

PTERIDÓFILAS PECOPTERÓIDES DA FORMAÇÃO RIO DO RASTO NO ESTADO DO PARANÁ E DA FORMAÇÃO ESTRADA NOVA NO ESTADO DE SÃO PAULO (BACIA DO PARANÁ, PERMIANO SUPERIOR)^{1,2}

Rosemarie Rohn³
Oscar Rösler⁴

ABSTRACT

This paper deals with Pteridophyta and Filicophyta from 23 outcrops of the Rio do Rasto Formation in Paraná State and 2 outcrops of the Estrada Nova Formation in São Paulo State (Passa Dois Group, Paraná Basin, Upper Permian). Equivalent fossils have been described previously from only 3 localities of these same stratigraphic units. The fossils occur as impressions of fragmented fronds and pinnae in red, gray and yellowish mudstones, siltstones and fine sandstones. All the better preserved pecopterids correspond to new species: *Pecopteris taguaiensis*, *P. dolianitii*, *P. esperancensis*, *P. bracatingaensis* and *P. cadeadensis*. Other described specimens are considered as *Pecopteris* sp.1, *P. sp.2*, *P. sp.3*, *?Dizeugotheca bortoluzzii* Cazzulo-Klepzig and *?Dizeugotheca* sp.

INTRODUÇÃO

As pteridófilas pecopteróides, que incluem as filicófitas e as pterospermáfitas semelhantes ao morfogênero *Pecopteris*, são relativamente comuns na Formação Rio do Rasto (Grupo Passa Dois, Permiano Superior). Entretanto, ainda não mereceram muitos estudos visando a sua classificação ou aplicação bioestratigráfica. Para esta unidade, as pteridófilas pecopteróides foram anteriormente citadas ou descritas por OLIVEIRA (in HOLDHAUS, 1918), DOLIANITI (1945), MENDES (1954), RÖSLER (1978), CAZZULO-KLEPZIG (1978) e CAZZULO-KLEPZIG & CORREIA (1981). Em relação à Formação Estrada Nova ou Corumbataí (Grupo Passa Dois, Permiano Superior), há somente uma sumária descrição das pteridófilas pecopteróides da região de Laras, SP (RIGBY, 1968).

MAITHY (1977), entre outros autores, observou que as pteridófilas estereis do Gondwana são apenas superficialmente semelhantes a morfogêneros carboníferos do Hemisfério Norte como *Sphenopteris*, *Pecopteris*, *Alethopteris* e *Merianopteris*. Na Índia, as formas es-

tereis estão recebendo novas designações gênicas e específicas, e sua classificação está baseada, respectivamente, no padrão de nervação e na morfologia das pínulas (MAITHY, 1977). Embora admitindo os problemas implícitos em adotar os nomes de *taxa* de outras províncias paleoflorísticas, no presente trabalho, decidiu-se pela utilização do consagrado termo *Pecopteris* devido às dificuldades no reconhecimento das verdadeiras relações filogenéticas entre as espécies. A classificação proposta é meramente artificial, porém adequada aos propósitos da pesquisa em andamento sobre a bioestratigrafia e paleoambiente da Formação Rio do Rasto, onde os resultados deste trabalho serão aplicados. Portanto, com base em 78 exemplares (de um total de 145), coletados em 23 afloramentos da Formação Rio do Rasto no Estado do Paraná e em 2 afloramentos da Formação Estrada Nova no Estado de São Paulo, são descritas as seguintes espécies: *Pecopteris taguaiensis* n. sp., *P. dolianitii* n. sp., *P. esperancensis* n. sp., *P. bracatingaensis* n. sp., *P. cadeadensis* n. sp., *Pecopteris* sp. 1, *P. sp.2*, *P. sp.3*, *?Dizeugotheca bortoluzzii* Cazzulo-Klepzig, 1978 e *?Dizeugotheca* sp.

¹ Contribuição ao Projeto nº 237 ("Gondwana Floras") do Programa Internacional de Correlação Geológica, IUGS-UNESCO.

² Trabalho realizado com o apoio financeiro da FAPESP (Proc. Nº 83/2220-0).

³ Pós-graduanda do IG-USP e Bolsista da FAPESP (Proc. Nº 82/2096-5).

⁴ IG-USP.

MATERIAL E PROCEDÊNCIA

Os fósseis estão preservados como impressões e contra-impressões, sem remanescente de cutícula ou de quaisquer outras substâncias orgânicas. Ocorrem em argilitos e siltitos, em geral, praticamente maciços, compactos, com fratura conchoidal ou com incipiente laminação plano-paralela, ou ainda, em arenitos finos, ligeiramente rítmicos, com laminação gradacional, mais ou menos compactos. Frequentemente, a nervação das pínulas está ressaltada por contraste cromático.

Os afloramentos listados abaixo foram numerados conforme a sigla AF/GP utilizada no Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. As amostras estudadas estão depositadas na coleção paleobotânica do mesmo departamento, sob a sigla GP/3T.

Lista das localidades

- AF/GP 5 - estrada Taquarítuba-Fartura, a cerca de 3km a sudeste de Taquai, Pedreira Velha, Fazenda São Vicente, SP; siltito cinza com carbonato de cálcio; *Pecopteris taguatensis*, *P. dolianitii*.
- AF/GP 7 - estrada Laranjal Paulista-Laras, a 4km de Laras, SP; argilito cor-de-vinho; *Pecopteris taguatensis*.
- AF/GP 157 - estrada Mallet-Dorizon, a cerca de 5,1km a sul de Mallet, PR; siltito cor-de-vinho; *Pecopteris dolianitii*, *Pecopteris cf. P. esperancensis*, *Pecopteris sp.?*, *?Dizeugotheca bortoluzzii*, *?Dizeugotheca sp.*
- AF/GP 168 - estrada Rondinha-Paulo Frontin, a cerca de 400m da BR 476, PR; nível 2; argilito cor-de-vinho; *Pecopteris dolianitii*, *P. esperancensis*, *Pecopteris sp.3*.
- AF/GP 172 - trevo BR 373-BR 277, PR; 2 níveis; siltito cinza e cor-de-vinho; *Pecopteris cf. P. dolianitii*, *Pecopteris cf. P. esperancensis*.
- AF/GP 178 - BR 476, aproximadamente km 206,5, PR; argilito cor-de-vinho; *Pecopteris cf. P. dolianitii*, *Pecopteris sp.1*, *Pecopteris sp.2*.
- AF/GP 179 - BR 476, aproximadamente km 207,2, PR; argilito cor-de-vinho; *Pecopteris sp. (provável P. dolianitii)*.
- AF/GP 185 - estrada Paulo Frontin-Rondinha, a cerca de 16,8km de P. Frontin, PR; argilito siltoso vermelho-esverdeado variegado; *Pecopteris cf. P. dolianitii*.
- AF/GP 186 - estrada Paulo Frontin-Rondinha, a cerca de 12,4km de P. Frontin, PR; argilito cinza-róseo-amarelado; *Pecopteris dolianitii*, *Pecopteris cf. P. dolianitii*.
- AF/GP 187 - estrada Paulo Frontin-Rondinha, a cerca de 7,3km de P. Frontin, PR; siltito argiloso cor-de-vinho; *Pecopteris cf. P. bracingaensis*.
- AF/GP 194 - BR 277, aproximadamente km 303,5, PR; argilito cinza-róseo-amarelado; *Pecopteris dolianitii*, *Pecopteris cf. P. bracingaensis*, *Pecopteris sp.1*.
- AF/GP 197 - BR 373, aproximadamente km 103,8, PR; *P. bracingaensis*, *P. dolianitii*, *P. esperancensis*, *Pecopteris sp.1*, *Pecopteris sp.3*, *?Dizeugotheca sp.*
- AF/GP 200 - estrada Reserva-Cândido de Abreu, a cerca de 31,5km de Reserva, PR; *Pecopteris cf. P. caeadensis*, *Pecopteris dolianitii*.
- AF/GP 201 - estrada Reserva-Cândido de Abreu, a cerca de 33,7km de Reserva, PR; *Pecopteris sp.*
- AF/GP 210 - BR 376 (Rod. do Café), km 264,6, PR; siltito cinza; *Pecopteris dolianitii*, *Pecopteris cf. P. bracingaensis*.
- AF/GP 211 - BR 376, km 266,1, PR; siltito argiloso cor-de-vinho; *P. dolianitii*.
- AF/GP 224 - BR 376, km 296,6, PR; siltito argiloso cinza-esverdeado; *Pecopteris sp.*
- AF/GP 227 - PR 90, aproximadamente km 118,8, PR; siltito roxo; *P. esperancensis*.
- AF/GP 249 - BR 153, km 41,7, PR; siltito cor-de-vinho; *?Dizeugotheca sp.*
- AF/GP 274 - estrada Rio Azul-Mallet, a cerca de 13,9km de Rio Azul, PR; siltito arenoso cinza; *P. dolianitii*.
- AF/GP 275 - estrada Rio Azul-Mallet, a cerca de 1,3km de Mallet, PR; siltito argiloso cor-de-vinho; *Pecopteris sp.1*.
- AF/GP 277 - estrada Rio Azul-Mallet, a cerca de 0,7km de Mallet, PR; siltito argiloso cor-de-vinho; *Pecopteris sp.*
- AF/GP 284 - estrada lateral na altura do km 284,6 da BR 376, a cerca de 3km a leste do entroncamento, PR; siltito amarelado; *P. caeadensis*.
- AF/GP 291 - estrada Mallet-Paulo Frontin, entre 3,3 e 3,6km de Mallet, PR; siltito arenoso levemente carbonático, cor-de-vinho; *Pecopteris sp. (pínulas isoladas)*.
- AF/GP 301 - estrada Reserva-Cândido de Abreu, a cerca de 37,4km de Reserva, PR; siltito argiloso cor-de-vinho; *Pecopteris sp. (pínulas isoladas)*.

SISTEMÁTICA

Um dos principais propósitos da paleobotânica é a escolha dos critérios adequados de classificação dos fitofósseis, por estes geralmente representarem somente frações de um vegetal. WAGNER (1968) elaborou uma chave de classificação de *Alethopteris*, cuja escala de critérios considerados, aparentemente, é a que se ajusta mais satisfatoriamente aos exemplares do gênero *Pecopteris* aqui analisados, embora com a introdução de algumas modificações. Na medida do possível, os principais critérios adotados, em ordem decrescente de importância, são os seguintes: forma da pina; distanciamento entre as pínulas (levando em consideração coalescência lateral, imbricamento, etc.); forma e proporções médias das pínulas; decorrência ou não das nervuras medianas das pínulas; decorrência ou não e padrão geral de encurvamento das nervuras secundárias, padrão de distribuição, densidade relativa e número de nervuras secundárias; e finalmente, caráter e pontos de localização das dicotomias nas nervuras secundárias. Os dados morfométricos são fornecidos na Tabela 1 e explicados na Fig. 1; referem-se apenas às espécies perfeitamente determinadas (não "cf."). Os valores quantitativos na diagnoses das novas espécies têm uma representatividade de pelo menos 70%.

Grupo PTERIDOPHYLLA

Morfogênero *Pecopteris* (Brongniart, 1822)
Sternberg, 1825

Pecopteris taguaiensis n. sp.

Figs. 2, 12 a 15; Tabela 1

Holótipo — GP/3T 1713bA; localidade-tipo: AF/GP 5 — Estrada Taquarituba-Fartura, a cerca de 3km a sudeste de Taguai, Pedreira Velha, Fazenda São Vicente, SP.

Parátipos — AF/GP 5 — GP/3T 1709, 1710A,B, 1711A, 1712a/bA, 1713aD, aE, bB; outro exemplar: AF/GP 7 — GP/3T 1708A.

Epíteto específico — *taguaiensis* refere-se à cidade de Taguai, próxima à localidade-tipo.

Diagnose — Frondes pelo menos bipinadas, com ráquis robusto, apresentando cicatrizes circulares de inserção de pelos relativamente grandes. Pínulas oblongas, com relação comprimento por largura próxima a 7,7, inseridas segundo ângulos entre 43° e 54° no ráquis principal, em posição alterna, próximas entre si ou

até imbricadas. Ápice das pínulas pouco agudo a obtuso, imparipinado e pinatífido. Ráquis das pínulas estriado e provavelmente com carena longitudinal. Pínulas contíguas, inseridas com toda a sua base a quase 90° ao ráquis, em posição freqüentemente oposta, porém também alterna. Forma das pínulas oblonga, com margens laterais inteiras, lisas, aparentemente livres até a base, apresentando relação comprimento por largura normalmente entre 2,4 e 2,9. Ápice das pínulas arredondado, ocasionalmente um pouco encurvado para o lado distal. Nervação das pínulas constituída por nervura mediana decorrente da carena do ráquis, com terminação em dicotomia, e por mais ou menos 8 a 12 nervuras secundárias em cada lado da nervura mediana, geralmente emitidas segundo ângulos entre 50° e 65°, dispostas em densidade não muito alta, opostas (ou subopostas, tendendo levemente ao padrão de distribuição catadrômico); curso das nervuras secundárias quase não decorrente, mais ou menos retilíneo e com uma dicotomia a um terço da distância entre as nervuras medianas e as margens; nervuras resultantes da dicotomia não muito divergentes, retilíneas e paralelas a levemente curvas e côncavas entre si; às vezes, presença de uma segunda dicotomia próxima às margens, desenvolvida no ramo acrosópico do primeiro par dicotômico. Calibre das nervuras das pínulas relativamente fino.

Observações adicionais — As impressões das pínulas apresentam-se bastante convexas nos exemplares de Taguai e quase planas no exemplar de Laras. O caráter decorrente das nervuras medianas foi observado apenas próximo às carenas longitudinais, já no interior dos ráquis das pínulas (aparecendo como sulco nas impressões), dando vazão a interpretar estas carenas como vasos vasculares principais dos ráquis. As nervuras medianas são retas, com leve encurvamento no ápice das pínulas ou apresentam suave zigue-zague conforme a emergência das nervuras secundárias. No exemplar GP/3T 1713bA, ocorrem marcas arredondadas nas áreas interneurais, provavelmente correspondentes a impressões de células. As dimensões são fornecidas na Tabela 1.

Discussão — A forma geral e a disposição das frondes, pínulas e pínulas de *P. taguaiensis* lembram *Dizeugothea waltonii* Archangelsky & de la Sota, 1960; contudo, as pínulas "estéreis" desta espécie ostentam nervuras secundárias não dicotomizadas.

P. taguaiensis apresenta pínulas e ráquis semelhantes a *Pecopteris (Asterotheca?) frenguelli* Archangelsky & de la Sota, 1960

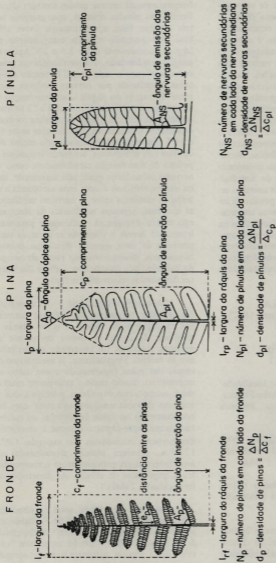


Figura 1 - Representação esquemática de fronde, pina e pínula de pecopteróides hipotéticas, com indicação dos parâmetros quantitativos considerados na caracterização das espécies.

	Peopletaria teguatensis	Peopletaria dibionitisi	Peopletaria esponosa omelia	Peopletaria brosaria garnaria	Peopletaria outlandensis	Peopletaria sp.1	Peopletaria sp.2	Peopletaria sp.3	7. Diagono- staco boy- lanianii	7. Diagono- staco sp.
Lf (mm)	203,7	—	—	>> 85	> 230	—	—	—	—	—
cf (mm)	>> 150	—	—	>> 105	>> 264	—	—	—	—	—
1er (mm)	4,7 a 14,1	—	—	> 13	> 15	—	—	—	—	—
2o (mm)	15,4 a 19,2	—	—	25 a 30	19 a 22	—	—	—	—	—
Ap (°)	43° a 54°	—	—	45° a 50°	< 90°	—	—	—	—	—
Ap (primo/cm)	> 0,54	—	—	> 0,36	> 0,49	—	—	—	—	—
lp (mm)	13,6 a 21,8 8e 16,4 8e 2,0	10,0 a 24,4 8e 11,4 8e 4,7	8,7 a 12,8 8e 11,4 8e 1,5	24,1 a 36,9	13 a 21	15,9 a 24,4 8e 19,0 8e 2,9	14,5 a 19,1	21,9 a 31,9	24	15,2
Cp (mm)	118,0	> 100	>> 25	> 70	> 138	>> 30	> 68	>> 25	>> 60	>> 25
lcp (mm)	0,6 a 2,3 8e 1,2 8e 0,6	0,7 a 2,6 8e 1,5 8e 0,5	0,5 a 1,4 8e 0,8 8e 0,3	2,0 a 3,0	1,5 a 2,5	0,7 a 1,3	0,9 a 1,3	0,9 a 1,7	> 2,0	—
Ap (°)	> 90°	63° a 90°	> 45°	—	—	—	—	—	—	—
Ap1 (°)	72° a 90° 8e 84,60 8e 2,3	40° a 90° 8e 64,90 8e 9,3	54° a 85° 8e 67,90 8e 7,4	55° a 80° 8e 74,30 8e 4,1	70° a 75°	55° a 88° 8e 66,60 8e 9,6	55° a 82°	60° a 80°	70° a 75°	50° a 60°
Np1	44 a 46	> 23	—	> 16	> 37	—	—	—	—	—
dpl (pímulas/cm)	3,0 a 5,1 8e 3,6 8e 0,6	1,9 a 4,4 8e 2,6 8e 0,6	2,4 a 4,8 8e 3,3 8e 0,7	2,1 a 2,2	> 2,2	2,1 a 3,1 8e 2,7 8e 0,3	2,1 a 2,9	1,4 a 1,6	2,1	2,8
lp1 (mm)	1,6 a 4,2 8e 2,8 8e 0,7	1,8 a 4,5 8e 3,4 8e 0,7	2,4 a 3,1 8e 2,9 8e 0,3	4,1 a 5,8 8e 4,7 8e 0,6	3,8 a 4,2	2,4 a 3,6 8e 3,1 8e 0,4	2,1 a 4,1 8e 3,1 8e 0,7	4,6 a 5,5 8e 4,9 8e 0,3	3,8 a 6,0	2,5 a 3,6 8e 3,2 8e 0,4
cp1 (mm)	5,7 a 10,6 8e 7,6 8e 1,3	4,8 a 13,4 8e 9,7 8e 2,7	4,8 a 7,7 8e 5,9 8e 1,0	11,7 a 18,4 8e 15,9 8e 2,7	7,7 a 9,6	9,0 a 13,6 8e 9,5 8e 0,9	8,2 a 11,7 8e 9,5 8e 1,6	11,7 a 22,7 8e 17,5 8e 4,5	12,6 a > 15,0	5,5 a > 8,0
Cpl / lp1	2,0 a 3,2 8e 2,7 8e 0,4	1,8 a 4,1 8e 2,8 8e 0,5	1,6 a 2,4 8e 2,0 8e 0,2	2,9 a 4,1 8e 3,5 8e 0,5	> 2,5	2,9 a 3,9 8e 3,2 8e 0,4	2,5 a 4,0 8e 3,2 8e 0,4	2,3 a 4,7 8e 3,6 8e 1,0	2,9 a 3,3	1,9 a 2,2
Ang (°)	37° a 74° 8e 57,60 8e 4,6	50° a 70° 8e 53,90 8e 8,2	32° a 77° 8e 55,40 8e 8,9	54° a 70° 8e 64,80 8e 3,3	35° a 55°	46° a 70° 8e 55,90 8e 6,6	30° a 75° 8e 57,60 8e 9,1	30° a 75° 8e 49,60 8e 5,6	—	—
Nes	8 a 12 8e 10,0 8e 1,9	7 a 10 8e 9,5 8e 0,5	7 a 10 8e 9,5 8e 0,5	15 a 20 8e 17,9 8e 1,9	10 a 12	10 a 12 8e 11,5 8e 0,9	10 a 15 8e 11,5 8e 1,7	15 a 19	—	—
Ang (NS/mm)	0,97 a 1,73 8e 1,31 8e 0,26	0,96 a 2,06 8e 1,46 8e 0,35	0,98 a 1,74 8e 1,49 8e 0,28	0,87 a 1,32 8e 1,12 8e 0,16	> 1,25 a 1,54	1,04 a 1,32 8e 1,17 8e 0,13	0,85 a 1,58 8e 1,17 8e 0,30	0,82 a 0,83	—	—
N	10	15	7	5	1	5	3	5	4	5

8e - média; cm - desvio padrão; N - número total de exemplares (não número total de dados considerados para cada parâmetro de tabela)

Tabela 1 - Valores medidos e calculados para os exemplares estudados, símbolos explicados em Fig. 1

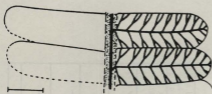


Figura 2 — *Pecopteris taguaiensis* n. sp., holótipo, afloramento AF/GP 5, exemplar GP/3T 1713bA, escala = 3mm.

quanto à forma e à distribuição, e também nervuras finas, com uma dicotomia nas nervuras secundárias. Distingue-se pelo número maior e densidade mais alta de nervuras secundárias, pela sua emergência segundo ângulos mais abertos, pelo seu encurvamento menos acentuado, pelo padrão catadrômico pouco desenvolvido e pela falta de coalescência lateral na base das pínulas.

RIGBY (1968) descreveu um exemplar determinado como *P. paranaensis* Read, 1941, procedente de Laras, praticamente idêntico ao exemplar aqui analisado, coletado na mesma localidade. Ambos não têm as margens das pínulas bem preservadas, implicando na ilusão de que estão mais afastadas entre si, com exceção da sua região basal. *P. taguaiensis*, de fato, apresenta pinas semelhantes a *P. paranaensis*, conforme a sua diagnose original. Entretanto, as ilustrações desta espécie em READ (1941, Est. 2, figs. 3 e 5) não permitem comparações mais efetivas, percebendo-se apenas que suas nervuras secundárias são claramente alternas na base das pínulas, suas dicotomias ocorrem próximas às nervuras medianas e seus respectivos ramos são relativamente divergentes, ao contrário dos exemplares aqui descritos.

Pecopteris dolianitii n. sp.
Figs. 3, 16 a 23; Tabela 1

Holótipo — GP/3T 1669a/b/cA; localidade-tipo: AF/GP 197 — BR 373, aproximadamente km 103,8, entre Prudentópolis e Relôgio, PR.

Parátipos — AF/GP 197 — GP/3T 1667aA, 1719A, 1720a/bA; outros exemplares: AF/GP 157 — GP/3T 546aC; AF/GP 168 — GP/3T 1715, 1716; AF/GP 186 — GP/3T 1717; AF/GP 194 — GP/3T 1718B; AF/GP 210 — GP/3T 1722a/cA, 1724aA, bB; AF/GP 211 — GP/3T 1721a/bA; AF/GP 274 — GP/3T 1756; AF/GP 5 — GP/3T 1726; exemplares considerados co-

mo *Pecopteris* cf. *P. dolianitii*: AF/GP 172 — GP/3T 1661, 1727, 1728a; AF/GP 178 — GP/3T 1743gG; AF/GP 185 — GP/3T 1730; AF/GP 186 — GP/3T 1731C; AF/GP 200 — GP/3T 1732A; AF/GP 210 — GP/3T 1723A, 1725A, B, C.

Epíteto específico — *dolianitii*, em memória ao saudoso paleobotânico brasileiro Elias Dolianiti.

Diagnose — Pinas suavemente oblongo-lanceoladas, retíneas, com ápice tendendo a pinatífido, mais ou menos acuminado, imparipinado. Ráquis das pinas apresentando, como principal característica, um sulco longitudinal. Pínulas comumente em posição alterna, bastante próximas umas das outras, coalescidas ou justapostas na porção basal, formando ângulos normalmente de 55° a 75° em relação ao ráquis. Forma das pínulas oblonga, levemente falciforme com margens inteiras, lisas, paralelas até mais ou menos próximo ao ápice, tendo relação comprimento por largura geralmente entre 2,4 e 3,6. Ápice das pínulas arredondado a agudo-arredondado; base toalmente atada ao ráquis. Nervação das pínulas representada por nervura mediana não decorrente, com terminação apical aparentemente em dicotomia, e por aproximadamente 10 a 15 nervuras secundárias de calibre grosso em cada lado da pínula, em grande densidade, com padrão de distribuição catadrômico na porção basal das pínulas, porém já ocorrendo opostas mais ou menos a partir da porção média. Nervuras secundárias ligeiramente decorrentes, emitidas segundo ângulos não muito agudos, via de regra, apresentando uma dicotomia à pequena distância da nervura mediana, às vezes, com uma segunda dicotomia próximo às margens, desenvolvida apenas nos ramos acrocópicos das primeiras; dicotomias formadas por pares de nervuras assimétricas, um pouco mais divergentes somente após o ponto de bifurcação, senão quase paralelas, pouco afastadas entre si, suavemente encurvadas, atingindo as margens laterais quase ortogonalmente.

Observações adicionais — As porções mais próximas das pinas tendem a apresentar margens quase paralelas. O ráquis, além do sulco longitudinal que ocupa aproximadamente 1/4 da sua largura, apresenta ainda estriações e possivelmente cicatrizes de inserção de pelos (GP/3T 1722a/cA). A coalescência basal entre as pínulas ou, pelo menos, sua justaposição muitas vezes não é perceptível por falta de preservação adequada. Em alguns exemplares (GP/3T 546aC, Fig. 22; GP/3T 1721a/bA), as pínulas

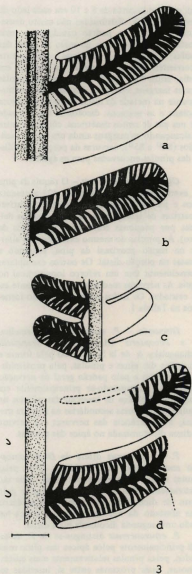


Figura 3 — *Pecopteris dolianitii* n. sp., escala = 3mm: (a) holótipo, afloramento AF/GP 197, exemplar GP/3T 1669aA; (b) afloramento AF/GP 168, exemplar GP/3T 1715; (c) afloramento AF/GP 168, exemplar GP/3T 1716; (d) afloramento AF/GP 186, exemplar GP/3T 1717.

ocorrem convexas, com as margens encurvadas para a face abaxial; nestes casos, o espaço relativamente largo deixado entre a impressão da provável porção abaxial e a "moldura" correspondente ao perfil da impressão da porção abaxial sugere limbo mais ou menos espesso e/ou margens das pínulas enroladas sobre si mesmas. As nervuras medianas estreitam-se para o ápice; às vezes, exibem estrias longitudinais; freqüentemente, apresentam as bordas em forma de guirlandas devido ao caráter um pouco decorrente das nervuras secundárias; o exemplar GP/3T 1724aA expõe nervuras medianas com aspecto decorrente em apenas um lado da pínula, possivelmente como resultado de uma torção do ráquis. Devido ao calibre bastante grosso das nervuras secundárias e à sua densidade relativamente grande, as áreas interneurais geralmente são muito estreitas, em forma de vírgula. Em alguns exemplares (GP/3T 1667aA, Fig. 21, 1719A, 1720a/bA), os ramos das dicotomias das nervuras secundárias aparentam estar fundidos entre si, provavelmente devido ao seu achatamento por compactação dos sedimentos e calibre grosso. O exemplar GP/3T 1667aA (Fig. 21) apresenta impressões de células alongadas preservadas nas regiões das nervuras e de células mais arredondadas nas regiões intermediárias. As dimensões dos representantes desta espécie são fornecidos na Tabela 1.

Discussão — *P. dolianitii* apresenta algumas feições semelhantes a *Santhalea bansloienensis* Maithy, 1977, como a forma geral e a disposição das pínulas, coalescência na base e, em alguns casos, a nervação secundária; no entanto, distingue-se pela nervação muito mais robusta e um pouco menos densa, pela nervura mediana não decorrente, pela presença de sulco ao invés de carena no ráquis e pelo tamanho menor das pínulas. Em *S. bansloienensis* há pínulas com nenhuma ou até duas dicotomias nas nervuras secundárias, o que poderia eventualmente ser observado em frondes mais completas de *P. dolianitii*.

O exemplar Am.Pb. 175 de um afloramento da Formação Rio do Rasto, determinado como *P. pedrasica* Read, 1941 em CAZZULO-KLEPZIG (1978), poderia corresponder a *P. dolianitii*, apesar da forma mais pronunciadamente falciforme das pínulas, com margens incompletas (e não lobadas!), sua nervação secundária parece idêntica à dos exemplares aqui estudados. Portanto, não pode ser considerado como *P. pedrasica*, cujas principais características são: pínulas retilíneas de margens lobadas e nervuras secundárias com 3 dicotomias (READ, 1941). Outras observações sobre *P. pedrasica*

são apresentadas na discussão de *Pecopteris* sp.3 deste trabalho.

O espécime GP/3T 1716 (Figs. 3c, 23) de *P. dolianitii*, quanto à nervação, assemelha-se ao exemplar da Formação Irati estudado por BORTOLUZZI (1975) e classificado como *Pecopteris* sp.; no entanto, é distinto em relação à presença de sulco ao invés de carena no ráquis, posição menos contígua das pínulas, ângulo mais agudo de inserção das pínulas e tamanho um pouco menor.

Os exemplares analisados distinguem-se das demais pecopterídeas gonvânicas conhecidas, mesmo considerando a sua relativa simplicidade. *P. dolianitii* é a espécie mais freqüente nos afloramentos estudados e pode estar relacionada a outras espécies descritas como *P. braccatigaensis*, *P. esperancensis* ou *Pecopteris* sp.3. Por outro lado, *P. dolianitii* é uma espécie bastante abrangente e talvez haja a necessidade de desdobrá-la em outras, dependendo da coleta de exemplares mais completos e melhor preservados.

Pecopteris esperancensis n. sp.

Figs. 4, 41, e 42; Tabela 1

Holótipo – GP/3T 1650a/bC; localidade-tipo: AF/GP 227 – PR 90, aproximadamente km 118,8, entre Sapopema e São Jerônimo da Serra, PR.

Outros exemplares – AF/GP 168 – GP/3T 1733, 1734A, B, C, 1735a/b; AF/GP 197 – GP/3T 1736a/bA; exemplares considerados como *Pecopteris* cf. *P. esperancensis*: AF/GP 157 – GP/3T 545bE; AF/GP 172 – GP/3T 1738b; AF/GP 178 – GP/3T 1737A.

Epíteto específico – *esperancensis* refere-se à região de procedência do holótipo, conhecida por Esperança, entre Sapopema e São Jerônimo da Serra, PR.

Diagnose – Pinas lanceoladas, estreitas, retilíneas, com ápices muito agudos, imparipinados, pinatifidos. Ráquis geralmente estreitos e estriados. Pínulas dispostas alternadamente, formando normalmente ângulos de 60° a 75° com o ráquis, contíguas e imbricadas, coalescidas lateralmente na base, apresentando forma oblonga, pouco falsiforme, com margens inteiras, lisas, subparalelas, ápice arredondado e razão comprimento por largura, na maioria dos casos, entre 1,8 e 2,2. Nervura mediana das pínulas estreita e decorrente, com terminação aparentemente em dicotomia. Nervuras secundárias caracterizadas por calibre mais ou menos

fino, ocorrendo cerca de 8 a 10 em cada lado da nervura mediana, distribuídas não muito densamente conforme o padrão catadrômico, mas opostas um pouco antes do meio ao ápice das pínulas; nervuras secundárias nitidamente decorrentes, emitidas segundo os ângulos, em média, entre 45° e 65°, um pouco encurvadas para as margens, com uma dicotomia aproximadamente na metade da distância entre a nervura mediana e as margens; dicotomia representada por um par de ramos simétricos, côncavos entre si, alcançando as margens ainda um pouco inclinados (80° a 85°), nervuras da porção mais distal das pínulas encurvadas para os ápices.

Observações adicionais – O ráquis da pina do exemplar GP/3T 1736 (Fig. 42) apresenta sulco e pontos irregulares de origem discutível (cicatrizes de inserção de pelos ou marcas deixadas por pequenas concreções de óxidos de ferro). As pínulas do mesmo exemplar são alternas na região proximal da pina, passando a opostas na porção distal. Os outros exemplares possivelmente têm um reforço longitudinal no ráquis. As nervuras medianas ocasionalmente estão estriadas. Os dados quantitativos são fornecidos na Tabela 1.

Discussão – *P. esperancensis* assemelha-se a *Pecopteris* (*Asterotheca*?) *frenguelli* Archangelsky & de la Sota, 1960 pela forma e dimensões das pinas e pínulas, pela proximidade das pínulas e pelo padrão geral da nervação secundária, distinguindo-se principalmente em relação aos ângulos de inserção das pínulas no ráquis e das nervuras secundárias na nervura mediana, à decorrência das nervuras e à nervura mediana dicotomizada no ápice das pínulas.

P. esperancensis difere de *Dichotomopteris ansoloioides* Pant & Misra, 1983, pelas pínulas menos próximas entre si, as quais são relativamente mais estreitas e menores, e pelo ponto de dicotomia das nervuras secundárias mais afastado da nervura mediana, nunca havendo uma segunda dicotomia mais distal.

P. esperancensis distingue-se de *P. dolianitii* principalmente pelos ápices das pinas mais agudos, pelas pínulas relativamente mais curtas, menores, mais próximas entre si, inseridas segundo ângulos um pouco mais abertos, pela nervura mediana fina e decorrente e pelo número menor de nervuras secundárias, as quais apresentam ramos dicotômicos mais abertos e simétricos na metade do curso, com calibre mais fino, e menor encurvamento para as margens.

O espécime de *Pecopteris* da Formação Rio do Rasto ilustrado em MENDES (1954,

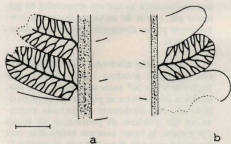


Figura 4 — *Pecopteris esperancensis* n. sp., escala = 3mm: (a) holótipo, afloramento AF/GP 227, exemplar GP/3T 1650bC; (b) afloramento AF/GP 168, exemplar GP/3T 1734B.

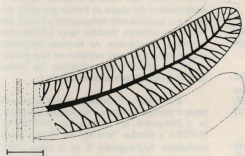


Figura 5 — *Pecopteris bractin-gensis* n. sp., afloramento AF/GP 197, exemplar GP/3T 1669bB, escala = 3mm.

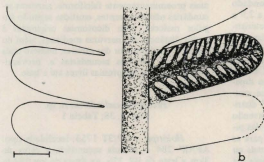
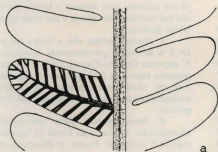


Figura 6 — *Pecopteris cadeaden-sis* n. sp., holótipo, afloramento AF/GP 284, exemplar GP/3T 1753, escala = 3mm: (a) impressão da superfície adaxial; (b) impressão da superfície abaxial.

Est. 1, fig. 1) é muito semelhante ao exemplar GP/3T 1736a/bA do presente estudo, devendo ser incluído em *P. esperancensis*.

O exemplar Am.Pb.133 ilustrado em CAZZULO-KLEPZIG (1978) e considerado como *Pecopteris* sp.II também deve corresponder a *P. esperancensis*, pois quase todos os seus aspectos diagnósticos estão representados. Na fotografia do exemplar mencionado não são visíveis as duas dicotomias sucessivas das nervuras secundárias citadas na sua descrição.

Pecopteris bracingensis n. sp.

Figs. 5, 24 a 27; Tabela 1

Holótipo – GP/3T 1740a/cA; localidade-tipo: AF/GP 197 – BR 373, aproximadamente km 103,8, entre Prudentópolis e Relógio, PR.

Parátipos – AF/GP 197 – GP/3T 1667bB, 1669 a/bB, 1739, 1740; exemplares considerados como *Pecopteris* cf. *P. bracingensis*: AF/GP 187 – GP/3T 1741; AF/GP 210 – GP/3T 1714a/b; AF/Gp 194 – GP/3T 1718A.

Epíteto específico – *bracingensis* refere-se ao Rio Bracinga, cujas cabeceiras estão localizadas próximo à localidade-tipo.

Diagnose – Frondes pelo menos bipinadas, com ráquis apresentando cicatrizes de inserção de pelos. Pinas em disposição alterna, lateralmente bastante imbricadas, formando ângulos de 45° a 50° com o ráquis da fronde. Forma das pinas aproximadamente triangular (ápices desconhecidos). Ráquis das pinas estriadas longitudinalmente, com incipiente sulco mediano. Pínulas alternas ou raramente opostas, bastante próximas entre si, porém aparentemente livres até a base, inseridas segundo ângulos entre 70° e 80° em relação aos ráquis das pinas. Forma das pínulas oblonga, falciforme, com margens inteiras e lisas, ápice arredondado e razão comprimento por largura igual a 2,9 a 4,1. Nervuras medianas das pínulas caracteristicamente não decorrentes, bastante afiladas para o ápice, terminando em duas nervuras simétricas, cada uma, por sua vez, com uma dicotomia. Nervuras secundárias bastante robustas, estreitas, muito próximas entre si, em número superior a 15 em cada lado da nervura mediana, emitidas segundo ângulos entre 60° e 70° distribuídas do modo catadrômico, porém ocorrendo opostas um pouco além da porção média das pínulas; nervuras ligeiramente encurvadas para as margens, apresentando uma dicotomia mais ou menos na metade do seu curso e, às vezes, na porção média das pínulas, uma segunda dicoto-

mia desenvolvida na nervura acroscópica do primeiro par; ramos de ambas as dicotomias normalmente pouco divergentes, paralelos e côncavos entre si.

Observações adicionais – As margens laterais das pinas, próximo à base, formam um ângulo de 45° a 50° entre si. A ausência de coalescência lateral entre as pínulas ou de justaposição não está totalmente comprovada, podendo ser um problema de preservação. Os ápices das pínulas, às vezes, ocorrem imbricados, mas provavelmente não durante a vida do vegetal. O recobrimento do ráquis da fronde por parte das pinas e o pronunciado imbricamento lateral das pinas possivelmente também estão relacionados a fatores tafonômicos. As nervuras medianas, vez ou outra, aparecem estriadas ou com preservação de células pouco distintas. Os dados quantitativos são indicados na Tabela 1.

Discussão – *P. bracingensis* apresenta pinas e pínulas de forma e disposição semelhante a *Pecopteris* sp. descrita em ARRONDO (1972) e a pínulas “estéreis” de *Dizegotheca neuburgiae* Archangelsky & de la Sota, 1960; no entanto, difere pelas dimensões significativamente maiores, pelo número e ângulo de emissão das nervuras secundárias e por estas apresentarem dicotomias.

P. bracingensis tem a forma das pínulas e a nervação aparentemente semelhante a *P. opposita* Cazzulo-Klepzig, 1978; contudo, na primeira espécie, a distância entre as pínulas parece ser relativamente menor e o caráter de posicionamento oposto das pínulas não é obrigatório.

P. bracingensis pode eventualmente corresponder a pinas mais basais de frondes da espécie *P. dolianitii*. Porém, as diferenças atualmente observadas são consideradas significativas e suficientes para discernir as espécies: forma mais proeminentemente falciforme, nervuras secundárias não decorrentes, emitidas segundo ângulos maiores, com dicotomias originadas à maior distância das nervuras medianas, além do tamanho médio maior das pínulas, número mais elevado de nervuras secundárias e, provavelmente, margens das pínulas livres até a base.

Pecopteris cadeadensis n. sp.

Figs. 6, 38; Tabela 1

Holótipo – GP/3T 1753; localidade-tipo: AF/GP 284 – estrada secundária a cerca de 3km a leste da BR 376, na altura do km 284,6, PR.

Exemplar considerado como *Pecopteris*
cf. *P. cadeadensis* - AF/GP 200 - GP/3T 1752.

Epíteto específico - *cadeadensis* refere-se à Serra do Cadeado, onde foi coletado o holótipo da espécie.

Diagnose - Frondes pelo menos bipinadas, com ráquis robustos, exibindo cicatrizes mais ou menos triangulares de inserção de pelos. Pinas aparentemente alternas e inseridas segundo ângulos provavelmente quase retos, apresentando forma oblonga de grande comprimento (ápice das pinas desconhecido, supostamente mais ou menos agudo e imparipinado). Ráquis das pinas proeminente, expondo cicatrizes de inserção de pelos na provável superfície abaxial e uma carena na adaxial. Pínulas inseridas aos ráquis segundo ângulos entre 70° e 75° , geralmente ocorrendo opostas ou também alternas, próximas entre si e com as margens laterais justapostas ou coalescidas na região basal. Forma das pínulas oblonga, praticamente simétrica e retilínea, com ápice arredondado, margens laterais inteiras e lisas, base totalmente atada ao ráquis, apresentando razão de comprimento por largura, em média, igual a 2,5. Nervura mediana das pínulas sempre arrematada com uma dicotomia, caracterizando-se, na suposta superfície abaxial, por acentuada robustez, base um pouco decorrente, relativamente larga, ápice muito adelgado, com pequenas cicatrizes de inserção de pelos, e na provável superfície adaxial, aparecendo mais estreita, em suave zigue-zague, com possível carena. Nervuras secundárias, sempre em número igual a 10-12 em cada lado da nervura mediana, emitidas segundo ângulos entre 35° e 55° , pouco decorrentes, quase retilíneas, ligeiramente encurvadas para as margens, relativamente afastadas entre si, com padrão de distribuição marcadamente catadrômico, aparecendo opostas somente na região apical das pínulas. Dicotomias nas nervuras secundárias originadas à pequena distância da nervura mediana, resolvendo-se em ramos muito próximos entre si e quase paralelos, porém, na região apical das pínulas, dicotomias posicionadas mais afastadas da nervura mediana e caracterizadas por ramos mais divergentes e concavos entre si.

Observações adicionais - O holótipo tem pinas bem preservadas, entretanto, há dobras ou rupturas nas regiões de inserção dos seus ráquis aos ráquis das frondes. A impressão da superfície supostamente abaxial (Fig. 38c) das pínulas ocorre um pouco convexa; suas áreas interneurais aparecem como proeminências estreitas,

mais ou menos gutiformes alongadas, formando, em conjunto, um padrão de aspecto pinado. A provável superfície adaxial (Fig. 38a) ocorre quase plana a côncava nas impressões, sem grandes contrastes de relevo entre as áreas interneurais e as nervuras (também preservadas em depressão); a forma em zigue-zague das nervuras medianas é condicionada pelos pontos de emissão das nervuras secundárias. Nas impressões de ambas as superfícies, na base e na porção média das pínulas, as nervuras secundárias muitas vezes têm os ramos dicotômicos virtualmente não individualizados, provavelmente devido ao seu achatamento durante a compactação, sendo perceptíveis, na maioria dos casos, em virtude do aumento da largura das depressões correspondentes às impressões das nervuras ao longo do seu curso. Na impressão da suposta superfície abaxial, estas depressões aparecem retilíneas a ligeiramente convexas com relação à nervura mediana, porém côncavas na superfície adaxial. As dimensões são fornecidas na Tabela 1.

Discussão - A interpretação a respeito das superfícies abaxiais e adaxiais das pínulas baseia-se na coincidência dos valores numéricos e das principais características morfológicas nos exemplares nas duas situações, encontrados no mesmo nível da amostra. A identificação de uma ou de outra superfície está fundamentada no fato de a nervação e os ráquis geralmente sobressaírem mais na face abaxial e a superfície convexa das pínulas normalmente representar a porção adaxial. O problema do padrão de encurvamento aparentemente distinto das nervuras secundárias de uma para a outra face deve ser ilusório. Este aspecto reflete, possivelmente, algumas diferenças na eficiência do decalque ou no próprio calibre dos ramos dicotômicos acrocópicos em relação aos basicópicos, variando conforme a face do limbo. Pode haver influência de deformações e exagero na reprodução de certas feições do limbo original devido a fatores tafonômicos.

Pecopteris sp. em CAZZULO-KLEPZIG & CORREIA (1981) tem pínulas de forma e tamanho semelhante a *P. cadeadensis*, possivelmente correspondendo à mesma espécie. Suas nervuras secundárias aparecem melhor preservadas, com uma dicotomia mais evidente. Se a identidade das formas for confirmada, o ápice das pinas de *P. cadeadensis* (não preservado no holótipo) seria comprovadamente imparipinado e mais ou menos agudo.

P. cadeadensis distingue-se de *P. dolianitii* por apresentar pinas de forma oblonga, pínulas

mais retilíneas e de margens menos paralelas, decorrência mais pronunciada das nervuras medianas, presença de carenas ao invés de sulcos nos ráquis das pinas, traçado mais retilíneo das nervuras secundárias e ramos dicotômicos das nervuras menos divergentes.

Os exemplares GP/3T 1667aA, 1720a/bA e principalmente GP/3T 1719A, considerados como *P. dollaniti*, assemelham-se a *P. cadeadensis* pelos ramos das dicotomias virtualmente não separados, porém se diferenciam pela forma das pinas mais lanceolada e pela forma das pínulas mais oblonga e falciforme.

Pecopteris sp.1

Fig. 7, 28 e 29; Tabela 1

Exemplares e procedência - AF/GP 185 - GP/3T 1754a/bA; AF/GP 178 - GP/3T 1742A, 1743aA AF/GP 194 - GP/3T 1744A; AF/GP 275 - GP/1T 1391c/dF.

Descrição - *Pecopteris* sp.1 corresponde a fragmentos de pinas, possivelmente não todos pertencentes à mesma espécie (de forma lanceolada no exemplar GP/1T 1391c/dF, Fig. 29). O ráquis aparentemente tem estrias. As pínulas inserem-se com toda a sua porção basal ao ráquis, segundo ângulos entre 55° e 75°; ocorrem alternas nos exemplares GP/1T 1391c/dF e GP/3T 1743aA e aparecem relativamente afastadas umas das outras (distância entre as pínulas igual a cerca de 1/3 de sua largura). As pínulas são oblongas, quase retilíneas, levemente encurvadas para a porção distal, com margens inteiras, lisas e ápice arredondado. As nervuras medianas são estreitas, possivelmente decorrentes e terminadas em dicotomia no exemplar GP/3T 1754a/bA (Fig. 28). As nervuras secundárias dispõem-se relativamente afastadas entre si, em número de 10 a 12 em cada lado da pínula, opostas a subopostas, e são emitidas aos ângulos entre 50° e 60°. Caracterizam-se por uma dicotomia originada praticamente junto à nervura mediana, formada por ramos muito pouco divergentes e quase paralelos, às vezes, aparecendo nos fósseis como uma única estrutura alargada e um pouco encurvada em direção às margens laterais das pínulas. As áreas interneurais apresentam forma mais ou menos retangular ou trapezoidal, sem diferença de relevo acentuada em relação às nervuras. Particularmente no exemplar GP/3T 1754a/bA (Fig. 28) há um aparente e sutil imbricamento destas áreas, da base para o ápice das pínulas. Os dados quantitativos de *Pecopteris* sp.1 são indicados na Tabela 1.

Discussão - Entre as espécies de pecopte-

rídeas conhecidas do Gondwana, nenhuma apresenta características suficientemente semelhantes a *Pecopteris* sp.1 que valha ser citada. *Pecopteris* sp.1 difere de *P. dollaniti* pelo maior afastamento entre as pínulas, pela nervação de calibre mais fino, pelos ramos dicotômicos das nervuras menos divergentes e pelas áreas interneurais mais largas, não em forma de vírgula. Distingue-se de *P. cadeadensis* quanto à forma das pínulas e seu distanciamento, à nervura mediana mais estreita e às áreas interneurais um pouco mais largas. Exemplares melhor preservados, provavelmente, permitirão erigir outra espécie nova.

Pecopteris sp.2

Figs. 8, 39 e 40; Tabela 1

Exemplares e procedência - AF/GP 157 - GP/3T 547A, 551; AF/GP 178 - GP/3T 1747A, 1748B, C; exemplar considerado como *Pecopteris* cf. *P.* sp.2: AF/GP 194 - GP/3T 1749a/bA.

Descrição - *Pecopteris* sp.2 abrange fragmentos de pinas de margens paralelas (e uma pínula isolada: GP/3T 547A), com ráquis aparentemente estriados. As pínulas ocorrem em posição alterna, inseridas segundo ângulos entre 55° e 82°, apresentando forma levemente falciforme, oblonga, proximalmente mais larga, com margens laterais nitidamente coalescidas na região basal, inteiras e lisas na porção média, e ápice estreito e arredondado; as margens no lado basiscópico das pínulas apresentam curvatura suave, praticamente constante da base ao ápice; porém, no lado acroscópico, são mais encurvadas, principalmente na porção proximal da pínula, encontrando-se perpendiculares ou obtusas em relação ao ráquis. No exemplar GP/3T 1747A (Fig. 40), as impressões das pínulas ocorrem relativamente convexas. As nervuras medianas aparecem mais ou menos estreitas ou obtusas, pouco ou não decorrentes, com terminação aparentemente em dicotomia. As nervuras secundárias ocorrem mal preservadas, em número de 12 a 15 em cada lado da pínula, apresentam calibre mais ou menos fino; distribuem-se conforme o padrão catadrômico, porém aparecem opostas a partir da porção média das pínulas; são emitidas segundo ângulos entre 50° e 55° (ou até 73° no exemplar GP/3T 547A). No exemplar GP/3T 1747A (Fig. 40), as nervuras secundárias são caracterizadas por uma dicotomia bastante próxima à nervura mediana, com ramos dicotômicos relativamente divergentes e frequentemente côncavos entre si,

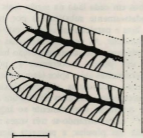


Figura 7 — *Pecopteris* sp.1, afloramento AF/GP 185, exemplar GP/3T 1754bA, escala = 3mm.

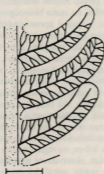


Figura 8 — *Pecopteris* sp.2, afloramento AF/GP 178, exemplar GP/3T 1747A, escala = 3mm.

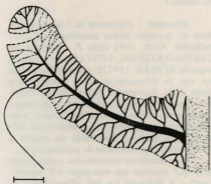


Figura 9 — *Pecopteris* sp.3, afloramento AF/GP 168, exemplar GP/3T 1745aA, escala = 3mm.

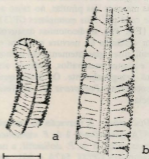


Figura 10 — *Dizygotheca* sp., escala = 3mm: (a) afloramento AF/GP 157, exemplar GP/3T 546aB; (b) afloramento AF/GP 197, exemplar GP/3T 1667C.

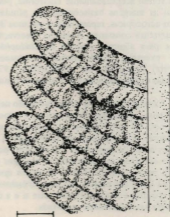


Figura 11 — *Dizygotheca bartoluzzii* Cazzulo-Kiepzig, afloramento AF/GP 157, exemplar GP/3T 1751aA, escala = 3mm.

encurvados para as margens; esporadicamente há uma segunda dicotomia mais ou menos próxima às margens das pínulas, no ramo acroscópico de cada par. Nos exemplares GP/3T 547A e 551 (Fig. 39), as dicotomias desenvolvem-se à maior distância da nervura mediana e os ramos resultantes aparentemente são menos divergentes e menos encurvados, podendo atingir as margens ortogonalmente. Os dados quantitativos respectivos a *Pecopteris* sp.2 são fornecidos na Tabela 1.

Discussão – A nervação do exemplar GP/3T 1747A assemelha-se à de *P. esperancensis* e, em alguns casos, à de *P. dolianitii*; a nervação dos exemplares GP/3T 547A e 551, aparentemente, é similar ao padrão apresentado pelo exemplar GP/3T 546aC, considerado como *P. dolianitii*. A principal feição que distingue *Pecopteris* sp.2 das espécies mencionadas é a forma das pínulas e sua evidente união lateral nas bases. *Pecopteris* sp.2, à primeira vista, é semelhante ao gênero *Alethopteris* (WAGNER, 1968) devido à coalescência basal das pínulas e sua forma acentuadamente falciforme, porém possui as margens basicólicas das pínulas, e não as acrocólicas, representadas por uma linha de curvatura constante. A mesma observação é válida para algumas espécies de *Cladophlebis* (por exemplo, *Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli, em ARRONDO, 1972), além das diferenças quanto à forma das pínulas, etc.

Exemplares melhor preservados são necessários para caracterizar *Pecopteris* sp.2 como espécie nova ou para verificar se a forma não seria resultante, por exemplo, de ressecamento das frondes antes da deposição. Tal processo poderia ter enrolado ou envergado as margens dos limbos para a porção abaxial de modo que as porções livres das pínulas ficassem virtualmente mais estreitas e mais afastadas entre si e a coalescência basal aparecesse ressaltada.

Pecopteris sp.3

Figs. 9, 35 a 37; Tabela 1

Exemplares e procedência – AF/GP 168 – GP/3T 1745a/cA, aB, a/dD, bE; AF/GP 197 – GP/3T 1746A.

Descrição – Em *Pecopteris* sp.3, as pinas ocorrem muito fragmentadas. O ráquis é finamente estriado. As pínulas estão inseridas ao ráquis ao ângulo de 60° a 80°, em posição alterna a oposta, muito próximas entre si e coalescidas lateralmente na região basal. As pínulas são pouco a acentuadamente falciformes; exibem 2

ou 3 lobos em cada lado na região mais proximal, gradativamente substituídas por margens inteiras, lisas e paralelas até o ápice, este de forma arredondada. As nervuras medianas são estriadas, relativamente largas na porção basal das pínulas, um pouco decorrentes e, possivelmente, persistentes até o ápice (sem dicotomia). As nervuras secundárias são complexas, um pouco decorrentes, emitidas da nervura mediana quase retilíneas, normalmente ao ângulo de 45° a 55°, dicotomizando-se três vezes na porção média das pínulas; a primeira dicotomia ocorre mais ou menos próximo à nervura mediana, originando pares de ramos bastante divergentes; a segunda dicotomia é gerada do ramo acroscópico da primeira, ainda à pequena distância da nervura mediana, derivando pares de nervuras um pouco menos divergentes e mais ou menos paralelos ao ramo basicóptico da primeira dicotomia, o qual é aproximadamente retilíneo; e terceira dicotomia é desenvolvida à pequena distância da margem, a partir do ramo central das dicotomias anteriores, originando nervuras ainda menos divergentes, porém ainda bem individualizadas; todos os quatro ramos de cada conjunto estão dispostos quase ortogonalmente às margens. Na base das pínulas, há um número maior de dicotomias, sempre progredindo do ramo central das duas primeiras dicotomias e distribuindo-se mais ou menos simetricamente nos lobos; na região média a quase apical das pínulas, observam-se somente duas dicotomias e na região apical, há remanescência de apenas uma. As nervuras secundárias estão moderadamente concentradas, emergindo de cada lado da nervura mediana um número igual a 15 até aproximadamente 19 nervuras, com padrão de distribuição catadrômico somente evidente na região basal. As dimensões são fornecidas na Tabela 1.

Discussão – *Pecopteris* sp.3 apresenta padrão de nervação muito semelhante ao de *P. pedrasica* Read, 1941 (não *P. pedrasica* em CAZZULO-KLEPZIG, 1978) que, na realidade, segundo RÖSLER (1972), corresponde a pinas em vias de diferenciação de *P. cambuhyensis* Read, 1941. Entretanto, *Pecopteris* sp.3 distingue-se pelas pínulas relativamente mais longas, menos retas e de margens menos lobadas, e pelas nervuras secundárias menos encurvadas. Não se verificou qualquer identidade em relação às outras espécies gondvânicas de pecopterídeas.

Os exemplares considerados como *Pecopteris* sp.3 ocorrem em associação a *P. esperancensis* e *P. dolianitii* nos dois afloramentos onde foram coletados. *P. esperancensis*, igualmente com nervuras decorrentes, pínulas contíguas

e coalescidas na base, poderia corresponder a pinas já completamente diferenciadas de frondes portanto pinas do tipo *Pecopteris* sp.3 em vias de diferenciação. Quanto a *P. dolianitii*, esta hipótese é mais remota pelas aparentes diferenças quanto aos ângulos de inserção das pinulas e das nervuras, à contiguidade das pinulas e à divergência dos ramos dicotômicos das nervuras. O exemplar GP/3T 1669a/bB, considerado como *P. brucatingaensis*, assemelha-se bastante a *Pecopteris* sp.3, e em especial ao exemplar GP/3T 1746A, do mesmo afloramento, sugerindo uma relação também entre estas espécies.

Divisão FILICOPHYTA
Classe EUSPORANGIOPSIDA
Ordem MARATTIALES
Família ASTEROTHECAEAE
Gênero *?Dizegotheca* Archangelsky & de la Sota, 1960

?Dizegotheca sp.
Figs. 10, 31 a 34

Exemplares e procedência - AF/GP 157 - GP/3T 545aC, 546a/bB, 548bF, 550aA, 1750bA; AF/GP 197 - GP/3T 1667C.

Descrição - *?Dizegotheca* sp. é representado por fragmentos de pinas e pinulas isoladas, mal preservadas, provavelmente férteis. O exemplar GP/3T 550aA (Fig. 33) corresponde à porção mais ou menos apical de uma pina, sem ráquis bem preservado, tendo pinulas alternas, contíguas, inseridas segundo ângulos entre 58° e 68°. Estas pinulas, além daquelas dos exemplares GP/3T 545aC e 1750bA (Fig. 32), apresentam forma oblonga, com margens laterais dobradas para a face abaxial e geralmente quebradas, ápice arredondado, às vezes, um pouco encurvado para o lado distal (bases normalmente muito mal preservadas). As nervuras medianas estão obscuras e aparecem como delgadas linhas mais ou menos sinuosas, aparentemente dicotomizadas uma vez no final, limitando cerca de 9 possíveis sinângios em cada lado da pinula; os supostos sinângios têm forma retangular a pentagonal alongada, geralmente arredondada na porção próxima às margens das pinulas; aparecem contíguas, quase perpendiculares à "nervura" mediana das pinulas, opostos a subopostos; há uma pequena inflexão longitudinal nestas estruturas, mais pronunciada próximo às margens das pinulas, possivelmente correspondendo ao limite entre dois esporângios. O exemplar GP/3T 1667C (Fig. 34) é representado por pinula mais ou menos retilínea, incompleta nas duas extremidades, ligeiramente

cuneiforme, tendo dimensões maiores do que as apresentadas na Tabela 1 para os outros exemplares (largura = 4,6mm, comprimento superior a 14,1mm); ostenta uma nervura mediana larga e robusta, e um número superior a 14 prováveis sinângios em cada lado, grosseiramente elípticos, com largura máxima aproximadamente igual a 1mm, que ocorrem contíguas, opostos e mais ou menos transversais à nervura mediana; estas estruturas também apresentam uma linha divisória longitudinal, provavelmente correspondendo ao limite entre dois esporângios.

Discussão - A má preservação dos exemplares considerados como *?Dizegotheca* sp. não permite avançar além das especulações apresentadas. De qualquer forma, as pinulas não exibem um padrão normal de nervação e sim, corpos capsulares que coadunam, por exemplo, com os sinângios em *Dizegotheca branisiae* Arrondo, 1967, porém, diferindo quanto à forma e ao número.

?Dizegotheca bortoluzzii Cazzulo-Klepzig,
1978

Figs. 11, 30; Tabela 1

Exemplares e procedência - AF/GP 157 - GP/3T 548bD, 550aC, 1751a/bA.

Descrição - Os exemplares considerados como *?Dizegotheca bortoluzzii* correspondem a fragmentos de pinas e pinulas isoladas de filicinaes provavelmente férteis. As pinas são oblongas, sem base, ápice e ráquis preservados, tendo pinulas inseridas segundo ângulos entre 70° e 75°, aparentemente alternas e contíguas. As pinulas são falciformes, oblongas, com ápices arredondados, margens laterais aproximadamente lisas, inteiras, dobradas um pouco para a face abaxial e, na maior parte dos casos, incompletas. As pinulas são caracterizadas por estreita "nervura" mediana, pouco regular, e por bandas estreitas, decorrentes desta "nervura", suavemente encurvadas, que alcançam as margens mais ou menos ortogonalmente. Estima-se um número igual a 12 bandas em cada lado da pinula; são mal limitadas e aparecem irregularmente, em relevo ou em depressão, às vezes imbricadas, provavelmente correspondendo a esporângios ou a sinângios.

Discussão - Os exemplares aqui designados como *?D. bortoluzzii* distinguem-se das formas determinadas como *Pecopteris* pela ausência de nervuras secundárias visíveis e pela ocorrência de bandas atribuíveis, embora de

maneira discutível, a estruturas de reprodução. Lembram os sinângios em *D. neuburgiae* Archangelsky & de la Sota, 1960, porém, faltam dados para uma comparação mais efetiva. Os fósseis aqui estudados provavelmente são similares aos exemplares descritos como *D. bortoluzzi* em CAZZULO-KLEPZIG (1978). No entanto, alguns daqueles espécimes apresentam sinângios melhor individualizados e não imbricados, embora pareçam quase tão precariamente preservados quanto os do presente trabalho. Apesar de concordar com CAZZULO-KLEPZIG (1978) em relação à distinção da espécie das demais formas gondvânicas, faltam dados mais precisos para a sua caracterização.

AGRADECIMENTOS

Sílvia Czajkowski e Eleuze Mendonça tiveram importante participação nos trabalhos de campo; Claudio Riccomini gentilmente forneceu o holótipo de *Pecopteris cadeadensis* e as informações necessárias sobre a localidade-tipo; Thomas R. Fairchild corrigiu o "abstract"; Alfredo G. Rohn colaborou nos serviços de fotografia. A estas pessoas, os autores expressam seus sinceros agradecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHANGELSKY, S. & DE LA SOTA, E. (1960) Contribución al conocimiento de las filices permicas de Patagonia Extraandina. Act. Geol. Lilloana, 3: 85-126.
- ARRONDO, O.G. (1967) "*Dizeugotheca branisae*" n.sp. nueva filice eusporangiada del Permico Inferior, Bolivia, Rev. Mus. La Plata (N. Ser.), 5 (Paleontol.): 55-61.
- ARRONDO, O.G. (1972) Estudio geológico y paleontológico en la zona de la Estancia La Juanita y alrededores, Provincia de Santa Cruz, Argentina. Rev. Mus. La Plata (N. Ser.), 7 (Paleontol. 43): 1-194.
- BORTOLUZZI, C.A. (1975) Étude de quelques empreintes de la flore gondwanienne du Brésil. 95^{ème} Congr. Natl. Soc. Savantes, Reims, Bibliothèque Nationale, Comptes Rendus, p. 171-187.
- CAZZULO-KLEPZIG, M. (1978) Estudo da tafoflórula do Membro Morro Pelado na sua localidade-tipo. Pesquisas, 11: 225-303.
- CAZZULO-KLEPZIG, M. & CORREIA, N. dos R. (1981) Contribuição ao estado da taoflora permiana no Membro Serrinha na Serra do Cadeado, Estado do Paraná, Brasil. II Congr. Latino-Am. Paleontol., Porto Alegre, Anais, 1: 233-247.
- DOLIANITI, E. (1945) Um novo elemento na flora fóssil do Brasil, "*Sphenozamites*" Brongniart. DGM, DNPM, Not. Prelim. e Est., 26: 1-4.
- MAITHY, P.K. (1977) Three new fern fronds from the *Glossopteris* Flora of India. Palaeobot., 24(2): 96-101.
- MENDES, J.C. (1954) Contribuição à estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr., Univ. São Paulo, 175 (Geol., 10), 119p.
- OLIVEIRA, E.P. (1918) Anexo. In: HOLDHAUS, K. Sobre alguns lamelibrânquios fósseis do sul do Brasil. SGM, Monogr., 2: 27-32.
- PANT, D.D. & MISRA, L.A. (1983) *Caticulopteris* gen. Nov. and some other pteridophylls from The Raniganj Coalfield, India (Lower Gondwana). Palaeontogr. Abt. B, 185 (1-3): 27-37.
- READ, C.B. (1941) Plantas fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina. DGM, DNPM, Monogr., 12, 102p.
- RIGBY, J.F. (1968) New fossil locality near Laras, State of São Paulo. XXII Congr. brasil. Geol., Belo Horizonte, Anais, p. 201-208.
- RÖSLER, O. (1972) Flora da Formação Rio Bonito no Estado do Paraná. Tese de doutoramento, Inst. Geociências/USP, São Paulo, 130p.
- RÖSLER, O. (1978) Nova ocorrência na Formação Rio do Rasto, Permiano Superior, Estado do Paraná. Bol. IG-USP, 9: 127-132.
- WAGNER, R.H. (1968) Upper Westphalian and Stephanian species of *Alethopteris* from Europa, Asia Minor and North America. Mededelingen van de Rijks Geologische Dienst, Ser. C, III, 1(6), 188p.