

# O pioneirismo do zoneamento palinoestratigráfico de Daemon e Quadros (1970): um marco no conhecimento estratigráfico da Bacia do Paraná

*Pioneering palino-stratigraphic zoning by Daemon and Quadros (1970): a benchmark in stratigraphic knowledge in the Paraná Basin*

Paulo Alves de Souza | Edison José Milani

## resumo

Este trabalho apresenta um quadro analítico da palinobioestratigrafia do intervalo Pensilvaniano-Permiano da Bacia do Paraná, enfatizando a importância da contribuição da publicação de R. F. Daemon e L. P. de Quadros, datada de 1970. As principais características do zoneamento são apresentadas com destaque à sua operacionalidade em trabalhos geológicos de datação relativa e correlação. Os intervalos propostos correspondem a unidades estratigráficas interpretadas como “tempo-rocha”, rastreáveis a curtas e longas distâncias, envolvendo diversos ambientes deposicionais e, por conseguinte, distintas unidades litoestratigráficas com significado e potencial em reconstruções paleogeográficas. Sua importância para a confecção de cartas estratigráficas para a bacia é ressaltada e também expostos alguns conceitos estratigráficos modernos já utilizados pelos autores de forma inovadora para a época, tais como a atenção a alguns critérios bioestratigráficos e o reconhecimento de superfícies de máxima inundação. O zoneamento vigente é apresentado com a devida integração e atualização biocronoestratigráfica e com as principais metas de trabalho no tema para o futuro próximo.

**Palavras-chave:** Bacia do Paraná | palinologia | bioestratigrafia | Pensilvaniano | Permiano

## abstract

*This paper presents an analytical view of the palynostratigraphy of the Pennsylvanian-Permian interval of the Paraná Basin, emphasizing the importance of the contributions by R. F. Daemon and L. P. de Quadros, published in 1970. The main characteristics of this zonal scheme are presented, with emphasis on its operability in geological studies on the relative ages and correlation. The proposed intervals correspond to stratigraphical units interpreted as meaning “time-rock”, which are traceable for short and long distances, and embracing various depositional environments. Because they occur in distinct lithostratigraphical units, they are significant for their potential in palaeogeographic reconstructions. The importance in stratigraphical chart constructions for the basin is highlighted, as well as the exposure of some modern stratigraphic concepts used by the authors, innovations at that time, such as the attention to certain biostratigraphic criteria and the recognition of the maximum flooding surfaces. The current zonal scheme is presented, with the due integration and biochronostratigraphical updating. Furthermore, the main goals for studies on this theme in the near future are shown.*

**Keywords:** Paraná Basin | palynology | biostratigraphy | Pennsylvanian | Permian

# introdução

As grandes bacias intracratônicas brasileiras alojam importante registro geológico da história fanerozóica do Gondwana Ocidental. Trabalhos exploratórios pioneiros, envolvendo mapeamento de superfície e interpretação das relações litofaciológicas em subsuperfície, possibilitaram a exploração de seus diversos recursos minerais, com destaque aos níveis portadores de hidrocarbonetos e as importantes jazidas de carvão do Sul do Brasil.

O conhecimento geológico sobre essas bacias, cujos primórdios remontam ao século XIX, foi sendo ampliado a partir dos anos 60 com a integração de novas ferramentas, dentre as quais determinados grupos de fósseis, que contribuíram significativamente para a datação e a reconstituição ambiental de diversas unidades estratigráficas das bacias do Amazonas, Paraná, Parnaíba e Solimões. Dentre as ferramentas paleontológicas mais importantes, a palinologia foi sistematicamente utilizada notadamente com base em dados de subsuperfície, resul-

tando em zoneamentos bioestratigráficos de caráter amplo e até com um relativo refinamento para a época em que foram estabelecidos.

Os esquemas propostos permitiram datações relativas, correlações a curtas e longas distâncias entre depósitos dos continentes sul-americano e africano e interpretações paleoambientais para as bacias do Norte e Nordeste do país (Daemon e Conreiras, 1971; Daemon, 1974), e para a Bacia do Paraná (Daemon, 1966; Daemon e Quadros, 1970), publicações estas realizadas a partir de diversos relatórios internos da Petrobras (e.g., Müller, 1962; Daemon, 1964; Daemon e Quadros, 1968).

Para a Bacia do Paraná, após quase 40 anos de sua publicação, o zoneamento de Daemon e Quadros (1970) ainda é considerado o marco fundamental da bioestratigrafia do intervalo neopaleozóico da bacia, relativo à Superseqüência Gondwana I (Milani, 1997), que engloba as unidades do Supergrupo Tubarão e Grupo Passa Dois. Representativas, respectivamente, de um ciclo transgressivo e regressivo entre o Pensilvaniano e o topo do Permiano (figs. 1 e 2).

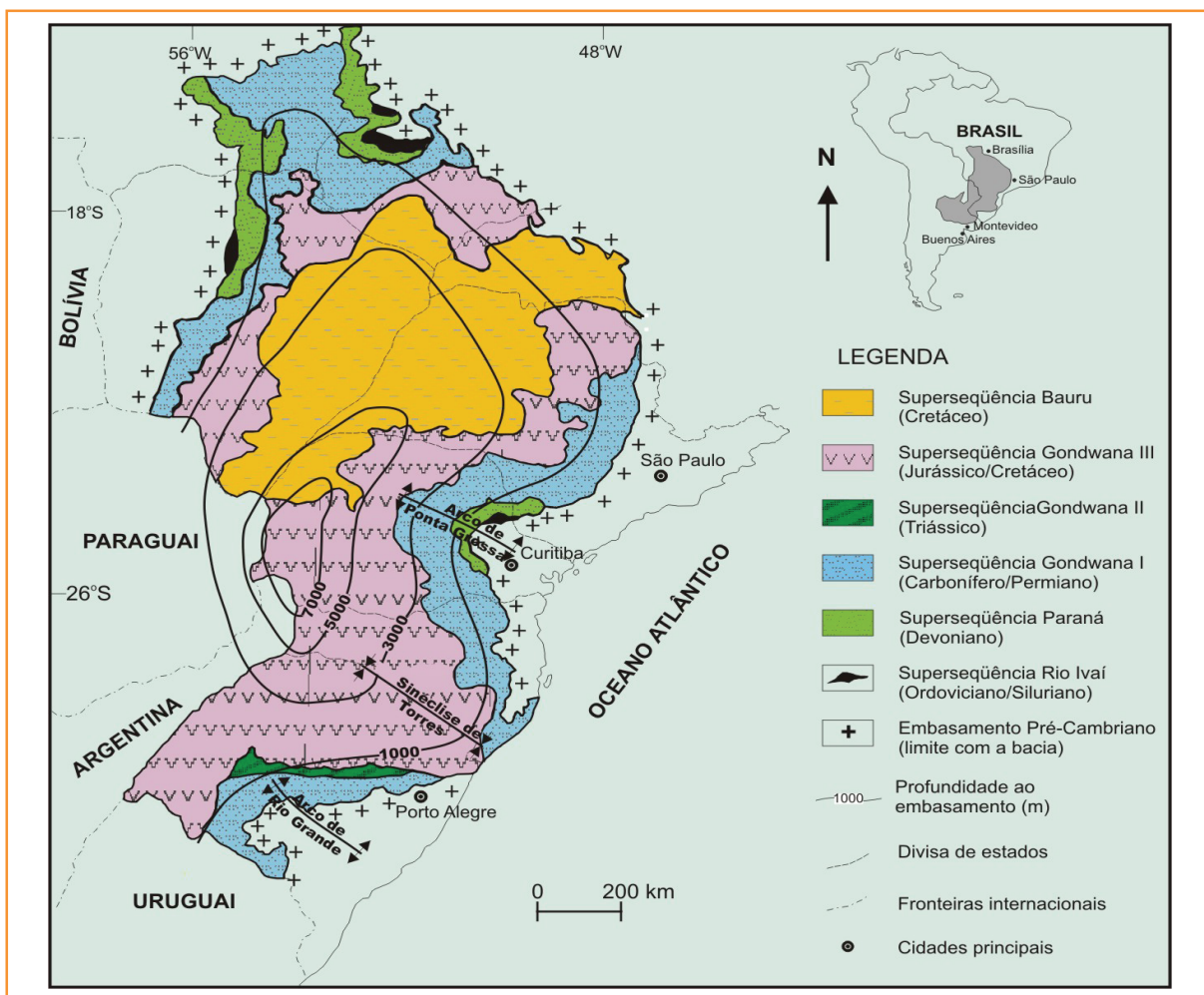


Figura 1  
Distribuição das superseqüências estratigráficas da Bacia do Paraná (modificado de Milani, 1997).

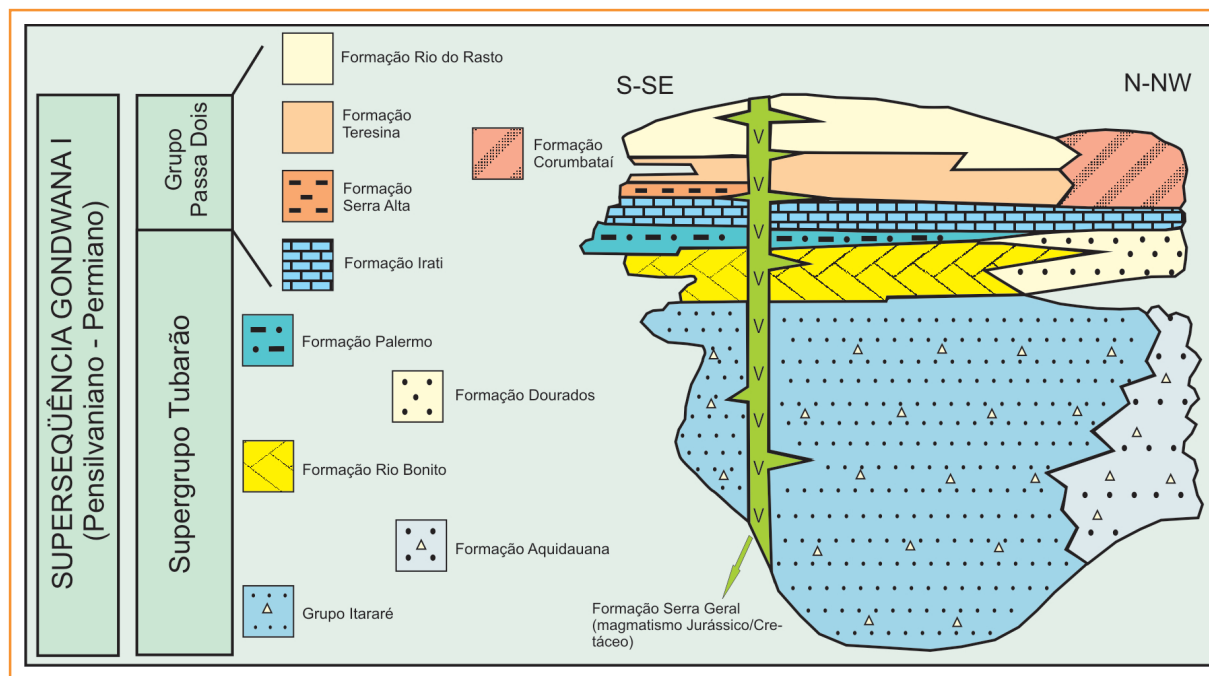
Figure 1  
Distribution of Paraná Basin stratigraphic supersequences (modified from Milani, 1997).

Figura 2

Coluna estratigráfica da Superseqüência Gondwana I, Pensilvaniano a Permiano da Bacia do Paraná (modificado de Milani, 1997).

Figure 2

Stratigraphical column of the Gondwana I Supersequence, Pennsylvanian to Permian of the Paraná Basin (modified from Milani, 1997).



Elaborado com base na distribuição estratigráfica de 36 espécies de grãos de pólen, três espécies de esporos e uma espécie de prasinofíceas (*Tasmanites* sp.) - conjunto este obtido em amostras de rochas advindas de 31 poços exploratórios da Petrobras e 13 afloramentos com notável abrangência estratigráfica e geográfica - constituem o esquema bioestratigráfico mais utilizado para o intervalo em referência. Este trabalho tem o objetivo de apresentar as principais características do zoneamento citado, enfocando algumas de suas particularidades no contexto da evolução do conhecimento da bacia nas últimas décadas.

## bioestratigrafia do intervalo Pensilvaniano-Permiano da Bacia do Paraná

O documentário paleontológico da Bacia do Paraná é um dos mais importantes do Gondwana, com notável variedade e quantidade de vertebrados, invertebrados e vegetais fósseis, muitos dos quais conhecidos desde o século XIX. Contudo, somente

ao longo do último século as unidades estratigráficas da bacia foram sistematicamente estudadas, com novas descobertas, aumentando, progressivamente, o número de ocorrências e o conhecimento sobre a riqueza dos diversos grupos fósseis.

Essas ocorrências, tanto em superfície quanto em subsuperfície, se revelaram importantes nas interpretações sobre a natureza paleoambiental das camadas portadoras de fósseis e a determinação de idades relativas. Posteriormente, vários zoneamentos foram propostos, dentre os quais se destacam os esquemas baseados em macrofósseis vegetais (e.g., Rösler, 1978; Rohn e Rösler, 2000), que ocorrem com relativa frequência na bacia. Invertebrados e vertebrados fósseis também têm sido amplamente utilizados para a datação relativa e correlações, tais como os mesossaurídeos da Formação Irati, pelecípodes da Formação Teresina e parei-assaurídeos da Formação Rio do Rasto.

No entanto, considerando as dimensões da bacia, o registro da maioria de plantas ou animais fósseis é restrito a determinados níveis estratigráficos, limitando correlações e restringindo a aplicabilidade dos zoneamentos a trabalhos de cunho local. Nesse contexto, os palinomorfos merecem destaque especial em decorrência da abundância e ampla ocorrência tanto em depósitos de natureza continental quanto marinha, fácil identificação, diversidade e facilidade de preservação em rochas de granulometria fina. Dessa forma, constituem ferramenta potencialmente útil para fins bioestratigráficos e de reconstituição paleoambiental.

Objetos de estudo da palinologia, esporos e grãos de pólen (representantes da flora continental), cistos de algas (clorofíceas, prasinofíceas, zignematáceas) e acritarcos (cistos indeterminados) são os palinomorfos mais comuns nos depósitos do intervalo Pensilvaniano-Permiano da Bacia do Paraná. Particularmente os esporos e grãos de pólen constituem os únicos grupos que ocorrem extensivamente tanto em termos horizontais quanto verticais na maioria das unidades litoestratigráficas do intervalo, com diversas espécies de curta distribuição estratigráfica, embora até o momento não tenham sido detectados em alguns intervalos, tais como no Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto.

A distribuição das espécies de esporos e de grãos de pólen nesse intervalo reflete a evolução e a distribuição espacial da flora neste setor do Gondwana, representando, dentre outras, licófitas, esfenófitas, filicófitas, cortaitaleanas, coniferales e glossopteridales, relacionadas à Flora pré-*Glossopteris* (Pensilvaniano) e à Flora *Glossopteris* (Permiano).

De maneira geral, grãos de pólen e esporos possuem comportamento muito semelhante aos detritos inorgânicos nos sítios deposicionais, transportados a partir da planta-mãe, pelo vento ou pela água. Como resultado, eles são amplamente dispersos em termos geográficos, o que lhes confere um dos atributos essenciais para fins bioestratigráficos. Sua distribuição através de distintos ambientes permite ainda o uso nas correlações entre sedimentos de natureza continental e marinha.

O registro de conjuntos palinológicos em testemunhos de sondagem e afloramentos permite a construção de esquemas bioestratigráficos, que por sua vez refletem o desenvolvimento e a evolução dos vegetais terrestres, com níveis de aparecimento e desaparecimento de táxons relacionados às contínuas mudanças ambientais que controlaram o desenvolvimento das floras ao longo do tempo. O modo de dispersão e deposição destes microfósseis, contidos em sedimentos de natureza continental e marinha, favorece seu uso para correlações desses depósitos. Conforme será discutido mais à frente, as zonas estabelecidas representam pacotes de rochas cronocorrelatas. Os conjuntos palinológicos detectados subsidiam as interpretações paleoambientais e, por vezes, indicam a área fonte e a direção de transporte sedimentar, consagrando a palinologia como uma ferramenta mundialmente reconhecida para fins de reconstituição paleogeográfica.

## palinobioestratigrafia do Pensilvaniano-Permiano da Bacia do Paraná

### as três fases de desenvolvimento

A análise das pesquisas palinológicas realizadas na Bacia do Paraná permite identificar três fases de desenvolvimento transcorridas ao longo dos últimos 50 anos, com distintas abordagens e nível de detalhamento.

Os trabalhos palinológicos pioneiros da Bacia do Paraná foram desenvolvidos por pesquisadores estrangeiros (Pant e Srivastava, 1965; Tiwari e Navale, 1967; Nahuys *et al.* 1968), notadamente com cunho taxonômico, enfocando, principalmente, as camadas portadoras de carvão do sul do Brasil.

Concomitantemente, o interesse pela pesquisa exploratória por parte da Petrobras, com perfurações iniciadas na década de 50, resultou na confecção de relatórios internos - alguns dos quais publicados - marcando os primeiros esquemas bioestratigráficos informais para a bacia, preliminarmente apresentados em Daemon (1966) e, com maior detalhe e abrangência estratigráfica e geográfica, em Daemon e Quadros (1970). Essa constitui a primeira fase de desenvolvimento da pesquisa palinobioestratigráfica da Bacia do Paraná, caracterizada então por escassos trabalhos pioneiros, dentre os quais o último, que assume importância fundamental para o entendimento geológico da bacia.

A fase seguinte foi marcada por extensiva amostragem em diversas porções da bacia, com a produção de diversos trabalhos taxonômicos e propostas de zoneamentos bioestratigráficos setorizados. Dessa fase destacam-se os trabalhos taxonômicos realizados com base nas camadas de carvão do sul do país (*e.g.*, Ybert, 1975; Dias-Fabrizio, 1981), e em outras unidades carboníferas e permianas ao longo da bacia (*e.g.*, Cauduro, 1970; Marques-Toigo e Pons, 1974). Além disso, diversas biozonas foram propostas, com base em critérios e amostragens distintas, relativas a trabalhos locais ou regionais (*e.g.*, Bharadwaj *et al.* 1976; Saad, 1977; Arai, 1980; Sundaram, 1980, 1986; Marques-Toigo, 1988), ou enfocando as correlações entre diferentes partes do



Gondwana (Kemp, 1975). Contudo, embora as sucessões palinológicas tenham sido fundamentais para as datações relativas de determinadas unidades estratigráficas da bacia, as palinozonas propostas são informais e os palinomorfos identificados receberam, invariavelmente, tratamento taxonômico superficial.

A terceira fase é caracterizada pela integração de dados de diversos setores da bacia e pela formalização das palinozonas propostas, de acordo com o código de nomenclatura estratigráfica. Dados inéditos de distintos setores foram publicados com maior profundidade taxonômica e com correlações mais refinadas com o zoneamento de Daemon e Quadros (1970). Em Marques-Toigo (1991) as palinozonas permianas do sul da bacia foram inicialmente publicadas com aprimoramento posterior em Souza e Marques-Toigo (2001, 2003, 2005). Por outro lado, dados de conjuntos palinológicos de idade pensilvaniana foram noticiados em diversas localidades da porção nordeste da bacia, com síntese e proposição formal de unidades palinobioestratigráficas em Souza (2006). Todos esses zoneamentos constituem, de forma integrada, o esquema atual vigente para a Bacia do Paraná, incorporando dados de Daemon e Quadros (1970), com aprimoramento taxonômico e delimitação de unidades rastreáveis em áreas geográficas mais abrangentes, conforme será discutido adiante.

## principais características do zoneamento de Daemon e Quadros (1970)

As bases de formulação do zoneamento foram fortemente marcadas pelos princípios que atualmente regem a bioestratigrafia moderna: a ocorrência de táxons em número significativo de poços (no mínimo três), o que pressupõe (i) abundância relativa e (ii) ampla distribuição geográfica, além de (iii) fácil reconhecimento, com atribuição taxonômica de acordo com a literatura vigente, e (iv) curta distribuição estratigráfica. O principal grupo palinológico selecionado, os grãos de pólen sacados, constituíram elementos amplamente dispersos pelos ventos nos tempos do Pensilvaniano e do Permiano, tal como são atualmente aqueles representados por coníferas modernas. Isso equivale a dizer que a escolha dos grãos sacados cumpre outro pré-requisito da bioestratigrafia moderna: (v) a ausência de controle litofaciológico, tendo em vista que os mesmos podem estar pre-

sentes em depósitos sedimentares de natureza variável, tanto em ambientes marinhos quanto continentais.

A partir da confecção de tabelas com a distribuição dos táxons em cada poço e, por conseguinte, a integração entre as tabelas dos diferentes poços, os autores confeccionaram uma tabela composta que, além de apresentar a amplitude dos táxons, expressa o aparecimento de grandes grupos. A natureza do zoneamento é do tipo zona de intervalo, tendo os autores propostos seis intervalos, alguns dos quais subdivididos em subintervalos, informalmente designados como - em ordem estratigráfica ascendente - G, H ( $H_1, H_2, H_3$ ), I ( $I_1, I_{2+3+4}$ ), J, K e L ( $L_1, L_2$  e  $L_3$ ).

Os autores realizaram o reconhecimento e a descrição de todos os táxons registrados paralelamente numerados de acordo com codificação interna da Petrobras, todos devidamente ilustrados através de esquemas e fotomicrografias. A distribuição geral e final das espécies de grãos de pólen, esporos e *Tasmanites* foi representada em tabelas.

A distribuição dos intervalos bioestratigráficos, identificados de forma variável em cada unidade estratigráfica e poço amostrado, foi cuidadosamente apresentada na forma de perfis de correlação, acompanhados de mapas de isópacos. Nas descrições, os autores também apresentaram os testemunhos dos poços nos quais cada forma ocorre. Como exemplo, a forma P-906, ilustrada na estampa 7, foi atribuída à espécie *Plicatipollenites gondwanensis*, com distribuição entre o subintervalo  $H_2$  e o intervalo K, em níveis equivalentes ao Grupo Itararé até a Formação Palermo. Além de facilitar o uso posterior para fins de análise taxonômica, essas informações contribuem para o entendimento expedito sobre o posicionamento estratigráfico de amostras inéditas nas quais esta e outras espécies venham a ocorrer, demonstrando a operacionalidade do zoneamento.

## o significado geológico do zoneamento proposto

A operacionalidade do zoneamento é comprovada através de seu uso em diversos trabalhos de cunho geológico, abordando, dentre outros temas, litoestratigrafia, estratigrafia de seqüências, evolução tectono-sedimentar, geocronologia, hidrogeologia e exploração de carvão, desenvolvidos posteriormente (e.g., Soares e Landim, 1973; Schneider *et al.* 1976; Soares *et al.* 1977; França e Potter, 1988; Santos *et al.* 1996; Milani *et al.* 1994, 1998; Milani, 1997), ultrapassando as fronteiras

dos trabalhos exploratórios da Petrobras. Dessa forma, o esquema é até hoje referência no posicionamento das unidades estratigráficas da bacia, seja em superfície ou em subsuperfície.

Cada unidade proposta corresponde a um intervalo de tempo rastreável em diversos setores da bacia, independentemente da litologia. Dessa forma, assumem significado de “tempo-rocha”, conferindo idades aproximadas ou equivalentes a estratos lateralmente correlacionáveis, com importância indubitável em trabalhos de reconstituição paleogeográfica. Este conceito é claramente verificado no reconhecimento de um conglomerado de “idade Palermo” ao norte da bacia, atualmente atribuído à Formação Dourados (Milani *et al.* 1994).

Essa potencialidade é materializada em Daemon (1981) e Daemon *et al.* (1996), com a apresentação de mapas mostrando o comportamento lateral dos intervalos e da paleogeografia, nos quais enfatizam cada unidade “tempo-rocha” (equivalente aos intervalos), áreas elevadas (algumas das quais de proveniência sedimentar) e áreas aflorantes atuais. Tanto em Daemon e Quadros (1970) quanto nestes últimos trabalhos é possível visualizar a distribuição das unidades estratigráficas, com implicações na interpretação de sua evolução sedimentar e de seu comportamento tectônico.

Os intervalos mais inferiores (G-H<sub>2</sub>) só foram identificados nas áreas mais ao norte do Estado do Rio Grande do Sul, com maior representatividade entre São Paulo, Paraná e parte de Santa Catarina (fig. 3a). Somente a partir do subintervalo H<sub>3</sub> é que ocorre deposição de forma mais generalizada, atingindo maiores áreas a sul de Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, que durante os intervalos anteriores configuravam-se como áreas elevadas, expostas à erosão. Essas interpretações, advindas dos mapas apresentados em Daemon e Quadros (1970, *e.g.*, figs. 4 e 5), colaboram no entendimento do comportamento estrutural da bacia e de sua evolução geológica, especificamente com relação à deposição dos estratos vinculados à glaciação permocarbonífera do Gondwana na América do Sul, materializada no Grupo Itararé.

Nas litologias correspondentes à Formação Palermo estão documentados os intervalos J, K e L<sub>1</sub>. O comportamento desses intervalos ao longo da bacia e seu conteúdo palinológico permitiram aos autores interpretar a unidade como representante de evento de máxima transgressão, relacionado à estabilização tectônica da bacia. Em outras palavras, o reconhecimento de alguns desses intervalos indis-

tintamente de norte a sul da bacia em testemunhos atribuídos à Formação Palermo, com certo “paralelismo do datum bioestratigráfico (intervalo K)”, contribuíram para sua interpretação como o MSF (*maximum flooding surface*), conceito, como tal, desconhecido na época, e atualmente vinculado ao vocabulário corrente da estratigrafia de seqüências. Segundo Daemon *et al.* (1996, p. 365), a deposição da unidade teria ocorrido inicialmente na parte sul da bacia (intervalo J), alcançando posteriormente áreas mais ao norte (intervalos K e L<sub>1</sub>), conforme representado nas figuras 3b e 3c. A constatação da ocorrência dos intervalos K e L<sub>1</sub> em todas as seções estudadas foi interpretada pelos autores como uma fase de equilíbrio da bacia.

Para os autores, abaixo do *datum* (intervalos G, H, e J), a bacia esteve em “fase de ajustamento”. A ocorrência de inúmeros microfósseis de idade Devoniana ou Mississipiana em depósitos basais do Grupo Itararé corroboram essa interpretação. A fase pensilvaniana reflete estágios nos quais a bacia estava restrita a determinados baixos estruturais, com intensa erosão de áreas topograficamente elevadas, de idades diversas, que contribuíram para a sedimentação das áreas subsidentes, inclusive com o retrabalhamento de seus microfósseis, alguns dos quais apresentados por Souza e Petri (1998).

Durante o Pensilvaniano, a maior parte da sedimentação glácio-marinha relativa aos intervalos G a I (parcialmente) se processou com maior representatividade somente a partir do intervalo H<sub>3</sub>, quando ocorre de maneira mais generalizada na bacia. A caracterização palinológica desses intervalos permitiu a correlação dos depósitos relacionados com outros fora da bacia, contribuindo para a delimitação do evento glacial no Gondwana, conforme apresentado em Kemp (1975) e Eyles (1993), que simularam mapas paleogeográficos abrangendo áreas desde a Austrália até a América do Sul.

Embora ajustes nas idades estabelecidas tenham sido efetuados posteriormente, o trabalho lançou as bases para o posicionamento dos depósitos da denominada Superseqüência Gondwana I no Neopaleozóico. Os conjuntos palinológicos preservados se diferenciam daqueles de idade mississipiana ou devoniana, na base, ou de idade triássica, no topo, com significativos hiatos deposicionais entre os depósitos. Considerando o zoneamento para o Devoniano da Bacia do Paraná (Daemon, 1966) e os esquemas estabelecidos para as bacias intracratônicas mais ao norte do país (Daemon e Contreiras, 1971; Daemon, 1974), a ausência, na Bacia do Paraná, dos intervalos E e F,

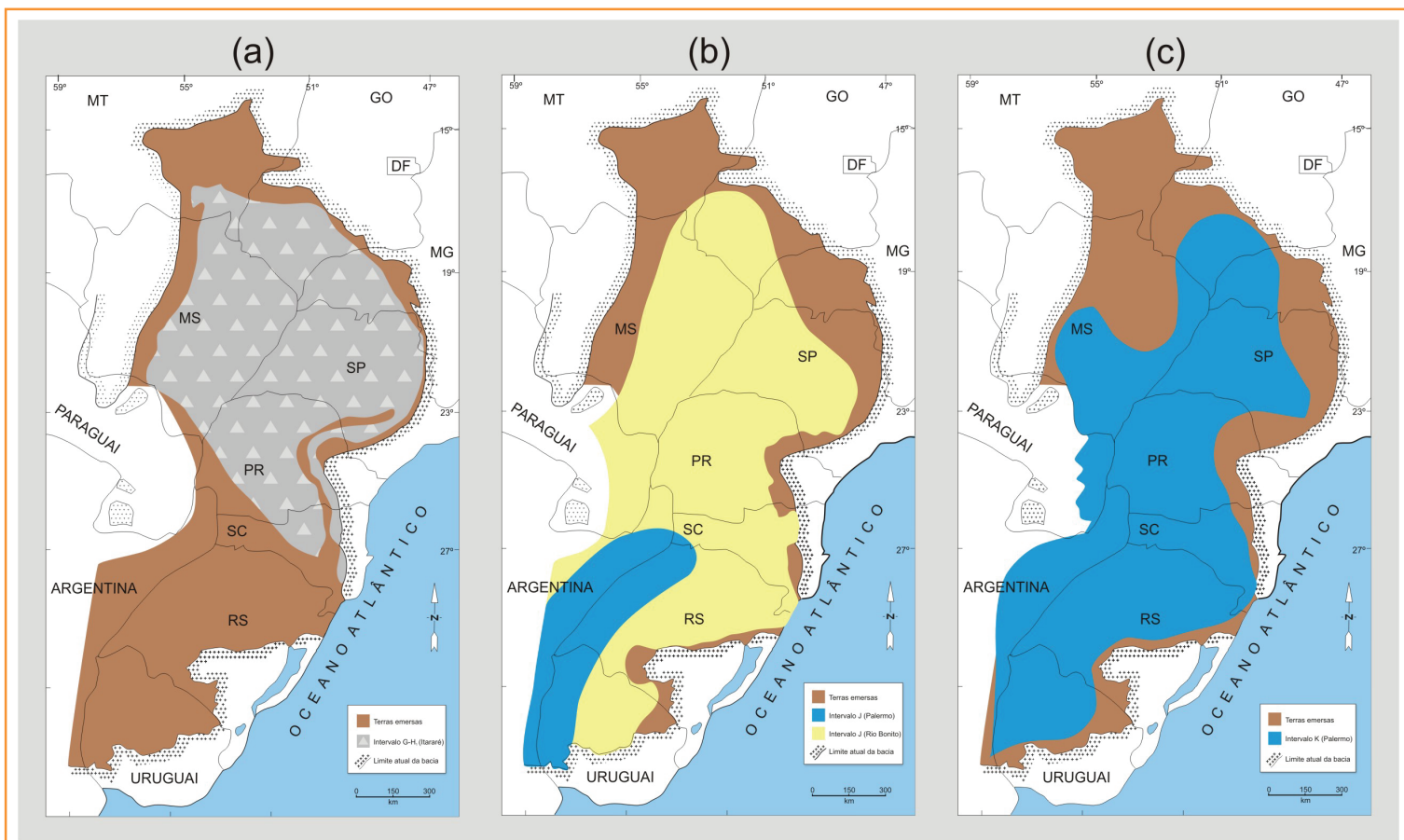


Figura 3 - Mapas paleogeográficos selecionados para a Bacia do Paraná, com base na distribuição dos intervalos bioestratigráficos de Daemon e Quadros (1970) e Daemon *et al.* (1996): (a) intervalo G-H<sub>2</sub> (depósitos pensilvanianos do Grupo Itararé); (b) intervalo J (depósitos artinskianos a kungurianos das formações Rio Bonito e Palermo); (c) intervalo K, superfície de máxima inundação (depósitos kungurianos da Formação Palermo).

Figure 3 - Selected palaeogeographic maps of the Paraná Basin, based on the distribution of biostratigraphic intervals according to Daemon and Quadros (1970) and Daemon *et al.* (1996): (a) interval G-H<sub>2</sub> (Pennsylvanian deposits of the Itararé Group); (b) interval J (Artinskian and Kungurian deposits of the Rio Bonito and Palermo formations); (c) interval K, maximum flooding surface (Kungurian deposits of the Palermo Formation).

refletem significativa discordância entre o pacote pensilvaniano e o pacote devoniano.

Dessa forma, o trabalho assumiu importância ímpar na construção de cartas estratigráficas para a bacia, indicando as idades relativas e o posicionamento geocronológico de suas unidades. Não há nenhuma dúvida em se afirmar que o esquema bioestratigráfico de Daemon e Quadros (1970) é a pedra fundamental e o respaldo necessário para qualquer proposta litoestratigráfica que se pretenda efetuar para a seção permocarbonífera da Bacia do Paraná. O trabalho de Schneider *et al.* (1976), com a pioneira carta estratigráfica da bacia, foi suportado por Daemon e Quadros (1970) em suas premissas de correlação à longa distância de unidades litoestratigráficas definidas em diferentes posições da bacia. Em Milani (1997), é retomado o conceito de estar na base da Formação

Palermo um importante *datum* para a cronocorrelação do pacote em toda a extensão da sinclise.

## aprimoramentos

Na época da realização do trabalho, poucos estudos palinotaxonômicos haviam sido efetuados, cuja grande parte era relativa a estratos extragondwânicos, principalmente da Europa e América do Norte. Somente após a publicação é que a lista de contribuições palinológicas para o Gondwana foi progressivamente ampliada, particularmente para a Austrália, Argentina, Congo (ex-Zaire) e Índia.

Com a continuidade dos trabalhos geológicos na Bacia do Paraná, vários setores puderam ser detalhadamente explorados com o aprimoramento de diversos te-

mas, visando a melhor configuração tridimensional de seus depósitos e o entendimento de sua evolução geológica. Novos afloramentos e perfurações foram realizados ampliando a base palinológica de dados com notável aprofundamento taxonômico. O setor nordeste da bacia foi sistematicamente estudado, particularmente com relação à seção pensilvaniana da bacia, com a publicação de mais de 30 táxons inéditos, notadamente de espécies de esporos, grupo até então relegado para fins bioestratigráficos. Além daqueles trabalhos de cunho taxonômico citados anteriormente, obras monográficas também foram realizadas enfocando aspectos taxonômicos, resultando em novas publicações (vide síntese em Souza, 2006).

O fornecimento de descrições e ilustrações das espécies estudadas por Daemon e Quadros (1970) facilitou a atualização taxonômica, com a inclusão, quando necessário, dos nomes dos táxons em listas sinonímicas de novas espécies ou de nomes já conhecidos da literatura. Esse conjunto de dados ampliou consideravelmente a listagem de palinomorfos da bacia, com o posicionamento estratigráfico de cada ocorrência e oferecendo subsídios para o aprimoramento bioestratigráfico e para as correlações extra-baciais. Dessa forma, compatibilizou, com mais equilíbrio, as informações advindas da bacia com as demais regiões do Gondwana.

Em função do que foi apontado anteriormente, as idades relativas para cada intervalo indicadas originalmente pelos autores eram baseadas, em grande parte, nos trabalhos palinológicos de depósitos bem distanciados da Bacia do Paraná. Ocorrências isoladas de conjuntos palinológicos e espécies similares da Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França e Rússia, e outros mais escassos do Gondwana, constituíram a fonte de dados para as idades de cada intervalo, como se houvesse certo paralelismo entre as primeiras e últimas ocorrências de cada táxon. A julgar pela escassez dos dados na época, as atribuições foram bem ajustadas, tendo em vista que grande parte do pacote na Bacia do Paraná permanece, mais ou menos, relativamente tal como sugerido originalmente.

Contudo, novas modificações foram realizadas na coluna geocronológica, com novas idades entre os limites e a nova estrutura para alguns dos sistemas, além do abandono de andares e substituições. O limite Carbonífero/Permiano, na época da publicação, era considerado aproximadamente entre 280 Ma, o sistema Permiano era bipartite e a nomenclatura mais utilizada para os andares era a euroasiática (e.g., Sakmario, Artinskiano, Kazaniano), que em muito difere da utilizada atualmente (Gradstein *et al.* 2004)

(fig. 4). Dessa forma, atualmente é desaconselhável, para não dizer inadmissível, a utilização das idades dos intervalos propostos como originalmente apontaram Daemon e Quadros (1970), de modo a evitar discrepâncias nas correlações e interpretações paleogeográficas.

Vale exemplificação com o trabalho de Eyles (1993), que apresenta o evento glacial da bacia com idades bastante divergentes daquelas consideradas para depósitos correlatos na América do Sul, ainda que na Argentina a sedimentação glacial seja algo mais antiga que na Bacia do Paraná. Além disso, as correlações entre os estratos contendo mesossaurídeos na África e Brasil sempre foram controversas, uma vez que as idades apontadas para as unidades portadoras em cada continente foram muito discrepantes: Artinskiano para a Formação Whitehill, na África, com base em vertebrados, e Kazaniano para a Formação Irati na Bacia do Paraná, com base em Daemon e Quadros (1970).

A ausência de fósseis de correlação com a coluna padrão, tais como invertebrados e microfósseis marinhos (e.g., conodontes, foraminíferos), e de datações absolutas, limita um posicionamento biocronostratigráfico mais seguro para as unidades e associações fossilíferas das bacias gondwânicas. Esforços têm sido empregados na tentativa de integrar os dados advindos das faunas e floras do Gondwana com as escassas datações absolutas, como apresentado em Azcuy *et al.* (2007) para os depósitos neopaleozóicos das bacias sul-americanas. Ainda que para a Bacia do Paraná haja datações absolutas com emprego de técnicas relativamente modernas, alguns dados ainda são controversos, com convergência aproximada somente na idade apontada para a Formação Irati (Artinskiano), da qual se dispõe de dados palinobioestratigráficos (Santos *et al.* 2006; Rocha-Campos *et al.* 2007), que balizou a construção da figura 4.

## integração dos zoneamentos: o esquema atual

O refinamento taxonômico e bioestratigráfico obtido em diferentes setores da bacia proporcionaram a reavaliação e a integração dos dados palinológicos, resultando na proposição de zoneamentos locais e regionais, que se complementam e traduzem a sucessão palinológica desta porção do Gondwana. Novas localidades foram incorporadas, bem como

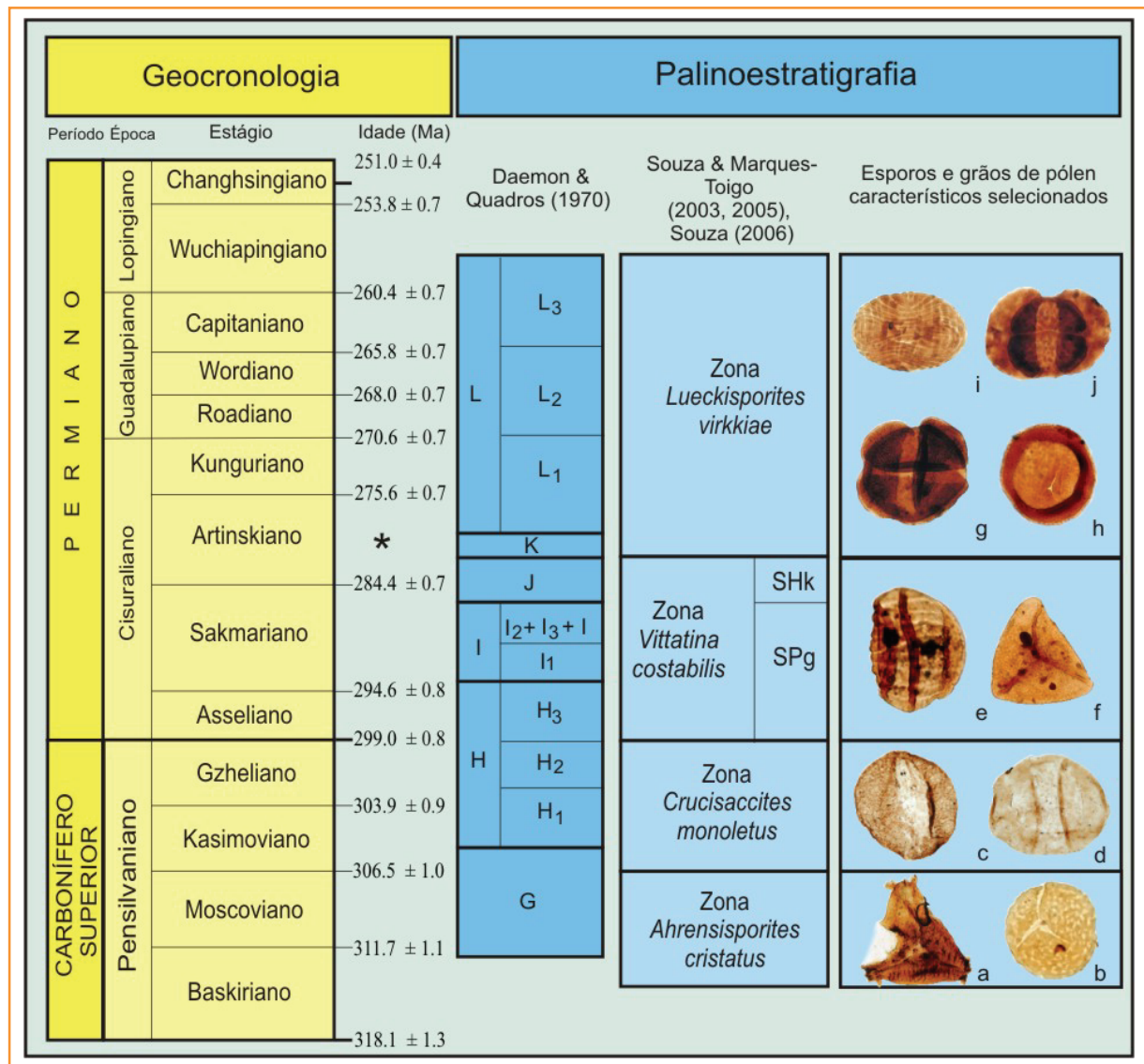


Figura 4

Coluna cronoestratigráfica para o Permiano e Permiano da Bacia do Paraná, mostrando integração do zoneamento palinológico de Daemon e Quadros (1970) com o vigente (Souza e Marques-Toigo, 2003, 2005; Souza, 2006) (\*: datação de Santos et al. 2006; SHk: Subzona *Hamiapollenites karrooensis*; SPg: Subzona *Protohaploxypinus goraiensis*; a) *Ahrensisporites cristatus*; b) *Foveosporites hortonsensis*; c) *Scheuringipollenites maximus*; d) *Crucisaccites monoletus*; e) *Vittatina costabilis*; f) *Converrucosiporites confluens*; g) *Staurosaccites cordubensis*; h) *Marsupipollenites triradiatus*; i) *Weylandites striatus*; j) *Lueckisporites virkkiae*).

Figure 4.

Stratigraphic column of the Pennsylvanian and Permian of the Paraná Basin, showing biostratigraphic integration between the Daemon and Quadros (1970) zonal scheme with the current (Souza e Marques-Toigo, 2003, 2005; Souza, 2006) (\*: dating of Santos et al. 2006; SHk: *Hamiapollenites karrooensis* Subzone; SPg: *Protohaploxypinus goraiensis* Subzone; a) *Ahrensisporites cristatus*; b) *Foveosporites hortonsensis*; c) *Scheuringipollenites maximus*; d) *Crucisaccites monoletus*; e) *Vittatina costabilis*; f) *Converrucosiporites confluens*; g) *Staurosaccites cordubensis*; h) *Marsupipollenites triradiatus*; i) *Weylandites striatus*; j) *Lueckisporites virkkiae*).



dados relativos a novas perfurações realizadas. Esporos foram introduzidos no zoneamento como elementos de valor bioestratigráfico, especialmente no setor nordeste da bacia, com correlações bem estabelecidas com estratos gondwânicos argentinos, principalmente (Souza, 2006).

Os zoneamentos propostos, e que caracterizam a terceira fase de trabalhos palinológicos para a bacia, fornecem informações bioestratigráficas requeridas pelos códigos estratigráficos, tais como seção de referência e nomes, ao invés de simbologia alfa-numérica, como originalmente proposto para os intervalos de Daemon e Quadros (1970). Dessa forma, as novas zonas são consideradas formais. Embora pareçam de certa forma “menos subdivididas” que o esquema original dos autores citados, trata-se de unidades rastreáveis a longas distâncias, dentro e fora da ba-

cia, o que torna as correlações mais seguras e as interpretações paleogeográficas menos conflitantes, como demonstrado em Souza et al. (2007).

As palinozonas pensilvanianas foram formalmente apresentadas em Souza (2006), enquanto que as permianas foram publicadas em Souza e Marques-Toigo (2005), com sínteses preliminares em Souza e Marques-Toigo (2001, 2003). De acordo com esses autores, o zoneamento palinológico vigente para o Pensilvaniano-Permiano da Bacia do Paraná é composto por quatro zonas de intervalo, denominadas da base para o topo: Zona *Ahrensisporites cristatus* (ZAc), Zona *Crucisaccites monoletus* (ZCm), Zona *Vittatina costabilis* (ZVc) e Zona *Lueckisporites virkkiae* (ZLv). As principais características das zonas, bem como sua correlação com o zoneamento de Daemon e Quadros (1970) e sua correspondência litoestratigráfica são apresentadas na figura 4. Vale notar

que alguns testemunhos originalmente utilizados em Daemon e Quadros (*op. cit.*) foram re-estudados, com dados incorporados nesse novo zoneamento.

As quatro zonas marcam, grosso modo, três grandes estágios de mudanças paleoclimáticas, também reconhecidas em outras áreas gondwânicas, principalmente na América do Sul (Azcuay *et al.* 2007; Souza *et al.* 2007). O primeiro é relacionado à glaciação de idade pensilvaniana, com domínio de elementos florísticos vinculados à Flora pré-*Glossopteris* (ZAc e ZCm). O segundo e o terceiro correspondem à sucessiva melhoria climática, representados por elementos da Flora *Glossopteris*, sendo o segundo marcado por aumento de umidade (ZVc) e o último estágio por regime climático mais árido (ZLv).

## considerações finais

Após quase 40 anos de sua publicação, a análise do zoneamento de Daemon e Quadros (1970) revela sua importância no cenário do entendimento da sucessão estratigráfica da Bacia do Paraná, com importância nas correlações a curtas e longas distâncias e datação relativa das unidades que compõem a Superseqüência Gondwana I, de idade entre o Pensilvaniano e o Permiano.

Indubitavelmente, constitui o marco fundamental e as bases necessárias para o posicionamento geocronológico de qualquer proposta litoestratigráfica ou das unidades que constituem a estratigrafia de seqüência, dada a natureza da bacia e dos intervalos propostos, que correspondem, efetivamente, a pacotes “tempo-rocha”. Os aprimoramentos palinológicos realizados ao longo dos últimos anos permitiram o refinamento taxonômico de distintas associações em diversos setores da bacia, cuja integração constitui o zoneamento vigente.

As deficiências nas correlações com a escala estratigráfica internacional implicam em maiores esforços na obtenção de datações absolutas para as unidades que compõem o intervalo em questão. Por conseguinte, são fundamentais na amarração biocronoestratigráfica das palinozonas, únicas potencialmente úteis nas correlações intra e extra-baciais para este setor do Gondwana em ampla escala de trabalho.

Trabalhos posteriores deverão refinar o conhecimento palinológico da bacia, principalmente para as unidades pós-Irati, com ocorrências raras de pali-

nomorfos, bem como integrar outras ferramentas, tais como a estratigrafia de seqüências, visando o melhor entendimento das relações entre suas unidades. Contudo, o caráter operacional e a importância do zoneamento de Daemon e Quadros (1970) estão aqui preliminarmente esboçados, que, para a época e considerando sua abrangência geográfica e estratigráfica tem poucos comparativos à altura em importância e significância científica, tanto no cenário brasileiro quanto no internacional.

## agradecimentos

Os autores dedicam o trabalho à memória de Roberto Ferreira Daemon, pela notória e profícua contribuição ao conhecimento estratigráfico das bacias intracratônicas brasileiras, pelo exemplo de vida e integridade. Outrossim, expressam reconhecimento a Luiz Padilha de Quadros, pela contínua preocupação com o desenvolvimento da palinologia no Brasil, pelo incentivo e entusiasmo transmitidos às novas gerações. Agradecimentos são feitos a Alexander Leandro de Souza pela colaboração na confecção das figuras.

## referências bibliográficas

ARAI, M. Contribuição dos polens estriados na bioestratigrafia neopaleozóica da parte NE da Bacia do Paraná. **Boletim IG-USP**, São Paulo, v. 11, p. 125-134, 1980.

AZCUY, C. L.; BERI, Á.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; CARRIZZO, H. A.; DI PASQUO, M.; DÍAZ SARAVIA, P.; GONZÁLEZ, C.; IANNUZZI, R.; LEMOS, V. B.; MELO, J. H. G.; PAGANI, A.; ROHN, R.; R. AMENÁBAR, C.; SABATTINI, N.; SOUZA, P. A.; TABOADA, A.; VERGEL, M. M. Bioestratigrafia del Paleozóico Superior de América del Sur: primera etapa de trabajo hacia una nueva propuesta. **Revista de la Asociación Geológica Argentina**, Buenos Aires, v. 11, n. esp., p. 9-65, 2007.

BHARADWAJ, D. C.; KAR, R. K.; NAVALE, K. B. Palynostratigraphy of Lower Gondwana deposits in Paraná and Maranhão Basins, Brazil. **Biological**

**Memoirs, Palaeopalynology Series**, Lucknow, v. 3, n. 1, p. 56-103, 1976.

CAUDURO, A. D. Lower Gondwana Miospores from São Sepé Outcrop (Rio Grande do Sul, Brasil). **Publicação Especial da Escola de Geologia da UFRGS**, Porto Alegre, v. 17, p. 1-34, 1970.

DAEMON, R. F. **Ensaio sobre a distribuição e zoneamento dos esporomorfos do Paleozóico superior da Bacia do Paraná**. Salvador: Petrobras. RPBA, 1964. Relatório Interno 781.

DAEMON, R. F. Ensaio sobre a distribuição e zoneamento dos esporomorfos do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 211-218, 1966.

DAEMON, R. F. Palinomorfos-guias do Devoniano Superior e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas e Parnaíba. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 46, p. 549-587, 1974.

DAEMON, R. F. Controle lito-bioestratigráfico preliminar do Devoniano, Carbonífero Superior e Permiano da Bacia sedimentar do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. v. 2, p. 124-132.

DAEMON, R. F.; CASALETI, P. L.; CIGUEL, J. H. G. Biopaleogeografia da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DO SILURO-DEVONIANO, 1., 1996, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996. p. 55-99.

DAEMON, R. F.; CONTREIRAS, C. J. A. Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 3, p. 79-88.

DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. **Nota sobre a Bioestratigrafia e Litoestratigrafia na seção Gondwânica dos poços M-1<sup>a</sup>-PR, UVst-1-PR, Const-1-SC, Cast-1-SC, MRst-1-RS, LVst-1-RS e Tost-1-RS**. Ponta Grossa: Petrobras. DESUL, 1968. Relatório Interno 500.

DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., Brasília, 1970.

**Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Geologia, 1970. v. 1, p. 359-412.

DIAS-FABRÍCIO, M. E. Palinologia da Formação Rio Bonito na área de Gravataí-Morungava, Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 14, p. 69-130, 1981.

EYLES, N. Earth's glacial record and its tectonic setting. **Earth Science Review**, Amsterdam, v. 35, n. 1/2, p. 1-248, 1993.

FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1). **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2/4, p. 147-191, 1988.

GRADSTEIN, F. M. *et al.* (38 co-autores). A geologic time scale 2004. **Geological Survey of Canada**, Ottawa, 2004. Miscellaneous Report 86. 1 poster.

KEMP, E. M. The palynology of Late Palaeozoic glacial deposits of Gondwanaland. In: GONDWANA SYMPOSIUM, 3., 1975. Canberra. **Proceedings...** Canberra: Australian National University, 1975. p. 397-413.

MARQUES-TOIGO, M. **Palinologia, bioestratigrafia e paleoecologia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil**. 1988. 259 f. Il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988.

MARQUES-TOIGO, M. Palynobiostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana sequence. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7., 1988, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: IUGS, 1991. p. 503-515.

MARQUES-TOIGO, M.; PONS, M. E. 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, 1974. p. 503-515.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-oriental**. 1997. 2 v. Il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, 1997.

MILANI, E. J.; FACCINI, U. F.; SCHERER, C. M.; ARAÚJO, L. M.; CUPERTINO, J. A. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. **Boletim IG-USP**, São Paulo, v. 29, p. 125-173, 1998.

MILANI, J. E.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências de Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.

MÜLLER, H. **Report on palynological results of samples examined from wells in Maranhão**. Salvador: Petrobras. RPBA. DIREX. SETEX, 1962. 72 f. Relatório Interno 229.

NAHUYS, J.; ALPERN, B.; YBERT, J-P. Estudo palinológico e petrográfico de alguns carvões do sul do Brasil. **Boletim Técnico, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 46, p. 3-61, 1968.

PANT, D. D.; SRIVASTAVA, G. K. Some Lower Gondwana miospores from Brazil. **Micropaleontology**, New York, v. 11, n. 4, p. 468-478, 1965.

ROCHA-CAMPOS, A. C.; BASEI, M. A. S.; NUTMAN, A. P.; SANTOS, P. R. Shrimp U-Pb zircon ages of the late Paleozoic sedimentary sequence, Paraná Basin, Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 4., 2007, Armação de Búzios. **Boletim de Resumos...** Armação de Búzios: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2007, p. 33.

ROHN, R.; RÖSLER, O. Middle to Upper Permian phytostratigraphy of the Eastern Paraná Basin. **Revista Universidade Guarulhos, Geociências**, Guarulhos, v. 5, n. esp., p. 69-73, 2000.

RÖSLER, O. The Brazilian eogondwanic floral successions. **Boletim IG-USP**, São Paulo, v. 9, p. 85-91, 1978.

SAAD, A. R. **Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo**. 1977. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

SANTOS, P. R.; ROCHA-CAMPOS, A. C.; CANUTO, P. R. Patterns of late Palaeozoic deglaciation in the Paraná Basin, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 125, p. 165-184, 1996.

SANTOS, R. V.; SOUZA, P. A.; ALVARENGA, C. J. S.; DANTAS, E. L.; PIMENTEL, M. M.; OLIVEIRA, C. G.; ARAÚJO, L. M. Shrimp U-Pb Zircon dating and palinology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. **Gondwana Research**, Osaka, v. 9, p. 456-463, 2006.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1976. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976, v. 1, p. 41-66.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., 1973. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, 1973, v. 1, p. 243-256.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; SINELLI, O.; WERNICK, E.; WU, FU-TAI; PIO FIORI, A. Associações litológicas do Subgrupo Itararé e sua interpretação ambiental. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, p. 131-149, 1977.

SOUZA, P. A. Late Carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 138, p. 9-29, 2006.

SOUZA, P. A.; MARQUES-TOIGO, M. Zona *Vittatina*: marco palinoestratigráfico do Permiano Inferior da Bacia do Paraná. **Ciência Técnica Petróleo**, Seção Exploração de Petróleo, Rio de Janeiro, v. 20, p. 153-159, 2001.

SOUZA, P. A.; MARQUES-TOIGO, M. An overview on the palynostratigraphy of the Upper Paleozoic strata of the Brazilian Paraná Basin. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, nueva serie, Buenos Aires, v. 5, p. 205-214, 2003.

SOUZA, P. A.; MARQUES-TOIGO, M. Progress on the palynostratigraphy of the Permian strata in Rio Grande do Sul State, Paraná Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 77, p. 353-365, 2005.

SOUZA, P. A.; PETRI, S. Reworked palynomorphs in the Upper Carboniferous sediments at Araçoiaba da



Serra (Itararé Subgroup, Paraná Basin), State of São Paulo, Brazil. **Ameghiniana**, Buenos Aires, v. 4, p. 379-385, 1998.

SOUZA, P. A.; VERGEL, M. M.; BERI, A. Pennsylvanian and Permian palynostratigraphy of the Paraná/Chacoparaná basins in Brazil, Argentina and Uruguay: an integrative analysis. **Cuadernos del Museo Mineiro**, Madrid, v. 8. p. 361-366, 2007.

SUNDARAM, D. Observações palinológicas sobre alguns sedimentos do Gondwana Inferior da Bacia do Paraná, Brasil. **Boletim IG-USP**, São Paulo, v. 11, p. 135-142, 1980.

SUNDARAM, D. **Palinologia do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico), Bacia do Paraná, no Estado de São Paulo, Brasil**. 1986. 311 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

TIWARI, R. S.; NAVALE, G. K. B. Pollen and spore assemblage in some coals of Brazil. **Pollen et Spores**, Paris, v. 9, p. 583-605, 1967.

YBERT, J. P. Etude des miospores du Basin Houiller de Candiota-Hulha Negra, Rio Grande do Sul, Bresil. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 5, p. 181-226, 1975.

## autor principal



### Paulo Alves de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Departamento de Paleontologia e Estratigrafia / Instituto de Geociências  
e-mail: [paulo.alves.souza@ufrgs.br](mailto:paulo.alves.souza@ufrgs.br)

Graduado em Geologia (1991), **Paulo Alves de Souza** possui Mestrado em Geociências (Geologia Sedimentar, 1996) e Doutorado em Ciências (Geologia Sedimentar: Paleontologia e Bioestratigrafia, 2000), realizados na Universidade de São Paulo (USP). Entre 1992 e 2002 foi pesquisador científico no Instituto Geológico da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Desde 2002 é professor adjunto e orientador permanente do Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS). Atuou como pesquisador visitante na Universidade de Tübingen, Alemanha. É Presidente da Comissão Diretora da Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología (gestão 2005-2008), vice-diretor do CIGO (Centro de Investigações do Gondwana - gestões 2005-2006, 2007-2008), coordenador do Laboratório de Palinologia do DPE/IG/UFRGS (desde 2002), líder do Grupo de Pesquisa "Bioestratigrafia e Paleoecologia" do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), e membro da Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP), da Asociación Paleontológica Argentina (APA) e da Commission Internationale de la Microflore du Paléozoïque (CIMP). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Palinologia e Paleontologia Estratigráfica, com trabalhos versando sobre palinotaxonomia, bioestratigrafia, palinofácies, paleoambiente e paleoecologia, e diatomáceas de depósitos das bacias do Paraná, Pelotas, Amazonas e Parnaíba.