior taxa de salinidade.

Van Geel & Van Der Hammen (1978), identificam no Quaternário da Colômbia (Pleistoceno e Holoceno) esporos de Zygnemataceae (*Mougeotia* e outros gêneros), referindo sua importância em estudos paleoecológicos. Através das ilustrações apresentadas pelos autores, pode-se observar a estreita similaridade de características morfológicas entre o gênero *Mougeotia* e o gênero *Tetraporina*, comum nos carvões sul-brasileiros. Segundo os autores, este tipo de alga desenvolve-se em corpos d'água estagnadas, geralmente doces, podendo ocorrer também em águas salobras.

Em carvões do Paleoceno no Canadá (Formação Ravenscrag), Jarzen (1979) registra diversas formas relacionadas a algas Zygnemataceae, as quais apresentam-se muito similares a espécies do gênero *Tetraporina*, referindo-as como indicadoras de ambiente de águas doces, rasas, estagnadas, do tipo pântano de regiões costeiras.

Tappan (1980), discutindo a taxonomia dos Acritarcha, refere que em associações palinológicas

identificadas em carvões e siltitos associados na Austrália são identificadas formas de *Tetraporina*, *Schizosporis*, *Botryococcus*, *Circulisporites*, sendo essas associações representativas de condições de água doce a salobra.

Van Geel *et al.* (1981) analisam a macro e microflora de uma sequência do Holoceno na Holanda, com a finalidade de reconstruir a vegetação dominante na época. Em alguns níveis são identificados zigósporos dos gêneros *Mougeotia* e *Spirogyra*, que seriam, juntamente com *Botryococcus*, os primeiros colonizadores de corpos de água mais abertos após inundações.

Van Der Wiel (1982) estabelece, através de diagramas polínicos efetuados em análises de sedimentos do Holoceno da Holanda, diversos tipos de associações microflorísticas contendo representantes do grupo das algas (gêneros *Mougeotia* e *Spirogyra*). Para o autor, essas associações indicadoras da presença de corpos de águas rasas, estagnadas, do tipo pântano costeiro, nas quais a ocorrência de algas coloniais do gênero *Botryococcus*, confirmaria essa interpretação.

No Eopermiano da Holanda, em seção contendo argilas marinhas e depósitos de turfa foi realizada análise palinológica por Bakker & Van Smeerdijk (1982), com o objetivo de estabelecer a reconstrução da sucessão vegetacional e das condições paleoecológicas. Ficou evidenciado, através da caracterização do habitat preferencial dos diversos palinórmorfos, as relações entre os períodos de transgressão e seus efeitos nas condições de umidade nos pântanos. Como participantes dessas associações identificadas, são citadas formas de *Tetraporina*, *Cymatiosphaera*, *Botryococcus*, *Mychristridium* e alguns representantes de histicosferídeos.

Srivastava *et al.* (1987), analisando sedimentos permianos do Himalaya, Índia, identificam, em alguns horizontes que contém vertebrados marinhos, associações palinológicas que incluem, além dos esporos e grãos de pólen, palinórmorfos relacionados aos gêneros *Quadrisporites*, *Pilasporites*, *Leiosphaeridia*, *Maculatasporites* e *Botryococcus*, indicando deste modo a sua tolerância a ambientes com alguma salinidade.

Venkatachala & Tiwari (1987) definem incursões marinhas em horizontes do Gondwana Inferior da Índia (Eopermiano), através de registro de invertebrados. Nesses horizontes ocorrem associados representantes de Acritarcha, *Leiosphaeridia* e outros palinórmorfos de origem marinha, que são identificados junto com esporos e grãos de pólen, e

os autores baseiam-se nos tipos de microfósseis identificados para estabelecer a reconstrução paleoambiental da sequência. Em carvões e rochas associadas da jazida carbonífera de Umari (Formação Barakar) são identificados em associação os gêneros *Leiosphaeridia*, *Brazilea*, *Circulisporites*, mostrando uma significativa influência marinha na deposição desses sedimentos.

Khandelwal & Gupta (1993) em estudos sobre a evolução de um "mangrove" durante o Holoceno da Índia, com base em evidências palinológicas, mostram que embora as taxas de sedimentação na área tenham sido mais ou menos uniformes, ao longo do tempo geológico as mudanças na composição da vegetação estiveram relacionadas principalmente a oscilações do nível do mar que poderiam ter permitido ou não o aparecimento dos palinórmorfos.

Com base na morfologia das algas relacionadas a Chlorococcales e Zygnematales, Brenner & Foster (1994) efetuam comparações entre formas atuais e fósseis, sugerindo algumas tendências evolutivas destes grupos ao longo do tempo geológico. Eles estudam diversas associações palinológicas do Eotriássico ao Neotriássico da Austrália, as quais contém *Botryococcus*, *Quadrisporites*, *Tetraporina* e *Schizosporis*, sendo as afinidades naturais dessas formas utilizadas pelos autores para a interpretação do paleoambiente. De acordo com os autores, sua reprodução está relacionada à menor ou maior salinidade da água, registrando-se menor sucesso quando aumentam de modo significativo os teores de salinidade. Essas afirmativas são feitas baseadas em analogia feita com algas atuais ocorrentes no Mar Báltico, que vivem em condições de baixa salinidade. Cookson & Deetmann (1959) já discutem de modo sucinto a taxonomia do gênero *Schizosporis*. Relacionam o gênero com o grupo dos Acritarcha, referindo que, embora essas formas estejam relacionadas com ambiente marinho, elas são abundantes em carvões e rochas associadas do Neopermiano da Antártica.

Tiwari *et al.* (1995), estudando sequências permianas e triássicas da Índia, registram em alguns níveis ricas associações de esporos, grãos de pólen e outros palinórmorfos de parede orgânica e afinidade botânica duvidosa, colocados no grupo Acritarcha considerado em sentido amplo. Esses níveis, anteriormente relacionados a ambiente flúvio-lacustre, foram vinculados pelos autores a ambiente de planície costeira, com base na presença desses representantes de *fitoplankton* marinho, os quais constituem importantes indicadores paleoecológicos. Nas associações são

identificados os gêneros *Pilasporites*, *Brazilea*, *Tetraporina*, *Michrystidium*, *Leiosphaeridia*, *Circulisporites*, *Tasmanites*, *Maculatasporites* vinculados todos ao grupo dos Acritarcha.

Zamaloa (1996) registra no Terciário da Argentina uma associação de zigósporos de Zygnemataceae, identificando os gêneros *Mougeotia*, *Spirogyra* e *Zygnema*. Os vários tipos morfológicos, apresentados nas ilustrações mostram estreita similaridade de características com esporos paleozóicos, como *Tetraporina* e *Brazilea*. Na associação foram assinaladas também colônias de *Botryococcus* e esporos produzidos por vegetais de ambiente palustre, indicando assim a presença de um corpo de águas calmas, pouco profundas, com alguma salinidade.

Strother (1996) destaca que associações palinológicas mistas que contenham além de elementos terrígenos como esporos, grãos de pólen e restos vegetais, representantes de Acritarcha, sugerem proximidade com a linha de costa e devem ser relacionadas a modelos transicionais.

Ottone & Rosselo (1996) descrevem uma associação palinológica do Devoniano da Bolívia, identificando além de esporos representantes de algas Prasinophyceae (*Cymatiosphaera*, *Leiosphaeridia*) e Chlorococcales (*Quadrisporites*), acritarcos e quitinozoários. Para os níveis de onde procedem os microfósseis é indicado um ambiente deposicional do tipo marinho.

No Paleozóico Superior da Bacia São Rafael, Argentina, Garcia (1996), através de análises palinológicas qualitativas e quantitativas, estabelece relações entre as palinofloras, litofácies e os paleoambientes para os diferentes níveis estudados. Na fácies de pró-delta, o autor identifica uma associação palinológica onde predominam esporos, os quais ocorrem juntamente com formas de Acritarcha (*Michrystidium*, *Veryhachium*, *Gorgonisphaeridium*), formas vinculadas a algas (*Portalites*, *Quadrisporites*, *Quadrisporites*, *Tetraporina*) além de escolecodontes.

Batten & Grenfell (1996) realizam estudo sobre a biologia das algas do gênero *Botryococcus*, indicando para as mesmas um habitat relacionado a corpos de água doce ou com variada salinidade, podendo às vezes serem encontradas em associação com restos de organismos marinhos.

Tripathi (1997) revisa e reavalia dados sobre as ocorrências de formas do grupo dos Acritarcha durante a passagem Neopermiano/Triássico na Índia. Nas associações palinológicas estudadas, os Acritarcha "latu sensu" identificados em carvões, folhelhos e argilas estão representados

pelos gêneros *Pilasporites*, *Maculatasporites*, *Cymatiosphaera*, *Circulisporites*, *Brazilea*, *Veryhachium* e *Michrystidium*. Além desses palinomorfos, são registrados elementos do grupo das algas, principalmente Prasinophyceae (*Tasmanites*, *Leiosphaera* e *Cymatiosphaera*), Chlorophyceae (*Quadrisporites* horridus) e Zygnemataceae (*Tetraporina*, *Schizosporis*, *Brazilea* e *Maculatasporites*). Além da identificação dos palinomorfos, o autor relaciona formas fósseis e formas similares mais recentes. Para o autor, haveria correspondência entre o gênero *Pterosperma* (atual) e *Cymatiosphaera* (fóssil), *Mougeotia* (fóssil) e *Tetraporina* (atual), *Circulisporites* (fóssil) e *Debarya* (atual), *Tetrastrum* (atual) e *Quadrisporites* (fóssil), *Spirogyra* e *Brazilea*, *Zygnema* e *Maculatasporites* (fóssil). Segundo o autor, a associação desses palinomorfos refletiria ambiente relacionado a transgressões marinhas. Por outro lado, representantes do grupo das Prasinophyceae (*Tasmanites*) são restritos a ambiente marinho (Colbath & Grenfell, 1995) e quando associados a outros elementos de habitat menos restrito podem sugerir aumento de salinidade no ambiente.

Van Geel & Grenfell (1996) referem que as Zygnemataceae constituem o grupo mais comum de algas de água doce, ocorrendo em corpos de águas rasas, estagnadas, podendo formar massas algálicas na superfície de lagos ou de pântanos. Algumas espécies habitam lagos de água salgada mas não são representativos de ambiente marinho. Os autores relacionam gêneros mais recentes como *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Circulisporites*, *Brazilea*, e listam os gêneros fósseis correspondentes com alguns respectivos sinônimos-junior, quando existentes. Assim, o gênero *Tetraporina* teria em *Mougeotia* o correspondente atual, *Schizosporis* ficaria no grupo recente de *Spirogyra*, assim como *Brazilea*.

Evidencia-se, com essa revisão e através das comparações efetuadas, que os palinomorfos aqui analisados podem suportar um amplo espectro de condições relacionadas ao ambiente onde se desenvolvem.

REVISÃO TAXONÔMICA E PALEOECOLÓGICA DOS PALINOMORFOS ANALISADOS

Nas legendas das figuras, a seguir, a sigla MP – P seguida de números corresponde ao número de registro da lâmina que contém a forma ilustrada na Palinoteca do Instituto de Geociências da UFRGS, com as coordenadas de localização.

Portalites gondwanensis Nahuys, Alpern e Ybert 1968

Figura 2a - MP - P4291 (114.0 x 18.2).

Figura 2b - MP - P4325 (107.3 x 15.6).

Diagnose: Nahuys *et al.* (1968) - p. 41 est. 5 fig. 89-93

Holótipo: Localidade-tipo: camada I₁F, jazida carbonífera de Charqueadas, RS, Brasil.

Estrato-tipo: Formação Rio Bonito, Permiano Inferior.

Caracterização morfológica: palinomorfo de contorno equatorial circular, com parede externa espessada, a qual apresenta ornamentação esponjosa e um poro bem nítido que se prolonga por um canal até o corpo central.

Dimensões: diâmetro equatorial: 25-50 µm

Observações: estes corpos globulosos, de afinidade incerta, foram colocados por Hemmer & Nygreen (1967) no gênero *Arabisphaera*, porém, segundo a diagnose de Nahuys *et al.* (1968) a característica do gênero *Portalites* é a presença de um poro. Nas associações palinológicas da Argentina ocorre *P. baculus* que se diferencia pelo tipo de ornamentação, constituída por báculas, cones e Verrugas.

Elsik (1996) relaciona o gênero *Portalites* como sendo um genuíno esporo de fungo. Cazzulo-Klepzig & Marques-Toigo (1998) apresentam uma discussão, com base em revisões bibliográficas, sobre a afinidade botânica, taxonomia e paleoecologia

de gênero *Portalites*, que constitui importante componente palinológico nas associações produzidas pelas comunidades de plantas presentes nas turfeiras que deram origem aos carvões sul-brasileiros.

Afinidade botânica:

– Acritarcha: Evitt (1963); Hemmer e Nygreen (1967); Segroves (1967); Nahuys *et al.* (1968); Tappan (1980).

– Algas em geral: Traverse (1988).

– *Incertae sedis*: Gutierrez & Césari (1988); Marques-Toigo (1988); Garcia (1996); Servais (1996); Mautino *et al.* (1998).

– Esporo de fungo: Traverse (1988); Elsik (1996).

Ambiente: hidrófilo a higrófilo (Remy, 1975).

Geocronologia: Neocarbonífero ao Eopermiano.

Ocorrência: esta forma é identificada em todas as jazidas carboníferas do Estado

Tetraporina punctata (Tiwari & Navale) Kar & Bose 1976

Sinonímia: 1967 - *Balmeella punctata* Tiwari e Navale

Figura 3a - MP - P2008 (106.8 x 6.8).

Figura 3b - MP - P4296 (98.7 x 1.5).

Diagnose: Kar & Bose (1976) - p. 80 est. 10 fig. 13

Holótipo: Localidade-tipo: Amostra 1911, carvões da região de Greinerville, Congo.

Estrato-tipo: Permo-Carbonífero.

Caracterização morfológica: palinomorfo de contorno equatorial subquadrangular a retangular, com lados retos a côncavos, ângulos arredondados e acentuada constricção no sentido do eixo maior. Raramente ocorre estrutura do tipo abertura. A exina apresenta-se lisa ou levemente pontuada.

Dimensões: eixo maior: 36 - 100 μm

Observações: o gênero *Tetraporina* foi originalmente criado por Naumova (1939) para designar alguns polens de Angiospermae identificados em material do Cretáceo da Rússia, entretanto, para esse gênero, não foi apresentada uma diagnose. Posteriormente, Naumova (1950) incluiu no mesmo gênero algumas espécies paleozóicas de acritarcos, sem, no entanto, referir as características diagnósticas. Potonié (1960), para incluir grãos de pólen com quatro poros, sem dobras, enquanto o gênero *Balmeella*, instituído por Pant e Mehra (1963) designa microfósseis tetragonais, lisos, sem sinais de marca, muito similares a *Tetraporina*. Segundo Kar e Bose (1976) os dois gêneros referem-se a microfósseis similares, de contorno quadrangular com abertura ou não, os quais devem representar estágios diferentes de desenvolvimento de um grupo complexo de formas.

Bolkhovitina (1953), estudando formas do Carbonífero superior da Rússia, discute o problema da falta de uma diagnose, tornando então, com a apresentação das características morfológicas, válido esse gênero. Potonié (1960) relaciona a autoria do gênero a Naumova (1950) e não a Naumova (1939) e apresenta uma breve diagnose, concordante com aquela de Bolkhovitina (1953). Kar & Bose (1976) discutem a relação de similaridade entre os gêneros *Balmeella* e *Tetraporina*, considerando-os como representantes de diferentes estágios de desenvolvimento de um mesmo complexo de formas. Os autores apresentam, então, uma emenda à diagnose original. Formas mais jovens e muito similares a *Tetraporina* são incluídas por diferentes autores no gênero *Mougeotia*, relacionado com zigósporos de algas Zygnemataceae.

Afinidade botânica:

- Acritarcha: Segroves (1967); Tiwari *et al.* (1994); Srivastava & Bhattacharyya (1996); Tiwari (1997); Tripathi (1997).

- Grãos de pólen: Potonié (1960).

- *Incertae sedis*: Neville (1968); Ybert (1975); Kar & Bose (1976); Utting (1978); Foster (1979).

- Algas Chlorophyceae: Hemmer & Nygreen (1967); Foster *et al.* (1985); Brenner & Foster (1994).

- Algas Zygnemataceae (*Mougeotia*): Van Geel (1976); Van Geel (1978); Jarzen (1979); Van Geel *et al.* (1981); Bakker & Van Smeerdijk (1982); Van Geel & Van Grenfell (1995); Zamaloa (1996).

- Esporos aletes: Bose & Kar (1966).

Geocronologia: Neocarbonífero ao Recente.

Ocorrência: carvões e rochas associadas das jazidas carboníferas de Candiota, Charqueadas/Santa Rita, Capané, Gravataí/Morungava, Iruí e Santa Terezinha.

Tetraporina horologia (Staplin) Playford 1963

Sinonímia: 1960 - *Azonotetraporina horologia* Staplin

Figura 4a - MP - P3163 (12.8 x 84.7).

Figura 4b - MP - P1207 (106.9 x 7.1).

Diagnose: Playford (1963) - p. 659; est. 95 fig. 14, 15

Holótipo: Localidade-tipo: carvões da seção-tipo da Formação Golata, Alberta, Canadá.

Estrato-tipo: Formação Golata, Mississippiano Superior, Carbonífero.

Caracterização morfológica: microfóssil quadrangular a retangular, com dois lados acentuadamente côncavos, sem sinal aparente de abertura, porém muitas vezes com presença de pequenas dobras arqueadas sobre os ângulos que parecem mascarar estruturas semelhantes a poros. A exina é finamente granulada.

Dimensões: eixo maior: 70 - 85 μm

Observações: esta espécie é caracterizada pela presença de lados bem côncavos e pregas ou dobras sobre a área dos ângulos, que representam invaginações da exina, assemelhando-se a poros. As formas relacionadas a esse gênero encontram correspondência estreita com o gênero *Mougeotia*, zigósporo de algas Zygnemataceae mais modernas. Considerações de caráter sistemático sobre o gênero *Tetraporina* são apresentadas no item referente à espécie *horologia*.

Jansonius & Hills (1976) tecem considerações sobre estes problemas de validade de autorias do gênero e sobre as confusões nomenclaturais existentes, considerando a similaridade entre algumas formas relacionadas a outros gêneros e às espécies incluídas em *Tetraporina*. Para os autores, gêneros como *Tetrapidite*, *Tetraporopollenites*, *Triporina* devem ser considerados sinônimo-júnior de *Tetraporina*. Em relação ao gênero *Horoginella* Cookson & Eisenack (1962) identificado no Cretáceo da Austrália e comparável a *Tetrapidites* e *Tetraporina*, apresenta como uma de suas características, a exina equatorial dividida em áreas poligonais ou de forma irregular. Jardiné *et al.*, (1972) referem e ilustram formas muito similares a *Tetraporina horologia* no Devoniano do Sahara Argeliano identificados como *Horoginella horologia*, onde não ficam evidenciadas claramente as áreas poligonais. Neste trabalho, são adotados os critérios de Playford (1963) para identificar *Tetraporina horologia*.

Afinidade botânica:

- Acritarcha: Segroves (1967); Tiwari (1997); Tiwari *et al.* (1994); Srivastava & Bhattacharyya (1996); Tripathi (1997).
- Grãos de pólen: Potonié (1960).
- *Incertae sedis*: Neville (1968); Ybert (1975); Kar & Bose (1976); Utting (1978); Foster (1979).
- Algas Chlorophyceae: Hemmer & Nygreen (1967); Foster *et al.* (1985); Brenner e Foster (1994).
- Algas Zygnemataceae: Van Geel (1976); Van Geel (1978); Jarzen (1979); Van Geel *et al.* (1981); Bakker & Van Smeerdijk (1982); Van Geel e Van Grenfell (1996); Zamaloea (1996).

Geocronologia: Neocarbonífero ao Recente

Ocorrência: carvões e rochas associadas das jazidas carboníferas de Candiota, Charqueadas/Santa Rita, Gravataí/Morungava, Iruí e Santa Terezinha.

***Maculatasporites gondwanensis* Tiwari 1965**

Figura 5 - MP - P 2586 (101.5 x 29.4).

Diagnose: Tiwari (1965) - p. 205; est. 8 figs. 191-192

Holótipo: Localidade-tipo: Camada III, Sondagem R-34, jazida carbonífera de Korba, Índia.

Estrato-tipo: Estágio Barakar, Permiano Inferior.

Caracterização morfológica: palinomorfo de contorno equatorial circular a subcircular, apresentando exina com retículo completo, distribuído sobre toda a exoexina do corpo, com malhas nítidas relativamente amplas (5 a 8 μ m de diâmetro), poligonais a subcirculares e “muri” medindo 1 - 1,5 μ m de espessura, sem marca de deiscência ou estrias.

Dimensões: diâmetro equatorial: 31 - 43 μ m

Observações: a característica desta espécie é a presença de um retículo completo, de malhas largas, sem marca de deiscência.

Afinidade botânica:

- Acritarcha: Segroves (1967); Sinha (1969); Tiwari *et al.* (1994); Tripathi (1997).
- Prasinophyceae (Tasmanitaceae): Guy-Ohlson (1976); Tappan (1980).
- Esporo: Tiwari (1964); Rigby & Heckel (1977) Foster (1979).
- *Incertae sedis*: Kar & Bose (1976).
- Algas: Foster *et al.* (1985).

Geocronologia: Neocarbonífero ao Eopermiano.

Ocorrência: carvões e rochas associadas das jazidas carboníferas de Charqueadas/Santa Rita, Chico-Lomã, Gravataí-Morungava, Faxinal e Santa Terezinha.

***Quadrisporites horridus* (Hennelly) Potonié & Lele 1961**

Figura 6a - MP - P 1207 (102.7 x 27.5).

Figura 6b - MP - P 1207 (101.6 x 18.9).

Diagnose: Potonié e Lele (1961)- p. 25; est. 1 fig. 26 - 36

Holótipo: Localidade-tipo: camadas 2 e 6 da localidade de Goraia, Folha 64E/3, Gondwana, Índia.

Estrato-tipo: Estágio Talchir, Permiano Inferior.

Caracterização morfológica: palinomorfo constituído por uma tetrada de quatro corpos justapostos, sem superposição, de contorno quadrangular a romboidal, com linhas de união bem marcadas. A exina é ornamentada por grãos, cones, espinhos e báculas. Não aparecem sinais de marca ou abertura germinal.

Dimensões: diâmetro equatorial: 32 - 80,0 mm

Observações: esta espécie é distinguida pelo tipo de ornamentação. Segundo Potonié e Lele (1961) a diagnose de Hennelly (1959) não fornece as características diagnósticas nem designa o holótipo e por esta razão apresentam uma emenda, citando um lectótipo.

Afinidade botânica:

– Acritarcha: Segroves (1967).

– Esporos aletes: Virkki (1946); Potonié & Lele (1961); Tiwari & Navale (1967); Ybert (1975); Jansonius & Hills (1976); Kar & Bose (1976); Rigby & Heckel (1977).

– *Incertae sedis*: Hennelly (1959); Foster (1979); Srivastava & Bhattacharyya (1996).

– Algas Chlorophyceae: Batten (1996); Brenner & Foster (1994); Tripathi (1997).

Geocronologia: Eopermiano ao Triássico.

Ocorrência: carvões e rochas associadas das jazidas carboníferas de Charqueadas/Santa Rita, Gravatá-Morungava, Candiota e Iruí.

Quadrисporites lobatus (Tiwari e Navale) Ybert 1975

Sinonímia: 1967 - *Disectispora lobata* Tiwari & Navale

Figura 7 - MP - P 1207 (104.0 x 6.4).

Diagnose: Ybert (1975) - p. 203 est. 8 figs. 132-33

Holótipo: Localidade-tipo: Jazida Carbonífera de Candiota, Bacia do Paraná, Brasil (amostra 1911)

Estrato-tipo: Formação Rio Bonito, Permiano Inferior

Caracterização morfológica: palinomorfo formado por um conjunto de quatro corpos justapostos, de contorno equatorial quadrangular lobulado. A linha de união entre os indivíduos é bem marcada, geralmente coincidindo com as diagonais do quadrado. A exina é lisa ou pontuada.

Dimensões: diâmetro total: 30 - 60 mm

Observações: a espécie é separada de *Q. horridus* pela presença de exina mais lisa.

Afinidade botânica:

– *Incertae sedis*: Hennelly (1959); Segroves (1967); Foster (1979); Srivastava & Bhattacharyya (1996).

– Esporos aletes: Virkki (1946); Potonié & Lele (1961); Tiwari & Navale (1967); Ybert (1975); Jansonius & Hills (1976); Kar & Bose (1976); Rigby & Heckel (1977).

– Algas Chlorophyceae: Brenner & Foster (1994); Batten (1996); Tripathy (1997).

Geocronologia: Eopermiano ao Triássico.

Ocorrência: carvões das jazidas carboníferas de Charqueadas/Santa Rita, Gravataí - Morungava, Candiota.

Brazilea scissa (Balme & Hennelly) Foster 1975

Sinonímia:

1956 - *Laevigatosporites scissus* Balme & Hennelly

1962 - *Spheripollenites scissus* (Balme & Hennelly)

Jansonius

1965 - *Schizosporis scissus* (Blame & Hennelly)

Hart

1975 - *Brazilea scissus* Balme & Hennelly

Figura 8 - MP - P 1189 (95.6 x 12.5).

Diagnose: Balme & Hennelly (1956) – p. 5-6, est. 1 fig. 6-9

Holótipo: Localidade-tipo: mina de carvão 2, Hebburn, Nova Gales do Sul, Austrália.

Estrato-tipo: Camadas Greta, Permiano.

Caracterização morfológica: palinomorfo de contorno elipsoidal com uma linha ou sulco ao longo do qual o indivíduo pode se romper em 2 valvas. Esta ruptura pode ser parcial ou total, às vezes ocorrendo indivíduos completos sem ruptura. A exina tem 1 mm de espessura, podendo apresentar-se lisa ou com pequenos orifícios. Não há presença de marcas.

Dimensões: 35 - 67 μ m

Observações: as espécies brasileiras enquadradas no gênero *Brazilea* Tiwari & Navale (1967) diferem daquelas referentes ao gênero similar *Congoites* Bose & Maheshwari (1968), porque este último apresenta exina ornamentada por cones e báculas. Este palinomorfo tem recebido diversos tratamentos taxonômicos por diferentes autores. Foster (1979) detalha o assunto, referindo a existência do gênero *Schizosporis*, muito semelhante a *Brazilea*, porém com exina lisa, reticulada, também alete e com marca de ruptura ao longo de uma linha equatorial. Assim, os critérios para enquadrar essas formas em um ou outro gênero são bem amplos (Singh *et al.*, 1964).

Afinidade botânica:

- Acritarcha: Segroves (1967); Foster (1975, 1979); Venkatachala & Tiwari (1987); Tiwari *et al.* (1994).

- Esporos: Tiwari & Navale (1967).

- Grãos de pólen: Jain (1968).

- Alga (?): Foster *et al.* (1985); Mautino *et al.* (1998).

Geocronologia: Permiano.

Ocorrência: carvões das jazidas carboníferas de Charqueadas/Santa Rita, Gravataí-Morungava, Iruí e Santa Terezinha.

Botryococcus braunii Kützing 1849

Figura 9a - MP - P 3498 (114.0 x 33.6).

Figura 9b - MP - P 2194 (107.0 x 25.4).

Diagnose: sem referência

Holótipo: sem referência

Caracterização morfológica: algas verdes coloniais (Chlorophyceae), formadas por células ovais a piriformes; com 5-10 μ m de comprimento. A colônia é aproximadamente esférica, com bordos crenulados, divididos por lobos que estão conectados ao centro da colônia através de um talo.

Dimensões: colônia: 50 - 200 μ m

Observações: estas algas situam-se entre os primeiros colonizadores de ambientes aquáticos mais es-

tagnados, aos quais são sempre bem adaptados. Suas variações morfológicas estão relacionadas, segundo Guy-Ohlson (1992, 1996), a mudanças ambientais, principalmente a condições de umidade e profundidade do corpo d'água. Preservam-se geralmente em ambientes de águas doces e rasas, podendo ocorrer em águas salobras ou ocasionalmente, de acordo com Vér (1994), em lagos salgados com forte influência marinha ou em ambientes marinhos mais restritos. As colônias apresentam boa preservação, mesmo quando o ambiente em que se desenvolvem fica sujeito a periódicas ingressões marinhas. Este gênero participa como elemento predominante em vários folhelhos oleígenos da Austrália e Escócia, estando também presente em depósitos de carvão de várias regiões geográficas.

Afinidade botânica: algas Chlorophyceae (Botryococcales).

Geocronologia: Ordoviciano ao Recente.

Ocorrência: fragmentos de colônias desta alga ocorrem em todas as jazidas carboníferas do Estado.

Pilasporites calculus Balme & Hennelly 1956

Figura 10 - MP - P 1207 (97.1 x 8.7).

Diagnose: Balme & Hennelly 1956 - p. est. 3 fig. 60

Holótipo: Localidade-tipo: Jazida de Hebburn nº 2, Nova Gales do Sul, Austrália.

Estrato-tipo: Camada Greta, Permiano.

Caracterização morfológica: micrósporo de forma circular a subcircular, com exina lisa ou pontuada, com linha de ruptura equatorial, que propicia a tendência do indivíduo em dividir-se em duas valvas simétricas.

Dimensões: 30 - 80 µm

Observações: os critérios para classificar as formas que apresentam as características morfológicas referidas são amplos. Segundo Downie *et al.* (1963) esses palinórmfos com ruptura ao longo de uma linha equatorial, formando duas valvas, devem ser enquadrados em Schizomorphitae (Acritarcha), pois não apresentam afinidade com grãos de pólen de Angiospermae.

Archangelsky & Gamero (1979) colocam as formas incluídas em *Pilasporites calculus* como em *Brazilea scissus* pois para esses autores, *Pilasporites* deve abranger grãos de pólen monoporados. De acordo com critérios de Jain (1968) esses palinórmfos apresentam uma abertura (poro) polar e a exina, que pode parecer às vezes espessada diferencialmente, apresenta apenas um bordo de amplitude variada.

Afinidade botânica:

- Acritarcha: Tiwari *et al.* (1994); Downie *et al.* (1963); Segroves (1967); Sinha (1969); Traverse (1988); Tiwari (1994).

- *Incertae sedis*: Ybert (1975); Burjack (1978).

- Grão de pólen: Balme & Hennelly (1956); Jain (1968); Archangelsky & Gamero (1979).

Geocronologia: Neocarbonífero ao Permiano.

Ocorrência: carvões e rochas associadas das jazidas carboníferas de Candiota, Charqueadas/Santa Rita, Gravataí-Morungava, Leão, Iruí e Santa Terezinha.

Circulisporites parvus de Jersey 1962

Figura 11 - MP - P 2086 (81.3 x 30.6).

Diagnose: de Jersey 1962 - p. 15est. 5 fig. 13-15

Holótipo: Localidade-tipo: carvões de jazida carbonífera de Ipswich, Austrália.

Estrato-tipo: Triássico Superior.

Caracterização morfológica: palinomorfo de contorno circular ou subcircular, alete. A exina é ornamentada por uma série de estrias circulares concêntricas em número de 2 a 6, pouco ou bem marcadas, formadas por sulcos e saliências alternadas.

Dimensões: 15 - 28 µm.

Observações: a espécie apresenta estrias concêntricas nas duas faces. Hart (1964) refere esse gênero de estrias concêntricas como *Chomotriletes*, sinônimo-júnior de *Circulisporites*, enquanto Dias-Fabrácio (1981) designa formas com as mesmas características como *Elosporites conjugatus*. Como a morfologia das formas relacionadas aos diferentes gêneros é muito similar, a designação aqui adotada é *Circulisporites*.

Afinidade botânica:

– Acritarcha: Sarjeant (1970); Segroves (1967), Sinha (1969); Foster (1975; 1979); Tripathi (1997); Rigby & Heckel (1977); Venkatachala & Tiwari (1987)

– Esporos: de Jersey (1962)

– Fungos: Elsik (1968)

Geocronologia: Eopermiano ao Triássico.

Ocorrência: carvões da jazida carbonífera de Gravataí-Morungava

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A extensa revisão bibliográfica efetuada permitiu ampliar os dados existentes sobre o espectro de habitat preferencial apresentado sobre os palinomorfos analisados, levando deste modo a uma reavaliação dos conceitos palinológicos utilizados até agora na interpretação das condições paleoecológicas vigorantes durante a deposição dos carvões permianos do Rio Grande do Sul. Além disso, dados recentes apresentados por Meyer (1999), que registra formas de *Navifusa* e *Cymatiosphaera* em alguns níveis de carvão da jazida de Candiota, devem também ser integrados a esta reavaliação, pois mostram-se relevantes para a reconstrução da paleoecologia desses carvões. Por outro lado, para alguns carvões sul-brasileiros anteriormente estudados, haviam sido referidos registros eventuais de formas relacionáveis ao gênero *Spongocystia*, que ocorre frequentemente nas palinofloras identificadas em carvões gonduânicos e devem constituir estudos mais detalhados em futuros trabalhos.

Deste modo, a integração dos resultados obtidos no estudo aqui efetuado com os dados já existentes sobre a composição das microfloras identificadas nos carvões e rochas associadas do Rio Grande do Sul permitiu confirmar que, além dos esporos e grãos de pólen produzidos por plantas terrestres, principalmente Pteridophyta, as associações fósseis contém também fragmentos vegetais, como lenho e cutículas, algas, fungos e alguns elementos de microplâncton marinho.

A presença conjunta desses vários tipos de palinomorfos em níveis de carvão reflete, portanto, a existência de turfeiras formadas por vegetação predominantemente pteridofítica, originadas em pântanos costeiros ou lagunas, favoráveis ao desenvolvimento de algas e fungos. Esses corpos d'água estariam sujeitos a ingressões marinhas de menor ou maior amplitude, que proporcionariam, deste modo,

a entrada, até os pântanos, de representantes do grupo dos Acritarcha.

Esta interpretação palinológica apresenta-se discordante de estudos esporo-polinicos anteriores e leva a corroborar, deste modo, os modelos deposicionais apresentados para esse pacote sedimentar (Piccoli *et al.*, 1986; Lavina & Lopes, 1987; Ade, 1993; Alves & Ade, 1996; Holz, 1998; Holz *et al.*, 1998; Holz & Kalkreuth, 2000).

De acordo com Lavina & Lopes (1987) “o início da sedimentação do Grupo Tubarão no Rio Grande do Sul (Formação Rio Bonito) ocorreu com a formação de lagos na base dos antigos vales glaciais mais profundos, possivelmente em consequência do derretimento de gelo. Contemporâneas, ou logo após o atulhamento desses corpos d'água, ocorriam as primeiras invasões marinhas como resultado da elevação do nível do mar, em função das águas de degelo da fácies glacial do Itararé. O avanço do mar inicialmente restrito aos vales, depois mais espalhado, foi acompanhado pelo afogamento dos sistemas fluviais e represamento das águas continentais, com formação de lagunas e pântanos nas regiões baixas”. Segundo os autores, a transgressão marinha não desenvolveu-se como um evento contínuo, mas sim como uma série de avanços e recuos espasmódicos, intercalados com períodos de relativa estabilidade. Esses períodos de estabilidade teriam permitido a formação de turfeiras, que deram origem às camadas de carvão.

De acordo com conceitos de estratigrafia de seqüências, Ade (1993) define para o Eopermiano do Rio Grande do Sul a denominada “Seqüência Alfa”, correspondente, em linhas gerais, à unidade litoestratigráfica Rio Bonito, a qual estaria distribuída em três tratos de sistema: de mar baixo, transgressivo e de mar alto. Segundo o autor, os pântanos, onde teriam se formado as turfeiras que deram origem aos carvões, estariam localizados na área da planície costeira, a qual era dominada por um sistema transicional do tipo barreira/laguna. Este tipo de interpretação coincide com modelos de pântanos apresentados por Cecil *et al.* (1985), nos quais os denominados “planar swamps” permitiriam, por sua localização, fácil acesso de águas externas.

Com base nos dados agora apresentados, evidencia-se a necessidade de estabelecer, em trabalhos futuros, relações mais estreitas entre a ocorrência desses palinomorfos nos carvões sul-brasileiros com os níveis de transgressão definidos em modelos deposicionais existentes para a Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ade, M. B. 1993. **Caracterização dos sistemas deposicionais e das camadas de carvão no pacote sedimentar da Malha IV, jazida de Candiota**. Porto Alegre, 99p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Alves, R. & Ade, M. B. 1996. Sequence stratigraphy and coal petrography applied to the Candiota coal field, Rio Grande do Sul, Brazil: a depositional model. **International Journal of Coal Geology** 30:231-248.
- Araújo, C. V.; Cazzulo-Klepzig, M. & Alves, R. G. 1985. Caracterização petrográfica e palinológica dos carvões da jazida carbonífera do Iruí, RS, Brasil. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2, 1985, Florianópolis, **Anais...**, Florianópolis, SBG.: 449-60.
- Archangelsky, S. & Gamero, J. C. 1979. Palinología del Paleozoico Superior en el subsuelo de la Cuenca Chacoparanense, Argentina. 1 - Estudio sistemático de los palinóforos de 3 perforaciones de la Provincia de Córdoba. **Revista Española de Micropaleontología**, Madrid, 11 (3):417-178.
- Bakker, M. & Van Smeerdijk, D. G. 1982. A palaeoecological study of a Late Holocene Section from "Het IlperVerld", Western Netherlands. **Review of Palaeobotany and Palynology** 36:95-163.
- Balme, B. E. & Hennelly, J. P. F. 1956. Monolete, monocolpate and alete sporomorphs from Australian Permian sediments. **Australian Journal of Botany** 4(3):240-260.
- Batten, D. J. 1996. Colonial Chlorococcales. In: **Palynology: principles and applications**. Jansonius & McGregor eds. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v. 1, cap. 7, p. 191-203.
- Batten, D. J. & Grenfell, H. R. 1996. Green and Blue-Green Algae. In: **Palynology: principles and applications**. Jansonius and McGregor eds. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v. 1, cap. 7D, p. 205-214.
- Bortoluzzi, C. A.; Piccoli, A. E. M.; Correa da Silva, Z. C.; Cazzulo-Klepzig, M.; Dias-Fabricio, M. E.; Silva Fº, B. C.; Guerra-Sommer, M.; Marques-Toigo, M.; Bossi, G. E. & Andreis, R. R. 1980. Estudo geológico de Bacia Carbonífera de Gravataí-Morungava, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Balneário Camboriú, **Anais...**, Balneário Camboriú, SBG. v. 1, p. 266-282.
- Bose, M. N. & Kar, R. K. 1966. Palaeozoic *spora dispersae* from Zaire (Congo) 1. Kindu/Kalima and Walikale regions. **Annales Musée Royale Afrique Centrale**, ser. 8, v. 53, p. 1-168.
- Bose, M. N. & Maheshwari, H. K. 1968. Palaeozoic *spora dispersae* from Congo. VII. Coal measure near Lake Tanganyika, south of Albertville. **Annales Musée Royale Afrique Centrale**, ser. 8, v. 60, p. 1-116.
- Bossi, G. E. & Piccoli, A. E. M. 1980. Estudo de sequências sedimentares, Formação Rio Bonito, Área de Gravataí-Morungava, RS. **Pesquisas**, 13:63-90.
- Brenner, W. & Foster, C. B. 1994. Chlorophyceae algae from the Triassic of Australia. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 80(3/4):209-234.
- Burjack, M. J. A. 1978. **Estudo palinológico da Jazida carbonífera de Charqueadas, RS, Brasil**. Goiânia. Editora da Universidade Federal de Goiás. 204 p.
- Cazzulo-Klepzig, M. & Marques-Toigo, M. 1998. Considerações taxonômicas e paleoecológicas sobre o gênero *Portulites* no Gondwana sul-americano. **Pesquisas**, 25(2):59-65.
- Cazzulo-Klepzig, M.; Dias-Fabricio, M. E. & Marques-Toigo, M. 1982. Palynological characterization of rocks associated with coal seams of Santa Rita Coalfield, Paraná Basin, Permian, RS, Brazil. In: CONGRESSO GEOLOGICO CHILENO, 3, 1982, Concepción, **Actas**, Concepción, v.1, p. 65-83.
- Cazzulo-Klepzig, M.; Jasper, A. & Mendonça Fº, J. G. 1998. Palinologia e Geoquímica orgânica aplicadas ao estudo dos carvões da região de Quitéria. In: REUNIÃO DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, Porto Alegre, **Resumos**, Porto Alegre, p. 17.
- Cecil, C. B.; Stanton, R. W.; Neuzil, S. G.; Dulong, F. T.; Ruppert, L. F. & Pierce, B. S. 1985. Palaeoclimatic controls on Late Paleozoic sedimentation and peat formation in the central Appalachian basin (USA). **International Journal of Coal Geology** 5: 195-230.
- Colbath, G. K. & Grenfell, H. R. 1995. Review of biological affinities of Palaeozoic acid-resistant, organic walled eukaryotic algal microfossils, including "acritarchs". **Review of Palaeobotany and Palynology** 86(3-4):287-314.
- Cookson, I. C. & Dettmann, M., 1959. On *Schizosporis*, a new form genus from Australian Cretaceous deposits. **Micropaleontology**, 5, n. 2: 213-216.
- Corrêa da Silva, Z. C. & Marques-Toigo, M. 1985. Considerações petrológicas e palinológicas sobre a camada Candiota, jazida carbonífera de Candiota. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2, 1985, Florianópolis, SC, **Anais...**, Florianópolis, SBG:432-88.
- Corrêa da Silva, Z. C.; Bortoluzzi, C. A.; Cazzulo-Klepzig, M.; Dias-Fabricio, M. E.; Guerra-Sommer, M.; Marques-Toigo, M.; Paim, P. S. G.; Piccoli, A. E. M. & Silva Fº, B. C. 1984. Geology of Santa Rita Coal Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. **International Journal of Coal Geology**, 3:383-400.
- Corrêa da Silva, Z. C.; Araújo, C. V.; Cazzulo-Klepzig, M. e Marques-Toigo, M. 1996. Fácies orgânica, maturação e ambiente deposicional do carvão coletado na sondagem 2A0-1-RS, RS, Brasil. **Revista Latinoamericana de Geoquímica Orgânica**, 2:39-54.
- Corrêa da Silva, Z. C. & Marques-Toigo, M. 1975. Carvão no Brasil: Mina de Candiota, Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE GEOLOGIA ECONOMICA, 2, 1975, Buenos Aires, **Actas...**, Buenos Aires, 1:263-286.
- De Jersey, N. J. 1962. Triassic spores and pollen grains from the Ipswich Coalfield. **Publication of Geological Survey of Queensland**, Australia. 307:1-18.
- Dias-Fabricio, M. E. 1981. Palinologia da Formação Rio Bonito na área de Gravataí-Morungava, Rio Grande do Sul. **Pesquisas** 14:69-130.
- Downie, C.; Evitt, W. R. e Sarjeant, W. A. S. 1963. Dinoflagellates, Hystricospheres and the classification of the Acritarchs. **Stanford University Publication, Geological Science** Stanford 7(3):13-16.
- Elsik, W. C. 1969. Palynology of a Palaeocene rockdale lignite, Texas. I - Morphology and Taxonomy. **Pollen et Spores** 10(2):263-314.
- Elsik, W. C. 1996. Fungi In: **Palynology – principles and applications**. Jansonius & Mac Gregor eds. American Association of Stratigraphers and Palynology Foundation, v. 1, cap. 10, p. 207-210.
- Evitt, W. R. 1963. A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystricospheres and acritarchs. **Proceedings of the National Academy of Science of USA** 49(2):158-164.
- Foster, C. B. 1975. Permian plant microfossils from the Blair Athol Coal measures, Central Queensland, Australia. **Palaeontographica**, abt. B, Stuttgart, 154:121-71.
- Foster, C. B. 1979. Permian plant microfossils of the Blair Athol Coal Measures, Baralaba Coal Measures and Basal Rewa Formation of Queensland. **Geological Survey of Queensland**, Brisbane, 372(45):1-154.
- Foster, C. B.; Palmieri, V. e Fleming, P. J. G. 1985. Plant microfossils, Foraminiferida and Ostracoda from the Fossil Cliff Formation (Early Permian, Sakmarian), Perth Basin, Western Australia. **Special Publication of South Australia Department of Mines and Energy**, 5:61-105.
- Garcia, G. B. 1996. Palinologia de la Formación El Imperial, Paleozoico Superior, Cuenca San Rafael, Argentina. Parte II - granos de pólen, *incertae sedis*, acritarchas. **Ameghiniana**, 33(1):7-34.
- Guerra-Sommer, M.; Marques-Toigo, M.; Paim, P. S. G.; Heinz, G. I.; Silveira, N. B. R. & Backeuser, Y. 1984. Estudo microflorístico e petrológico dos carvões da Mina do Faxinal, Formação Rio Bonito (Permiano), RS. **Boletim IG**, Instituto de Geociências, USP, 15:73-83.
- Gutierrez, P. R. & Césari, S. N. 1988. Nuevas microfloras de la Formación Lagares (Carbonífero), Prov. La Rioja, Argentina. **Ameghiniana** 25(1):85-96.
- Guy-Ohlson, D. 1992. *Botryococcus* as an aid in the interpretation of palaeoenvironment and depositional processes. **Review of Palaeobotany and Palynology** 71:1-15.

- Guy-Ohlson, D. 1996. The significance of specific microalgae in the palaeoenvironment interpretation and biostratigraphic correlation of the Jurassic in Sweden. **Geo Research Forum** 2: 249-254.
- Hart, G. F. 1964. *Chomotriletes* from the Lower Permian of South Africa. **Annales of Geological Survey of South Africa**, 3:149-157.
- Hart, G. F. 1965. The systematics and Distribution of the Permian spores. **Witwatersrand University Press**, Johannesburg, 252 p.
- Hemmer, D. O. & Nygreen, P. W. 1967. Algae, acritarchs and other microfossils *incertae sedis* from the Lower Carboniferous of Saudi Arabia. **Micropalaeontology**, 13(2):183-194.
- Hennelly, J. P. F. 1959. Spores and pollens from a Permian-Triassic transition. **New South Wales Proceedings of the Linnean Society**, 83:363-369.
- Henz, G. I. & Dias-Fabício, M. E. 1985. Composição e qualidade do carvão da Camada Capanezinho, jazida do Capané, Cachoeira do Sul, RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA 2, 1985, Florianópolis, SC, **Anais...**, Florianópolis:407-418.
- Holz, M. 1998. The Eo-permian coal seams of the Paraná Basin in southernmost Brazil: an analysis of the depositional conditions using sequence stratigraphy concepts. **International Journal of Coal Geology**, 36(11-2):141-163.
- Holz, M. & Dias, M. E. 1998. Taphonomy of palynological records in a sequence stratigraphy framework: an example of the Eo-permian from the Paraná Basin of Southern Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology** 99: 217-233.
- Holz, M.; Ade, M. B. & Kalkreuth, W. 1998. Coal seams characteristics within a sequence stratigraphy frameworks: an example from the Early Permian Rio Bonito Formation of Southernmost Brazilian Gondwanaland. Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. **Geologos** 4, p. 12.
- Holz, M. & Kalkreuth, W. 2000. Application of sequence stratigraphy to coal research: an example from the Early Permian Rio Bonito Formation of southernmost Brazilian Gondwanaland. AAPG Annual Meeting, New Orleans, **Abstracts**: 74-80.
- Jain, R. K. 1968. Middle Triassic Pollen Grains and Spores from Minas de Petróleo Beds of the Cacheuta Formation (Upper Gondwana), Argentina. **Palaeontographica** abt. B, 122:1-47.
- Jansonius, J. & Hills, L. V. 1976. **Genera file of fossil spores**. Special Publication of Department of Geology, University of Calgary, Canada.
- Jarzen, D. M. 1979. Zygosporangia of Zygnemataceae in the Palaeocene of Southern Saskatchewan, Canada. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 28:21-22.
- Kar, R. K. e Bose, M. N. 1976. Palaeozoic *sporae dispersae* from Zaire (Congo). XII - Assise à couche de houille from Greinerville region. **Annales Musée Royale Afrique Centrale, Sciences Géologiques**, 77:21-133.
- Kalkreuth, W.; Holz, M.; Cazzulo-Klepzig, M.; Marques-Toigo, M.; Utting, J. & Semkiwa, P. 1999. A comparative study of the geology, petrology and palynology of Permian coals in Tanzania and southern Brazil. **Journal of African Earth Sciences**, 29(1):91-104.
- Khandelwal, A. & Gupta, H. P. 1993. Palynological evidence of mangrove degradation during mid-late Holocene at Rambhe, Chilka Lake, India. **Geophytology** 23(1):141-146.
- Lavina, E. L. & Lopes, R. C. 1987. A transgressão marinha do Permiano inferior e a evolução paleogeográfica do Supergrupo Tubarão no Estado do Rio Grande do Sul. **Paula-Coutiana**, 1:51-103.
- 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. 260p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Marques-Toigo, M.; Correa da Silva, Z. C. & Herter, G. 1975. Geology and Palynology of Candiota Coal Mine, RS, Brazil. In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 1, 1975, Tucumán, Argentina, **Actas...** v. 1, p. 401-427.
- Marques-Toigo, M. & Corrêa da Silva, Z. C. 1984. On the origin of gondwanic South Brazilian coal measures. **Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal**, Lisboa, 70(2):151-160.
- Marques-Toigo, M. & Pons, E. 1974. Estudo palinológico do furo de sondagem P₇ - malha oeste da Bacia Carbonífera do Iruí, RS, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 28, 1974, Porto Alegre **Anais...**, Porto Alegre, SBG, v. 2, p. 277-88.
- Marques-Toigo, M.; Dias-Fabício, M. E. & Cazzulo-Klepzig, M. 1984. A sucessão da microflora nas camadas de carvão da Bacia Carbonífera de Charqueadas, Formação Rio Bonito, RS, Brasil. **Boletim IG, USP**, 15:65-72.
- Matos, L. C. B. B. 1984. **Contribuição ao estudo petrográfico e palinológico dos carvões da jazida carbonífera de Chico-Lomã, RS.**, Porto Alegre. 132p. Dissertação de Mestrado. Engenharia da Energia, Metalurgia e dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Mautino, L. R.; Vergel, M. M. & Anzotegui, L. M. 1998. Palinologia de la Formación Melo (Permiano Inferior) en Arroyo Seco, Depto. Rivera, Uruguay. Parte V – Granos de pólen, Acritarchas y *incertae sedis*. **Ameghiniana** 35(3):299-314.
- Meyer, K. B. 1999. **Caracterização palinológica das camadas de carvão da Malha IV na Mina de Candiota, RS, Permiano da Bacia do Paraná.** 112p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Nahuys, J.; Alpern, B. & Ybert, J. P. 1968. Estudo palinológico e petrográfico de alguns carvões do sul do Brasil. **Boletim Técnico**, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 46:3-61.
- Neville, R. S. W. 1968. Ranges of selected spores in the Upper Viséan of the East Fife Coast Section between St. Monance and Pittenween. **Pollen et Spores** 10(2):430-62.
- Ottone, E. G. & Rossello, E. A. 1996. Palinomorfos devônicos de la Formación Tequeje, Angosto del Beu, Bolívia. **Ameghiniana** 33(4):453-456.
- Paim, P. S. G.; Correa da Silva, Z. C.; Cazzulo-Klepzig, M.; Marques-Toigo, M.; Dias-Fabício, M. E. & Henz, G. I. 1983. Características petrográficas e palinológicas do perfil das camadas de carvão na sondagem P4, Bacia Carbonífera de Santa Rita, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, **Anais...** SBG, v. 4, p. 1271-1283.
- Pant, D. D. & Mehra, B. 1963. On the occurrence of glossopterid spores in the Bacchus Marsh tillite, Victoria, Australia. **Grana Palynologica**, 4(1):111-120.
- Pant, D. D. & Srivastava, S. K. 1965. Some Lower Permian miospores from Brazil. **Micropaleontology**, 11(4):468-78.
- Picarelli, A. T. 1986. **Palinologia dos testemunhos de sondagem 2T6-69-RS e 2T6-99-RS da jazida carbonífera de Santa Terezinha, RS, Brasil, Permiano da Bacia do Paraná.** 137p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Picarelli, A. T. & Marques-Toigo, M. 1985. Estudo palinológico das camadas de carvão S2 e I na sondagem D 112, Mina do Leão, RS, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8, Rio de Janeiro, **Série Geologia**, 27, MME/DNPM, Paleontologia e Estratigrafia (2):409-418.
- Picarelli, A. T.; Dias-Fabício, M. 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. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, 1987, Curitiba, **Actas...**, Curitiba, v. 1, p. 351-372.
- Piccoli, A. E. M.; Holz, M.; Sarturi, J. A. D.; Munaro, P. & Granitoff, W. 1985a. Estratigrafia da Bacia Carbonífera de Charqueadas/Santa Rita, RS. **Pesquisas**, 17:1-29.
- Piccoli, A. E. M.; Marques-Toigo, M.; Dias-Fabício, M. E. & Cazzulo-Klepzig, M. 1985b. Correlação de seqüências sedimentares na Bacia Carbonífera de Charqueadas, RS, com base em dados lito e biofaciológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8, 1985, RJ, MME/DNPM - **Série Geologia** 27, Paleontologia e Estratigrafia 2:419-425.
- Piccoli, A. E. M.; Marques-Toigo, M. & Correa da Silva, Z. C. 1985c. Environment of deposition and facies change in Charqueadas-Santa Rita Coalfield, RS, Southern Brazil. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DE GEOLOGIE ET STRATIGRAPHIE DU CARBONIFÈRE, 1985, Madrid, **Compte Rendu**, B:213-22.

- Piccoli, A. E. M.; Lopes, R. C. & Camozzato, E. 1986. Análise paleoambiental das jazidas de carvão do Estado do Rio Grande do Sul. *Acta Geologica Leopoldensia*, **22**(10):35-54.
- Playford, G. 1963. Lower Carboniferous microfloras of Spitsbergen - Part 2. *Palaeontology*, **5**(4):619-678.
- Playford, G. & Dettmann, M. 1965. Rhaeto-Liassic plant microfossils from the Leigh Creek Coal measures, South Australia. *Senckenbergiana Lethaia*, **46**(2-3):127-181.
- Potonie, R. 1960. Synopsis der Gattungen der *Sporae dispersae*. III Teil: Nachträge Sporites Fortsetzung Pollenites mit General register zu teil I. *Beihandlung Geologisches Jahrbuch*, **39**, 189p.
- Potonie, R. & Lele, K. M. 1961. Studies in the Talchir Flora of India. 1 - *Sporae dispersae* from the Talchir Beds of South Rewa Basin. *The Palaeobotanist*, **8**(1/2):22-37.
- Remy, W. 1975. The floral changes at the Carboniferous-Permian boundary in Europe and North America. In: I. C. WHITE MEMORIAL SYMPOSIUM "The age of the Dunkard", 1, 1975, Barlow, A. J. eds., Virginia:305-343.
- Rigby, J. F. & Heckel, H. 1977. Palynology of the Permian sequence in the Springsure Anticline, central Queensland. Publ. Geol. Survey Queensland 363, *Palaeontological Papers*, **37**, 76 p.
- Sarjeant, W. A. S., 1970. Acritarchs and tasmanitids from the Chidru Formation, Uppermost. Permian of West Pakistan. In: Stratigraphic boundary problems: Permian and Triassic of West Pakistan. B. Kunemel & Teichert eds., Departament of Geology, University of Kansas, *Special Publication*, v. 4, p. 277-304.
- Sarjeant, W.A.S., & Stancliffe, R.P., 1994. The *Michrystidium* and *Veryachium* complexes (Acritarcha: Acanthomorphae and Polygonomorphae): a taxonomic reconsideration. *Micropalaeontology* **40**: 1-77.
- Schneider, R. L.; Muhlmann, H. Tommasi, E.; Medeiros, R. A.; Daemon, R. F. & Nogueira, A. A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, *Anais...*, Porto Alegre. v. 1, p. 41-65.
- Segroves, K. L. 1967. Cutinized microfossils of probable nonvascular origin from the Permian of Western Australia. *Micro-palaeontology* **13**(3):289-305.
- Servais, T. 1996. Some considerations on acritarch classification. *Review of Palaeobotany and Palynology* **93**:9-22.
- Sinha, 1969. Some acritarchs and other microfossils from Barakar Stage of Lower Gondwana, India. *The Palaeobotanist* **17**(3):326-331.
- Srivastava, S. C. & Bhattacharya, A. P. 1996. Early Permian microfossils in faunal coalballs from Arunachal Pradesh, India - Phytogeographic and palaeoenvironmental significance. *Geophytology* **26**(2):75-82.
- Srivastava, S. C.; Anand-Prakash & Singh, T. 1987. Permian palynofossils from the Eastern Himalaya and their genetic relationship. *The Palaeobotanist* **36**:326-338.
- Staplin, F. L. 1960. Upper Mississippian plant spores from the Golata Formation, Alberta, Canada. *Palaeontographica* abt. B, **107**(1-3):1-40.
- Strother, P. K. 1996. Acritarchs. In: *Palynology: principles and applications*. Jansonius and McGregor eds., American Association of Stratigraphy Palynologists Foundation, cap. 5 v. 1, p. 81-106.
- Tappan, H. 1980. *The palaeobiology of plant Protists*. Freeman & Oxford Co., San Francisco, 1028 p.
- Tiwari, R. S. 1964. New miospore genera in the coals of Barakar Stage (Lower Gondwana) of India. *The Palaeobotanist*, **13**(2):250-259.
- Tiwari, R. S. 1965. Miospore assemblage in some coals of Barakar Stage, Lower Gondwana of India. *The Palaeobotanist*, **13**(2):168-214.
- Tiwari, R. S. & Navale, S. K. B. 1967. Pollen and spore assemblages in some coals of Brazil. *Pollen et Spores*, Paris, **9**(3):583-605.
- Tiwari, R. S.; Tripathi, A. & Vijaya 1994. Organic-walled microfossils of doubtful origin in Permian and Triassic sequences on peninsular India. *The Palaeobotanist*, **43**(1):1-58.
- Traverse, A. 1988. *Palaeopalynology*. Academic Division of Unwin Hyman Ltd. Eds., London, 600p.
- Tripathi, A. 1997. Representation of acritarchs across the Permian-Triassic boundary in India. *The Palaeobotanist*, **46**:79-81.
- Utting, J. 1978. Lower Karroo Pollen and Spore assemblages from the coal measures and underlying sediments of the Siakondoboo coalfield, Mid-Zambesi Valley, Zambia. *Palynology*, **2**:53-68.
- Van Geel, B. 1976. Fossil spores of Zygnemataceae in ditches of a pre-historic settlement in Hoogkarspel (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **22**:327-334.
- Van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **25**:1-120.
- Van Geel, B.; Bohncke, S. J. P. & Dee, H. 1981. A palaeoecological study on an Upper Late Glacial and Holocene Sequence from "The Borchert", The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **31**:367-448.
- Van Geel, B. & Grenfell, H. R. 1996. Spores of Zygnemataceae. In: Jansonius e McGregor Eds. *Palinology: principles and applications*. Texas. Am. Assoc. Stratigraphy Palynology Foundation, v. 1, cap. 10A, p. 308-327.
- Van Geel, B. & Van Der Hammen, T. 1978. Zygnemataceae in Quaternary colombian sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **25**:377-392.
- Van Der Wiel, A. M. 1982. A palaeoecological study of a section from the foot of the Hazendonk (Zuid-Holland, The Netherlands) based on the analysis of pollen, spores and macroscopic plant remains. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **38**:35-90.
- Venkatachala, B. S. & Tiwari, R. S. 1987. Lower Gondwana marine incursions: periods and pathways. *The Palaeobotanist*, **36**:24-29.
- Vér, A. 1994. LM investigations of different stained fossil *Botryococcus* colonies. *Plant Cell Biology and development* (SZEGED) **5**: 11-19.
- Virkki, C. 1946. Spores from the Lower Gondwana of India and Australia. *Proceedings of National Academy of Science of India*, **15**:93-176.
- Ybert, J. P. 1975. Étude des miospores du bassin houiller de Candiot - Hulha Negra, RS, Brésil. *Pesquisas*, **7**:181-242.
- Zamaloa, M. C. 1996. Asociación de zigósporas de Zygnemataceae (Chlorophyta) en el Terciario Medio de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana*, **33**(2):179-184.