

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**REAVALIAÇÃO DAS FORMAS DE *PHYLLOTHECA* DO AFLORAMENTO
MORRO DO PAPALÉO, MARIANA PIMENTEL, PERMIANO INFERIOR
DA BACIA DO PARANÁ, RS**

GUILHERME ARSEGO ROESLER

ORIENTADOR: Prof. Dr. Roberto Iannuzzi

BANCA EXAMINADORA:

Tânia Lindner Dutra
Rosemarie Rohn-Davies
Hugo Alfredo Carrizo

Dissertação de Mestrado apresentada
como requisito parcial para a obtenção
do Título de Mestre em Geociências.

Volume I

Porto Alegre – 2011

CIP - Catalogação na Publicação

Arsego Roesler, Guilherme
REAVALIAÇÃO DAS FORMAS DE PHYLLOTHECA DO
AFLORAMENTO MORRO DO PAPALÉO, MARIANA PIMENTEL,
PERMIANO INFERIOR DA BACIA DO PARANÁ, RS / Guilherme
Arsego Roesler. -- 2011.
69 f.

Orientador: Roberto Iannuzzi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências,
Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto
Alegre, BR-RS, 2011.

1. Paleobotânica. 2. Sphenophyta. 3. Permiano
Inferior. 4. Bacia do Paraná. 5. Rio Grande do Sul.
I. Iannuzzi, Roberto, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar esta dissertação à meus pais, Marinez Luiza Arsego Roesler e Francisco Guilherme Roesler, por todos os sacrifícios e por sua dedicação em criar condições para que eu pudesse perseguir meus objetivos.

Dedico também a minha irmã Carina Arsego Roesler, por fazer parte desse momento importante na minha carreira, e a Silvia Chaucoski de Oliveira, por compartilhar desde frustrações e dificuldades, até os momentos mais felizes ao longo dessa trajetória.

Por fim, gostaria de dedicar esta dissertação ao meu Orientador, Roberto Iannuzzi, pela sua amizade e dedicação em transformar este objetivo em uma conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Roberto Iannuzzi, pela orientação e pelo companheirismo ao longo de todo o mestrado. Por acreditar na minha capacidade, e dedicar tempo e esforço para que este potencial fosse transformado em realizações.

Aos colegas da Paleontologia, em especial a Fernando Klein, pelo companheirismo, e pelos desafios apresentados em auxiliar na formação acadêmica de um colega.

Agradeço também ao CNPQ, pelo apoio financeiro na forma de uma bolsa de pesquisa ao Orientador, sem a qual teria sido impossível a realização desta dissertação.

Por fim, agradeço as inúmeras contingências ao longo da evolução e da história geológica da Terra, que permitiram não só a preservação dos fósseis que são tema dessa dissertação, como o surgimento de criaturas tão pitorescas como a nossa espécie, com sua ávida curiosidade por conhecimento.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma nova espécie de Sphenophyta, *Phyllothea longifolia* nov. sp., para o Permiano Inferior da Bacia do Paraná. O material correspondente a nova espécie foi coletado no Afloramento Morro do Papaléo, em níveis restritos ao Grupo Itararé, e mostram uma diversidade única de formas vivendo em um mesmo ambiente e preservadas em uma associação autóctone-parautóctone. *P. Longifolia* nov. sp. que possui alguma semelhança morfológica com formas angáricas (*Phyllopitys* e *Annulina*), é caracterizada por seus longos folíolos livres e suas bainhas curtas em forma de copo, sendo a segunda nova espécie do morfogênero *Phyllothea* descrita para o Afloramento Morro do Papaléo. Deste modo, este estudo contribui elucidando sobre a classificação de formas consideradas antes relacionadas à morfoespécie *Phyllothea indica*, e agora re-allocadas para esta nova espécie. Com a determinação taxonômica dessas formas, e uma compreensão mais acurada da riqueza de esfenófitas presente nesta associação fóssil, este trabalho fornece alicerces para a realização de estudos futuros de cunho paleoecológico, bem como auxilia na compreensão da evolução do grupo dentro do Permiano da Bacia do Paraná.

Palavras chave: *Phyllothea longifolia* nov. sp., Permiano Inferior, Bacia do Paraná, Grupo Itararé, Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

The present study offers a new species of Sphenophyta, *Phyllothea longifolia* sp. nov., for the Lower Permian of Paraná Basin. The material corresponding to the new species was recovered from the Morro do Papaléo Outcrop, in levels restricted to the Itararé Group which show a unique diversity of forms, living in the same environment and preserved in a autochthonous-parautochthonous association. *P. longifolia* sp. nov., which has some morphological similarities with angaric forms (*Phyllopitys* and *Annulina*), is characterized by its long leaves and short cup-like sheaths, being the second new species of morphogenus *Phyllothea* described for the Morro do Papaléo Outcrop. In his way, this study contributes to elucidate on the forms before considered as related to morphospecies *Phyllothea indica*, and now re-classified in this new species. With the taxonomic determination of this new form, and a more accurate comprehension of the sphenopsid richness present in this fossil association, this contribution provides background to future studies of paleoecological nature, as well as aids in the comprehension on the evolution of this group in the Permian strata of Paraná Basin.

Key-words: *Phyllothea longifolia* sp. nov., Lower Permian, Parana Basin, Itararé Group, Rio Grande do Sul.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
CAPÍTULO 1	
“ REAVALIAÇÃO DAS FORMAS DE <i>PHYLLOTHECA</i> DO AFLORAMENTO MORRO DO PAPALÉO, MARIANA PIMENTEL, PERMIANO INFERIOR DA BACIA DO PARANÁ, RS”	19
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
ANEXOS	53
ANEXO A – Ficha de descrição morfológica e morfométrica dos espécimes	53
ANEXO B – Descrição dos Morfotipos	54
ANEXO C – Carta de Submissão	58
ANEXO D – Artigo publicado	59

Sobre a Estrutura desta Dissertação:

Esta dissertação de mestrado está estruturada em torno de artigos publicados em periódicos ou publicações equivalentes. Conseqüentemente, sua organização compreende as seguintes partes principais:

a) Introdução sobre o tema e descrição do objeto da pesquisa de mestrado, onde estão sumarizados os objetivos e a filosofia de pesquisa desenvolvidos, o estado da arte sobre o tema de pesquisa, seguidos de uma discussão integradora contendo os principais resultados e interpretações deles derivadas.

b) Artigos publicados em periódicos ou submetidos a periódicos com corpo editorial permanente e revisores independentes, ou publicações equivalentes (capítulo de livro de publicação nacional ou internacional com corpo de revisores independentes), escritos pelo autor durante o desenvolvimento de seu mestrado.

c) Anexos, compreendendo: artigo(s) nos quais o pós-graduando é co-autor, resumo(s) e artigo(s) publicado(s) em eventos, relacionado(s) ao tema central da dissertação, bem como documentação pertinente de natureza numérica (tabelas, cálculos), gráfica (figuras, diagramas, mapas, seções) e fotográfica que, por sua dimensão e/ou natureza não pode ser incluída no(s) artigo(s).

INTRODUÇÃO

O grupo das Sphenophyta é amplamente registrado no Paleozóico, tanto para o Gondwana como para Angara. Nos depósitos do hemisfério Norte, junto com o grupo das Lycophyta, é um dos grupos formadores das grandes reservas de carvão, TAYLOR & TAYLOR (2007).

No Brasil, o grupo é encontrado, sobretudo na Bacia do Paraná, e também pode ser relacionado aos ambientes formadores de carvão do Permiano, (GUERRA-SOMMER, 1989), (IANNUZZI, 2010). Apesar de ser um grupo importante e registrado em abundância, existem poucos trabalhos a seu respeito na Bacia do Paraná, sendo que a maioria limita-se a citar ocorrência desses elementos, sendo raros os trabalhos abordando a taxonomia do grupo, (ROESLER ET AL., 2008).

Alguns dos trabalhos que se destacam sobre o grupo na Bacia do Paraná são WHITE, (1908); LUNDQVIST, (1919); READ, (1941); RÖSLER, (1974); MILLAN & DOLIANITI, (1977), (1979), (1980); ANDREIS ET AL., (1980); CAZZULO-KLEPZIG & GUERRA-SOMMER, (1983); GUERRA-SOMMER ET AL., (1985); OLIVEIRA-BABINSKI, (1988); IANNUZZI, (2000); ROHN & LAGES, (2000); ROHN & RÖSLER, (2000), ZAMPIROLI ET AL., (2000), IANNUZZI, (2006); BOARDMAN (2006), BOARDMAN ET AL. (2007), ROESLER ET AL. (2008).

Em termos do registro paleobotânico no Rio Grande do Sul, a localidade do Morro do Papaléo possui uma riqueza ímpar de restos e vestígios de plantas fósseis, constituindo um dos principais afloramentos do estado (síntese em IANNUZZI ET AL., 2003a, 2003b, 2006, 2007; IANNUZZI, 2010). Neste contexto, o grupo das Sphenophyta é um dos mais bem representados nesta localidade, apresentando uma riqueza aparentemente incomum de formas, além da preservação *in situ* (= em posição de vida) de diversos espécimes, constituindo-se assim em um raro registro de uma associação do tipo auto-parautóctone de membros do grupo (IANNUZZI ET AL., 2006, 2007).

Deve-se destacar ainda que já foram assinaladas para Afloramento Morro do Papaléo três morfoespécies de Sphenophyta. Além destas formas, mais duas novas espécies serão descritas para o afloramento, incluindo a nova morfo-espécie de *Phyllothea* que constitui o capítulo um desta dissertação. Isso faz do Afloramento Morro do Papaléo um dos mais ricos em termos de morfoespécies de Sphenophyta no mundo, com uma riqueza ímpar de formas associadas a um mesmo ambiente (margem do corpo d'água) e local (nível N4), o que sugere uma

especialização deste grupo em colonizar diferentes microambientes e, por conseguinte, pode ter importantes implicações dentro do contexto paleoecológico. Estas constatações justificam a realização da presente dissertação, que é parte de um projeto em desenvolvimento pelo autor (“Reavaliação das Formas de Sphenophyta do Afloramento Morro do Papaléo, Mariana Pimentel, RS”) que busca esclarecer as questões taxonômicas em relação ao registro das Sphenophyta presentes no Afloramento Morro do Papaléo, um dos poucos níveis do Grupo Itararé que apresenta macrofósseis vegetais em abundância. Como resultado deste, uma nova espécie, *Phyllothea brevifolia*, ROESLER, IANNUZZI & BOARDMAN (2008) já foi descrita pelo autor e colaboradores para o afloramento. Portanto, a realização desta dissertação é uma continuidade natural do andamento da linha de pesquisa desenvolvida pelo autor desde a sua graduação.

Objetivos

O presente estudo tem por objetivo geral “ampliar o conhecimento acerca da riqueza do grupo das Sphenophyta na porção Sul da Bacia do Paraná, no estado do Rio Grande do Sul, e ampliar a base de dados para estudos subseqüentes que venham a abordar a evolução morfológica e paleoambiental do grupo”. Para tanto, têm-se como objetivos específicos:

- Analisar e descrever os espécimes considerados como pertencente ao morfogênero *Phyllothea*, coletados no Morro do Papaléo, estabelecendo os distintos morfotipos;
- Classificar taxonomicamente os morfotipos estabelecidos, através de comparações com as espécies já descritas na literatura para os depósitos do Permiano Inferior do Gondwana;
- Estabelecer com isso uma base de dados que permita a ampliação dos estudos paleoecológicos e da compreensão da evolução do grupo dentro do Gondwana ocidental.

Material

Todo material utilizado nesse estudo é proveniente do Afloramento Morro do Papaléo, situado na porção sul da Bacia do Paraná. Essa Bacia ocupa territórios no Brasil, no Paraguai, Uruguai e Argentina, tendo aproximadamente 1.600.000 km²,

sendo assim uma grande bacia sedimentar intracratônica Paleozóica-Mesozóica. MILANI *ET AL.* (2007) apresentaram a litoestratigrafia dessa bacia e classificaram em seis super-sequências: Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana II, Gondwana III e Bauru.

Mais especificamente, o Afloramento Morro do Papaléo encontra-se localizado no município de Mariana Pimentel, aproximadamente a 100 km da cidade de Porto Alegre, na área de uma antiga Mina de Caulim, a 8 km do centro da cidade. Os depósitos expostos no Afloramento Morro do Papaléo são referentes à porção superior do Grupo Itararé e médio-superior da Formação Rio Bonito, e estão inseridos na Supersequência Gondwana I (IANNUZZI *ET AL.* 2003, 2006, 2007). Entretanto, os fósseis de esfenófitas estão restritos aos níveis N2 e N4 do afloramento, referentes ao Grupo Itararé, e de provável idade sakmariana tardia (IANNUZZI *et al.*, 2007; IANNUZZI, 2010). Nos níveis acima, parte da Formação Rio Bonito, não são encontrados vestígios de Sphenophyta (IANNUZZI, 2003a, 2003b, 2006, 2007).

O Nível N2 é caracterizado por ritmitos siltico-argilosos intercalados por níveis de pelitos carbonosos, com estratificação cruzada cavalgante e feições de fluidização associadas (IANNUZZI *ET AL.*, 2003a, 2003b, 2006). O nível N2 apresenta um conteúdo megaflorístico representado por impressões de frondes de *Botrychiopsis*, de folhas de *Glossopteris*, *Gangamopteris* e *Cordaites*, e de sementes do tipo *Samaropsis* e *Cordaicarpus*, e impressões e moldes Sphenophyta dos morfogêneros *Phyllothea* e *Stephanophyllites*.

O nível N4, correspondente ao topo do Grupo Itararé na seção, é caracterizado por uma sucessão de arenitos finos a muito finos, lenticulares e com laminação ondulada truncante, e siltitos finamente laminados, que apresentam abundantes restos de vegetais e níveis de paleossolos preservados (IANNUZZI *ET AL.*, 2006). Neste nível está o mais abundante registro do grupo das Sphenophyta, bem como impressões foliares relativas aos gêneros *Gangamopteris*, *Glossopteris*, *Cordaites*, *Cheirophyllum* e *Kawizophyllum*, vestígios de sementes dos gêneros *Cordaicarpus* e *Samaropsis*, que são encontrados juntamente com rizomas do tipo *Pinnularia*, além é claro dos caules e ramos foliares de diversos morfotipos de Sphenophyta. todos preservados na forma de impressões e moldes.

Metodologia

Para atingir os objetivos propostos no projeto, o estudo passou por duas

etapas. Em um primeiro momento, foi conduzido um estudo prévio de cada espécime encontrado na Coleção de Paleobotânica do Museu de Paleontologia (MP-Pb) do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DPE-IGeo-UFRGS), bem como no material coletado em saídas de campo realizadas aos níveis de interesse do Afloramento Morro do Papaléo. O passo seguinte foi a elaboração de fichas de estudo descritivas dos principais espécimes (ANEXO A). Com os dados qualitativos e morfométricos obtidos, foi feita a catalogação dos possíveis morfotipos presentes (ANEXO B).

A segunda etapa do estudo se concentrou na classificação taxonômica desses morfotipos, com especial atenção a aqueles previamente incluídos em *Phyllothea*, a qual foi elaborada a partir de comparações com morfoespécies já descritas na literatura e levou à criação de novas morfoespécies quando necessário (ANEXO D).

Para a divisão dos espécimes em morfotipos utilizamos os critérios de classificação e diferenciação discutidos por BOUREAU (1964) e por MEYEN (1971), aplicáveis às amostras preservadas na forma de impressões e contra-moldes achatados, referentes a ramos vegetativos e reprodutivos de Sphenophyta. Os critérios básicos utilizados foram:

- 1 – A presença ou ausência de bainhas desenvolvidas;
- 2 – Se as bainhas, quando ocorrem, são adpressas por toda a extensão, ou se elas afastam-se do caule em algum momento;
- 3 – A forma que essas bainhas assumem quando se afastam do caule;
- 4 – O formato dos folíolos em sua porção livre;
- 5 – O número de folíolos encontrado por verticilo foliar;
- 6 – A relação entre a parte livre dos folíolos e a parte não-adpressa das bainhas foliares.

Resultados

Como principal resultado desse estudo foi elaborado um artigo já submetido que compõe o corpo desta dissertação organizada em um capítulo, que consiste do artigo intitulado “*Phyllothea longifolia* nov. sp. no Permiano Inferior do Rio Grande do Sul (Grupo Itararé, Bacia do Paraná)”, submetido à Revista Brasileira de Paleontologia (ANEXO C). Este trabalho apresenta uma nova morfoespécie associada ao morfogênero *Phyllothea* TOWNROW (BRONGNIART), obtida a partir da

análise de todo o material disponível previamente classificado e/ou assinalado no referido morfogênero, mais especificamente em *P. indica* (= *P. australis*).

Em síntese, conclui-se a partir do resultado que as formas do Afloramento Morro do Papaléo incluídas ao morfogênero *Phyllothea* classificam-se nas seguintes morfoespécies: *P. australis* (= *P. indica*), conforme argumentações de ROHN & LAGES (2000) e IANNUZZI ET AL. (2007, 2010); *P. brevifolia*, espécie recentemente proposta pelo autor e colaboradores (ROESLER ET AL., 2008); *Phyllothea longifolia* nov. sp., proposta dentro deste estudo (capítulo I) (ANEXO B). Deste modo, pode-se dizer que se cumpriu uma primeira etapa do projeto em desenvolvimento pelo autor, citado anteriormente ao final da **INTRODUÇÃO**.

Além destes dois trabalhos, há outros em elaboração que representam a continuidade do projeto do autor em andamento e que incluem (1º) a proposição de uma emenda à diagnose de *Stephanophyllites*, Millan & Dollianitti, a partir da criação de um novo morfogênero para abrigar as porções férteis deste tipo de esfenófita; (2º) os aspectos tafonômicos dessa associação fossilífera única.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreis, R.R.; Cazzulo-Klepzig, M.; Guerra-Sommer, M. & Zimmermann, L. 1980. Considerações sobre um afloramento fossilífero do Grupo Itararé: Fazenda Goulart, Francisquinha, Município de São Jerônimo, RS. *Boletim IG-USP*, **11**:85-97.
- Boardman, D.R. 2006. *Taoflora de Taió, Santa Catarina (Permiano Inferior, Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná)*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 112p., 11est.
- Boardman, D.R.; Iannuzzi, R. & Dutra, T.L. 2007. Esfenófitas da Formação Rio Bonito (Permiano Inferior) na região de Taió, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **10**:201-211.
- Boardman, D.R. & Iannuzzi, R. 2010. Presence of the genus *Giridia* in the Paraná Basin (Lower Permian, Rio Bonito Formation). *Revista Brasileira de Paleontologia*, **13**(1):5-12.
- Boureau, E. 1964. *Traité de Paléobotanique: Sphenophyta*. Paris, Ed. Masson et cie, v.III, 554p.
- Cazzulo-Klepzig, M. & Guerra-Sommer, M. 1983. O morfogênero *Phyllothea* em sedimentitos da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1, Porto Alegre, *Atas*, **1**:160-169.
- DiMichele, W.A. & Hook, R.W. 1992. Paleozoic Terrestrial Ecosystems. In: Behrensmeyer, A.K. *et al.* (eds) *Terrestrial Ecosystems through time*, Chicago, University of Chicago, p. 205-326.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M. & Marques-Toigo, M. 1985. Gondwanostachyaceae (Equisetopsida) no Godwana Sul-Brasileiro (Formação Rio Bonito) com mega e microflora associadas. *Pesquisas, Instituto de*

Geociências, UFRGS, Porto Alegre, **22**(1-2):64-73.

Guerra-Sommer, 1989. Megafloras ocorrentes em Horizontes associados a Carvões no Rio Grande do Sul. *Acta Geologica Leopoldensia*, **29** (12): 93-122.

Iannuzzi, R. 2000. Presença do gênero *Stephanophyllites* em estratos Eopermianos do Rio Grande do Sul, Brasil (Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná). *Revista Universidade de Guarulhos*, **4**(6):74-77.

Iannuzzi, R. 2010. The flora of Early Permian coal measures from the Paraná Basin in Brazil: A review. *International Journal of Coal Geology*, **83**:229-247.

Iannuzzi, R.; Marques-Toigo, M.; Scherer, C.M.S.; Caravaca, G.; Vieira, C.E.L. & Pereira, L.S. 2003a. Reavaliação do fitobioestratigrafia da sequência Gondvânica Sul-Riograndense: estudo de caso do afloramento Morro do Papaléo (Bacia do Paraná, Permiano Inferior). *In: ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: ESCUDOS E BACIAS*, 1, Porto Alegre, *Resumos expandidos*, ILEA/UFRGS, 1:182-185.

Iannuzzi, R.; Marques-Toigo, M.; Scherer, C.M.S.; Caravaca, G.; Vieira, C.E.L. & Silva, L.P. 2003b. Phytobiostratigraphical revaluation of the Southern Brazilian Gondwana sequence (Paraná Basin, Lower Permian). *In: TNO/KNGMG/University Utrecht, Int. Congr. Carboniferous & Permian Strat.*, 15, *Abstracts*, p. 240-242.

Iannuzzi, R.; Scherer, C.M.S.; Souza, P.A.; Holz, M.; Caravaca, G.; Adami-Rodrigues, K.; Tybusch, G.P.; Souza, J.M.; Smaniotto, L.P.; Fischer, T.V.; Silveira, A.S.; Likawka, R.; Boardman, D.R.; & Barboza, E.G. 2006. Afloramento Morro do Papaléo, Mariana Pimentel, RS. Registro ímpar da sucessão pós-glacial do Paleozóico da Bacia do Paraná. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. **2** (sítio101). Disponível em <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio101/sitio101.pdf>>, acesso em 01/11/2007.

- Iannuzzi, R.; Souza, P.A.; Scherer, C.M.S. & Holz, M. 2007. Plantas fósseis na Bioestratigrafia dos depósitos permianos do Rio Grande do Sul. *In: Iannuzzi, R. & Franz, J.C (eds.). 50 anos de Geologia, contribuições do Instituto de Geociências*. Porto Alegre, Ed. Comunicação & Identidade, p. 41-57.
- Iannuzzi, R.; Souza, P.A. & Holz, M. 2010. Stratigraphic and paleofloristic record of the Lower Permian postglacial succession in the southern Brazilian Paraná Basin. *In: Late Paleozoic Glacial Events and Postglacial Transgressions in Gondwana*, Denver, Geological Society of America, p. 113-132 (GSA Special Paper, 468).
- Lundqvist, G. 1919. Fossile Pflanzen der *Glossopteris* Flora aus Brasilien. *K. Svenska Vetensk-Akad. Handl. Stockholm*. **60**(3):1-36.
- Meyen, S.V. 1967. New data on the relationship between Angara and Gondwana Late Paleozoic floras. *In: IUGS SYMPOSIUM, 1, 1967. Proceedings*, Buenos Aires, p. 144-152.
- Meyen, S.V. 1971. *Phyllothea*-like plants from the Upper Paleozoic flora of Angaraland. *Palaeontographica Abt. B*, **133**:1-33.
- Meyen, S.V. 1987. *Fundamentals of Paleobotany*. New York, Chapman and Hall, 432p.
- Millan, J.H. & Dolianiti, E. 1977. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 1- Gênero *Paracalamites*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **49**(3):469-477.
- Millan, J.H. & Dolianiti, E. 1979. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 3- Gênero *Phyllothea*. *Bol. Assoc. Latioamer. de Paleobot. Palinol., Buenos Aires*, **6**:1-4.
- Millan, J.H. & Dolianiti, E. 1980. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 2- Gênero *Stephanophyllites* gen.nov. *Actas 2*

Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1 Congreso Latinoamericano de Paleontología, Buenos Aires. 4:113-127.

Milani, E. J.; Melo, J. H. G.; Souza, P. A.; Fernandes, L. A.; França, A. B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás. 15 (2): 265-287.*

Oliveira-Babinski, M.E.C.B. 1988. Equisetales Eogondvânicas da "Taoflora Irapuá", Formação Rio Bonito (Permiano Inferior) em Criciúma, SC, Bacia do Paraná, Brasil. *Anais Academia brasileira de Ciências, 60(1):45-60.*

Read, C.B. 1941. *Plantas Fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina.* Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 102 p., 8 pls. (Monografia 12).

Roesler, G.A.; Iannuzzi, R.; Boardman, D.R. & Baroni, C.L. 2008. Uma nova espécie de *Phyllothea* Brongniart (Townrow) no Permiano Inferior da Bacia do Paraná, RS. *Gaea UNISINOS, 4(1):14-23.*

Rohn, R. & Lages, L.C. 2000. Lower Permian sphenopsids from Cerquilho, Northeastern Paraná Basin, Brazil. *Revue Paléobiologie, 19(2):359-379.*

Rohn, R.; Rösler, O. 2000. Middle to Upper Permian phytostatigraphy of the Eastern Paraná Basin.. *Revista Universidade Guarulhos. 5: 69-73.*

Rohn, R.; Longhim, M.E.; Bernardes-de-Oliveira, M.E.C. & Navarro, G.R. B. 2000. Nova Ocorrência Fitofossilífera Neocarbonífera-Eopermiana do Subgrupo Itararé, à Margem Esquerda do Rio Capivari, Município de Tietê, SP, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos, (nº especial):57-61.*

Rösler, O. 1974. Novas Espécies de Sphenophyta na Formação Rio Bonito (Permiano) no Estado do Paraná. *Bol. IG, Instituto de Geociências, USP, São Paulo. 5:17-28.*

Taylor, T. N.; Taylor, T. L.; Krings, M., 2009. *Paleobotany, The Biology and Evolution of Fossils Plants.* 2n ed. Academic Press Elsevier, Amsterdam.

- Townrow, J. A, 1955. On Some Species of *Phyllothea*. *Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales*, **83**: 39-63.
- White, D. 1908. Fossil Floras of the Coal Measures of Brazil. In WHITE, I. C. (Ed.): *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brazil. Dep. Nacional Produção Mineral, Comis. Est. Das Minas de Carvão de Pedra do Brazil, Rio de Janeiro*. **3**: 337-617, pls 5-14.
- Zampirolli, A.P.; Bernardes-de-Oliveira, M.E. & Souza, P.A. 2000. Esfenopsída equisetaleana cf. *Koretrophyllites* sp., na tafoflora Neocarbonífera do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, no Município de Itapeva, SP, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos*, **4**(6):96-101.

CAPÍTULO 1

“PHYLLOTHECA LONGIFOLIA NOV. SP. NO PERMIANO INFERIOR DO RIO GRANDE DO SUL (GRUPO ITARARÉ, BACIA DO PARANÁ)”

Guilherme Arsego Roesler & Roberto Iannuzzi

In: Revista Brasileira de Paleontologia – Submetido

***PHYLLOTHECA LONGIFOLIA* NOV. SP. NO PERMIANO INFERIOR DO RIO GRANDE DO SUL (GRUPO ITARARÉ, BACIA DO PARANÁ)**

GUILHERME ARSEGO ROESLER & ROBERTO IANNUZZI

Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, 91.509-900, Porto Alegre, RS. guilherme.paleonto@gmail.com & roberto.iannuzzi@ufrgs.br

Resumo: Apresenta-se aqui uma nova morfoespécie de esfenófita para o Permiano Inferior da Bacia do Paraná, *Phyllothea longifolia* nov. sp., a qual caracteriza-se por apresentar longos folíolos livres e alguma semelhança com formas assinaladas aos morfogêneros *Phyllopitys* e *Annulina*, táxons típicos da “Flora Angárica”. Os espécimes provêm de duas seções distintas, pertencentes ao topo do Grupo Itararé (Supergrupo Tubarão), que afloram na localidade do Morro do Papaléo, município de Mariana Pimentel, Rio Grande do Sul. Alguns dos espécimes estudados foram previamente classificados em *Phyllothea indica*, porém, uma análise detalhada indicou que eles não pertenciam a esta morfoespécie. Novas coletas e comparações com amostras já descritas possibilitaram então incluir estes espécimes em uma nova espécie do morfogênero *Phyllothea*. Apesar da similaridade com *Phyllopitys*, problemas na caracterização deste morfogênero e a ausência de ramos férteis no material estudado não permitiram estabelecer uma real afinidade botânica entre nossa forma e as angáricas já conhecidas. De qualquer modo, não se descarta a possibilidade de que a aparente semelhança entre as porções vegetativas represente apenas mais um fenômeno de homoplasia, como já assinalado para outros elementos florísticos similares encontrados em distintos reinos fitogeográficos paleozóicos.

Palavras-Chave: *Phyllothea longifolia* nov. sp., Grupo Itararé, Bacia do Paraná, Permiano Inferior, Rio Grande do Sul.

Abstract – *Phyllothea longifolia* sp. nov., in Lower Permian of Rio Grande do Sul (Itararé Group, Paraná Basin): A new species of Sphenophyta from Lower Permian strata of the Paraná Basin is recorded herein, *Phyllothea longifolia* nov. sp., which is characterized by its long free

leaflets and shows similarities with forms assigned to morphogenera *Phyllopitys* and *Annulina*, typical taxa from “Angaria Flora”. The specimens come from two different sections, both belonging to the Itararé Group (Supergroup Tubarão), situated at the Morro do Papaléo Outcrop, in municipality of Mariana Pimentel, Rio Grande do Sul State, southern Brazil. Some of the study specimens were previously classified as *Phyllothea indica*. Nevertheless a more accurate analysis indicated that specimens are not really belonging to this morphospecies. New collections and comparisons with other already described specimens lead us to place this material into a new species of genus *Phyllothea*. Despite of the similarities with *Phyllopitys*, difficulties in the characterization of this morphogenus and the absence of fertile portions in our material did not permit us to establish a real botanic affinity between our form and Angarian ones. Anyway, one cannot discard the possibility that apparent similarity amongst vegetative portions just represents a phenomenon of homoplasy, as already assigned to other similar floristic elements found in distinct Paleozoic floral realms.

Key-words: *Phyllothea longifolia* nov. sp., Itararé Group, Paraná Basin, Lower Permian, Rio Grande do Sul State.

INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos tratam sobre as ocorrências das Sphenophyta em estratos do Permiano Inferior da Bacia do Paraná, uma vez que eles se constituem em um dos grupos vegetais mais comuns e abundantes neste intervalo na Bacia (White, 1908; Lundqvist, 1919; Read, 1941; Rösler, 1974; Millan & Dolianiti, 1977, 1979, 1980; Andreis *et al.*, 1980; Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983; Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1981; Guerra-Sommer *et al.*, 1985; Oliveira-Babinski, 1988; Iannuzzi, 2000, 2006; Rohn & Lages, 1987; Rohn & Lages, 2000; Rohn & Rösler, 2000; Zampirolli *et al.*, 2000; Boardman 2006; Boardman *et al.*, 2007, Roesler *et al.*, 2008; Boardman & Iannuzzi, 2010).

Em termos do registro no Rio Grande do Sul, a localidade do Morro do Papaléo possui uma

riqueza ímpar de restos e vestígios de plantas fósseis, constituindo-se em um dos principais afloramentos do estado (síntese em Iannuzzi *et al.*, 2003a, 2003b, 2006, 2007). Neste contexto, o grupo das Sphenophyta é um dos mais bem representados nesta localidade, apresentando uma diversidade aparentemente incomum de formas, além da preservação *in situ* (= em posição de vida) de diversos espécimes em um raro registro de uma associação do tipo auto-parautóctone de membros do grupo (Iannuzzi *et al.*, 2006, 2007). Neste sentido, os autores têm se dedicado à classificação taxonômica das Sphenophyta desta localidade, a fim de possibilitar a realização de trabalhos futuros com um enfoque mais paleoecológico, evolutivo e bioestratigráfico. Deve-se destacar que os seguintes táxons, referentes às Sphenophyta, já foram assinalados para o Afloramento Morro do Papaléo: *Phyllothea australis* (= *P. indica*) (in Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983, Iannuzzi *et al.*, 2007), *Stephanophyllites* cf. *S. sanpaulensis* (in Iannuzzi, 2000) e *Phyllothea brevifolia* (in Roesler *et al.*, 2008). Deste modo, este trabalho traz a continuidade ao estudo das formas de Sphenophyta presentes no referido afloramento, acrescentando assim mais um táxon a estas associações únicas na Bacia do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo:

O Afloramento Morro do Papaléo situa-se à aproximadamente 100 km a sudoeste de Porto Alegre, na área de uma antiga mina de caulim (Figura 1A). A sucessão florística encontrada no Afloramento Morro do Papaléo constitui um registro ímpar dentro da Bacia do Paraná, uma vez que são observadas três fitozonas distintas distribuídas tridimensionalmente ao longo de uma mesma e contínua seção estratigráfica, de fácil acesso e com grande riqueza de macrofósseis vegetais (Iannuzzi, 2003a, 2003b, 2006). Nesse contexto, podem ser observados dois intervalos fitofossilíferos, um correspondente ao limite superior do Grupo Itararé, e outro, localizado na parte superior do perfil colunar, após uma significativa discordância, onde se observam depósitos da Formação Rio Bonito (Figura 1B).

Os restos fósseis de Sphenophyta encontram-se preservados em distintos níveis (N2 e N4) do Grupo Itararé, onde formam associações autóctones a parautóctones (Figura 1B). A parte superior do afloramento, correspondente à Formação Rio Bonito, não contém restos associados ao grupo das Sphenophyta (Iannuzzi, 2003a, 2003b, 2006, 2007).

O perfil colunar da seção aflorante do Morro do Papaléo inicia-se pelos níveis basais N1 e N2 (Figura 1B), representados por ritmitos siltico-argilosos intercalados por níveis de pelitos carbonosos, com estratificação cruzada cavalgante e feições de fluidização associadas (Iannuzzi *et al.* 2003a, 2003b, 2006). O nível N2 apresenta um conteúdo megaflorístico representado por impressões de frondes de *Botrychiopsis*, de folhas de *Glossopteris*, *Gangamopteris* e do tipo *Cordaites*, de sementes do tipo *Samaropsis* e *Cordaicarpus*, além de restos de Sphenophyta atribuídos aos morfogêneros *Phyllothea* e *Stephanophyllites*.

O nível N4, correspondente ao topo do Grupo Itararé na seção (Figura 1B), é caracterizado por uma sucessão de arenitos finos a muito finos, lenticulares e com laminação ondulada truncante, e siltitos finamente laminados, que apresentam abundantes restos de vegetais e níveis de paleossolos (Iannuzzi *et al.* 2006). Neste nível está o mais abundante registro do grupo das Sphenophyta, bem como impressões foliares relativas aos gêneros *Gangamopteris*, *Glossopteris*, *Cordaites*, *Cheirophyllum*, *Kawizophyllum*, e vestígios de sementes dos gêneros *Cordaicarpus* e *Samaropsis*. Em relação às Sphenophyta, são encontrados, juntamente com rizomas (tipo *Pinularia*) e caules do tipo *Paracalamites*, ramos foliares de diversos tipos que foram designados às morfoespécies *Phyllothea indica* (= *P. australis*) (in Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983) e *P. brevifolia*, esta uma espécie exclusiva do afloramento recentemente proposta por Roesler *et al.* (2007), e ao morfogênero *Stephanophyllites* (*Stephanophyllites* cf. *s. sanpaulensis* in Iannuzzi, 2000), todos preservados na forma de impressões ou moldes.

Segundo Iannuzzi *et al.* (2003a, 2003b, 2006, 2007), os depósitos correspondentes aos níveis N2 e N4, são resultado de depósitos sedimentares gerados na margem do corpos d'águas lacustres ou lagunares, na interface com o ambiente subaéreo, presentes na região durante o Eopermiano,

aproximadamente, no Sakmariano tardio (Iannuzzi *et al.*, 2010; Iannuzzi, 2010).

Material:

Durante o estudo foram analisados cerca de 40 espécimes, preservados na forma de impressões e contra-moldes achatados. Os contra-moldes encontram-se, por vezes, impregnados de óxidos e impressões, enquanto que as impressões apresentam-se com contornos esbranquiçados, bastante contrastantes com a matriz síltico-argilosa de cor avermelhada, o que garante um bom nível de preservação dos detalhes dos espécimes. Praticamente, todos os espécimes estudados correspondem a material inédito, com exceção de quatro amostras que cujos espécimes foram figurados como ramos vegetativos de *Phyllothea indica* no artigo de Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer (1983). Cabe ressaltar, no entanto, que possivelmente houve um engano na publicação da numeração referente à, pelo menos, quatro destes espécimes, pois seus números de registro não se encontram mencionados na relação de amostras apresentadas no texto por Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer (op. cit., pág. 161). Por outro lado, é impossível saber qual a numeração correspondente a estes espécimes no artigo, pois as amostras são apenas listadas no texto sem que os seus números sejam referidos nas legendas das estampas (Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, op. cit., pág. 167 a 169). Deste modo, faz-se necessário aqui a confirmação dos números dos quatro espécimes mencionados: MP-Pb 3644 (*in* Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, pág. 167, Est. I, fig. 3), MP-Pb 2544a (*in* Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, pág. 167, Est. I, fig. 4), MP-Pb 2525 (*in* Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, pág. 168, Est. II, fig. 1) e MP-Pb 3645 (*in* Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, pág. 169, Est. III, fig. 5).

Métodos:

As amostras foram preparadas através de procedimentos corriqueiros utilizados na preparação paleobotânica, ou seja, desbastadas e limpas com o auxílio de espátulas, estiletes, martelos e talhadeiras de diversos tamanhos, sendo posteriormente analisadas com o auxílio de

estereomicroscópio do tipo Wild. As principais amostras também foram registradas através de fotografias digitais, a partir das quais foram elaborados os desenhos. O material estudado encontra-se depositado na “Coleção de Paleobotânica” do Museu de Paleontologia (MP) do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DPE-IG-UFRGS), sob prefixo MP-Pb.

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Divisão SPHENOPHYTA

Ordem EQUISETALES

Família Phyllotheceae

Gênero *Phyllothea* (Brongniart) Townrow 1955

Phyllothea longifolia nov. sp.

(Figuras 2-5, Tabela 1)

Phyllothea indica (auct. non) (Bunbury) Pant & Kidwai 1968. Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983:167, Est. I, figs. 3 e 4.

Phyllothea indica (auct. non) (Bunbury) Pant & Kidwai 1968. Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983: 168, Est. II, fig. 1.

Phyllothea indica (auct. non) (Bunbury) Pant & Kidwai 1968. Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983: 169, Est. III, fig. 5.

Holótipo / Holotype. MP-Pb 4400Aa/b.

Parátipos / Paratypes. MP-Pb 2544a/b, 2525, 2591a/b, 2600a/b, 3145, 3644, 3645, 4034, 4117A, 4335, 4339, 4367, 4691Ba/b, 4979, 4980a/b.

Material adicional / additional material. MP-Pb 2606, 2755, 2924, 3048, 3054, 3113, 3145, 3404, 3412, 3417, 3646, 3649, 4118, 4347, 4348, 4351, 4362, 4367, 4370, 4379, 4381, 4383, 4388, 4652a/b, 4686, 4687, 4688, 4689.

Localidade-tipo e horizonte-tipo / type-locality and type-horizon. Afloramento Morro do Papaléo, no município de Mariana Pimentel, RS; níveis N2 e N4 do topo do Grupo Itararé / *Morro do Papaléo Outcrop, municipality of Mariana Pimentel, RS; levels N2 and N4 of the uppermost Itararé Group* (Iannuzzi *et al.*, 2003a, 2003b, 2006, 2007).

Idade / Age: Eopermiano (Sakmariano tardio) / *Early Permian (late Sakmarian)*.

Etimologia. Referente ao longo comprimento e lâmina foliar relativamente larga nas porções livres

dos folíolos, uma das características diagnósticas desta espécie.

Etimology. *Name referring to the very long and relatively wide free portions of the leaves; it is one of the main diagnostic features of this species.*

Diagnose. Planta herbácea, com caules articulados estriados do tipo *Paracalamites*; caule principal robusto, com estriações longitudinais, apresentando verticilos foliares com folíolos fusionados na base, formando bainhas sempre mais curtas do que as partes livres dos folíolos. Ramos secundários finos, com estriações longitudinais, portando verticilos foliares compostos por folíolos fusionados na base, formando bainhas que recobrem toda a extensão dos entre-nós, cujas partes terminais livres apresentam forma de copo e um comprimento sempre muito inferior às partes livres dos folíolos. Há cerca de 10 a 14 folíolos por verticilo. Folíolos uninervados, muito longos e relativamente largos; porções livres relativamente rígidas, oblongas e com ápices arredondados, por vezes, encurvadas acroscopicamente.

Diagnosis. *Herbaceous plant, with articulate ribbed axes of type Paracalamites; robust main stem with longitudinal ribs, showing foliar whorls with leaves fused at base, forming sheaths always short than the free portions of leaves. Secondary stems thin, with longitudinal ribs, bearing foliar whorls with fused leaves at base, forming sheaths covering entire internode, with terminal portion free showing a cup-like shape, always very short in comparison with the free portions of leaves. Each whorl has between 10-14 leaves. Leaves univeined, very long and relatively large, and showing free portions relatively rigid, oblong with rounded apices, sometimes curving upwards.*

Descrição. Os espécimes estudados constituem fragmentos das porções média e apical de ramos foliares, bem como de um caule principal, todos articulados, formando nós e entre-nós, que se encontram preservados na forma de impressões e contra-moldes achatados.

A amostra MP-Pb 4691Ba/b apresenta um fragmento da porção central de um caule primário ou principal (Figuras 2B e C), com largura máxima de 15,2 mm e mais de 20 cm de comprimento, sendo que os seus entre-nós podem alcançar até 20,6 mm de comprimento cada (Tabela 1). Este caule principal apresenta verticilos foliares, onde os folíolos são fusionados na base, formando

bainhas que sempre recobrem os entre-nós e se tornam livres junto ao nó subsequente; suas partes livres apresentam entre 8,8 e 9,0 mm de comprimento. O número de folíolos por verticilo é maior do que nove, podendo ser estimado em cerca de 14, uma vez que todos os verticilos encontram-se parcialmente encobertos devido a sua preservação em vista lateral apenas (Figuras 2B e C). Os folíolos em suas partes livres são largos, com larguras que variam de 2,3 mm a 3,5 mm, e longos, apresentando de 22,8 até 27,1 mm em comprimento; uninervados, aparentemente oblongos e de lâminas encurvadas basicopicamente, terminado em ápices arredondados.

Os fragmentos de ramos secundários dos espécimes preservados na forma de impressões e contra-moldes achatados, encontradas nos níveis N2 e N4 (Figuras 2A, 3A-C, 4A, C e D), são finos, com no máximo 8,2 mm de largura (Tabela 1), e longos, apresentando comprimento maior do que 126,5 mm (Figura 3C). Os ramos possuem estriações e/ou sulcos longitudinais e linhas nodais, normalmente, bem distintas que delimitam entre-nós relativamente longos, com comprimentos variando entre 7,9 e 25,4 (Tabela 1), os quais diminuem em direção ao ápice.

Os verticilos foliares sustentam folíolos fusionados na base que formam bainhas. Estas bainhas são adpressas ao ramo por toda a extensão do entre-nó e se tornam livres ao atingirem o nó seguinte, o que lhes confere a aparência de copos em suas porções mais distais (Figuras 2A, 3A-B, 4A e 4D); estes copos apresentam comprimentos que variam entre 5,3 e 10,9 mm (Tabela 1). Por vezes, podem ser observadas linhas de comissura resultantes da fusão basal dos folíolos nas bainhas (Figuras 2A-B, 3A, 5A-B). O número de folíolos varia entre 13 e 14 por verticilo, levando-se em consideração apenas os espécimes onde havia verticilos totalmente visíveis. Na sua porção livre, os folíolos possuem lâminas oblongas e uninervadas, sendo relativamente largos, apresentando de 1,3 a 3,6 mm em largura, e bastante longos, com comprimentos que variam de 11,5 a 46,6 mm (Tabela 1), finalizando em ápices arredondados. As lâminas apresentam ainda finas enrugações transversais dispostas ao longo da veia média e, ao partirem da bainha, encurvam-se abruptamente, seguindo de modo curvilíneo quase que perpendicularmente ao eixo do ramo, formando assim um suave arco em direção ao ápice da planta (Figuras 2A, 3B-C, 4A).

Observações: Em espécimes preservados como contra-moldes, restritos ao nível N2, a maioria dos ramos, cujas linhas nodais não se mostram tão evidentes, apresentam bainhas que dão uma aparência alada aos caules em decorrência do tipo de preservação (Figura 4D). Ainda nestes, há algumas bainhas que parecem terminar em apenas dois folíolos diametralmente opostos, sugerindo um falso arranjo em pares dos mesmos (ver os dois nós mais basais de MP-Pb 2600; Figura 4D). No entanto, ao longo dos ramos destes mesmos espécimes pode se observar outros verticilos que sustentam mais de dois folíolos, tendo sido constatados entre cinco e nove nestes casos (ver os dois nós mais apicais de MP-Pb 2600; Figura 4D). Situação similar pode ser vista em uns poucos espécimes coletados no nível N4, como visto no espécime MP-Pb 3645, ilustrado na Figura 4A (compare o verticilo inferior com o superior). Deste modo, conclui-se que a disposição em pares dos folíolos vista em alguns espécimes corresponde, na realidade, a um artefato tafonômico criado pela visão lateral que se tem dos ramos e verticilos, conforme o tipo de preservação do espécime (se tridimensional) e o modo de partição da amostra quando da sua coleta.

Discussão: A forma descrita aqui se assemelha muito a um morfogênero angárico *Phyllopitys* Zalessky, 1918 (*in* Neuburg, 1948), assinalado originalmente para o Permiano Inferior da Rússia, nas bacias de Kuznetz e Tunguska (*in* Meyen, 1971), por apresentar folíolos largos, compridos, e uma distribuição espacial similar dos folíolos em algumas amostras, especialmente, nos contra-moldes restritos ao nível N2 que apresentam características semelhantes as das amostras russas referentes a porção apical dos ramos, que apresentam os folíolos com uma disposição aos pares (ver MP-Pb 2600; Figura 4D), como aquela citada na diagnose de *Phyllopitys* reproduzida por Neuburg (p. 254 e 255, 1948) e bem ilustrada, posteriormente, por Meyen (Plate 11, figs. 79-80 e Plate 12, figs. 81-86, 1971).

O morfogênero *Phyllopitys* foi alvo de muita discussão desde a sua criação, em 1879, por Schmalhausen, que classificou os espécimes sob o nome de *Cyclopitys*, um morfogênero associado ao grupo das Taxodiaceae. O gênero foi revisto, em 1918, quando Zalessky separou essa forma em um novo morfogênero, *Phyllopitys*, que foi incluído no grupo das coníferas. O grupo foi reavaliado,

em 1948, por Neuburg que considerou as amostras desse morfogênero de afinidade incerta, mas comentou que alguns espécimes guardavam semelhança com o grupo das Sphenophyta (*in* Meyen, 1971). Posteriormente, Rasskazova (1961b) associou os espécimes de *Phyllopitys* a ramos jovens de *Annulina neuburgiana* Radczenko (*in* Meyen, 1971). Em 1964, Chachlov, baseando-se em algumas frutificações, associou o morfogênero ao grupo das esfenófitas e excluiu alguns exemplares do grupo (*in* Meyen, 1971). Em 1971, Meyen apresentou novas evidências que corroboravam a vinculação desta forma às esfenófitas, com base em amostras encontradas pelo próprio autor em sedimentos do Permiano Inferior da Bacia de Tunguska River. Meyen (*op. cit.*, p. 21) chegou então à conclusão de que *Phyllopitys* não apresentava afinidade com *Annulina* ou com o grupo das coníferas, validando assim este como um morfogênero distinto, ligado ao grupo das Sphenophyta e, provavelmente, associado à Família Tschernoviaceae.

Ainda no trabalho de 1971, Meyen citou as características e os principais problemas que precisavam ser solucionados na descrição do gênero *Phyllopitys*, eram eles: i) a ausência de uma marcação nítida da linha nodal, apesar da existência de indícios da sua presença; ii) os espécimes demonstravam que os folíolos eram decorrentes e não partiam do nó, indicando a presença de bainha, mas o grau de preservação dos mesmos não permitia uma descrição mais apurada das bainhas; iii) é provável que as bainhas, a exemplo do que acontece no gênero atual *Equisetum*, cobrissem todo o entre-nó, incluindo o nó subsequente, mas tal característica necessitava de comprovação. Pode-se concluir, então, que a dificuldade na determinação exata de tais características torna a comparação de quaisquer formas mais bem definidas, incluindo a nossa, com *Phyllopitys* praticamente inviável.

Além disso, na diagnose original do material angárico as folhas são definidas como alternas, dispostas em pares. Como mencionado acima, apenas alguns dos ramos foliares dos espécimes encontrados no nível N2 são semelhantes aos de *Phyllopitys*, principalmente, quanto à disposição dos folíolos. Um detalhe interessante é observado em MP-Pb 3645 (Figura 4A), onde no primeiro verticilo observa-se a distribuição em pares descrita originalmente por Zalessky (1918, *in* Neuburg,

1948), mas no segundo verticilo, onde se tem uma visão em três dimensões do espécime, ocorrem cerca de sete folíolos visíveis. A partir disto, constata-se nitidamente que a presença de apenas dois folíolos é uma feição tafonômica relacionada ao tipo de visão lateral que se tem dos verticilos de alguns espécimes. Deste modo, conclui-se que a forma aqui descrita não apresenta apenas folíolos inseridos aos pares, mas um número que variou de 2 a 14, dependendo da vista que se tinha dos verticilos, o que impossibilita que os restos encontrados no Morro do Papaléo sejam classificados nesse morfôgenero, mesmo com as grandes semelhanças na morfologia dos ramos e dos folíolos.

Por fim, alguns espécimes de *Phyllopitys* apresentam ramos com porções férteis, que segundo Meyen (1971), são indistinguíveis de *Tschernovia*. Sendo que a forma aqui estudada está baseada apenas nas porções vegetativas da planta, uma inclusão em *Phyllopitys* seria desaconselhável.

O morfôgenero *Annulina*, que foi originalmente registrado para o permiano inferior da Bacias de Kuznetzk, Gorlovsk, Petchora e Tunguska (Boureau, 1964). É considerada uma forma próxima à *Phyllopitys* e, por isso, o material estudado por ser também comparado a este. No trabalho de 1971, Meyen já citou que existem diferenças entre os morfôgeneros *Annulina* e *Phyllopitys*. Segundo o autor (op. cit., 21), apesar de algumas características em comum, como as bordas foliares paralelas, bainhas muito curtas em relação às partes livres dos folíolos, as formas incluídas em *Annulina* se diferenciam por ter as partes distais de seus folíolos acentuadamente encurvadas em direção ao ápice dos ramos, e por apresentarem os verticilos inseridos em uma disposição oblíqua em relação ao eixo caulinar. Estas mesmas características diferenciam os espécimes analisados das formas de *Annulina*, pois no material brasileiro os folíolos apresentam lâminas mais retas que são suavemente encurvadas em direção ao ápice, principalmente nas suas extremidades, e cujas inserções se dão sempre de modo perpendicular ao eixo caulinar que os sustentam (Figuras 2A-B, 3A-B e 4A e 4D).

Por fim, tem-se o morfôgenero *Phyllothea* que também apresenta formas próximas às do material em análise. Este morfôgenero foi erigido por Brongniart (1828), referindo-se ao material

proveniente de Hawkesbury River, Austrália. Posteriormente, Townrow (1955) propôs uma emenda à diagnose original, considerando outras formas relacionadas ao gênero, e indicou *P. australis* Brongniart como a espécie tipo.

Phyllothea se distingue dos demais morfogêneros por possuir folíolos de dimensões homogêneas, finos, planos, de margens inteiras, uninervados, com nervura mediana pouco nítida, inseridos perpendicularmente em relação ao eixo do caule ou ramo que os sustentam. Na base, os folíolos formam uma bainha contínua, que raramente ultrapassa mais do que a metade do comprimento dos folíolos que apresentam ranhuras de comissuras que não atingem a base dos folíolos. Uma característica da bainha foliar, que se repete nas diversas formas atribuídas ao gênero, é o formato afunilado de sua porção proximal, bem como sua expansão para além do caule, formando uma lâmina em forma de disco (Boureau, 1964). Normalmente, cada bainha que se origina em um nós, recobre todo o entre-nó subsequente de forma adpressa, afastando-se do ramo apenas ao atingir a altura do próximo nó (Boureau, 1964; Meyen, 1971).

Os espécimes estudados conferem com a caracterização feita acima para *Phyllothea*, o que justifica sua inclusão neste morfogênero. No entanto, nossos espécimes apresentam algumas diferenças em relação à maioria das outras formas já descritas para *Phyllothea*, sendo as mais marcantes: a robustez e o longo comprimento dos folíolos e sua forma oblonga, com as bordas das lâminas foliares correndo paralelas, além da inserção de folíolos ao longo do caule principal.

De qualquer modo, existe alguma semelhança nos folíolos de *Phyllothea stellifera* Schmalhausen, 1879 (*in* Boureau, 1964), mas nesta morfoespécie a bainha é adpressa, ou tenuamente afastada do caule, enquanto a forma aqui descrita apresenta bainhas mais desenvolvidas.

Existe também alguma semelhança com *P. deliquescens*, principalmente no formato das bainhas e dos folíolos. Entretanto, essa morfoespécie apresenta partes férteis, e tem como característica os folíolos mais largos na base, e mais longos que a nervura mediana, ambas características que não são observadas nos nossos espécimes.

Assim sendo, o material aqui descrito apresenta-se como uma forma única e distinta de outras apresentadas na literatura. Conclui-se, por conseguinte, que se trata de uma nova espécie de *Phyllothea*, morfológicamente semelhante a algumas formas angáricas e denominada aqui como *P. longifolia* nov. sp.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho trouxe uma nova espécie semelhante morfológicamente às formas angáricas *Phyllopitys* e *Annulina*, mas aqui incluída no morfogênero *Phyllothea* como *P. longifolia* nov. sp. A nova forma encontra-se restrita aos depósitos do topo do Grupo Itararé, no Rio Grande do Sul, tendo sido assinalada para, pelo menos, dois níveis estratigráficos distintos (N2 e N4). Dada a sua relativa abundância local e a sua ocorrência em mais de uma camada fossilífera, pode-se dizer que esta nova espécie poderá configurar-se em um novo táxon índice nos zoneamentos fitoestratigráficos já propostos para esta porção da Bacia do Paraná (veja Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1993; Iannuzzi *et al.*, 2007). Neste sentido, *P. longifolia* nov. sp. pode ser considerado um táxon típico da Zona de *P. australis* (*sensu* Iannuzzi *et al.*, 2007), estendendo-se pelas duas subzonas, i.é *Gangamopteris obovata* e *Botrychiopsis plantiana*, conforme a distribuição sugerida por Iannuzzi *et al.* (2003a, b; 2007, 2010) para essas unidades ao longo do perfil do Morro do Papaléo.

Por fim, a similitude que *P. longifolia* nov. sp. apresenta com as formas angáricas de *Phyllopitys* deve ser interpretada como um possível fenômeno de homoplasia, comum às porções vegetativas do grupo das esfenófitas durante o Paleozóico (Meyen, 1967, 1971, 1987). Para o morfogênero *Phyllothea*, de ampla distribuição geográfica, há pelo menos duas famílias, baseadas em estruturas reprodutivas que podem ser vinculadas a este morfotipo foliar, a Família Tschenorviaceae, restrita ao Reino Angara, e a Família Gondwanostachyaceae, encontrada no Reino Gondwana (Meyen, 1971, 1987). Outro bem relatado exemplo de homoplasia entre esfenófitas do grupo das esfenofilales refere-se à presença do morfogênero cosmopolita *Sphenophyllum* no

Permiano da Argentina, onde foi vinculado, a partir da presença de estruturas reprodutivas, a uma família totalmente diferente daquelas assinaladas para outras partes do mundo (Cúneo *et al.*, 1993). Recentemente, tem-se registrado para Índia e Brasil ramos foliares do tipo *Phyllothea* em conexão orgânica com, pelo menos, mais dois tipos de frutificações, i.é *Giridia* e *Notocalamites* (Boardman, 2006; Boardman & Iannuzzi, 2010), mostrando que este mesmo morfotipo foliar pode ser associado a diferentes famílias através do Gondwana.

Segundo Meyen (1967, 1987), a homoplasia de partes vegetativas parece ter sido um fenômeno recorrente entre os grupos vegetais que habitaram diferentes reinos florísticos no Neopaleozóico, especialmente, entre aqueles encontrados em áreas sob regimes climáticos semelhantes, como no caso dos vegetais presentes nos reinos Angara e Gondwana. Neste sentido, as similitudes morfológicas encontradas se explicariam pela evolução convergente de caracteres adaptativos às condições paleoclimáticas semelhantes. Portanto, não seria improvável o registro de formas com porções vegetativas quase idênticas entre Angara e Gondwana, como constato para a nova espécie aqui descrita. Porém, enquanto as porções férteis relacionadas à *P. longifolia* não forem encontradas, sua afinidade botânica ao nível de família permanecerá um mistério a ser resolvido.

Tendo em vista as considerações mencionadas acima, há uma expectativa de que a diversidade incomum de morfoespécies baseadas em caracteres vegetativos de esfenófitas encontrada nos níveis N2 e, principalmente, N4 do Afloramento Morro do Papaléo (representada por: *Stephanophyllites* cf. *S. sanpaulensis*, *Phyllothea australis*, *P. brevifolia* e *P. longifolia*), possa estar refletindo distintas espécies naturais. Ou seja, espera-se que cada uma das morfoespécies presentes nestes níveis esteja associada a um diferente tipo de estrutura reprodutiva, constituindo-se assim em uma comunidade ribeirinha com excepcional riqueza de espécies de esfenófitas, onde todas conviveram juntas, em um mesmo “ecoespaço” ou habitat. Este fato é bastante incomum entre os representantes herbáceo-arbustivos do grupo das Sphenophyta no Paleozóico que normalmente constituíam comunidades monoespecíficas à beira dos corpos d’água (DiMichele & Hook, 1992).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio através de bolsas (processos PQ309322/2007-3, 130053/2005-8 e PQ305687/2010-7) e auxílios (Processo 483463/2007-8) concedidos aos autores, fundamental para a realização deste trabalho, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxílio concedido (Processo PqG1015846), e ao Téc. Luis Flávio Lopes, pelas fotos do material estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreis, R.R.; Cazzulo-Klepzig, M.; Guerra-Sommer, M. & Zimmermann, L. 1980. Considerações sobre um afloramento fossilífero do Grupo Itararé: Fazenda Goulart, Francisquinha, Município de São Jerônimo, RS. *Boletim IG-USP*, **11**:85-97.
- Boardman, D.R. 2006. *Tafoflora de Taió, Santa Catarina (Permiano Inferior, Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná)*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 112p., 11est.
- Boardman, D.R.; Iannuzzi, R. & Dutra, T.L. 2007. Esfenófitas da Formação Rio Bonito (Permiano Inferior) na região de Taió, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **10**:201-211.
- Boardman, D.R. & Iannuzzi, R. 2010. Presence of the genus *Giridia* in the Paraná Basin (Lower Permian, Rio Bonito Formation). *Revista Brasileira de Paleontologia*, **13**(1):5-12.
- Boureau, E. 1964. *Traité de Paléobotanique: Sphenophyta*. Paris, Ed. Masson et cie, v.III, 554p.
- Cazzulo-Klepzig, M. & Guerra-Sommer, M. 1983. O morfogênero *Phyllothea* em sedimentitos da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1, Porto Alegre, *Atas*, **1**:160-169.
- Cúneo, R.; Archangelsky, s. & Wagner, R.W. 1993. Lower Permian Sphenophylls from Chubut, Argentina. *Ameghiniana*, **30**(3):225-243.
- DiMichele, W.A. & Hook, R.W. 1992. Paleozoic Terrestrial Ecosystems. In: Behrensmeier, A.K. *et al.* (eds) *Terrestrial Ecosystems through time*, Chicago, University of Chicago, p. 205-326.
- Guerra-Sommer, M. & Cazzulo-Klepzig, M.A. 1981. Tafoflora do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul: sua Importância bioestratigráfica no Gondwana Sul-Brasileiro. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2, Porto Alegre, *Anais*, **2**:127-140.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M. & Marques-Toigo, M. 1985. Gondwanostachyaceae (Equisetopsida) no Godwana Sul-Brasileiro (Formação Rio Bonito) com mega e microflora associadas. *Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre*, **22**(1-2):64-73.

- Iannuzzi, R. 2000. Presença do gênero *Stephanophyllites* em estratos Eopermianos do Rio Grande do Sul, Brasil (Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná). *Revista Universidade de Guarulhos*, **4(6):74-77**.
- Iannuzzi, R. 2010. The flora of Early Permian coal measures from the Paraná Basin in Brazil: A review. *International Journal of Coal Geology*, **83:229-247**.
- Iannuzzi, R.; Marques-Toigo, M.; Scherer, C.M.S.; Caravaca, G.; Vieira, C.E.L. & Pereira, L.S. 2003a. Reavaliação do fitobioestratigrafia da sequência Gondvânica Sul-Riograndense: estudo de caso do afloramento Morro do Papaléo (Bacia do Paraná, Permiano Inferior). In: ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: ESCUDOS E BACIAS, 1, Porto Alegre, *Resumos expandidos*, ILEA/UFRGS, **1:182-185**.
- Iannuzzi, R.; Marques-Toigo, M.; Scherer, C.M.S.; Caravaca, G.; Vieira, C.E.L. & Silva, L.P. 2003b. Phytobiostratigraphical revaluation of the Southern Brazilian Gondwana sequence (Paraná Basin, Lower Permian). In: TNO/KNGMG/University Utrecht, Int. Congr. Carboniferous & Permian Strat., 15, *Abstracts*, p. 240-242.
- Iannuzzi, R.; Scherer, C.M.S.; Souza, P.A.; Holz, M.; Caravaca, G.; Adami-Rodrigues, K.; Tybusch, G.P.; Souza, J.M.; Smaniotto, L.P.; Fischer, T.V.; Silveira, A.S.; Likawka, R.; Boardman, D.R.; & Barboza, E.G. 2006. Afloramento Morro do Papaléo, Mariana Pimentel, RS. Registro ímpar da sucessão pós-glacial do Paleozóico da Bacia do Paraná. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. **2** (sítio101). Disponível em <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio101/sitio101.pdf>>, acesso em 01/11/2007.
- Iannuzzi, R.; Souza, P.A.; Scherer, C.M.S. & Holz, M. 2007. Plantas fósseis na Bioestratigrafia dos depósitos permianos do Rio Grande do Sul. In: Iannuzzi, R. & Franz, J.C (eds.). *50 anos de Geologia, contribuições do Instituto de Geociências*. Porto Alegre, Ed. Comunicação & Identidade, p. 41-57.
- Iannuzzi, R.; Souza, P.A. & Holz, M. 2010. Stratigraphic and paleofloristic record of the Lower Permian postglacial succession in the southern Brazilian Paraná Basin. In: *Late Paleozoic*

Glacial Events and Postglacial Transgressions in Gondwana, Denver, Geological Society of America, p. 113-132 (GSA Special Paper, 468).

Lundqvist, G. 1919. Fossile Pflanzen der *Glossopteris* Flora aus Brasilien. *K. Svenska Vetensk-Akad. Handl. Stockholm*. **60**(3):1-36.

Meyen, S.V. 1967. New data on the relationship between Angara and Gondwana Lata Paleozoic floras. *In: IUGS SYMPOSIUM, 1, 1967. Proceedings*, Buenos Aires, p. 144-152.

Meyen, S.V. 1971. *Phyllothea*-like plants from the Upper Paleozoic flora of Angaraland. *Palaeontographica Abt. B*, **133**:1-33.

Meyen, S.V. 1987. *Fundamentals of Paleobotany*. New York, Chapman and Hall, 432p.

Millan, J.H. & Dolianiti, E. 1977. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 1- Gênero *Paracalamites*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **49**(3):469-477.

Millan, J.H. & Dolianiti, E. 1979. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 3- Gênero *Phyllothea*. *Bol. Asoc. Latioamer. de Paleobot. Palinol., Buenos Aires*, **6**:1-4.

Millan, J.H. & Dolianiti, E. 1980. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquilha, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 2- Gênero *Stephanophillites* gen.nov. *Actas 2 Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1 Congreso Latinoamericano de Paleontología, Buenos Aires*. **4**:113-127.

Milani, E. J.; Melo, J. H. G.; Souza, P. A.; Fernandes, L. A.; França, A. B. 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*. **15** (2): 265-287.

Neuburg, M.F. 1948. *Upper Paleozoic flora of Kuznetsk basin*. Moscow, Paleontology of SSSR. 342 p. (Volume 12, part 2).

Oliveira-Babinski, M.E.C.B. 1988. Equisetales Eogondvânicas da “Tafoflora Irapuá”, Formação Rio Bonito (Permiano Inferior) em Criciúma, SC, Bacia do Paraná, Brasil. *Anais Academia brasileira de Ciências*, **60**(1):45-60.

- Read, C.B. 1941. *Plantas Fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina*. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, 102 p., 8 pls. (Monografia 12).
- Roesler, G.A.; Iannuzzi, R.; Boardman, D.R. & Baroni, C.L. 2008. Uma nova espécie de *Phyllothea* Brongniart (Townrow) no Permiano Inferior da Bacia do Paraná, RS. *Gaea UNISINOS*, **4**(1):14-23.
- Rohn, R. & Lages, L.C. 2000. Lower Permian sphenopsids from Cerquilho, Northeastern Paraná Basin, Brazil. *Revue Paléobiologie*, **19**(2):359-379.
- Rohn, R.; Rösler, O. 2000. Middle to Upper Permian phytostратigraphy of the Eastern Paraná Basin.. *Revista Universidade Guarulhos*. **5**: 69-73.
- Rösler, O. 1974. Novas Espécies de Sphenophyta na Formação Rio Bonito (Permiano) no Estado do Paraná. *Bol. IG, Instituto de Geociências, USP, São Paulo*. **5**:17-28.
- Townrow, J. A., 1955. On Some Species of *Phyllothea*. *Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales*, **83**: 39-63.
- White, D. 1908. Fossil Floras of the Coal Measures of Brazil. In WHITE, I. C. (Ed.): *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brazil*. Dep. Nacional Produção Mineral, Comis. Est. Das Minas de Carvão de Pedra do Brazil, Rio de Janeiro. **3**: 337-617, pls 5-14.
- Zampirolli, A.P.; Bernardes-de-Oliveira, M.E. & Souza, P.A. 2000. Esfenopsída equisetaleana cf. *Koretrophyllites* sp., na taoflora Neocarbonífera do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, no Município de Itapeva, SP, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos*, **4**(6):96-101.

Legendas

Figura 1. A, Mapa de localização do Afloramento Morro do Papaléo, município de Mariana Pimentel, RS; **B**, Perfil colunar do Afloramento Morro do Papaléo, mostrando os limites entre o Grupo Itararé e a Formação Rio Bonito, o conteúdo fossilífero e os níveis (setas) dos quais provêm o material de Sphenophyta estudado (modificado de Iannuzzi *et al.*, 2003a, b, 2006, 2010; Iannuzzi, 2010).

Figure 1. A, Location map of the Morro do Papaléo Outcrop, municipality of Mariana Pimentel, Rio Grande do Sul State; **B**, Column of the Morro do Papaléo Outcrop, showing the boundaries between the Itararé Group and Rio Bonito Formation, the fossil content and the levels (arrows) containing the study material of Sphenophyte (modified from Iannuzzi *et al.*, 2003a, b, 2006, 2010; Iannuzzi, 2010).

Figura 2. *Phyllothea longifolia* nov. sp. **A**, MP-Pb 4400a, *holótipo*, vista geral de um ramo vegetativo, mostrando os nós e entre-nós cobertos por bainhas, a distribuição dos longos folíolos organizados em verticilos, e o formato em copo das porções distais das bainhas (**Ba**), todos caracteres diagnósticos da espécie; **B**, MP-Pb 4691b, *parátipo*, detalhe do caule principal, onde se observam cinco nós providos de verticilos foliares, o formato das bainhas e dos folíolos; **C**, MP-Pb 4691a, *parátipo*, caule principal, com oito nós e cinco verticilos foliares, evidenciando a robustez do caule e comissuras nas bainhas que representam os limites das partes basais das lâminas foliares fusionadas. **Abreviações:** **Ba** = porção distal da bainha; **Cm** = linha de comissura; **Fl** = folíolo; **No** = nó; **Ve** = veia média. Escalas = 1 cm.

Figure 2. *Phyllothea longifolia* sp. nov. **A**, MP-Pb 4400a, *holotype*, general view of vegetative shoot, showing nodes and internodes covered by sheaths, the distribution of very long leaves organized in whorls, and the distal parts of foliar sheaths with “cup-shape” (**Ba**), all diagnostic features of this species; **B**, MP-Pb 4691b, *paratype*, detail of main stem, where

five nodes with foliar whorls can be observed beyond the shape of foliar sheaths and leaves; **C**, MP-Pb 4691a, *paratype*, main stem with eight nodes and five whorls preserved, showing the robust stem and commissural lines on the sheaths that represents the boundaries of basal part of foliar laminas fused. Abbreviations: **Ba** = distal portion of sheath; **Cm** = commissural line; **Fl** = leaf; **No** = node; **Ve** = mid vein. Scale bars = 1 cm.

Figura 3. *Phyllothea longifolia* nov. sp. **A**, MP-Pb 4979, detalhe de um ramo secundário com três nós, evidenciando o formato em copo das bainhas, bem como um nó nítido, subjacente ao verticilo foliar mais superior (seta), que mostra a bainha afastando-se do caule somente após ultrapassar o nó seguinte; **B**, MP-Pb 4980a, ramo secundário mostrando o ápice completamente preservado, de onde parte uma coroa de folíolos distais (seta), morfológicamente semelhantes aos mais proximais e que diferem apenas no seu tamanho reduzido, note também o comprimento longo dos folíolos mais proximais; **C**, MP-Pb 4339, ramo secundário incompleto com seis nós preservados, evidenciando os longos ramos e folíolos que esta forma pode apresentar. **Abreviações:** **Ba** = porção distal da bainha; **Fl** = folíolo; **No** = nó. Escalas = 1 cm.

Figura 3. *Phyllothea longifolia* sp. nov. **A**, MP-Pb 4979, detail of a secondary shoot, with three nodes preserved, showing the cup-shape of sheaths and a well-sharp node, underlying to the uppermost foliar whorl, that shows the sheath moving away from the stem only after it pass through the next node; **B**, MP-Pb 4980a, secondary shoot showing the entire apex preserved, bearing a crown of distal leaves morphologically similar to the proximal ones except for their drastic reduction in lengths, also note the very long length of proximal leaves; **C**, MP-Pb 4339, incomplete secondary shoot with six nodes preserved, showing very long leaves. Abbreviations: **Ba** = distal portion of sheath; **Fl** = leaf; **No** = node. Scale bars = 1 cm.

Figura 4. *Phyllothea longifolia* nov. sp. **A**, MP-Pb 3645, detalhe de dois verticilos foliares, onde se pode observar, através da comparação entre o verticilo inferior e superior, que a

distribuição aos pares dos folíolos é apenas um artefato tafonômico, note os longos folíolos (espécime ilustrado em Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983, Est. III, fig. 5, como *P. indica*); **B**, MP-Pb 4034, detalhe dos folíolos, mostrando claramente uma veia mediana e a presença de enrugações transversais ao longo das lâminas foliares; **C**, MP-Pb 3644, detalhe de dois verticilos foliares, onde se pode observar no inferior o formato em copo da porção distal da bainha e a disposição e longo comprimento dos folíolos (ilustrado em Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1983, Est. I, fig. 3, como *P. indica*); **D**, MP-Pb 2600, detalhe de um ramo secundário de amostra proveniente do nível N2, mostrando uma outra forma de preservação que simula uma distribuição aos pares dos folíolos, apenas um artefato tafonômico, e onde também se pode observar as linhas de comissuras resultantes da fusão basal dos folíolos que formam as bainhas que recobrem inteiramente os entre-nós. **Abreviações:** **Cm** = linha de comissura; **En** = enrugações transversais. Escalas = 1 cm.

Figura 4. *Phyllothea longifolia* sp. nov. **A**, MP-Pb 3645, detail of two foliar whorls, where one can observe, through comparison between the lower and upper whorls, that the distribution of leaves in pairs its only a taphonomic artifact, note the very long leaves (specimen illustrated in Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1983, Est. III, fig. 5, as *P. indica*); **B**, MP-Pb 4034, detail of leaves, showing clearly a mid vein and transversal shrinks through the foliar laminas; **C**, MP-Pb 3644, detail of two foliar whorls, the lowest one shows the “cup-shape” of distal part of sheath and the arrangement of the leaves (specimen illustrated in Guerra-Sommer & Cazzulo-Klepzig, 1983, Est. I, fig. 3, as *P. indica*); **D**, MP-Pb 2600, detail of secondary shoot of specimens recovered from level N2, showing a different form of preservation that simulates a distribution in pairs of leaves, only a taphonomic artifact, also note the commissural lines (ribs), resulting from basal fusion of leaves which form the sheaths that overlying the entire internodes. Abbreviations: **Cm** = commissural line; **En** = transversal shrinks. Scale bars = 1 cm.

Figura 5. Desenhos esquemáticos do holótipo e do parátipo. **A**, MP-Pb 4400a, *holótipo*, ramo

evidenciando as características distintivas da espécie, tais como (i) bainhas adpressas recobrimdo todo o entre-nó, afastando-se do caule apenas na altura dos nós quando assume uma forma de copo, e (ii) verticilos foliares que apresentam folíolos longos, oblongos, de ápices arredondados e uninervados, (iii) bem como a organização em coroa dos folíolos terminais no ápice do ramo; **B**, MP-Pb 4691a, *parátipo*, caule principal evidenciando suas principais características, tais como (i) a presença de linhas de comissura resultante da fusão basal dos folíolos e (ii) o afastamento das bainhas do caule em suas porções distais, apenas na altura dos nós, formando os verticilos foliares. **Abreviações:** **Ba** = porção distal da bainha; **Cm** = linha de comissura; **Fl** = folíolo; **No** = nó; **Ve** = veia média. Escalas = 1 cm.

Figura 5. Schematic drawings of the holotype and paratype. **A**, MP-Pb 4400a, *holotype*, branch showing the distinctive characters of the species, such as (i) adpressed sheaths overlying the entire internode, only moving away from the stem when it reach the nodes acquiring a “cup-like” shape, and (ii) foliar whorls that bear very long and oblong leaves with rounded apex and univeined lamina, as well (iii) the organization in crown of terminal leaves in the apex of branch; **B**, MP-Pb 4691a, *paratype*, main stem showing the essential features, as (i) the presence of commissural lines resulting from the basal fusion of the leaves, and (ii) the sheaths that moves away from the stem in their distal portions, only at the level of nodes, forming foliar whorls. Abbreviations: **Ba** = distal portion of sheath; **Cm** = commissural line; **Fl** = leaf; **No** = node; **Ve** = mid vein. Scale bars = 1 cm.

Tabela 1. *Phyllothea longifolia* sp. nov. Medidas (em mm) das principais partes vegetativas do holótipo (*) e parátipos da espécie. Níveis estratigráficos conforme Iannuzzi *et al.* (2003a, b, 2006, 2010); Iannuzzi (2010).

Table 1. *Phyllothea longifolia* sp. nov. Measurements (in mm) of main vegetative parts of holotype (*) and paratypes of this species. Stratigraphic levels according to Iannuzzi *et al.* (2003a, b, 2006, 2010); Iannuzzi (2010).

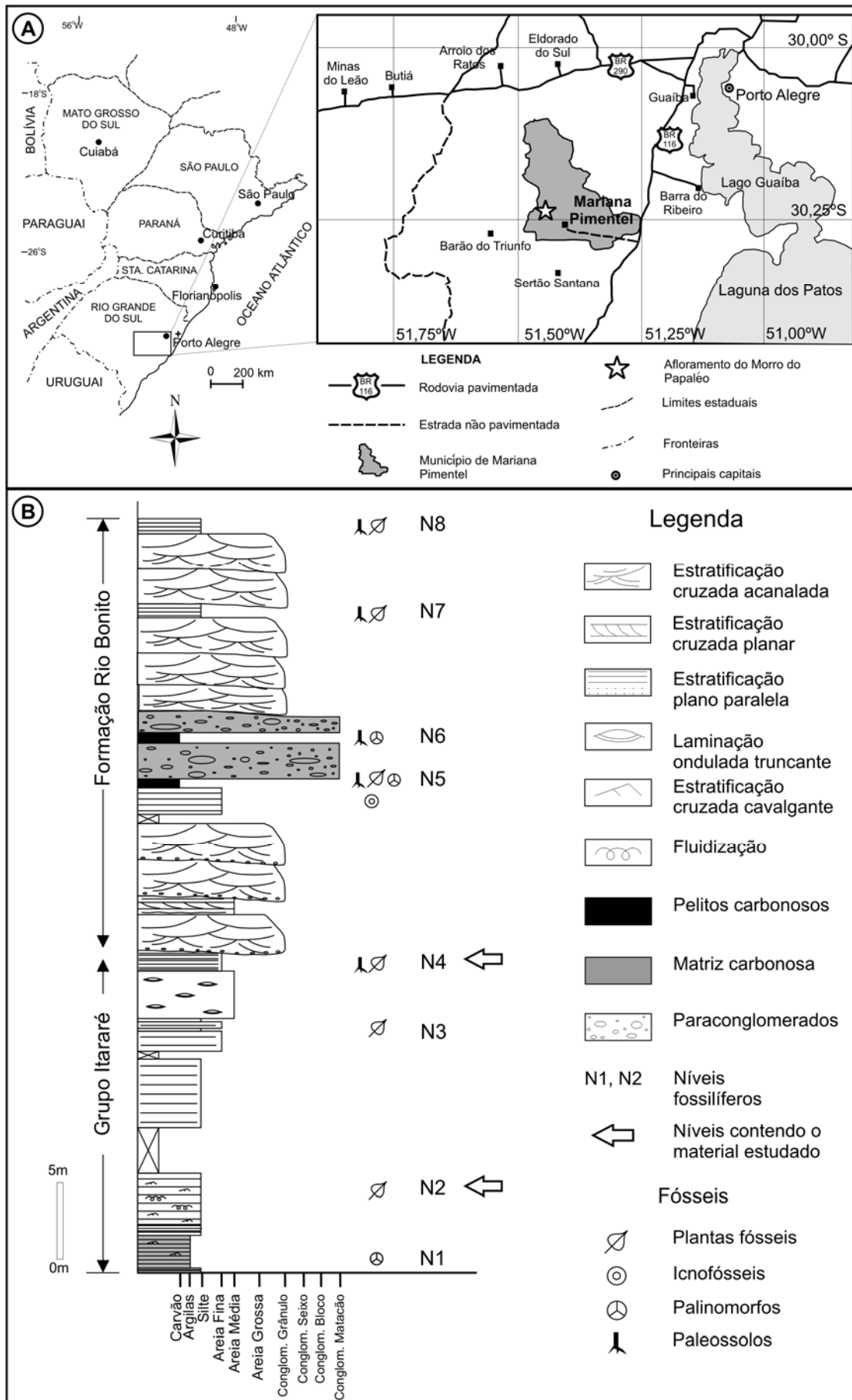


Figura 1

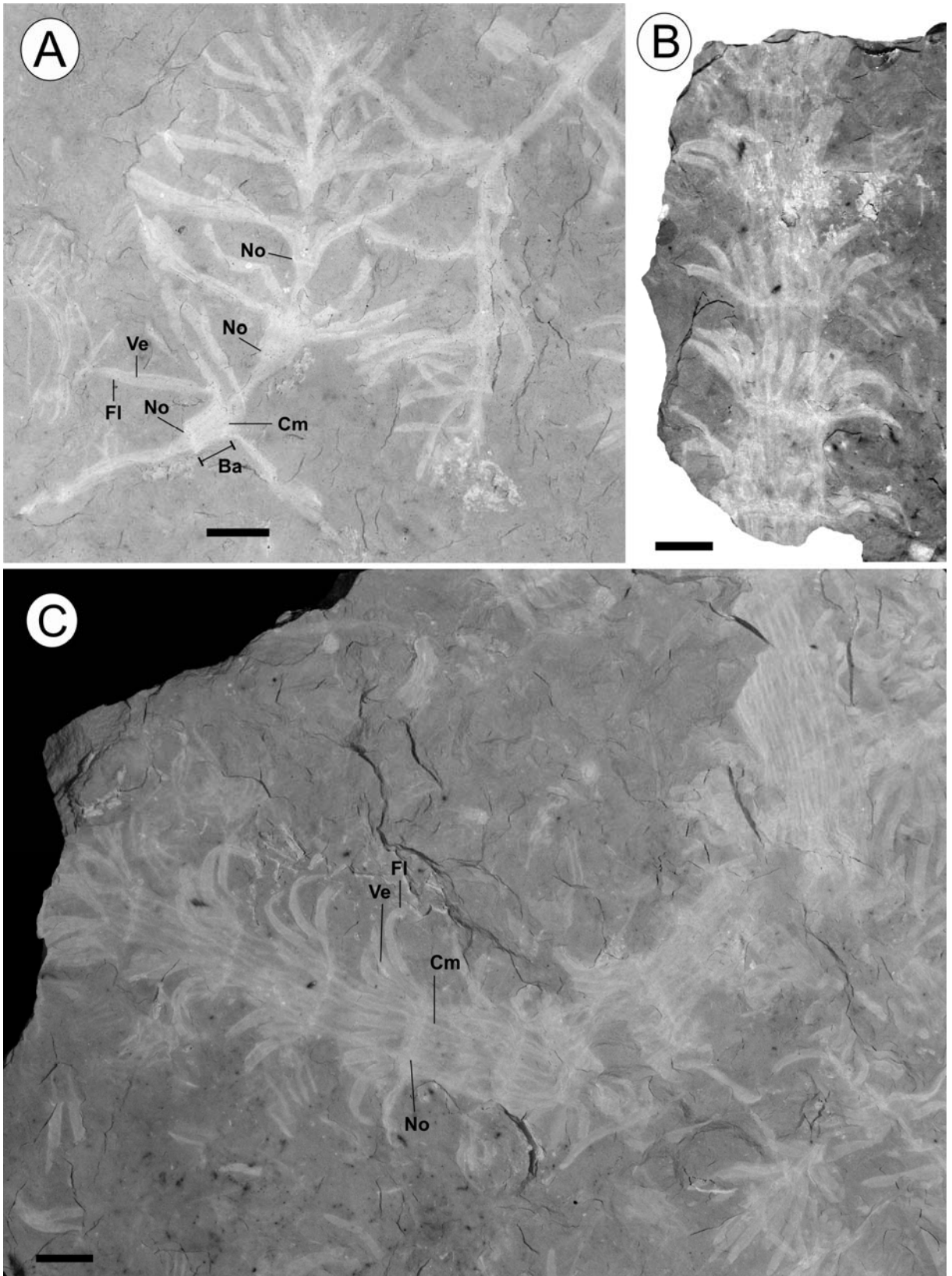


Figura 2

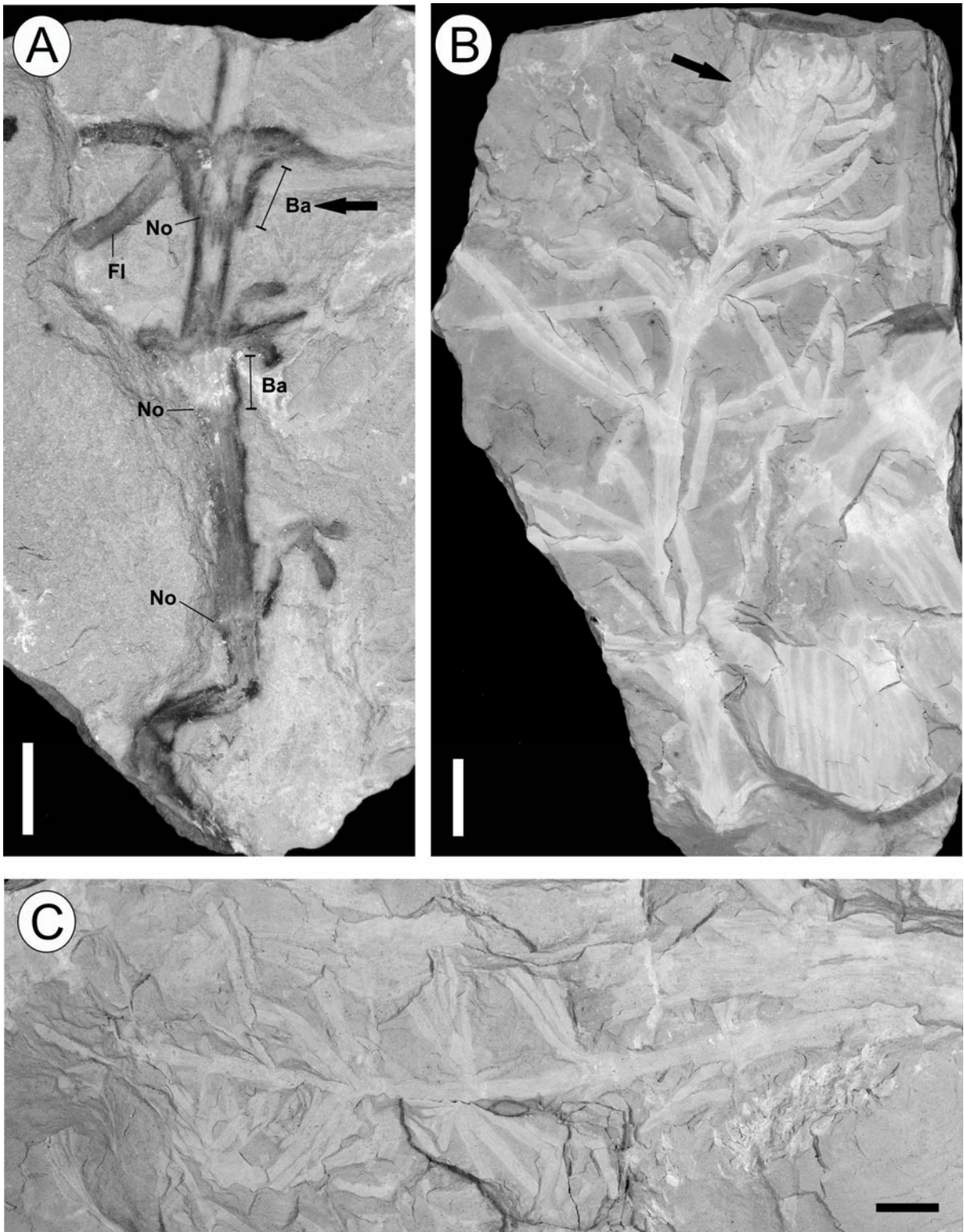


Figura 3

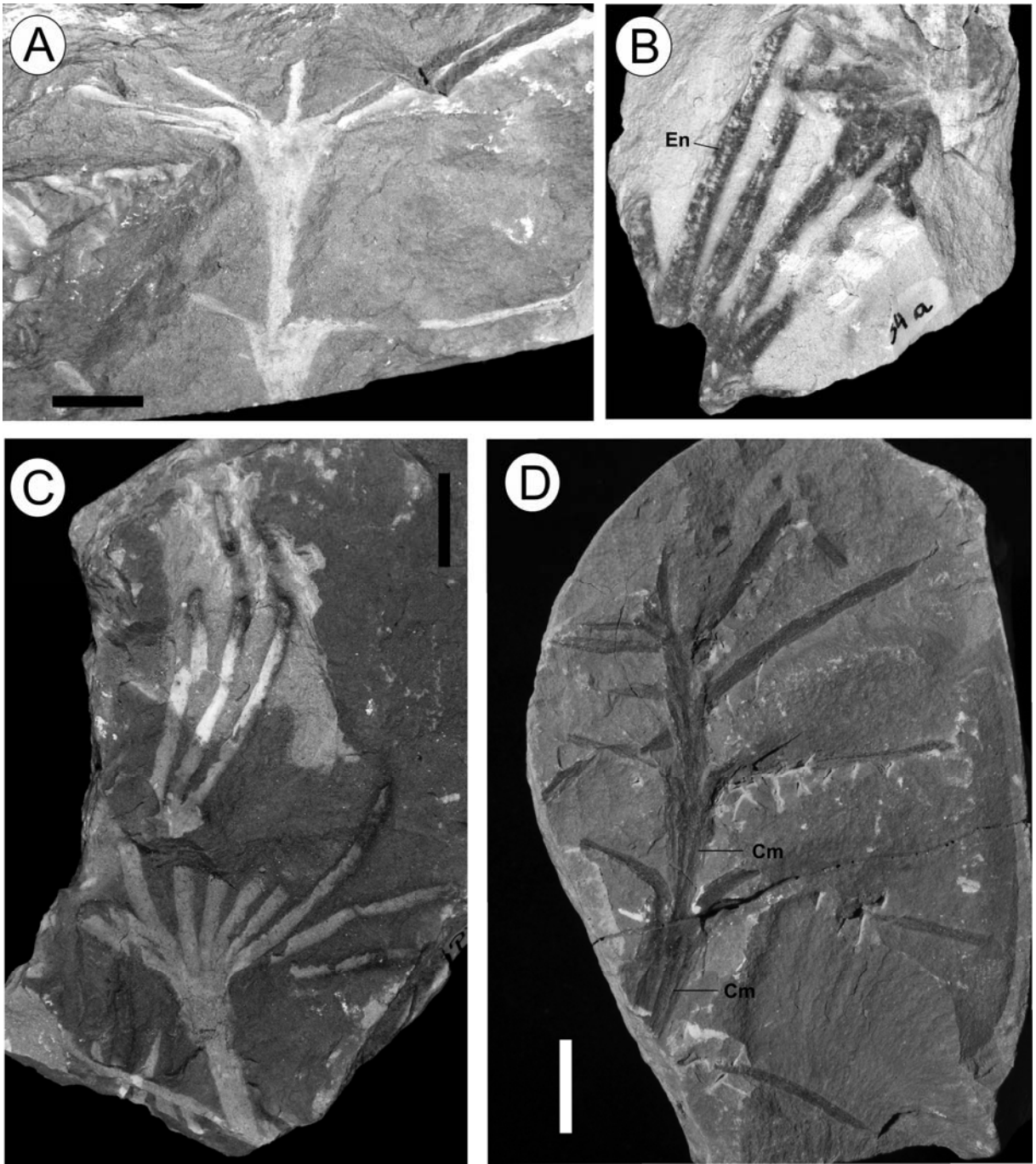


Figura 4

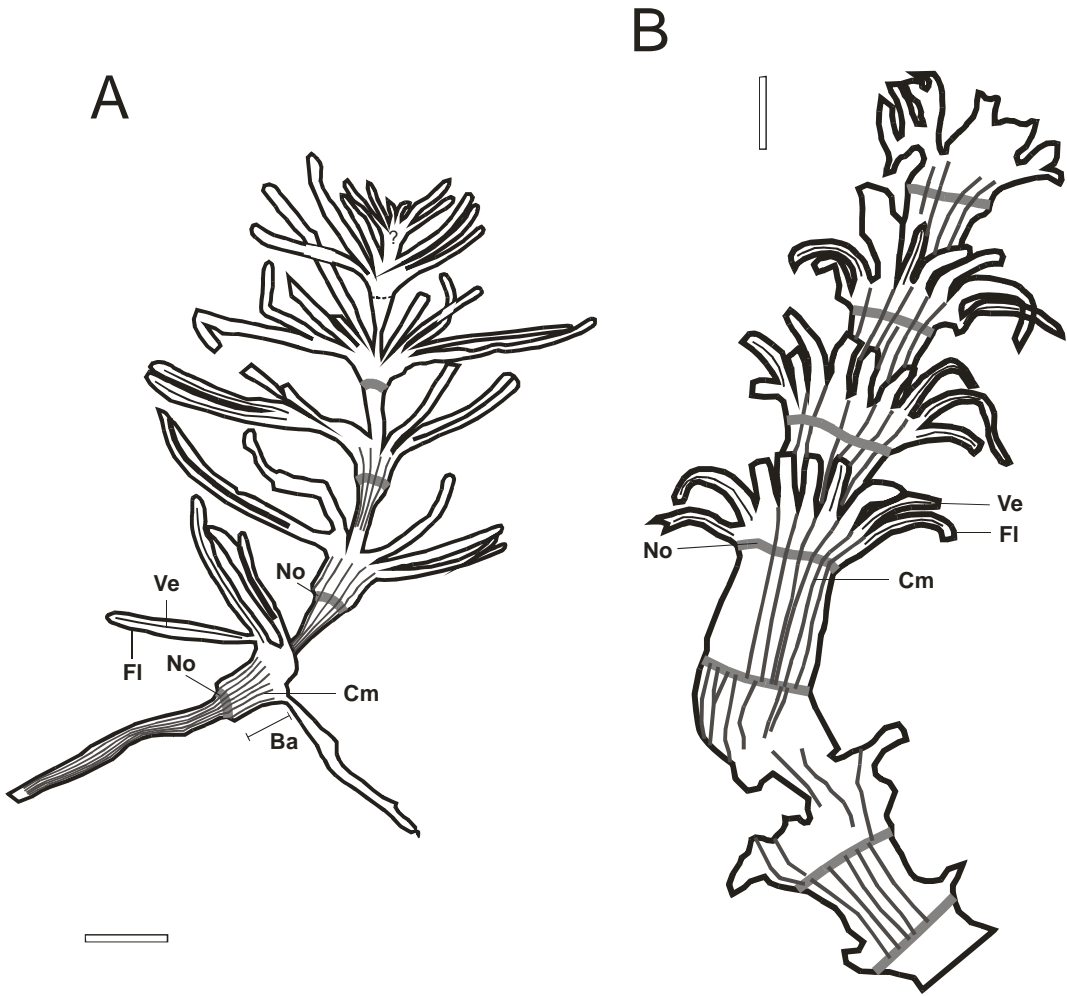


Figura 5

Espécime MP-Pb	Nº entre-nós completos	Largura dos entre-nós	Comprimento dos entre-nós	Comprimento do copo da bainha	Nº folíolos por verticilo	Nº folíolos completos	Largura folíolos	Comprimento folíolos	Nível Estratigráfico
Caule Principal									
4691Ba/b	4	13,1-15,2	19,7-20,6	8,8-9,0	>9	5	2,3-3,5	22,8-27,1	N4
Ramos Secundários									
2525	1	2,4-2,7	-	-	>12	4	1,3-2,6	16,7-23,4	N4
2544	-	-	-	-	13	5	2,9-3,6	38,0-46,6	N4
2591	-	2,1-2,5	-	-	>4	2	2,6-2,8	14,8-19,4	N2
2600	3	4,1-8,2	9,8-14,7	-	>6	3	1,8-2,9	18,0-31,7	N2
3145	-	-	-	-	14	8	2,8-3,5	36,2-46,3	N4
3644	-	4,3	-	9	>10	2	2,4	26,3-37,3	N4
3645	2	5,0-5,6	25,4	7,4-7,5	>7	-	-	-	N4
4034	-	-	-	-	>5	1	2,4-2,9	28,2	N4
4117A	3	3,9-4,5	-	-	>4	2	2,0-2,3	11,5-18,4	N4
4335	4	3,4-3,8	8,4-13,6	-	>5	7	2,0-2,7	15,5-28,7	N4
4339	3	3,7-5,2	17,5-25,1	6,2-6,3	>9	-	1,7-2,8	-	N4
4367	2	2,9-4,6	12,4-17,7	-	>8	6	1,6-2,2	20,6-29,0	N4
4400Aa*	5	4,6-7,0	7,9-22,0	5,8-8,0	>9	5	2,3-2,7	21,7-30,1	N4
4979	3	4,3-5,1	20,1-25,4	9,7-10,9	>4	-	-	-	N4
4980a	6	3,6-4,8	11,6-17,5	5,3-7,6	>7	7	2,3-2,9	22,7-33,4	N4

Tabela 1

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta dissertação, apresentou-se no Capítulo 1, uma nova espécie, *Phyllothea longifolia*, que guarda alguma semelhança morfológica com as formas angáricas *Phyllopitys* e *Annulina*. A nova forma encontra-se restrita aos depósitos do topo do Grupo Itararé, no Rio Grande do Sul, tendo sido assinalada para, pelo menos, 2 níveis estratigráficos (N2 e N4) distintos. Dada a sua relativa abundância local e a sua ocorrência em mais de uma camada fossilífera, pode-se dizer que esta nova espécie poderá futuramente configurar-se em um novo táxon índice nos zoneamentos fitoestratigráficos já propostos para esta porção da Bacia do Paraná (veja GUERRA-SOMMER & CAZZULO-KLEPZIG, 1993; IANNUZZI ET AL., 2010). Neste sentido, *P. longifolia* nov. sp. pode ser considerado um táxon típico da Zona de *P. australis* (*sensu* IANNUZZI ET AL., 2007), estendendo-se pelas suas duas subzonas, i.é *Gangamopteris obovata* e *Botrychiopsis plantiana*, conforme a distribuição sugerida por IANNUZZI ET AL. (2003a, b; 2007, 2010) para essas unidades ao longo do perfil do Morro do Papaléo.

Por fim, a similitude que *P. longifolia* nov. sp. apresenta com as formas angáricas de *Phyllopitys* deve ser interpretada como um possível fenômeno de homoplasia, comum às porções vegetativas do grupo das esfenófitas durante o Paleozóico (MEYEN, 1967, 1971, 1987). Para o morfogênero *Phyllothea*, de ampla distribuição geográfica há, por exemplo, duas famílias baseadas em estruturas reprodutivas, que podem ser vinculadas a este morfotipo foliar. A Família Tschenorviaceae, restrita ao Reino Angara, e a Família Gondwanostachiaceae, encontrada no Reino Gondwana (MEYEN, 1971, 1987). Recentemente, tem-se registrado para Índia e Brasil ramos foliares do tipo *Phyllothea* em conexão orgânica com, ao menos, mais dois tipos de frutificações, i.é *Giridia* e *Notocalamites* (BOARDMAN, 2006; BOARDMAN & IANNUZZI, 2010), mostrando que este mesmo morfotipo foliar pode ser associado a diferentes famílias através do Gondwana. Deste modo, supõe-se que morfoespécies amplamente distribuídas, como *Phyllothea australis* (= *P. indica*), possam estar relacionadas a diferentes estruturas reprodutivas em distintas áreas gondvânicas.

A homoplasia de partes vegetativas parece ter sido um fenômeno recorrente entre os grupos vegetais que habitaram diferentes reinos florísticos no Neopaleozóico, especialmente, entre aqueles encontrados em áreas sob regimes climáticos semelhantes, como no caso dos vegetais presentes nos reinos Angara e

Gondwana (MEYEN, 1967, 1987). Neste sentido, as similitudes morfológicas encontradas se explicariam pela evolução convergente de caracteres adaptativos às condições paleoclimáticas semelhantes assinaladas para ambos os reinos citados acima. Portanto, não seria improvável o registro de formas vegetativas quase idênticas entre Angara e Gondwana, como constato para a nova espécie aqui descrita. Enquanto as porções férteis relacionadas à *P. longifolia* não forem encontradas, sua afinidade botânica ao nível de família permanecerá uma incógnita.

Tendo em vista as evidências mencionadas acima de que formas com porções vegetativas semelhantes podem pertencer a famílias distintas de Sphenophyta, há uma expectativa de que a diversidade incomum de morfoespécies baseadas em tipos foliares de esfenófitas, encontrada nos níveis N2 e, principalmente, N4 do Afloramento Morro do Papaléo, e representada por quatro diferentes táxons (*Stephanophyllites* cf. *S. sanpaulensis*, *Phyllothea australis*, *P. brevifolia* e *P. longifolia*), possa estar refletindo espécies naturais. Ou seja, espera-se que cada uma das morfoespécies presentes esteja associada a diferentes tipos de estruturas reprodutivas, constituindo-se assim em uma comunidade ribeirinha com excepcional riqueza de espécies de esfenófitas que conviveram todas juntas, em um mesmo ecoespaço ou habitat, fato incomum entre os representantes do grupo durante o Paleozóico (DIMICHELE & HOOK, 1992).

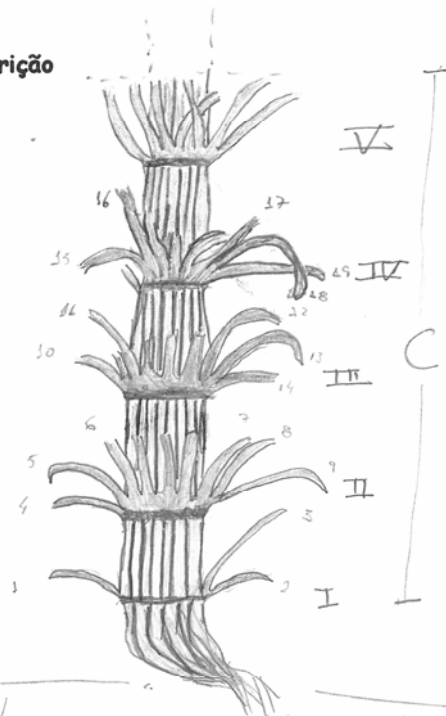
ANEXOS

ANEXO A – Ficha de Estudo

Ficha de Descrição

No da Amostra: Pb 4691 a
 Procedência: Hono do Rapão -

Esquema:



Medidas: (mm)

Componento (I-IV): 75,6 mm. Se interpretamos o espécime d' o caule fragmentado e ultrapassa os 20 cm.

	Largura		comp.
I	24,4	I-II	29,8
II	25,2	II-III	20,6
III	25,0	III-IV	29,7
IV	23,2	IV-V	20,2
V	22,9		

FOLÍOLOS	LARG.	Comp.
1	2,3	25,0
2	2,3	23,4
3	2,4	21,2
4	2,4	24,2
5	3,4	24,4
6	3,2	22,4
7	3,2	27,2
8	2,4	28,5
9	3,2	23,3*
10	3,5	25,3
11	3,2	27,2
12	2,7 *	22,0*
13	2,6 *	23,6*
14	2,8	22,9
15	2,9	27,2
16	3,2	29,0
17	2,9	28,2
18	3,3	27,2*
19	2,8	22,8*

Baixa	Componento
I	-
II	9,0
III	8,9
IV	8,8

Observações:

- A amostra é constituída por diversos fragmentos, aparentemente ligados por um único indivíduo.
- O caule principal (A) parece estar conectado a um rizoma, e se apresenta fragmentado, mas ainda com uma clara conexão.

ANEXO B – Morfotipos

Morfotipo I – *Phyllothea* I – tipo *P. australis*

Descrição: Apresenta bainha evidente, em forma de cálice, com os folíolos lanceolados, uninervados e com ápice agudo, quando este se encontra completo. O número de folíolos por verticilo varia entre 12 e 20, apresentando larguras entre 0,6 e 1,2 mm em suas porções livres. A relação entre comprimento da bainha e a porção livre dos folíolos varia entre 0,25 e 0,4.

Discussão: O presente morfotipo assemelha-se as formas incluídas em *Phyllothea* por apresentar longos folíolos unidos na região proximal por uma bainha em forma de cálice que se prolonga por menos de 50% do comprimento total dos mesmos, de acordo com as descrições de (Boureau, 1964; Meyen, 1971; Rohn & Lages, 2000; Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer, 1983).

Morfotipo II – *Phyllothea* II – tipo *Phyllothea brevifolia*

Descrição: Apresentam nós evidentes com as bainhas foliares completamente adpressas ao caule, estando somente a porção livre dos folíolos afastada destes. As bainhas e os folíolos apresentam praticamente o mesmo comprimento, sendo os folíolos, simples, estreitos, pontiagudos e de aspecto firme. A largura dos folíolos varia entre 0,6 e 1,0 mm e eles variam entre 8 e 12 por verticilo.

Discussão: O presente morfotipo assemelha-se as formas incluídas em *Koretrophyllithes* por apresentar folíolos nos quais as bainhas são completamente adpressas ao caule e as porções livres são as únicas que se projetam lateralmente e distalmente a partir dos nós, conforme as descrições feitas por Rohn & Lages (2000) e Boureau (1964).

Morfotipo III – *Phyllothea* III – tipo *phyllopitys*

Descrição: A bainha, quando nítida, em forma de copo, reduzida em

relação ao comprimento dos folíolos que são robustos, largos, oblongos, apenas alguns com nervura central aparente, mas com estrias transversais nos espécimes mais bem preservados. Alguns poucos folíolos apresentam ao que parece uma bifurcação distal, a qual ainda não foi adequadamente elucidada, podendo ser algo inerente ao crescimento ou história de vida da planta ou devido a efeitos criados por processos tafonômicos. Relação entre parte livre dos folíolos e bainha sempre maior que 0,30. Folíolos variando entre 10 e 14 por verticilo.

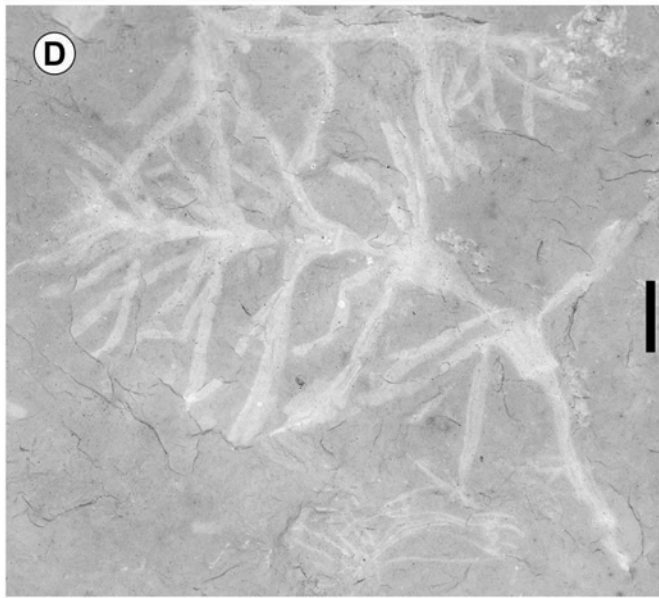
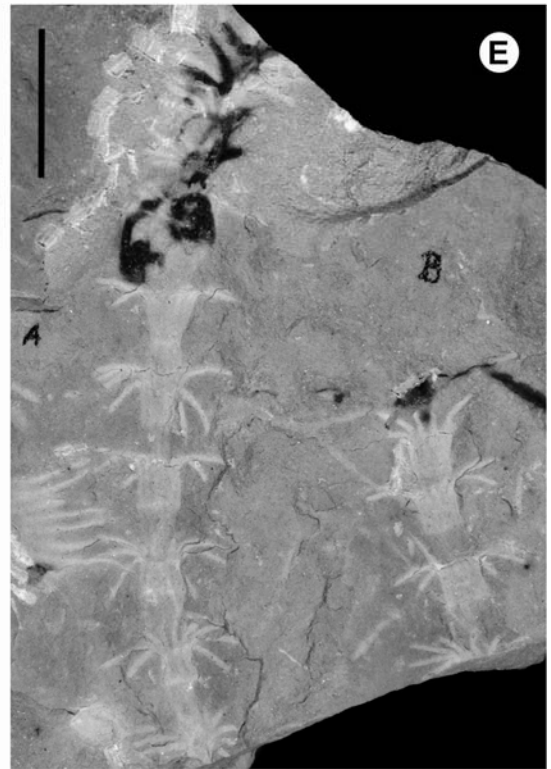
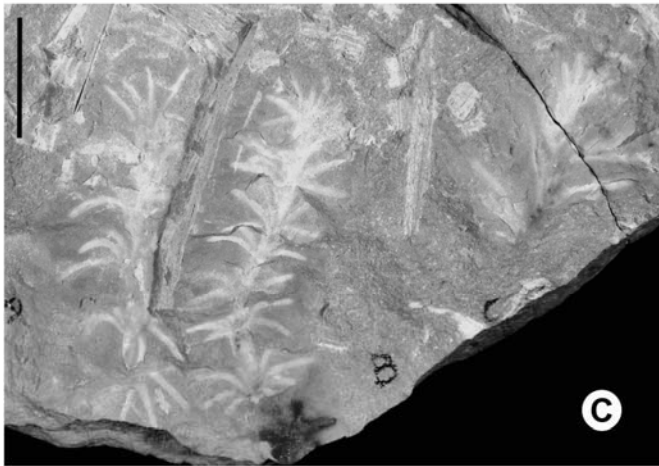
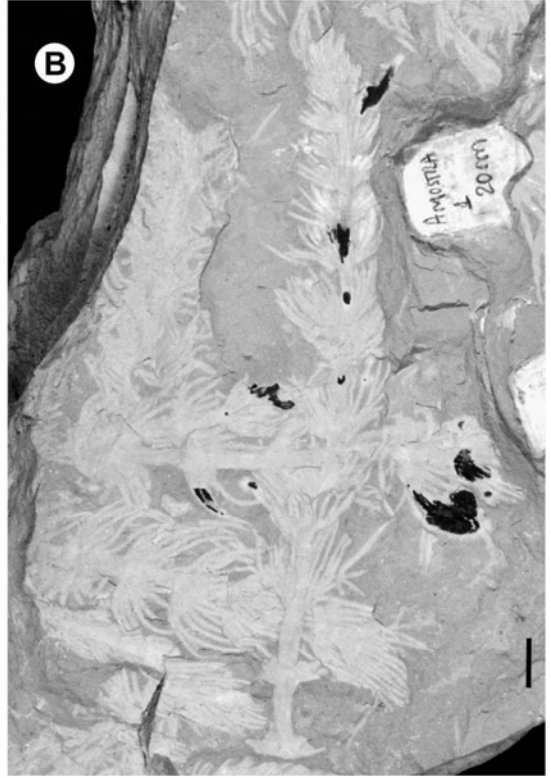
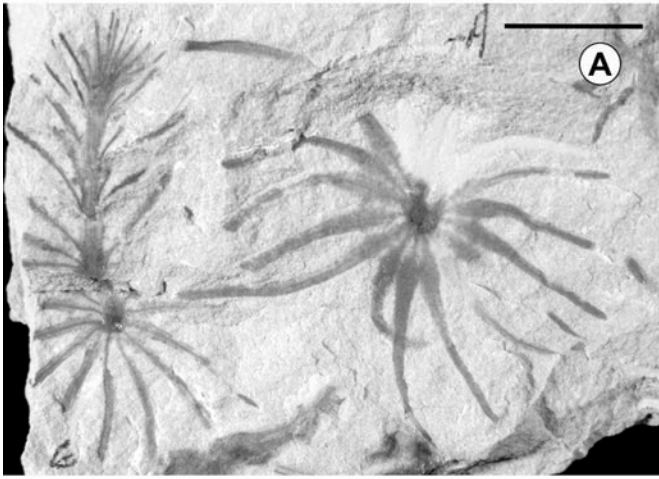
Discussão: O presente morfotipo se assemelha as formas conhecidas de Sphenophyta do Paleozóico Superior da Rússia, por apresentar folíolos longos, com bainhas reduzidas, contendo estrias transversais e sinais muito tênues de uma linha mediana, conforme a literatura consultada Boureau (1964), Meyen (1971), Rohn & Lages (2000), Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer (1983) e Iannuzzi (1999)

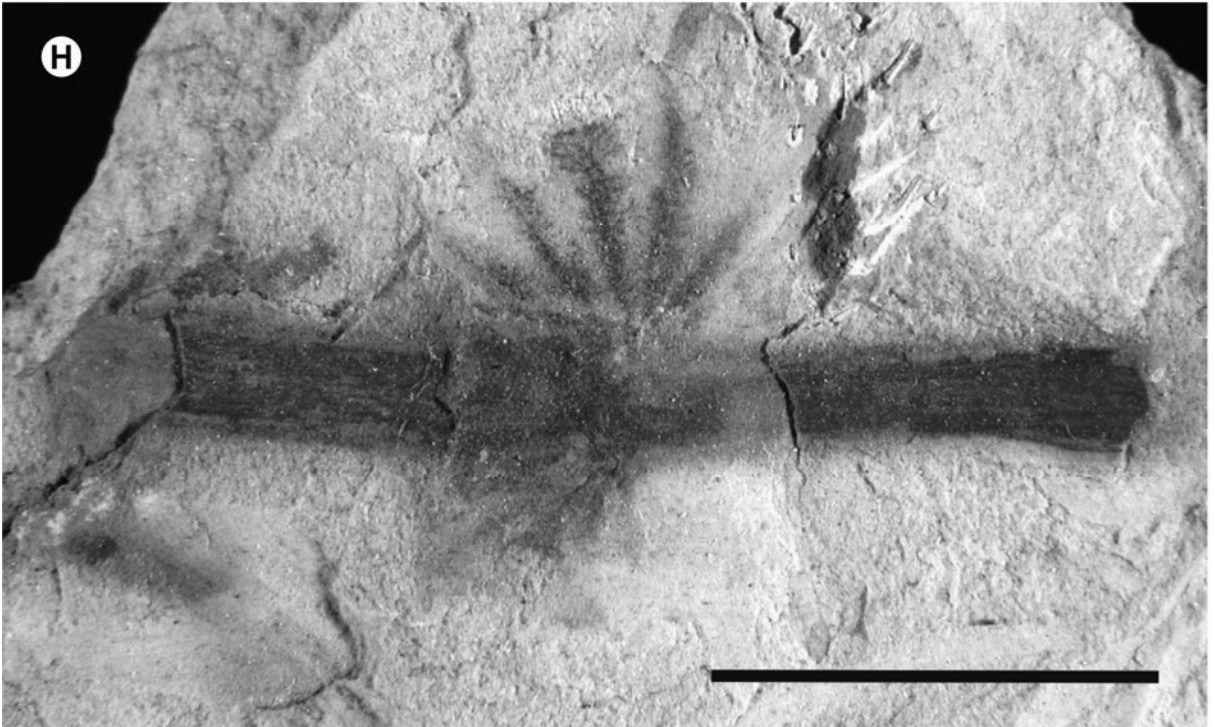
Morfotipo IV – *Stephanophyllites*

Descrição: Apresenta uma bainha evidente e em forma de funil, sempre maior que a porção livre dos folíolos, que são lanceolados, com uma única nervura média, finas estrias longitudinais ao longo da lâmina e de ápices agudos e variam de 7 a 10 por verticilo.

Discussão: O presente morfotipo assemelha-se as formas incluídas em *Stephanophyllites* por apresentar folíolos curtos, lanceolados, os quais são unidos na região proximal por uma bainha que se prolonga sempre por mais de 50% do comprimento total dos mesmos, de acordo com as descrições feitas por (Iannuzzi, 1999; Rohn & Lages, 2000)

Legenda: A. *Phyllothea* I. Mp-Pb 4112; B. *Phyllothea* I. Mp-Pb 4126; C. *Phyllothea* II. Mp-Pb 4033; D. *Phyllothea* II. Mp-Pb 3959; E. *Phyllothea* III. Mp-Pb 2600; F. *Phyllothea* III. Mp-Pb 4400; G. Mp-Pb 4838; H. Mp-Pb 3634. Escala = 1 cm.





ANEXO C – Mensagem de aceite do Editor-Chefe da submissão do Artigo (Capítulo 1) na Revisita Brasileira de Paleontologia

Data:	Fri, 05 Aug 2011 18:46:42 -0300 [05-08-2011 18:46:42 BRT]
De:	João Carlos Coimbra <joao.coimbra@ufrgs.br>
Para:	Guilherme Arsego <guilherme.paleonto@gmail.com>
Cc:	roberto.iannuzzi <roberto.iannuzzi@ufrgs.br>
Assunto:	Artigo RBP - Arsego Roesler & Iannuzzi
<p>Prezados Autores</p> <p>Ref.: submissão de MS à Revista Brasileira de Paleontologia (= RBP).</p> <p>Informo que recebemos a submissão do MS intitulado "PHYLLOTHECA LONGIFOLIA NOV. SP. NO PERMIANO INFERIOR DO RIO GRANDE DO SUL (GRUPO ITARARÉ, BACIA DO PARANÁ)?, da autoria de Guilherme Arsego Roesler e Roberto Iannuzzi.</p> <p>Att.</p> <p>João Carlos Coimbra Editor-chefe RBP</p> <hr/> <p>Dr. João Carlos Coimbra UFRGS/IGEO/DPE Campus do Vale, Bairro Agronomia Cx.P. 15001, CEP. 91501-970 Porto Alegre, RS Brasil www.ufrgs.br/microfosseis</p>	

ANEXO D – Artigo Publicado

Uma nova espécie de *Phyllothea* Brongniart (Townrow) no Permiano Inferior da Bacia do Paraná, RS

Guilherme Arsego Roesler, Roberto Iannuzzi, Daiana Rockenbach Boardman, Claudia Leticia Baroni

Depto. Paleontologia e Estratigrafia, Centro de Investigação do Gondwana, Instituto de Geociências, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970, Porto Alegre RS. guiroesler@yahoo.com.br, roberto.iannuzzi@ufrgs.br, daiana.boardman@gmail.com, yavanna@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho trata do estudo de restos de Sphenophyta identificados em níveis correspondentes ao topo do Subgrupo Itararé no afloramento do Morro do Papaléo, em Mariana Pimentel, Rio Grande do Sul, atribuídos ao Sakmiano tardio (Permiano Inferior). Os restos mencionados permitiram o estabelecimento de uma nova espécie *P. brevifolia* para o gênero *Phyllothea*, caracterizada pela presença de uma bainha extremamente curta e adpressa ao caule, nem sempre recobrimdo por completo os inter-nós, em especial nos ramos proximais da planta, e por folíolos relativamente curtos, que partem livres a partir do topo da bainha, sem apresentar expansões desta para além do caule. Tendo em vista a intergradação e o caráter intermediário destes caracteres com aqueles presentes em formas atribuídas ao gênero *Koretrophyllites*, são feitas considerações sobre a validade deste último gênero, através da comparação das feições diagnósticas estabelecidas para cada um deles e que, efetivamente, mostram uma grande proximidade.

Palavras-chave: *Phyllothea*, Sphenophyta, Permiano Inferior, Bacia do Paraná, Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

A NEW SPECIES OF *PHYLLOTHECA* BRONGNIART (TOWNROW) IN THE LOWER PERMIAN OF PARANA BASIN, RS. This paper deals with remains of Sphenophyta found on the upper levels of Itararé Subgroup, Early Permian in age (late Sakmian), from Morro do Papaléo outcrop, in Mariana Pimentel municipality, Rio Grande do Sul state. The new species described, *P. brevifolia*, is distinct from the other ones established in the *Phyllothea* genus, by its shorten leaf sheath strongly adpressed to the stem, in many cases, not entirely covering the internode regions, and by short leaflets, free from the upper part of leaf sheath and without leaf sheath expansions beyond the stem. Considering that the new taxon is an intermediate form between those classified in *Phyllothea* and *Koretrophyllites* genera, the validity of the genus *Koretrophyllites* are discussed, using for this the comparison of the diagnostic features established to both genera.

Key words: *Phyllothea*, Sphenophyta, Early Permian, Paraná Basin, Rio Grande do Sul State.

INTRODUÇÃO

As Sphenophyta têm uma destacada representação entre os fósseis da porção superior do Subgrupo Itararé no afloramento do Morro do Papaléo, em Mariana Pimentel, Rio Grande do Sul. Apesar de sua abundância, este grupo de plantas ainda é pouco estudado neste local. Nos últimos anos, novos achados tornaram premente a necessidade de um estudo mais aprofundado do grupo nesta localidade, uma das mais importantes do Permiano Inferior da Bacia do Paraná.

Diversos trabalhos abordaram as formas de Sphenophyta presentes no

Permiano Inferior da Bacia do Paraná (White, 1908; Lundqvist, 1919; Read, 1941; Rösler, 1974; Millan e Dolianiti, 1977, 1979, 1980; Andreis *et al.*, 1980; Cazzulo-Klepzig e Guerra-Sommer, 1983; Guerra-Sommer *et al.*, 1985; Oliveira-Babinski, 1988; Iannuzzi, 2000; Rohn e Lages, 2000; Rohn *et al.*, 2000; Zampirolli *et al.*, 1999). Neste trabalho, serão analisadas aquelas referentes ao gênero *Phyllothea*, a partir da descrição de uma nova espécie para a porção sul da Bacia, visando a contribuir para um maior conhecimento deste grupo de plantas.

O morfogênero *Phyllothea* possui um registro prévio amplo e bem documenta-

do na Bacia do Paraná (Rigby, 1972; Millan e Dolianiti, 1979; Oliveira-Babinski, 1988; Rohn e Lages, 2000; Boardman *et al.* 2007), inclusive com trabalhos que descrevem uma espécie inédita para o afloramento do Morro do Papaléo (Cazzulo-Klepzig e Guerra-Sommer, 1983). Contudo, a forma *P. indica* Bunbury descrita para estes níveis é atualmente considerada sinônimo de *P. australis* Brongniart (Maheshwari, 1968; McLoughlin, 1992).

Os espécimes estudados neste trabalho apresentam características intermediárias entre aquelas que têm sido atribuídas a espécies dos morfogêneros *Phyllothea* e *Koretrophyllites*.

O morfogênero *Koretrophyllites*, embora registrado para bacia em alguns trabalhos (Andreis *et al.*, 1980; Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig, 1981; Rohn e Rösler, 1987; Zampiroli *et al.*, 1999; Rohn *et al.*, 2000), sempre foi abordado de maneira superficial, em parte por ter sido descrito a partir de espécimes em precário estado de preservação. Esta condição impediu também que espécies do gênero fossem estabelecidas para os depósitos neopaleozóicos da bacia. Já as amostras encontradas no afloramento do Morro do Papaléo, apesar de poucas, mostram excelente preservação, podendo permitir uma análise morfológica mais precisa dos espécimes e a discussão sobre a validade do gênero *Koretrophyllites*. Até o momento, as principais contribuições sobre o gênero *Koretrophyllites* foram apresentadas por Boureau (1964) e Meyen (1971).

GEOLOGIA

O afloramento do Morro do Papaléo situa-se no município de Mariana Pimentel, cerca de 100 km a sudoeste de Porto Alegre, na área de uma antiga mina a céu aberto de caulim, atualmente desativada. O perfil estratigráfico utilizado como referência neste estudo é o proposto por Iannuzzi *et al.* (2003a, b), reproduzido na Figura 1. Sua parte inferior corresponde a níveis relacionados ao Subgrupo Itararé, e a superior, acima de uma significativa discordância, a níveis à Formação Rio Bonito.

Os fósseis de Sphenophyta são encontrados em três níveis fossilíferos N1, N2 e N4, todos relativos a ambientes lagunares e/ou lacustres do Subgrupo Itararé. A porção relacionada com a Formação Rio Bonito não contém, até o momento, fósseis de Sphenophyta. Os níveis N1 e N2 são representados por ritmitos siltico-argilosos, intercalados por níveis de pelitos carbonosos, com estratificação cruzada cavalgante e feições de fluidização associadas (Iannuzzi *et al.*, 2003a, b, 2006). Estes dois níveis, apesar de conterem vestígios de Sphenophyta, nenhum se relaciona com a nova espécie de *Phyllothea* descrita neste trabalho.

O nível N4, correspondente ao topo do Subgrupo Itararé no Rio Grande do Sul, é caracterizado por uma sucessão de arenitos finos a muito finos, lenticulares e com laminação ondulada truncante, e siltitos finamente laminados, que apresentam abundantes restos de vegetais e níveis de paleossolos (Iannuzzi *et al.*, 2006). Nesse

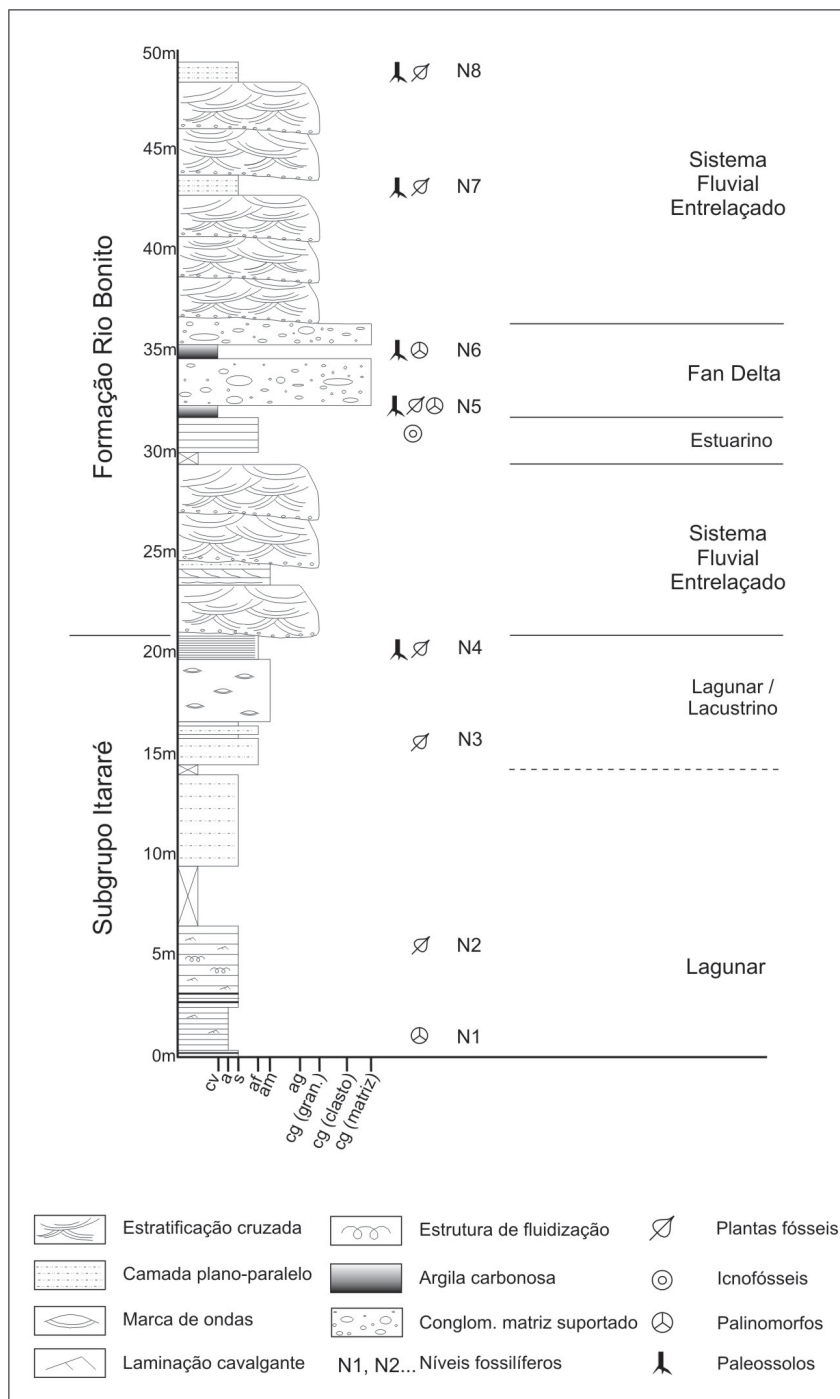


Figura 1. Seção estratigráfica do afloramento do Morro do Papaléo com indicação dos níveis fossilíferos (N1, N2, etc...) descritos no texto (modificado de Iannuzzi *et al.*, 2006).

Figure 1. Stratigraphic section of the Morro do Papaléo outcrop showing the plant-bearing levels (N1, N2, etc...) as described in the text (modified from Iannuzzi *et al.*, 2006).

nível, está o mais abundante registro de Sphenophyta, bem como impressões foliares relativas aos gêneros *Gangamopteris*, *Glossopteris*, *Cordaïtes*, *Cheirophyllum*, *Kanizophyllum*, e vestígios de sementes dos gêneros *Cordaicarpus* e *Samaropsis*, junto com rizomas (tipo *Pinularia*), caules e ramos foliares de diversos morfotipos de Sphenophyta. Para esse nível, já foram descritos espécimes relacionados ao gênero *Phyllothea* (Cazzulo-Klepzig e Guerra-Sommer, 1983) e *Stephanophyllites* (Iannuzzi, 2000), preservados na forma de impressões e moldes.

O zoneamento fitoestratigráfico proposto por Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig (1993) posiciona o nível onde são encontrados os vestígios de *Phyllothea* aqui estudados na Zona *Botrychiopsis plantiana*, Subzona *Phyllothea indica*. Segundo estudos tafonômicos realizados por Iannuzzi *et al.* (2003a, b), os depósitos correspondentes a Subzona *P. indica* (N3 e N4) são resultado de depósitos sedimentares gerados na margem de um corpo d'água na interface com o ambiente subaéreo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados quatro espécimes, preservados na forma de impressões de contornos esbranquiçados, contrastantes com a matriz síltica-argilosa de cor avermelhada. O excelente nível de detalhamento revelado pelas impressões possibilitou alcançar uma análise morfológica bastante acurada do material. As amostras, depois de devidamente catalogadas, passaram pelos procedimentos corriqueiros de limpeza e preparação, com o auxílio de espátulas, estiletos, martelos e talhadeiras de diversos tamanhos. Elas foram analisadas com o auxílio de estereomicroscópios Wild. As principais características foram registradas também através de fotografias digitais.

As amostras foram depositadas na coleção de Paleobotânica do Museu de Paleontologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob a sigla de identificação MP-Pb.

Para o presente estudo, utilizaram-se como parâmetros de classificação os crité-

rios apontados por Boureau (1964) e Meyen (1971) como essenciais na diferenciação entre os diversos morfogêneros de Sphenophyta. As características qualitativas analisadas foram as seguintes: (i) presença ou ausência e tipo de soldadura da bainha; (ii) forma da bainha; (iii) presença ou ausência e distribuição das estrias longitudinais; (iv) presença ou ausência de ramos férteis; (v) morfologia dos folíolos; (vi) nitidez da linha nodal e (vii) padrão dos verticilos ao longo dos ramos.

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

O gênero *Phyllothea* foi descrito, inicialmente, por Brongniart (1828, 1828-1838), referindo-se ao material proveniente de Hawkesbury River, Austrália. Townrow (1955), posteriormente, propôs uma emenda à diagnose de Brongniart, considerando outras formas relacionadas ao gênero e indica *P. australis* Brongniart como espécie tipo.

Em relação à folhagem, este gênero distingue-se dos demais por possuir folíolos de dimensões homogêneas, finos, planos, de margem inteira e uninervados, com nervura mediana pouco nítida. Na base, formam uma bainha contínua que raramente ultrapassa mais do que a metade do comprimento dos folíolos e com ranhuras de comissuras que não atingem a base dos folíolos. Uma característica da bainha foliar, que se repete nas diversas formas atribuídas ao gênero, é o formato afunilado de sua porção proximal, bem como sua expansão para além do caule, formando uma lâmina em forma de disco (Boureau, 1964).

O gênero *Koretrophyllites*, uma forma próxima à *Phyllothea*, foi erigido por Radczenko em 1955 (Boureau, 1964), com base em material proveniente de estratos do Permiano Superior da Bacia de Tunguska, Sibéria, Rússia. O gênero foi caracterizado por suas partes vegetativas por apresentar: (i) um afunilamento dos entre-nós na sua porção inferior; (ii) um nítido aspecto de decorrência dos folíolos na região do entre-nó; (iii) uma gradual suavização ou estreitamento (chegando até mesmo ao desaparecimento) das es-

trias longitudinais na parte inferior do entre-nó; (iv) linhas nodais pouco nítidas e (v) ausência de bainha na base dos folíolos. No entanto, a ausência de bainha não pode ser totalmente admitida para *Koretrophyllites*, já que existem espécies incluídas no gênero que apresentam bainhas curtas, aparentemente adpressas ao caule, como *K. linearis* Rasskazova, ou com folíolos fusionados na base, como em *K. mungaticus* Radczenko.

Por isso, para Meyen (1971), o gênero *Koretrophyllites* necessita de maiores estudos e, talvez, devesse ser invalidado. Além da presença de incongruências nas interpretações e no trabalho de Radczenko (1955), salientando que muitas espécies do gênero são indistinguíveis de *Phyllothea*. Além disso, alguns aspectos morfológicos sobre o gênero não teriam sido elucidados satisfatoriamente por Radczenko e as amostras correspondentes a espécie-tipo *K. typicus* foram perdidas (Meyen, 1971, p. 19). A re-análise do material tipo e, por conseguinte, a resolução dos problemas apontados não é possível.

Meyen (1971, p. 18) acreditava que as amostras relacionadas a *Koretrophyllites* por Radczenko (1955) tratavam-se, na verdade, de ramos jovens e/ou de porções terminais de formas de *Phyllothea* e, por isto, sugeriu classificar os ramos vegetativos de *Koretrophyllites* no gênero *Phyllothea*, e os ramos férteis em *Tschernovia*.

Apesar dos problemas apresentados, no mesmo trabalho, Meyen (1971, p. 19) concluiu que todas as evidências apresentadas por ele não eram suficientes para justificar o abandono do gênero e, que antes de qualquer coisa, seriam necessárias informações mais detalhadas sobre a espécie-tipo e novos estudos em relação ao subgênero *Neokoretrophyllites*. Por outro lado, e ainda segundo Meyen (1971), novas descobertas de esfenófitas com folhas simples e livres do Paleozóico Superior do norte da Ásia parecem corresponder exatamente à diagnose original de *Koretrophyllites*. Finalmente, é importante apontar que o próprio autor apresenta algumas incongruências nos desenhos esquemáticos referentes à estruturação dos caules e das bainhas, refe-

rindo formas de bainhas afuniladas e bem evidentes para *Koretrophyllites* e bainhas adpressas e pouco desenvolvidas para *Phyllotheca*, contrariando o esperado. Segundo as próprias definições de Meyen (1971), e igualmente as de Boureau (1964), *Phyllotheca* se caracteriza justamente por apresentar bainhas bem desenvolvidas e destacadas dos caules e ramos, nunca adpressas, enquanto as formas de *Koretrophyllites* não teriam bainha.

No presente estudo, considera-se *Koretrophyllites* como um gênero válido e que se distingue de *Phyllotheca*, fundamentalmente, por esta ausência de bainha ou por apresentá-la extremamente reduzida e inteiramente adpressa aos caules ou ramos, sustentando folíolos praticamente livres na sua porção terminal. A Figura 2 ilustra as principais diferenças que caracterizam os dois gêneros segundo esta premissa.

Divisão SPHENOPHYTA
Ordem EQUISETALES
Família PHYLLOTHECACEAE
Gênero *Phyllotheca* (Brongniart)
Townrow 1955
Phyllotheca brevifolia nov. sp. Roesler,
Iannuzzi, Boardman

Holótipo. MP-Pb 3959.

Parátipos. MP-Pb 4033, MP-Pb 4290, MP-Pb 4035.

Type locality and age. Morro do Papaleo outcrop, Mariana Pimentel, RS, Brazil, N4 fossiliferous beds, corresponding to the upper part of Itararé Subgroup (Iannuzzi et al., 2003a, b), late Sakmarian in age.

Localidade tipo e idade. Afloramento Morro do Papaléo, Mariana Pimentel, RS, Brasil, nível fossilífero N4, correspondendo ao topo do Subgrupo Itararé (Iannuzzi et al., 2003a, b), de idade Sakmariano tardio.

Etymology. Concerns the extremely shorten leaflets and sheaths, a distinct diagnostic feature of this species.

Etimologia. Relativa aos folíolos e bainhas extremamente curtos, que distinguem esta espécie das demais do gênero.

Diagnosis. Herbaceous plants with articulate branches; main stem slightly striate with vascular bundles arranged in opposition on the nodes. Leaf

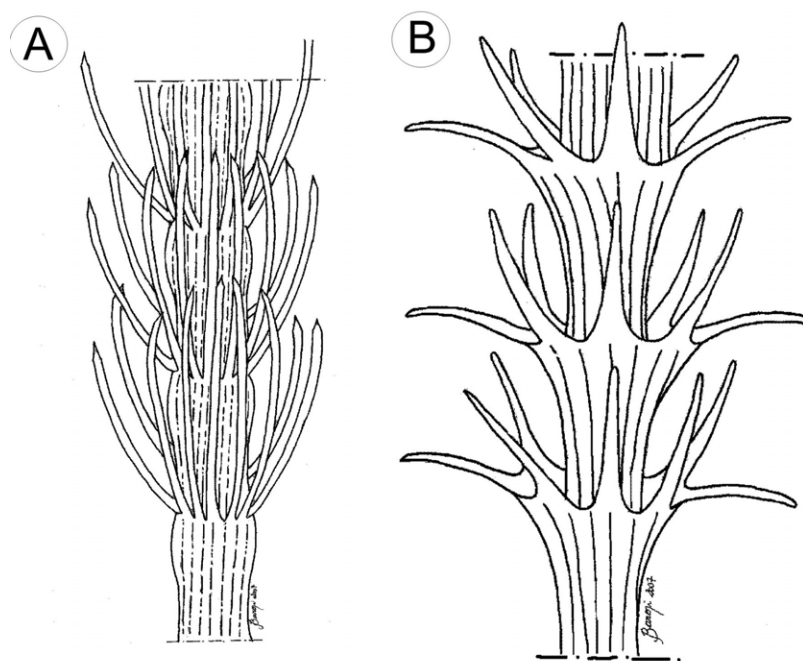


Figura 2. Desenhos comparativos entre os dois gêneros, segundo as diagnoses originais apresentadas por Boureau (1964) e Meyen (1971). A. *Koretrophyllites*; B. *Phyllotheca*. Destacam-se as diferenças na disposição dos folíolos, mais rígidos em *Koretrophyllites*, mais flexíveis em *Phyllotheca*, e a extensão distal das bainhas foliares, totalmente adpressas ao caule no primeiro e livres no segundo.

Figure 2. Comparative drawings between the two genera according to the original diagnosis presented by Boureau (1964) and Meyen (1971). A. *Koretrophyllites*; B. *Phyllotheca*. Note the differences in relation to leaflets arrangement, strict in *Koretrophyllites* and flexible in *Phyllotheca*, and the distal extension of leaf sheaths, totally appressed against the stem in the first genus and free in *Phyllotheca*.

shoots laterally disposed, the proximal ones with internodes slightly striate in the naked regions and strongly striate in the areas covered by the leaf sheaths; the internodes of distal leaf shoots are totally covered by leaf sheaths. Short Leaf sheaths, strongly appressed to the shoot, showing distally approx. 8 to 12 leaflets per node without showing any expansions beyond stem. Leaflets free from upper part of leaf sheath, relatively short, narrow, smooth and flexible, with parallel rims and acute apices; approx. 1 mm in width and between 3.1 and 5.4 mm in length. There are no reproductive structures preserved.

Diagnose. Planta herbácea com caules articulados; caule principal finamente estriado e com feixes que não se alternam na passagem pelos nós. Ramos foliares lateralmente dispostos, os proximais com entre-nós levemente estriados nas porções desnudas e mais fortemente estriados nas porções cobertas pelas bainhas foliares, os mais

distais completamente cobertos pelas bainhas foliares. Bainhas foliares curtas e fortemente adpressas aos ramos, com comprimentos variando entre 4,2 e 5,8 mm, suportando distalmente cerca de 8 a 12 folíolos por nó e sem apresentar quaisquer expansões para além dos caules. Folíolos livres a partir da porção superior da bainha, relativamente curtos, estreitos, lisos e flexíveis, de margens paralelas (lineares) e ápices agudos, com largura de aproximadamente 1 mm e comprimento entre 3,1 e 5,4 mm. Não há estruturas férteis preservadas.

Descrição. Os espécimes estudados constituem caules com ramos laterais conectados e fragmentos da porção média e apical de ramos foliares articulados, formando nós e entre-nós, com bainhas foliares, preservados na forma de impressões. Na amostra MP-Pb 4290 (Figura 4E), são observados dois ramos foliares,

aparentemente conectados a um caule principal do tipo *Paracalamites* Zalesky. O caule principal tem largura máxima de 13,2 mm e comprimento de 74,2 mm e estrias longitudinais finas e contínuas por toda a extensão do caule. Os nós, pouco evidentes, são em número de três, e nenhuma conexão clara entre o caule e os dois ramos pode ser constatada, a não ser pela disposição sugestiva dos ramos em relação ao caule. O ramo A tem 43,6 mm de comprimento, cinco nós e parece conectar-se ao primeiro nó do caule principal. O ramo B, aparentemente, conecta-se ao segundo nó, apresentando 51,2 mm de comprimento e nove regiões nodais.

Nos ramos referentes à porção média (MP-Pb 3959, Figura 4C, MP-Pb 4035, MP-Pb 4290, Figura 4E), podem-se distinguir duas feições. A primeira caracteriza as porções desnudas dos entre-nós, sem a cobertura da bainha, que são levemente mais estreitas, com larguras variando entre 3,5 mm e 4,2 mm, podendo mostrar tênues estrias longitudinais. A segunda corresponde à porção dos entre-nós coberta pela bainha, que tem larguras variando entre 3,7 mm e 4,6 mm e apresenta evidentes estrias longitudinais. A diferença de espessura entre as porções desnudas e as porções protegidas pela bainha dos entre-nós é mínima (2-4 mm), demonstrando que as bainhas são fortemente adpressas. As bainhas cobrem, aproximadamente, metade dos entre-nós e variam entre 4,2 mm e 5,8 mm em comprimento. Os folíolos partem livres dos limites superiores das bainhas e são relativamente curtos, estreitos, lisos, flexíveis, de margens paralelas e ápices agudos, sem evidência de nervura central. Na superfície exposta, o número máximo de folíolos observados por verticilo foi 6, o que permite estimar de 8 a 12 folíolos por verticilo. Os folíolos têm, aproximadamente, 1 mm de largura e comprimentos equivalentes aos das bainhas, que variam entre 3,1 mm e 5,4 mm.

Os ramos das porções apicais (MP-Pb 4033A,B,C Figuras 4A, B) apresentam algumas características diferentes. Nestes, os folíolos têm comprimentos equivalentes aos dos entre-nós, que parecem ser completamente cobertos pelas bainhas. O es-

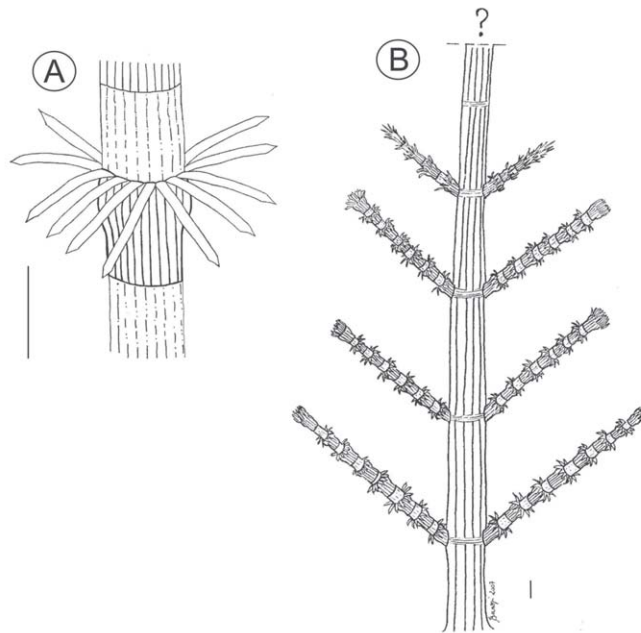


Figura 3. *Phyllothea brevifolia* nov. sp. A. Detalhe do ramo foliar, mostrando as características diagnósticas, tais como a bainha pouco desenvolvida e totalmente adpressa ao caule e os folíolos curtos, lineares e livres a partir do topo da bainha; B. proposta de reconstrução da planta completa a partir dos vários elementos encontrados. Escala: 10 mm

Figure 3. *Phyllothea brevifolia* nov. sp. A. Detail of leaf shoot showing the diagnostic features, like the shorten sheath totally appressed to the stem and shorten and linear leaflets, free from the upper part of sheaths. B. Reconstruction of the whole-plant taking into account the distinct fragments found. Scale bar: 10 mm

pécime MP-Pb 4033B (verticilo I, Figuras 4A, B) mostra um verticilo no qual os folíolos convergem, formando uma estrutura circular levemente destacada do caule, indicando a existência de uma bainha fortemente adpressa ao caule. Neste verticilo, pode-se contar um total de 9 folíolos, mesmo número que pode ser observado em outro verticilo, no ápice deste mesmo ramo. Isto corrobora a estimativa de folíolos feita para cada verticilo (8 a 12) a partir dos fragmentos da porção média dos ramos. Não há estruturas reprodutivas ou porções férteis preservadas.

Discussão e comparação. Pode-se dizer que as feições apresentadas pelos espécimes estudados permitem incluí-lo em *Phyllothea*, dada a bainha foliar relativamente desenvolvida e evidente, em que pese estar totalmente adpressa ao caule e sem formar uma expansão para além do caule ou ramo. Os folíolos relativamente flexíveis são outro argumento em apoio

a esta afinidade. Por outro lado, os espécimes descritos mostram similaridades ao que foi associado ao gênero *Koretrophyllites*, por possuir caules com estriações pouco marcadas, bainhas bastante curtas e adpressas ao caule, entre-nós afunilados e folíolos livres desde o caule (sem projeções distais da bainha), simples e estreitos com ápices pontiagudos. As diferenças em relação ao que foi atribuído a este último gênero é a presença de uma bainha, que apesar de curta, é bastante desenvolvida e cai entre os padrões de *Phyllothea*. Além disto, os folíolos da nova espécie diferem da diagnose original de Radzzenko (*in* Boureau, 1964) em relação à orientação e ao comprimento dos folíolos, que, nas espécies angáricas, superam o tamanho dos entre-nós e são rígidos e orientados para o alto, em forma de feixe ou coroa.

Portanto, pode-se considerar a forma aqui descrita como intermediária àquelas

classificadas como *Phyllotheca* e *Koretrophyllites*. A presença de uma bainha nítida nos espécimes coaduna com a definição de *Phyllotheca*, enquanto o fato de essa bainha apresentar-se totalmente adpressa ao caule e suportar folíolos livres em sua porção distal aproxima os espécimes de algumas formas incluídas em *Koretrophyllites*.

Na realidade, existem, em ambos os gêneros, outras formas consideradas intermediárias. Em *Phyllotheca*, as espécies *P. brookvalensis* Townrow, *P. grandis* Rasskazova, *P. iniensis* Radczenko, *P. paucifolia* Schmalhausen, *P. paulinensis* Mamay e Read e *P. turnaensis* (Gorelova) Meyen, apresentam bainhas pouco desenvolvidas, seja em relação à extensão de suas partes proximais sobre o caule, seja em relação à extensão de suas partes distais livres (Townrow, 1955; Mamay e Read, 1956; Gorelova e Radczenko, 1962; Boureau, 1964; Meyen, 1971). Em *Koretrophyllites*, por sua vez, existem umas poucas espécies que possuem bainhas curtas e pouco desenvolvidas, tal como *K. linearis* Rasskazova, ou folíolos fusionados na base, como *K. mungaticus* Radczenko (*in* Boureau, 1964).

Logo, existem outras formas que, como a estudada aqui, são consideradas, em termos dos caracteres vegetativos, transicionais entre *Phyllotheca* e *Koretrophyllites*. A resolução deste problema reside na averiguação dos tipos de estruturas férteis que cada forma suporta, pois elas são suficientemente diferenciadas a ponto de caracterizarem duas famílias distintas, i.e., a Família Phyllothecaceae, no caso das espécies de *Phyllotheca*, e a Família Sorocaulaceae, no caso das espécies de *Koretrophyllites*. É o que se constata para as espécies transicionais, *P. iniensis* Radczenko, *P. paulinensis* Mamay e Read, *K. mungaticus* Radczenko, que, dentre aquelas citadas, acima são as únicas que apresentam estruturas férteis descritas. Deste modo, a posição sistemática destas torna-se mais clara e precisa. Para os demais casos, infelizmente, sempre restarão dúvidas quanto a sua vinculação taxonômica. A ausência de caracteres reprodutivos impede uma classificação mais confiável.

No presente caso, pode-se dizer que as feições apresentadas pelos espécimes es-

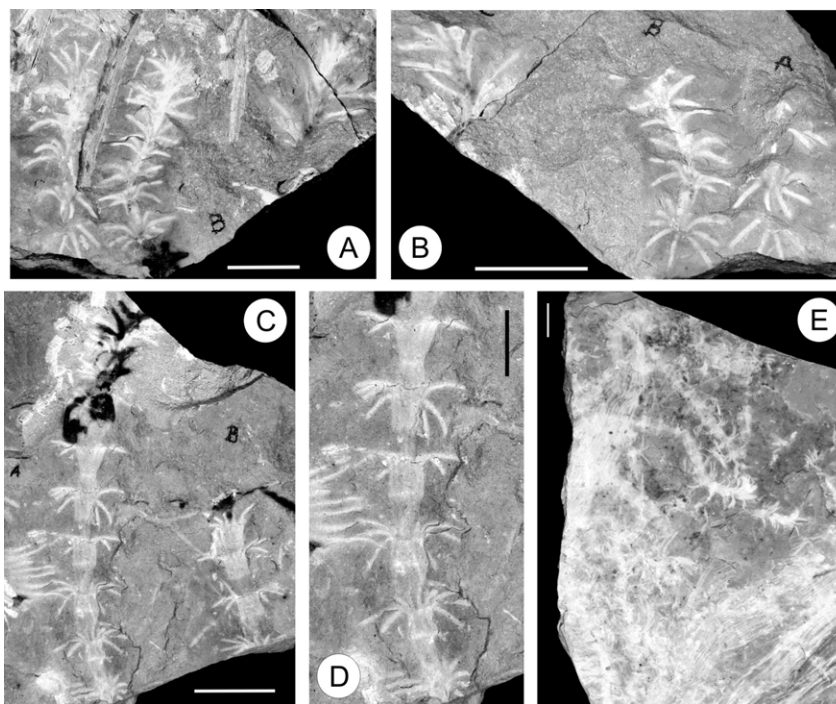


Figura 4. *Phyllotheca brevifolia* nov. sp. A. Parátipo (MP-Pb 4033a), evidenciando três ramos foliares da porção apical, onde é possível avaliar o número e forma dos folíolos; B. Contra-parte do exemplar ilustrado em A (MP-Pb 4033b); C. Holótipo (MP-Pb 3959A) com um ramo foliar da porção mediana da planta e um fragmento do ramo mediano (MP-Pb 3959B); D. Detalhe do holótipo ilustrado em C, enfatizando as características distintivas da nova espécie; E. Parátipo (MP-Pb 4290), ramos foliares da porção mediana, aparentemente conectados a um caule principal do tipo *Paracalamites*. Escala: 10 mm.

Figure 4. *Phyllotheca brevifolia* nov. sp. A. Paratype (MP-Pb 4033a) with three leaf shoots from the apical portion showing the number and the shape of the leaflets; B. Counter-part (MP-Pb 4033b) of the specimen illustrated in A; C. Holotype (MP-Pb 3959A) consisting of a leaf shoot from the median portion of plant, and a paratype with a fragment of the median leaf shoot (MP-Pb 3959B); D. Detail of the holotype illustrated in C highlighting the diagnostic features of the new species; E. Paratype (MP-Pb 4290), leaf shoots from the median portion seemly connected to the *Paracalamites*-type main stem. Scale bars: 10 mm.

tudados não permitem simplesmente incluí-los em *Phyllotheca*, pelas razões já levantadas. Por outro lado, o morfôgênero *Koretrophyllites* foi registrado na Bacia do Paraná apenas em nível genérico, sendo sempre relacionado a espécimes em péssimo estado de preservação (Andreis *et al.*, 1980; Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig, 1981; Rohn e Rösler, 1987; Zampiroli *et al.*, 1999; Rohn *et al.*, 2000). Para o gênero *Phyllotheca* já foram registradas até 3 espécies para a bacia (*P. australis*, *P. indica* e *P. griesbachii*), representadas por dezenas de espécimes bem preservados e descritos (Rigby, 1972; Millan e Dolianiti, 1979; Oliveira-Babinski, 1988;

Rohn e Lages, 2000; Boardman *et al.*, 2007). Além disso, em alguns casos, os espécimes de *Phyllotheca* foram encontrados em associação com estruturas reprodutivas típicas da Família Phyllothecaceae, tais como do tipo *Gondwanostachys* (Mombach e Guerra-Sommer, 1990; Guerra-Sommer *et al.*, 1995).

Dada a presença bem estabelecida, na Bacia, de espécies de *Phyllotheca* e de porções férteis atribuíveis à Família Phyllothecaceae, por um lado, e a ausência de registros confiáveis de relativos à Família Sorocaulaceae ou ao gênero *Koretrophyllites*, por outro, opta-se aqui pela inclusão da forma analisada no gêne-

ro *Phyllothea*. Não se descarta com isso a possibilidade de que no futuro a presente forma seja transferida para *Koretrophyllites* ou outro gênero afim qualquer, mediante o achado de porções férteis da mesma. Esse fato pode ainda sugerir a proposição de um novo táxon em nível genérico, caso isso se faça pertinente. No entanto, dada a semelhança entre a forma estudada e algumas das espécies ditas intermediárias entre *Phyllothea* e *Koretrophyllites*, serão realizadas a seguir comparações com tais táxons independentes de sua classificação genérica, uma vez que são formas próximas comparáveis ao material apresentado aqui.

Em termos específicos, os espécimes estudados apresentam folíolos curtos e uma linha nodal nítida, características distintas quando se compara nossa forma com outras espécies já descritas. A presença de uma linha nodal nítida deve-se, provavelmente, ao fato de a bainha não se projetar sobre o nó subsequente, aspecto não observado nas espécies angáricas de *Koretrophyllites*, bem como na maioria das Sphenophyta que possuem bainha desenvolvida, e.g. formas de *Phyllothea*. Em relação a outras formas, distinguem-se de praticamente todas as descritas para o gênero *Koretrophyllites*. A exceção fica por conta de umas poucas formas que apresentam em algum grau, a fusão basal dos folíolos formando uma espécie de bainha, a saber: *Koretrophyllites linearis* Rassakazova, e *K. mungaticus* Radczenko (Boureau, 1964). Já *K. minutus* Radczenko (Gorelova e Radczenko, 1962) pode ser considerada uma espécie muito próxima, apesar de não apresentar bainha.

Os espécimes estudados são comparáveis a *K. linearis* (Boureau, 1964), do Permiano Superior da Bacia de Tunguska, Sibéria, por possuir: uma bainha curta, folíolos de formatos lineares e entre-nós ligeiramente cônicos nas áreas de articulação dos nós. Entretanto, na espécie siberiana, as costelas cobrem todo o ramo e não apenas uma parte do mesmo, e os folíolos são muito mais numerosos, com cerca de 30 por verticilo, enquanto na espécie brasileira são em número de apenas 8 a 12. Apesar de muito semelhantes morfológicamente, os folíolos são mu-

to mais longos em *K. linearis*, atingindo até 9 cm de comprimento, e possuem quase 5 vezes o comprimento dos entre-nós, enquanto, nos espécimes estudados, os folíolos não ultrapassam o comprimento dos entre-nós, apresentando, em geral, comprimentos inferiores aos dos entre-nós.

Os espécimes aqui descritos são também semelhantes a *K. mungaticus* (Gorelova e Radczenko, 1962), do Carbonífero Médio a Superior da Bacia de Kuzbass, Rússia, em relação ao formato dos folíolos que são simples, estreitos e partem livres dos limites superiores das bainhas e às características das porções desnudas e cobertas dos ramos. No entanto, na espécie russa, as estrias dos caules são evidentes na metade inferior dos entre-nós, enquanto a parte superior (coberta pela bainha) apresenta-se lisa. Na espécie brasileira ocorre o inverso, enquanto a parte inferior aos nós (que é desnuda) é lisa, a parte superior (coberta pela bainha) é estriada. Deve-se também ressaltar que os folíolos de *K. mungaticus* possuem comprimentos equivalentes ao dobro dos entre-nós, enquanto na forma abordada neste trabalho, o comprimento dos folíolos é, em geral, cerca de metade do comprimento dos entre-nós, chegando a, no máximo, medidas equivalentes. Além disso, os espécimes descritos por Radczenko (1955) possuem estruturas reprodutivas, enquanto os nossos correspondem apenas a ramos estéreis, o que dificulta as comparações com a forma descrita aqui.

Por último, o material analisado assemelha-se muito àquele descrito por Radczenko (Gorelova e Radczenko, 1962) como *K. minutus* para o Permiano Superior da Rússia, por apresentar um tamanho diminuto e folíolos estreitos e curtos. Entretanto, a forma brasileira possui folíolos ainda mais curtos e um número menor de folíolos por roseta (ou nó), além de apresentar uma bainha que pode ou não se estender por todo entre-nó. Desta forma, o presente material permanece distinto ao russo.

Em relação às formas classificadas em *Phyllothea*, nossa forma guarda semelhanças com as espécies que possuem ba-

inhas pouco desenvolvidas, e dentre estas destacam-se *P. paucifolia* Schmalhausen, *P. paulinensis* Mamay e Read e *P. turnaensis* (Gorelova) Meyen como as mais próximas.

O material estudado é comparável à *P. paucifolia* (Boureau, 1964), do Permiano da Bacia de Tunguska, Sibéria, pelas dimensões pequenas dos ramos e folíolos, os quais são relativamente curtos em relação aos entre-nós, e, principalmente, pela ausência de uma expansão distal da bainha foliar. No entanto, em *P. paucifolia*, a bainha é relativamente longa, cobrindo completamente os entre-nós subsequentes, o que nunca é verificado na forma brasileira, enquanto que os folíolos não são tão lineares, apresentando formato mais oblanceolado e comprimentos, ao que parece, ligeiramente maiores ou iguais aos dos respectivos entre-nós.

Os espécimes analisados assemelham-se a *P. paulinensis*, espécie descrita por Mamay e Read (1956) para o Carbonífero do Oregon, nos E.U.A., quanto às dimensões diminutas dos ramos e folíolos e a pequena extensão das bainhas, que são extremamente curtos. Porém, a forma brasileira difere por ter folíolos menos rígidos, de formato linear e ligeiramente mais longos e estreitos (em *P. paulinensis* são afilados e com ápices bastante agudos), por apresentar bainhas mais longas (3,1-5,4 mm versus 1,5 mm em *P. paulinensis*) e caules do tipo *Paracalamites* (os de *P. paulinensis* são do tipo *Mesocalamites*). Por outro lado, a forma estadunidense apresenta estruturas reprodutivas associadas, enquanto os nossos espécimes correspondem apenas a porções vegetativas da planta, o que impede comparações mais precisas com a forma descrita aqui.

Os espécimes descritos são também semelhantes a *P. turnaensis* (Gorelova e Radczenko, 1962; Meyen, 1971), forma encontrada em estratos do Permiano Superior do distrito montanhoso de Altai-Saiansk, Rússia, em relação ao formato dos folíolos, que são simples, estreitos e partem livres dos limites superiores das bainhas, que são aparentemente adpressas aos caules, e às características das porções desnudas e cobertas pelas bainhas dos

ramos, onde as estrias são mais nítidas nas partes cobertas. A espécie russa, entretanto, apresenta caules e folíolos com dimensões muito superiores e numerosos folíolos por verticilo ou nó, sempre em número superior aos 12 da espécie brasileira. Além disso, os folíolos de *P. turnaensis* apresentam comprimentos muito superiores aos dos respectivos entre-nós, enquanto, na nossa forma, o comprimento dos folíolos chega a, no máximo, medidas equivalentes às dos entre-nós. Por fim, as bainhas de *P. turnaensis* apresentam ranhuras ou comissuras, que representam a fusão entre os folíolos, feição que não pode ser distinguida nas bainhas da forma aqui descrita. Apesar das diferenças, *P. turnaensis* pode ser considerada como uma das formas mais próximas aos espécimes estudados.

As espécies de *Phyllotheba* encontradas através do Gondwana são as mesmas que já foram registradas para a Bacia do Paraná, a saber: *P. griesbachii* Zeiller (Boureau, 1964), *P. indica* Bunbury (Boureau, 1964) e *P. australis* (Brongniart) Townrow (1955). Muitos autores (Boureau, 1964; Maheshwari, 1968; McLoughlin, 1992; Rayner, 1992; Anderson e Anderson, 1985; Rohn e Lages, 2000; Boardman *et al.*, 2007) colocam *P. indica* em sinonímia à *P. australis*, que representa o táxon prioritário, de acordo com o Código de Nomenclatura Botânica. Segundo aqueles autores, as feições que distinguiriam *P. indica* de *P. australis* não teriam o valor taxonômico necessário para o estabelecimento de espécies distintas. Além disso, alguns autores (McLoughlin, 1992; Rohn e Lages, 2000) sugerem inclusive que *P. australis*, *P. indica* e *P. griesbachii*, pertenceriam à mesma espécie natural, por razões similares às alegadas para a sinonimização de *P. indica* em *P. australis*.

Seja como for, na realidade, a forma descrita é semelhante às 3 espécies de *Phyllotheba* citadas (e.g., *P. australis*, *P. indica* e *P. griesbachii*), consideradas próximas entre si, por (i) apresentar conexão com caules do tipo *Paracalamites*, (ii) possuir uma bainha que apresenta estrias longitudinais aparentes e (iii) ter a forma e o número de folíolos por verticilo ou nó

semelhantes (exceto para *P. griesbachii* que apresenta de 30 a 40 folíolos por verticilo). Contudo, a nossa forma difere claramente por suas bainhas extremamente curtas, que nunca ultrapassam o nó subsequente, além de serem completamente adpressas ao caule e não apresentarem porções distais livres. Do limite superior destas bainhas, partem os folíolos, que se apresentam não fusionados assim que se afastam do caule e que, apesar do formato semelhante aos das 3 espécies de *Phyllotheba* mencionadas, são bastante curtos e estreitos, diferenciando-se claramente dos folíolos daquelas espécies.

Por todas estas razões, propõe-se aqui uma nova espécie, *P. brevifolia* nov. sp., que se distingue, em parte, pelas dimensões reduzidas da forma, mas, principalmente, pelos seus folíolos e bainhas curtas em relação ao comprimento dos entre-nós.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nova espécie proposta neste trabalho, *Phyllotheba brevifolia* nov. sp., apresenta características vegetativas intermediárias entre o morfogênero *Phyllotheba* e *Koretrophyllites*, sendo indubitavelmente uma forma intermediária. Neste sentido, há inclusive a possibilidade de que se trate de um morfogênero distinto, mas a ausência de vestígios da porção fértil da planta impossibilita a criação de um novo táxon. Apenas a constatação do tipo de estrutura reprodutiva que ocorria associada poderá esclarecer o posicionamento sistemático desta forma. Porém, dada a presença bem estabelecida na Bacia do Paraná de outras espécies de *Phyllotheba* e de porções férteis atribuíveis à Família Phyllotheceae (e.g. *Gondwanostachys*) e, ao mesmo tempo, a ausência de registros confiáveis relativos à Família Sorocaulaceae ou ao gênero *Koretrophyllites*, optou-se, por hora, pela inclusão da nova forma no gênero *Phyllotheba*.

A ocorrência de vários espécimes atribuíveis a outra espécie de *Phyllotheba*, e.g. *P. australis* (= *P. indica*, neste trabalho), no mesmo nível de coleta (N4) e em associação com material analisado (*P. brevifolia*), garantiu maior segurança à classificação

deste último em uma nova espécie de *Phyllotheba*, uma vez que foi possível uma comparação direta entre os distintos espécimes de ambas as formas (*P. brevifolia* e *P. australis*); todos preservados na forma de impressões. A presença de uma grande quantidade de ramos foliares relativos à *P. australis*, encontrados em diversos tamanhos e correspondentes a diferentes porções da planta, revelou, por exemplo, que nenhum deles apresentou folíolos ou ramos foliares similares aos descritos aqui, entremeados ou conectados entre seus restos. Neste sentido, descartou-se, portanto, a possibilidade de que o presente material pudesse corresponder a alguma porção mais distal ou proximal, ou mesmo, a algum estágio ontogênico de *P. australis*.

A nova espécie, *P. brevifolia* nov. sp., apresenta, por enquanto, distribuição estratigráfica e geográfica restrita, sendo assinalada para a porção mais superior do Grupo Itararé (Sakmario tardo) ao sul da Bacia do Paraná, no estado do Rio Grande do Sul, mais especificamente, no afloramento Morro do Papaléo, localizada no município de Mariana Pimentel.

Formas similares à *P. brevifolia* nov. sp. são encontradas apenas em depósitos permianos da Rússia, mais comumente, na Sibéria, sendo, portanto, relacionados à Paleoprovinça de Angara. A semelhança morfológica entre porções vegetativas de esfenófitas angáricas e gonduânicas é extensamente reconhecida e se explica através de fenômenos de paralelismo ou homoplasia (Meyen, 1971). Isso explica a extensa amplitude geográfica e estratigráfica de certos gêneros forma como *Phyllotheba* através de distintas províncias fitogeográficas do Paleozóico. Por outro lado, sua presença no registro não indica afinidades botânicas conclusivas em nível supra-gênico, podendo ser relacionado a mais de uma família natural, como no caso de Angara e Gondwana, onde o gênero *Phyllotheba* está claramente associado a distintas famílias, Tchernoviaceae e Gondwanostachyaceae, respectivamente (Meyen, 1971, 1987). Neste sentido, torna-se provável que *P. brevifolia* nov. sp. seja uma forma que apresenta certo paralelismo com morfo-espé-

cies angáricas, mas que esteja botanicamente vinculada a uma família totalmente endêmica do Gondwana, tal como Gondwanostachyaceae, sem qualquer relação com Angara.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa da UFRGS pela bolsa PIBIC (GAR), fundamental para a realização deste trabalho, e a Luiz Flávio Lopez (UFRGS) pela produção do material fotográfico. Esta pesquisa foi parcialmente financiada pelo CNPq (PQ 309322/2007-3), na forma de bolsa (RI) e de auxílio à pesquisa (proc. 483463/2007-8), e pela FAPERGS, na forma de auxílio para o desenvolvimento da pesquisa (PROAPP 04/1066-0).

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.M.; ANDERSON, H.M. 1985. *Paleoflora of Southern Africa. Prodrum of South African Megaflores, Devonian to Lower Cretaceous*. 1ª ed., Netherlands, A.A. Balkema/Rotterdam, 423 p.

ANDREIS, R.R.; CAZZULO-KLEIPZIG, M.; GUERRA-SOMMER, M.; ZIMERMANN, L. 1980. Considerações sobre um afloramento fossilífero do Grupo Itararé: Fazenda Goulart, Francisquinha, Município de São Jerônimo, RS. *Boletim IG-USP*, **11**:85-97.

BOARDMAN, D.R.; IANNUZZI, R.; DUTRA, T.L. 2007. Restos vegetais na região de Taió, Santa Catarina, Brasil (Permiano Inferior, Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná). *Revista Brasileira de Paleontologia*, **10**(3):201-211.

BOUREAU, E. 1964. *Traité de Paléobotanique: Sphenophyta*. Paris, Ed. Masson et cie, vol. III, 554 p.

BRONGNIART, A. 1828. Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles. *Dictionnaire des Sciences Naturelles*, **57**:16-212

BRONGNIART, A. 1828-1838. *Histoire des végétaux fossiles on recherches botaniques et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe*. Paris, G. Dufour & Ed. D'Ocagne, 1:1-136.

CAZZULO-KLEIPZIG, M.; GUERRA-SOMMER, M. 1983. O morfôgênero *Phyllothea* em sedimentos da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1, Porto Alegre, *Atas*, **1**:160-169.

GORELOVA, S.G.; RADZHENKO, G.P. 1962. As Plantas mais importantes dos Sedimentos do Permiano Superior do Distrito Montanhoso de Altaï-Saïnsk. *V.S.E.G.E.I.*, **79**:39-243.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEIPZIG, M.A. 1981. Tafloflora do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul: sua Importância bioestratigráfica no Gondwana Sul-Brasileiro. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2, Porto Alegre, *Anais*, **2**:127-140.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEIPZIG, M.A. 1993. Biostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana Sequence: a preliminary paleobotanical approach. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CARBONIFEROUS AND PERMIAN. GEOLOGY AND STRATIGRAPHY, 12, Buenos Aires. *Comptes Rendus*, **2**:61-72.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEIPZIG, M.; MARQUES-TOIGO, M. 1985. Gondwanostachyaceae (Equisetopsida) no Gondwana Sul-Brasileiro (Formação Rio Bonito) com mega e microflora associadas. *Pesquisas*, **22**(1-2):64-73.

GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEIPZIG, M.; MARQUES-TOIGO, M. 1995. Gondwanostachyaceae (Equisetopsida) no Gondwana Sul-Brasileiro (Formação Rio Bonito) com Mega e Microflora associados. *Pesquisas*, **2**:64-73.

IANNUZZI, R. 2000. Presença do gênero *Stephanophyllites* em estratos Eopermianos do Rio Grande do Sul, Brasil (Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná). *Revista Universidade de Guarulhos*, **4**(6):74-77.

IANNUZZI, R.; MARQUES-TOIGO, M.; SCHERER, C.M.S.; CARAVACA, G.; VIEIRA, C.E.L.; PEREIRA, L.S. 2003a. Reavaliação do fitobioestratigrafia da sequência Gondvânica Sul-Riograndense: estudo de caso do afloramento Morro do Papaléo (Bacia do Paraná, Permiano Inferior). In: ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: ESCUDOS E BACIAS, 1, Porto Alegre, *Resumos expandidos*, ILEA/UFRGS, **1**:182-185.

IANNUZZI, R.; MARQUES-TOIGO, M.; SCHERER, C.M.S.; CARAVACA, G.; VIEIRA, C.E.L.; SILVA, L.P. 2003b. Phytostratigraphical reevaluation of the Southern Brazilian Gondwana sequence (Paraná Basin, Lower Permian). In: TNO/KNG-MG/UNIVERSITY UTRECHT, INT. CONGR. CARBONIFEROUS & PERMIAN STRAT., 15, *Abstracts*, p. 240-242.

IANNUZZI, R.; SCHERER, C.M.S.; SOUZA, P.A.; HOLZ, M.; CARAVACA, G.; ADAMI-RODRIGUES, K.; TYBUSCH, G.P.; SOUZA, J.M.; SMANIOTTO, L.P.; FISCHER, T.V.; SILVEIRA, A.S.; LIKAWKA, R.; BOARDMAN, D.R.; BARBOZA, E.G. 2006. Afloramento Morro do Papaléo, Mariana Pimentel, RS. Registro ímpar da sucessão pós-glacial do Paleozóico da Bacia do Paraná. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, **2** (sítio101). Disponível em <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio101/sitio101.pdf>; acesso em 01/11/2007.

LUNDQVIST, G. 1919. Fossile Pflanzen der *Glossopteris* Flora aus Brasilien. *K. Svenska Vetensk-Akad. Handl. Stockholm*, **60**(3):1-36.

MAHESHWARI, H.K. 1968. Studies in the *Glossopteris* Flora of India 38. Remarks on *Tryzygia speciosa* noyle with reference to the Genus *Sphenophyllum* Koenig. *The Paleobotanist*, **16**:283-287.

MAMAY, S.H.; READ, C.B. 1956. Additions to the flora of the Spotted ridge formation of Central Oregon. *U. S. Geol. Surv. Professional Papers*, **274**(1):211-226.

MCLOUGHLIN, S. 1992. Permian Sphenophytes from the Collies and Perth Basins, Western Austrália. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **7**:153-182.

MEYEN, S.V. 1971. *Phyllothea*-like plants from the Upper Paleozoic flora of Angaraland. *Palaeontographica Abt. B*, **133**:1-33.

MEYEN, S. V. 1987. *Fundamentals of Palaeobotany*. London, Chapman and Hall, 432 p.

MILLAN, J.H.; DOLIANITI, E. 1977. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquillo, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 1- Gênero *Paracalamites*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **49**(3):469-477.

MILLAN, J.H.; DOLIANITI, E. 1979. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquillo, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 3- Gênero *Phyllothea*. *Boletim de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palynologia*, Buenos Aires, **6**:1-4.

MILLAN, J.H.; DOLIANITI, E. 1980. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquillo, São Paulo (Bacia do Paraná), Brasil. 2- Gênero *Stephanophyllites* gen.nov. *Actas 2 Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafia y 1 Congreso Latinoamericano de Paleontologia*, Buenos Aires, **4**:113-127.

MOMBACH, A.A.; GUERRA-SOMMER, M. 1990. Articuladas com estrutura reprodutivas preservada no Gondwana sul-brasileiro (Formação Rio Bonito – Artinskiano/Kunguriano). *Ciência e Natura*, **12**:65-70.

OLIVEIRA-BABINSKI, M.E.C.B. 1988. Equisetales Eogondvânicas da "Tafloflora Irapuá", Formação Rio Bonito (Permiano Inferior) em Criciúma, SC, Bacia do Paraná, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro*, **60**(1):45-60.

RADCZENKO, G. P. 1955. Index-fossil od Upper Paleozoic flora of Sayan-Altai region. Atlas rukovod. Form iskop. Fauny i Flory Zap. *Sibirii*, **2**:42-153.

RAYNER, J.F. 1992. *Phyllothea*: the pastures of the Late Permian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **92**:31-40.

READ, C.B. 1941. Plantas Fósseis do Neopaleozóico do Paraná e Santa Catarina. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM*, **12**:1-102.

RIGBY, J.F. 1972. The upper Paleozoic Flora at Lauro Müller, Santa Catarina, Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **44**:281-293.

- ROHN, R.; LAGES, L.C. 2000. Lower Permian sphenopsids from Cerquillo, Northeastern Paraná Basin, Brazil. *Revue Paléobiologie*, **19**(2):359-379.
- ROHN, R.; LONGHIM, M.E.; BER-NARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.; NAVARRO, G.R.B. 2000. Nova Ocorrência Fitofossilífera Neocarbonífera-Eopermiana do Subgrupo Itararé, à Margem Esquerda do Rio Capivari, Município de Tietê, SP, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos*, nº especial, p. 57-61.
- ROHN, R.; RÖSLER, O. 1987. Relações Entre a Flora Permiana do Gondvana e as Floras das Províncias Setentrionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, *Anais*, **2**:886-899.
- RÖSLER, O. 1974. Novas Espécies de Sphenophyta na Formação Rio Bonito (Permiano) no Estado do Paraná. *Boletim IG-USP*, **5**:17-28.
- TOWNROW, J.A. 1955. On some species of *Phyllothea*. *Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales*, **83**:39-63.
- WHITE, D. 1908. Fossil Floras of the Coal Measures of Brazil. In: I.C. WHITE (ed.), *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brazil*. Dep. Nacional Produção Mineral, Comis. Est. Das Minas de Carvão de Pedra do Brasil, Rio de Janeiro. **3**:337-617.
- ZAMPIROLI, A.P.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.; SOUZA, P.A. 1999. Esfenopsida equisetaleana cf. *Koretrophyllites* sp., na tafloflora Neocarbonífera do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, no Município de Itapeva, SP, Brasil. *Revista Universidade de Guarulhos*, **4**(6):96-101.

Submetido em: 10/02/2008

Aceito em: 10/06/2008