

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

**TAFOFLORA DE TAIÓ, SANTA CATARINA (PERMIANO  
INFERIOR, FORMAÇÃO RIO BONITO, BACIA DO PARANÁ)**

**DAIANA ROCKENBACH BOARDMAN**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Roberto Iannuzzi**

**CO-ORIENTADORA: Profa. Dr. Tânia Lindner Dutra**

**BANCA EXAMINADORA:**      **Profa. Dr. Rosemarie Rohn-Davies**  
   **Prof. Dr. Oscar Rösler**  
   **Profa. Dr. Sheila Merlotti**

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

Porto Alegre - 2006

Boardman, Daiana Rockenbach

Taoflora de Taió, Santa Catarina (Permiano Inferior, Formação Rio Bonito, Bacia do Paraná). / Daiana Rockenbach Boardman. - Porto Alegre : UFRGS, 2005.

[112 f.] il.

Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2005.

1. Paleobotânica. 2. Sphenophyta. 3. Permiano Inferior. 4. Bacia do Paraná. 5. Formação Rio Bonito. 6. Taió - SC. I. Título.

---

Catálogo na Publicação  
Biblioteca Geociências - UFRGS  
Renata Cristina Grun CRB 10/1113

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Roberto Iannuzzi, pelos inúmeros ensinamentos, especialmente por demonstrar os caminhos a percorrer, auxiliando na escolha dos percursos que continham menos obstáculos.

A minha co-orientadora e amiga, Prof. Dr. Tânia Lindner Dutra, que abriu as portas da Paleontologia, me mostrando as belezas desta área.

Ao Prof. Carlos Henrique Nowatzki, pelo acompanhamento e orientação durante os trabalhos de campo e interpretação do contexto geológico regional.

Aos amigos do LaViGea pelo apoio e amizade, especialmente a Lorelai de Lima (Lori), Anamaria Stranz (Aninha) e Rosana Gandine (Gringa) pelas longas conversas e eterna amizade.

As amigas da Paleobotânica: Graciela Tybusch (Graci) pelo grande auxílio nas glossopterideas, a Juliane de Souza (Jú) pela grande ajuda com as sementes e a Nelsa Cardoso, pela amizade e pelas longas conversas.

Aos colegas da Palinologia, Cristina Félix, Eduardo Premaor, Tiago Fischer, Guilherme Hermany, Larissa Paludo, em especial, o Prof. Dr. Paulo Alves de Souza, por todo auxílio e paciência, me recebendo com grande carinho.

A Prefeitura Municipal de Taió, Santa Catarina, pelo incentivo e apoio aos estudos paleontológicos na região.

Ao Luiz Flávio Pereira Lopez, pela dedicação e alta qualidade nos trabalhos fotográficos.

Ao Dr. Oscar Rösler pela indicação da existência de material paleobotânica inédito do município de Taió, a muito depositado no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e ao departamento de Geologia Geral do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo pelo empréstimo de parte do material aqui estudado.

A Família Petry, Carlos, Susana e Karla pelo apoio e incentivo nesta reta final.

Em especial, gostaria de agradecer:

Ao Carlos Arthur Petry, pelo seu intenso amor que me incentiva e fortalece, estando sempre presente nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Luiz e Ivone, e meu irmão, Luis, pelo amor, estímulo e apoio nos momentos difíceis e por estarem sempre presentes na minha vida.

## RESUMO

Uma nova macroflora foi identificada nas áreas em torno do Município de Taió, Santa Catarina. Taió era conhecida, até então, por suas excelentes exposições de depósitos marinhos com faunas de moluscos pectinídeos e equinodermas, representativos de uma sucessão pós-glacial registrada na porção média da Formação Rio Bonito, Membro Paraguaçu, Bacia do Paraná. O achado de níveis portadores de restos vegetais na base do Membro Paraguaçu, em exposições próximas àquelas onde as faunas foram identificadas previamente, amplia o registro fossilífero e auxilia no entendimento da evolução dos paleoambientes deposicionais desta porção da Bacia do Paraná. Os macrofósseis estão depositados em arenitos finos, ondulados, intercalados a finas camadas de pelito, indicando ambiente de baixa energia. O material paleobotânico é composto por associações de três diferentes localidades: afloramentos Bruno Peiker, Caça e Tiro e Igreja. No afloramento Bruno Peiker a ocorrência de partes muito delicadas em conexão, tais como frutificações, indica pouco ou nenhum transporte dos restos vegetais, compatível com associações do tipo autóctone-parautóctone. Por sua vez, a presença de paleossolos demonstra que parte do material encontra-se “in situ”. A associação é aparentemente monoespecífica, constituindo-se em partes de uma mesma planta do tipo esfenófito. O material é dominado por rizomas de classificação indeterminada, seguido por porções férteis, compostas por estruturas reprodutivas dispostas em caules longos e estreitos, do tipo *Paracalamites*, e poucos verticilos foliares do tipo *Koretrophyllites*, ainda conectados a seus respectivos eixos caulinares. As estruturas reprodutivas apresentam regiões férteis dispostas ao longo dos entrenós, compostas por agrupamentos de esporangióforos simples e uniesporangiados, sem

a presença de brácteas associadas. Elas possuem um arranjo semelhante ao de alguns representantes das Archeocalamitaceae por não apresentarem verticilos foliares ou brácteas entre as regiões férteis, por outro lado, diferem de *Notocalamites askosus* Rigby, uma Notocalamitaceae, por não apresentarem nós e “folhas compostas ou modificadas” junto à região fértil. Com isso, acredita-se que os espécimes analisados correspondem a um novo táxon da Família Notocalamitaceae. No afloramento Caça e Tiro, há a ocorrência de fragmentos de *Gangamopteris* cf. *obovata*. No afloramento Igreja há uma associação de sementes mal preservadas do tipo *Cordaicarpus* e *Samaropsis*, e outros raros fragmentos não identificáveis de vegetais. Além deste material, ocorrem espécimes de *Phyllothea australis* e *Paracalamites australis* em um bloco único, provenientes de níveis imprecisos junto a exposição do Afloramento Igreja. Desta forma, a região de Taió possui um abundante acervo paleobotânico, com representantes principalmente de Sphenopsida.

## ABSTRACT

A new megafloras has been identified around Taió municipality, Santa Catarina State. This city was famous for its exposures of marine deposits containing a fauna dominated by pectinid molluscs. These levels correspond to a post-glacial succession recorded in the middle part of Rio Bonito Formation, Paraguaçu Member, Paraná Basin. The record of plant remains in the basalmost Paraguaçu Member, near levels that contain the marine fauna previously recovered, extends the paleontological register and helps in the comprehension of depositional paleoenvironmental evolution occurred in this portion of the Paraná Basin. The plant fossils are preserved in thin, wavy sandstones interbedded with thin measures of siltstones, indicating a very low energy environment. The plant material is composed of assemblages found in three distinct sites: Bruno Peiker, Igreja and Caça e Tiro outcrops. In the Bruno Peiker outcrop, the occurrence of very fragile plant parts still connected each other, such as fructifications, indicates a few or no transport of the plant remains, typical from para-autochthonous-type assemblages. Besides, the presence of paleosoils associated shows that part of plant material is preserved "in situ". This assemblage seems to be monoespecific, being composed of different parts of the same sphenopsid-like plant. Indeterminate rhizomes dominate while fertile portions composed of reproductive structures inserted on long and narrow *Paracalamites*-like stems are common, and a few *Koretrophyllites*-like leaf whorls still connected to stems occurs in this assemblage. The reproductive structures show fertile regions arranged along internodes, composed of clusters of simple and monoesporangiate sporangiophores, without bracts in association. These structures resemble some elements of the Archaeocalamitaceae Family

due to their arrangement and the absence of leaf or bract whorls associated. On the other hand, they differ from *Notocalamites askosus* Rigby, a Notocalamitaceae, by the absence of “modified or divides leaves” near the fertile regions, Then, it is believed that the specimens studied herein represent the new taxon of the Notocalamitaceae Family. In the Caça e Tiro outcrop were recorded fragments of *Gangamopteris* cf. *obovata* leaf. In the Igreja outcrop, not well-preserved *Cordaicarpus* and *Samaropsis*-like seeds and no indeterminate plant remains occur. Besides this material, specimens of *Phyllothea australis* and *Paracalamites australis* were identified in one unique sample collected from levels not well-determinate in the exposure of Igreja outcrop. Concluding, the region of Taió shows a relatively abundant flora composed mainly of sphenopsids.

## ÍNDICE DAS FIGURAS

FIGURA 1: Superseqüência da Bacia do Paraná (com base em Milani, 1997, adaptado de Souza & Marques-Toigo, 2003).....	30
FIGURA 2: Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná.....	31
FIGURA 3: Mapa de localização dos afloramentos estudados no município de Taió, em Santa Catarina.....	32
FIGURA 4: Perfil colunar do afloramento Bruno Peiker em Taió, Santa Catarina.....	33
FIGURA 5: Perfil colunar do afloramento Igreja em Taió, Santa Catarina.....	34
FIGURA 6: Perfil colunar do afloramento Caça e Tiro em Taió, Santa Catarina.....	35

**ÍNDICE DOS QUADROS**

QUADRO 1:	Comparativo entre as espécies de Equisetales, com base nas estruturas reprodutivas, presentes no Gondwana .....39
QUADRO 2:	Dados morfológicos dos ramos e verticilos foliares de <i>Phyllothea australis</i> , leito do Rio Taió, material proveniente do IG-USP.....77
QUADRO 3:	Dados morfológicos dos caules articulados do tipo <i>Paracalamites australis</i> , leito do Rio Taió, material proveniente do IG-USP.....80
QUADRO 4:	Dados morfológicos dos ramos foliares, Afloramento Bruno Peiker.....82
QUADRO 5:	Dados morfológicos dos caules articulados, Afloramento Bruno Peiker .....83
QUADRO 6:	Dados morfológicos dos fragmentos de rizomas não articulados, Afloramento Bruno Peiker .....85
QUADRO 7:	Dados morfológicos das estruturas reprodutivas, Afloramento Bruno Peiker.....88

## SUMÁRIO

ÍNDICE DAS FIGURAS.....	8
ÍNDICE DOS QUADROS.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. HISTÓRICO DA PALEONTOLOGIA DO MUNICÍPIO DE TAIÓ.....	19
5. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	22
5.1. BACIA DO PARANÁ.....	22
5.1.1. FORMAÇÃO RIO BONITO.....	22
5.1.2. PALEOAMBIENTE DEPOSICIONAL.....	24
5.2. GEOLOGIA LOCAL.....	25
5.2.1. AFLORAMENTO BRUNO PEIKER.....	25
5.2.2. AFLORAMENTO IGREJA.....	27
5.2.3. AFLORAMENTO CAÇA E TIRO.....	28
6. FRUTIFICAÇÕES DE SPHENOPSIDA ENDÊMICAS DO GONDWANA.....	36
7. SISTEMÁTICA.....	40
7.1. SPHENOPSIDA.....	41
<i>Phyllotheca australis</i> Brongniart, 1828 emend. Townrow, 1955.....	41
<i>Paracalamites australis</i> Rigby, 1966.....	44
NOVA FORMA DE SPHENOPSIDA.....	48
7.1.1. RECONSTITUIÇÃO DA NOVA FORMA DE SPHENOPSIDA.....	56

7.1.2. HABITAT DA NOVA FORMA DE SPHENOPSISIDA.....	57
7.2. GYMNOSPERMOPSISIDA.....	60
<i>Gangamopteris</i> cf. <i>obovata</i> (CARR.) White 1908.....	60
7.3. SEMENTES.....	62
<i>Cordaicarpus</i> sp. 1.....	62
<i>Cordaicarpus</i> sp. 2.....	63
cf. <i>Cordaicarpus</i> .....	64
<i>Samaropsis</i> sp. 1.....	64
<i>Samaropsis</i> sp. 2.....	65
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
9. CONCLUSÕES.....	69
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
APÊNDICE 1	
ESTAMPAS	

## 1. INTRODUÇÃO

Em termos paleobotânicos, o estado de Santa Catarina possui um rico e significativo acervo, que vem sendo pesquisado desde estudos pioneiros de White (1908), passando por Read (1941), Dolianiti (1946, 1948), Bernardes-de-Oliveira (1969, 1977) e Rigby (1972a), entre outros. Este grande número de trabalhos no estado ocorreu devido ao grande interesse nas camadas de carvão que afloram na borda leste da Bacia do Paraná, ou seja, por todo o centro-leste do estado.

O município de Taió, em específico, vem sendo bastante estudado a nível paleontológico, desde a década de 30. Oliveira (1930), Reed (1930, 1935) e Kegel & Costa (1951) foram os pioneiros ao analisarem sistematicamente os taxa encontrados na associação de invertebrados marinhos. Em 1964, Rocha-Campos desenvolveu sua tese de doutoramento na região de Taió, tendo realizado um detalhado mapeamento geológico e uma extensa reavaliação dos taxa de invertebrados fósseis. Posteriormente, Rocha-Campos & Rösler (1978) realizaram uma análise da distribuição e composição da megafauna marinha do Grupo Tubarão tendo em vista o arcabouço bioestratigráfico (palinológico) proposto por Daemon & Quadros (1970) e Daemon (1974), disponível para o Paleozóico Superior da Bacia do Paraná.

A região de Taió é muito rica em depósitos sedimentares, onde afloram desde sedimentos do Grupo Itararé, passando pelas Formações Rio Bonito e Palermo, até chegar nos depósitos calcários da Formação Irati (Rocha-Campos, 1964, 1967, 1970). A associação de invertebrados marinhos, por sua vez, está posicionada na porção média da Formação Rio Bonito (Rocha-Campos, 1964), Membro Paraguaçu de Schneider *et al.*

(1974), dentro de uma sucessão marinha característica. Em relação a restos vegetais, destaca-se apenas a flora fóssil de Lauro Müller, descrita por Rigby (1972b), um município próximo a Taió. No entanto, no município de Taió nunca houve registro de vegetais fósseis, a despeito da abundante fauna de invertebrados marinhos.

Desta forma, o material aqui estudado, representa o primeiro estudo de restos vegetais em Taió, encontrados em níveis próximos as camadas que contém as reconhecidas associação de invertebrados do município. Isto justifica a presente dissertação que se propõe a realizar o estudo sistemático do material vegetal e a contribuir para o entendimento do contexto estratigráfico e paleoambiental dos fósseis da região (a partir da descrição e interpretação dos depósitos aflorantes nos sítios fossilíferos analisados).

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal a caracterização da taoflora do município de Taió, em Santa Catarina. Para tanto, pretende-se:

- a) A descrição detalhada e a classificação taxonômica dos espécimes inéditos, anteriormente, coletados pelo Prof. A. C. Rocha-Campos, depositados na coleção de paleontologia do Instituto de Geociências, IG, da Universidade de São Paulo, USP;
- b) A realização de trabalhos de campo visando a coleta de material, a busca por novos sítios fossilíferos na região e o entendimento do contexto sedimentar no qual está inserido o material paleobotânico já encontrado;
- c) A descrição detalhada e classificação taxonômica dos espécimes inéditos obtidos durante as atividades de campo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O material paleobotânico inédito aqui analisado provém do município de Taió, região centro-oeste de Santa Catarina. A maior parte do material foi coletado em três afloramentos, “Bruno Peiker”, “Igreja” e “Caça e Tiro”, no em torno da sede do município, durante os trabalhos de campo do projeto “*Estudos paleontológicos integrados e de alta resolução em áreas da porção central da Bacia do Paraná, Taió, SC*”, coordenado pela Prof. Dra Tânia Lindner Dutra, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

O afloramento Bruno Peiker, localidade de grande importância taxonômica neste estudo, conta com um acervo de 57 amostras estudadas e destas, 41 mostraram-se de maior valor analítico, contemplando um total de 92 espécimes descritos, entre estruturas reprodutivas, ramos foliares, caules e rizomas. Os espécimes provenientes do afloramento Bruno Peiker estão preservados na forma de impressões e adpressões e correspondem a partes orgânicas variadas de plantas do tipo Sphenopsida.

A segunda localidade, o afloramento Igreja apresenta uma grande quantidade de material, mas apenas 11 amostras mostram-se com interesse analítico para este trabalho. As amostras selecionadas apresentam fragmentos vegetais, dominados por sementes, na sua maioria, mal preservadas, e dois pequenos fragmentos provavelmente correspondentes ou a ramos de coníferas ou caules de licófitas herbáceas. O material proveniente do afloramento Igreja está preservado na forma de impressões e adpressões.

Foram encontradas, na base do afloramento Caça e Tiro, 6 amostras referentes a fragmentos de folhas de glossopterídeas, preservados na forma de impressões, da qual

apenas uma foi descrita por ter preservado a maior parte da região mediana da folha com nervuras nítidas.

Além do material coletado durante os trabalhos de campo, foram estudados alguns espécimes cedidos, por empréstimo inter-institucional, pela Universidade de São Paulo (USP). O material, de procedência relativamente imprecisa, está catalogado sob a sigla GP 3E e tem como depositário o Instituto de Geociências (IG) da USP. Em seu registro, consta como coletado no ano 1959 pelo Prof. A. C. Rocha-Campos, provavelmente, durante os trabalhos de campo relativos a sua tese de doutoramento, Rocha-Campos (1964), sobre os invertebrados de Taió. As amostras correspondem a um material rolado, mas que segundo Prof. Oscar Rösler (*inf. verbal*), foram encontrados na altura do leito do Rio Taió, cerca de 10 metros abaixo, mas aproximadamente na mesma posição, dos depósitos do afloramento Igreja, descrito neste trabalho. Este material é composto de 9 amostras (GP3E/597 - GP3E/605) que, na realidade, correspondem, provavelmente, a partes de uma mesma amostra, constituindo originalmente um bloco único. O material é composto por impressões de caules, ramos foliares e verticilos foliares de Sphenopsida.

Na triagem, o material coletado foi preparado mecanicamente utilizando talhadeiras de grande e pequeno porte (3, 5 e 10 mm), martelos, sendo selecionados os melhores espécimes para estudo. Após a triagem, o material foi catalogado sob a sigla UMVT e teve como depositário o “Museu de Paleontologia” do Laboratório de História da Vida e da Terra (LaViGea), da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. O material coletado triado foi cedido, temporariamente, por empréstimo inter-institucional, para estudo no Laboratório de Paleobotânica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, visando a elaboração do presente trabalho.

O estudo taxonômico do material deu-se através da observação a olho nu, com o auxílio de lupa binocular e fotografias de alta qualidade, a partir dos quais foram realizadas as medições com o uso de paquímetro e elaboradas as ilustrações dos espécimes descritos. Previamente, foi feito um levantamento bibliográfico das características utilizadas por diferentes autores para a descrição de cada parte vegetal estudada, buscando realizar uma descrição bastante completa e de ampla comparação com os demais materiais já descritos para cada porção vegetal. A sistemática supragenérica utilizada neste trabalho segue Stewart & Rothwell (1993).

Deste modo, a fim de realizar a descrição e comparação dos espécimes analisados foram selecionadas as seguintes características a serem observadas de acordo com cada grupo e partes respectivas:

A. Sphenopsida:

- a) Caules articulados: dimensões, razão largura/comprimento dos entrenós, ângulo de inserção dos caules secundários e ramos foliares, características das costelas e sulcos, tais como quantidade por nó, costelas/cm e distância entre elas;
- b) Ramos foliares: dimensões, tipo de caule, ângulo de inserção dos ramos secundários e dos folíolos, morfologia dos folíolos, quantidade e distância dos verticilos foliares;
- c) Rizomas (raízes): dimensões, presença de rizomas secundários e rizóides, presença de estrias, pontuações e matéria orgânica;
- d) Frutificação: dimensões, organização do sistema reprodutivo (disposição das regiões férteis ao longo do caule), tipo de esporangióforo, tipo de verticilo foliar, tipo de caule;

B. Glossopteridales:

a) Folhas: dimensões, tipo de margem, arranjo das veias, presença de anastomoses e bifurcações, tipo de retículo formado, densidade de venação e ângulo de saída das veias.

B. Sementes:

a) Dimensões, simetria, forma, presença ou não de testa diferenciada e razão largura máxima da testa/largura máxima do nucelo (LT/LN).

#### 4. HISTÓRICO DA PALEONTOLOGIA NO MUNICÍPIO DE TAIÓ

Os estudos paleontológicos na região de Taió, em Santa Catarina, tiveram início através da descoberta de fósseis marinhos por Oliveira (1930) e que foram estudados, sucessivamente, por Reed (1930, 1935) e Kegel & Costa (1951). Os primeiros trabalhos taxonômicos na associação de invertebrados marinhos de Taió foram realizados por Reed (1930, 1935) onde se classificaram os primeiros pectinídeos como *Aviculopecten*, gênero dominante na associação, e outros moluscos como *Struchburia*, *Schizodus* e *Spathella*.

Em uma análise da Família Aviculopectinidae, Kegel & Costa (1951) incluíram os pectinídeos de Taió em um gênero novo, *Heteropecten*, devido, principalmente, a forte inequivalvidade destes, com a valva direita sendo bem menor que a esquerda e descreveram ainda duas novas espécies e uma variedade. Beurlen (1954, 1957 in Rocha-Campos 1970) discutiu os aspectos paleoecológicos e filogenéticos desta associação.

Na década de 60, Rocha-Campos (1964, 1967, 1970) desenvolveu minuciosos trabalhos sobre a fauna fóssil da região de Taió. Em sua tese, Rocha-Campos (1964) realizou uma investigação estratigráfica e paleontológica na área em que confeccionou um mapa geológico detalhado da região (escala 1:27.000) e reavaliou os trabalhos taxonômicos anteriores. Em seu mapeamento, posicionou o único horizonte marinho, representado por um único nível de alguns decímetros de arenito fino, na parte média-superior da Formação Bonito. A porção média da Formação Rio Bonito foi chamada, mais tarde, de Membro Paraguaçu (Schneider *et al.*, 1974).

Rocha-Campo (1994) concluiu que as espécies de *Heteropecten* dos autores prévios seriam, na realidade, variantes morfológicas, validando assim apenas *Heteropecten*

*catharinae*. O autor lista os seguintes taxa como constituintes da “Assembléia de Taió”:  
Pelecípoda, *Heteropecten catharinae* Reed, 1930, *Tayoa erichseni* Campos, 1964, *Kegelia tayoensis* Reed, 1930, *Schizodus occidentalis* Reed, 1930, *Cowperreedia brasiliensis* Reed, 1930, *Bastosia costata* Campos, 1964; Gastropoda, *Warthia* sp.; Brachiopoda, *Orbiculoidea tayoensis* Reed, 1935, além da presença, até então inédita, de Equinodermata (Ophiuroidea e Asteroidea) associados aos moluscos fósseis de Taió.

Segundo Rocha-Campos (1964, 1970) a associação fóssil da região de Taió constitui uma tanatocenose formada por conchas acumuladas por correntes ou ondas, em águas rasas, submetidas, em alguns locais, à exposição subaérea. O seu caráter endêmico não permite uma correlação segura com outras bacias nacionais nem mesmo Gondwânicas (Rocha-Campos, 1964, 1970), tendo invalidado a vinculação com os macrofósseis de Nova Gales do Sul, Austrália, como sugerida por Oliveira (1930). No entanto, Runneger (1972) e Dickins (1963 in Rocha-Campos & Rösler, 1978) citaram, posteriormente, a possível presença do táxon *Heteropecten catharinae* na Formação Mingenew e a ocorrência na porção inferior do Grupo Lyons, ambos no oeste da Austrália. Desta forma, Rocha-Campos & Rösler (1978) sugeriram uma possível idade Artinskiana para a “Assembléia de Taió”.

Em 1984, como parte do “Projeto de mapeamento geológico para o carvão, área de Taió/Rio do Sul, SC” do Departamento Nacional de Produção Mineral, foi realizado um amplo mapeamento geológico que enfocou as camadas de carvão da região, mas do qual não resultou nenhuma contribuição paleontológica (Krebs & Menezes Filho, 1984).

Recentemente, Rocha-Campos & Simões (1993) ampliaram a lista de táxons da associação de Taió, descrevendo a espécie *Australomya sinuosa*. Neste trabalho, os autores reforçaram a idade Artinskiana já sugerida e teceram algumas considerações quanto a paleoecologia desta espécie.

Em termos de restos vegetais, o Prof. A. C. Rocha-Campos coletou em 1959, durante uma das campanhas de campo que culminaram em sua tese (Rocha-Campos, 1964), material referente a esfenófitas que permaneceu inédito até o presente momento. Posteriormente, em trabalhos de campo desenvolvidos como parte das atividades do projeto coordenado pela Prof. Tânia L. Dutra, da UNISINOS (ver item 3), coletou-se abundantes restos vegetais em um único sítio no município de Taió (Afloramento Bruno Peiker), os quais foram apenas preliminarmente relatados (Boardman *et al.*, 2004a, 2004b, 2005). Este material, representou o primeiro registro formal de restos vegetais em níveis próximos à camada, a tanto citada, dos moluscos fósseis de Taió.

## 5. CONTEXTO GEOLÓGICO

### 5.1. BACIA DO PARANÁ

A Bacia Intracratônica do Paraná possui área de cerca de 1.600.000 km<sup>2</sup> e apesar de sua maior parte estar localizada em território brasileiro, estende-se também ao Paraguai, Uruguai e Argentina (FIG. 1). Trata-se de uma bacia intracratônica simétrica, preenchida por quase 5.000 m de sedimentos paleozóicos e mesozóicos, lavas, também mesozóicas, e, localmente, rochas cenozóicas (Schneider *et al*, 1974; Milani, 1997). Segundo Milani (1997), a bacia compreende seis superseqüências que são o resultado de expressiva discordância (FIG. 1), a saber: Rio Ivaí (Ordoviciano - Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero – Eotriássico), Gondwana II (Meso e Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico- Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo). As três primeiras correspondem a grandes ciclos transgressivos paleozóicos, enquanto as demais são representadas por pacotes de sedimentos continentais e rochas ígneas associadas de idade mesozóica.

#### 5.1.1. Formação Rio Bonito

White (1908) denominou “Camada Rio Bonito” o conjunto de rochas areníticas associadas a pelitos e níveis de carvão descritos na localidade-tipo da Formação Rio Bonito no vale do rio Bonito entre as cidades de Lauro Muller – Guatá – São Joaquim, em Santa Catarina. A denominação Formação Rio Bonito foi introduzida no Grupo Guatá por Gordon Jr, em 1947 (*in* Schneider *et al*, 1974, FIG. 2).

A Formação Rio Bonito é subdividida em três membros: Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis, propostos por Schneider *et al* (1974), os quais representam fácies de diferentes

sistemas deposicionais característicos (Medeiros & Thomaz Filho, 1973). Esta classificação é válida apenas para o flanco centro-leste da bacia. Segundo Schneider *et al.* (1974), no Rio Grande do Sul a Formação Rio Bonito é indivisa, em Santa Catarina e Paraná os três membros estão representados e em São Paulo somente o Membro Paraguaçu está presente (FIG. 2).

O Membro Triunfo representa a porção basal da Formação Rio Bonito sendo composto, essencialmente, por arenito com abundante estratificação cruzada planar e acanalada, que se estende desde o sul de Santa Catarina até Siqueira Campos, no Paraná. O Membro Paraguaçu situa-se na parte média da Formação Rio Bonito e se caracteriza por uma seqüência de siltitos e folhelhos cinza, intercalados com camadas de arenito fino e leitos de rochas carbonáticas. A porção superior da formação é representada pelo Membro Siderópolis, constituído por camadas de arenitos finos a muito finos, cinza escuros, intercalados com leitos de argilitos e folhelhos carbonosos, com desenvolvimento local de leitos de carvão (Schneider *et al.* 1974).

O Membro Paraguaçu, mais especificamente, é dominado por siltitos e folhelhos cinza de laminação plano-paralela e corpos arenosos com laminação ondulada e cruzada. Laminação algálica e estruturas de dissecação estão presentes nas rochas carbonáticas associadas. Níveis com bioturbação conferem um caráter maciço às rochas (Schneider *et al.* 1974). Para os autores, a porção média da Formação Rio Bonito se depositou em um contexto de ambiente marinho transgressivo, ocorrendo, localmente, rochas carbonáticas, depósitos típicos de planície de maré e, possivelmente, acumulações distais de um sistema deltaico. Além da fauna de moluscos e equinodermos, típica deste membro, Schneider *et al.* 1974 citam a presença de abundantes restos vegetais e palinórfos.

Krebs & Menezes Filho (1984) descrevem o Membro Paraguaçu na área de Taió-Rio do Sul, em Santa Catarina, como essencialmente pelítico associados a argilitos sílticos e lamitos, com raros leitos de arenito aparecendo gradualmente intercalados a partir da porção média da unidade. Na porção basal, de sedimentos mais finos ocorrem bioturbações por raízes, macrorestos vegetais, principalmente esfenófitas e glossopterídeas, e pelo menos dois horizontes de pelitos carbonosos finos e descontínuos. Sobre os depósitos finos ocorrem corpos de arenitos representando uma ingressão marinha progressiva, onde ocorrem a fauna de moluscos e equinodermos.

### **5.1.2. Paleoambiente deposicional**

A paleogeografia da Bacia do Paraná indica o predomínio de um mar epicontinental, desde o início da sedimentação dos folhelhos superiores do Grupo Itararé (FIG. 3). O mar sempre foi raso e cobria uma plataforma plana, com movimentações cíclicas, declives de fundo suave, facilitando rápidas transgressões. A sedimentação respondia às flutuações do nível do mar, em decorrência do nível de base, à subsidência e compactação diferenciais e à provável influência de uma glaciação continental distal. Em ocasiões de grande suprimento sedimentar depositavam-se arenitos progradacionais e mesmos fluviais, diretamente sobre as argilas e siltes do pro-delta que constituem a Formação Rio Bonito (Medeiros & Thomaz Filho 1973).

No Membro Paraguaçu, os sedimentos finos representam a deposição em extensas baías interdistributárias associadas a depósitos de pântanos e mangues. As turfeiras, provavelmente de pequenas expressão lateral, estão ligadas geneticamente a processos de avulsão e atalho de meandros (Krebs & Menezes Filho, 1984). Para os autores, os corpos de arenito, onde se encontra a fauna de molusco e equinodermos representam a deposição

numa época de emersão, na qual as areias das barras marinhas eram lançadas ao continente por ondas de tempestades. Já os restos vegetais se encontram nos subambientes associados as baías interdistributárias, pântanos e mangues.

## **5.2. GEOLOGIA LOCAL**

O material paleobotânico estudado foi coletado em três afloramentos identificados durante os trabalhos de campo. Os afloramentos, localizados na sede do município de Taió, Santa Catarina, foram designados como afloramentos “Bruno Peiker”, “Igreja” e “Caça e Tiro” (FIG. 3). Nas três localidades aflora o Membro Paraguaçu, da Formação Rio Bonito, aí composto por arenitos finos, siltitos e pelitos com finas camadas isoladas de pelitos cabonosos, cujas estruturas mais notáveis são as estratificações onduladas, cruzadas e sigmoidais desenvolvidas nos arenitos, configurando assim sua deposição em um ambiente fluvio-deltaico.

As associações paleoflorísticas encontram-se em um contexto transicional da base do Membro Paraguaçu (FIG. 2). Com base na estratigrafia de seqüência, o material estudado está inserido na Superseqüência Gondwana I, onde a porção média da Formação Rio Bonito, Membro Paraguaçu faz parte um Trato de Sistema Transgressivo que culmina nos depósitos da Formação Palermo (Milani *et al.*, 1998).

### **5.2.1. Afloramento Bruno Peiker**

O afloramento Bruno Peiker (UTM 598115 - 69994) situa-se ao lado esquerdo do rio Itajaí do Oeste, margem direita do rio Taió, na propriedade do Sr. Bruno Peiker (FIG. 3), à beira do lago formado no local de uma antiga pedreira.

A seqüência sedimentar aflorante pôde ser descrita em detalhes, desde a base, pois no ano de 2004 a água do lago foi totalmente drenada, o que possibilitou a visualização de parte basal do afloramento. A exposição apresenta, a espessura total de 6 m, sendo composta por 4,3 m de siltito cinza-claro, com concreções na base e fluidização a cerca de 1,5 m da base, com níveis com estratificação *wavy* e *linsen* entre 2-3 m, e estratificação cruzada tangencial no último metro do pacote siltico. Acima do siltito, completando o depósito, ocorrem camadas de arenito fino, onduladas e separadas por níveis limoníticos milimétricos (FIG. 4).

Nos pacotes arenosos do topo do afloramento ocorrem macrofósseis de Sphenophytas. A assembléia vegetal é dominada por rizomas seguidos por frutificações, alguns caules e ramos foliares. O material representa paleosolos onde há caules em conexão orgânica com rizomas e/ou ramos foliares, além de partes desconectas. As frutificações possuem os esporângios conectados e, em alguns espécimes, há ramos vegetativos secundários associados aos caules reprodutivos.

A sucessão sedimentar aqui descrita, associada ao tipo de preservação do material fóssil, indica a ocorrência de um ambiente deltaico progradante. A base de siltitos laminados com estrutura *wavy* e *linsen* e raros fragmentos vegetais pode ser associada à fácies gerada em uma baía interdistributária. A região média da sucessão, onde ocorrem estratificações cruzadas tangenciais, representa dunas subaquáticas. No topo do afloramento, o arenito ondulado com plantas autóctones e “*in situ*” corresponde a área marginal de uma região interdistributária que se mantinha seca por longos períodos quando, assim, a vegetação se estabelecia. De tempos em tempos, em uma maré mais alta ou tempestade, por exemplo, o mar invadia esta região com grande aporte de sedimento, soterrando a comunidade e, quando a água era naturalmente drenada, a comunidade se

restabelecia. Este processo ocorreu algumas vezes, sendo que os sedimentos demonstram pelo menos três sucessões limitadas pelas camadas limoníticas que separam os pacotes arenosos, indicando momentos de pausa na sedimentação e estabelecimento da vegetação marginal.

### 5.2.2. Afloramento Igreja

O afloramento Igreja (UTM 599279 - 700147) ocorre na região central da sede da cidade, no lado esquerdo do rio Itajaí do Oeste e do rio Taió tendo recebido este nome por se localizar na área exposta que se encontra logo abaixo das fundações da igreja Cristo Rei (FIG. 3).

O afloramento Igreja é composto de uma sucessão sedimentar com 7 m de espessura, que inicia com a base síltica e pelítica carbonosa, passando na porção média a silte e o topo a arenitos sigmoidais. Na porção basal ocorre uma camada de 0,6 m de siltito, com raízes preservadas (paleosolo), e maior quantidade de matéria orgânica no topo (0,05 m). Acima do paleosolo, ocorre uma camada de pelito carbonoso com 0,15 m de espessura, em média, cinza escuro e ferrificado (há várias camadas limoníticas), rica em pequenos fragmentos vegetais que podem ser desde caules lenhosos, caules e rizomas de esfenófitas, até frutificações e sementes. Uma crosta limonítica centimétrica (1-2 cm) separa o topo do pelito carbonoso da camada sobreposta (FIG. 5).

A sucessão seguinte, com aproximadamente 2 m, é composta de siltito amarelo claro, ondulado por onda e estrutura *flaser* na base e laminação tangencial em direção ao topo. Na parte basal (cerca de 1 m) ocorrem restos vegetais dispersos a localmente mais acumulados, em precário estado de preservação. As sementes dominam o material e nos locais com acúmulo de macro-restos ocorrem apenas sementes, muitas delas fragmentadas

e com as superfícies desgastadas. Aparecem ainda, em pouca quantidade, alguns fragmentos de rizomas e caules de esfenófitas, alguns caules lenhosos e, possivelmente, dois ramos de conífera ou caules de licófitas, muito deteriorado. Sobre este siltito ocorrem camadas de arenitos médios, com cerca de 4 m de espessura, constituídas por corpos sigmoidais amalgamados.

Esta seqüência sedimentar representa uma área de planície deltaica, na base, com paleosolos e pântano, que de tempos em tempos secava tornando-se mais expostas (camadas ferrificadas). Posteriormente, ocorre um afogamento da área, possivelmente ocasionado por uma nova transgressão. A camada siltica com laminação ondulada, cavalgante e *flaser* na região média e o grande pacote arenítico sigmoidal no topo, representam respectivamente, o pró-delta proximal e a frente deltaica, indicando uma nova progradação do ambiente deltaico.

### **5.2.3. Afloramento Caça e Tiro**

O afloramento Caça e Tiro (UTM 599150 / 699973) está localizado no lado esquerdo do rio Itajaí do Oeste e do rio Taió, e recebeu este nome por ficar no terreno do “Clube Caça e Tiro” do município (FIG. 3). Este nome já havia sido utilizado por Rocha-Campos (1964), durante o estudo dos invertebrados marinhos.

O afloramento possui 7 m de espessura no total, sendo constituído por argilitos e siltitos, na base, e arenitos, no topo (FIG. 6). A base do afloramento é composta de argilitos cinza-esverdeado, apresenta laminação plano-paralela e estrutura *linsen*, os quais intercalam-se com siltitos amarelo claro, laminados. Estas intercalações de argilitos e siltitos, com contato abrupto, seguem desde a base até cerca de 3 m, onde ocorre, em

contato ondulado ao argilito, uma fina camada (0,05 m) de conglomerado com seixos intraformacionais de pelito.

Sobre o conglomerado ocorre uma fácies síltica laminada e, acima desta, uma síltica maciça e com concreções ferríferas. Sobreposta aos siltitos, ocorre uma camada de arenito fino a médio, granocrescente, com 1,4 m de espessura e drapeamentos de lama e dobramentos por fluidização, na base, e laminação cruzada cavalgante, no topo. Na porção superior do afloramento, ocorre um pacote maciço de arenito médio com estratificação sigmoidal. Entre todas as fácies sílticas e arenosas ocorrem contatos ondulados.

Os restos vegetais foram encontrados a 1 m da base, nos argilitos, sob a extremidade distal de um corpo síltico sigmoidal. Este material foi provavelmente transportado, apresentando-se fragmentado e, juntamente com os dados faciológicos, indica que a sucessão corresponde a depósitos de delta progradante, representando desde as fácies mais distais do delta, ou seja, o prodelta até os relativos a de frentes deltáicas.

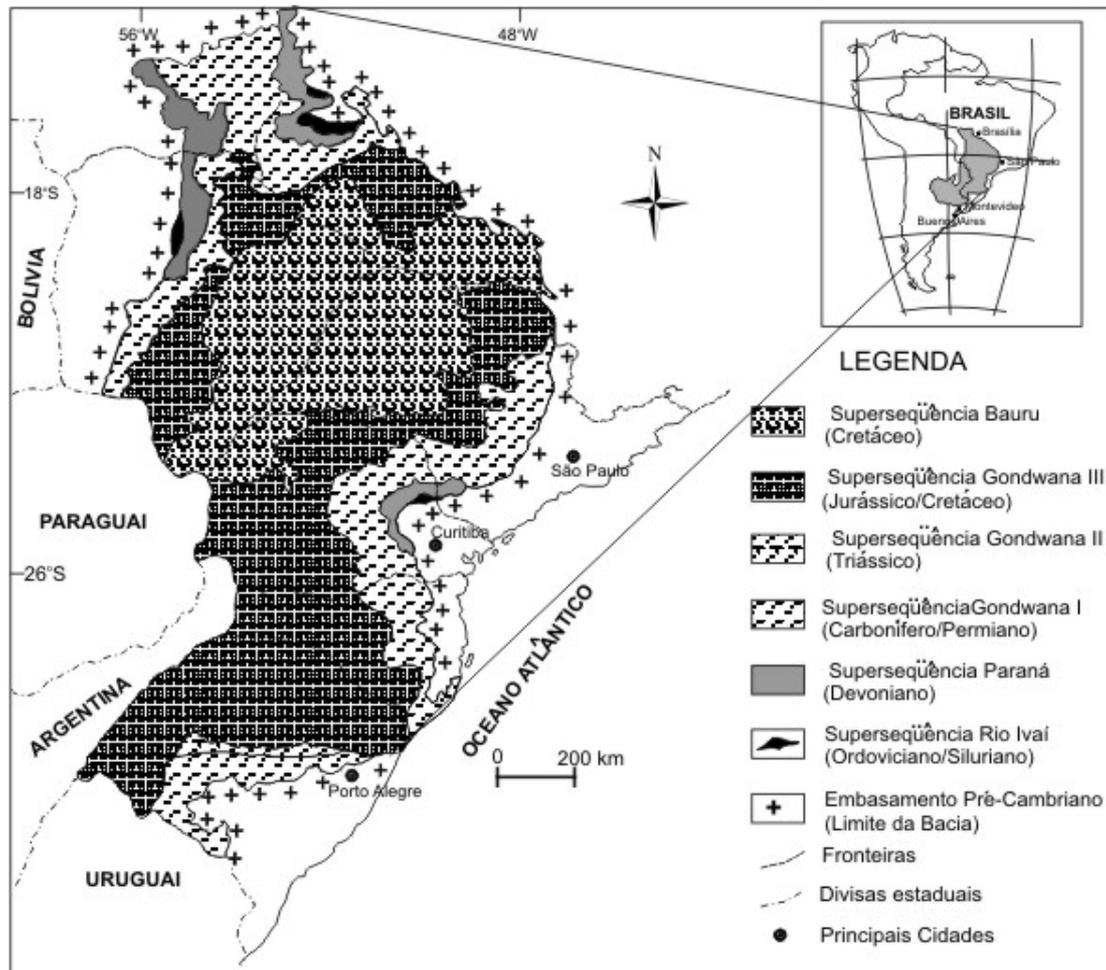


FIGURA 1 - Superseqüências da Bacia do Paraná (com base em Milani, 1997, adaptado de Souza & Marques-Toigo, 2003).

		L I T O E S T R A T I G R A F I A					
		PARANÁ/S. CATARINA	SÃO PAULO	GO - MT	R.G. DO SUL		
CRONOS.	TER. QUA.		FM. RIO CLARO				
				FM. CACHOEIRINHA			
JURO-CRETÁCEO	GR. S. BENTO	FM. BAURU	FM. BAURU	FM. BAURU			
		FM. CAIUÁ'	FM. CAIUÁ'	FM. CAIUÁ'			
		FM. S. GERAL	FM. S. GERAL	FM. S. GERAL	FM. S. GERAL		
		FM. BOTUCATU	FM. BOTUCATU	FM. BOTUCATU	FM. BOTUCATU		
		? - ?	? - ?	? - ?			
TRI.		FM. PIRAMBOIA	FM. PIRAMBOIA	FM. PIRAMBOIA	MB. S. MARIA FM. ROS. DO SUL		
P E R M I A N O	GRUPO PASSA DOIS	FM. R. DO RASTO	MB. M. PELADO MB. SERRINHA	?	?	FM. RIO DO RASTO	
		FM. TERESINA		FM. CORUMBATAÍ'	FM. CORUMBATAÍ'	FM. TERESINA	
		FM. SERRA ALTA				FM. SERRA ALTA	
		FM. IRATI	MB. ASSISTÊNCIA MB. TAQUARAL	FM. IRATI	MB. ASSISŢ. MB. TAQ.	FM. IRATI	FM. IRATI
		FM. PALERMO		FM. PALERMO	FM. PALERMO	FM. PALERMO	
	SUPER GRUPO TUBARÃO	GR. GUATA'	FM. RIO BONITO	MB. SIDERÓPOLIS MB. PARAGUAÇU MB. TRIUNFO	FM. R. BON. MB. PARAGUAÇU		FM. R. BONITO
			FM. RIO DO SUL				FM. RIO DO SUL
			FM. MAFRA ? - ? FM. CAMPO DO TENENTE		GRUPO ITARARE'		FM. AQUIDAUANA
	CARB. SUP.	GR. ITARARE'					
			FM. PONTA GROSSA		FM. PONTA GROSSA	FM. PONTA GROSSA	
DEVONIAN.	GR. PARANÁ	FM. FURNAS		FM. FURNAS	FM. FURNAS		
E M B A S A M E N T O							

FIGURA 2 - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná (Schneider *et al.*, 1974).

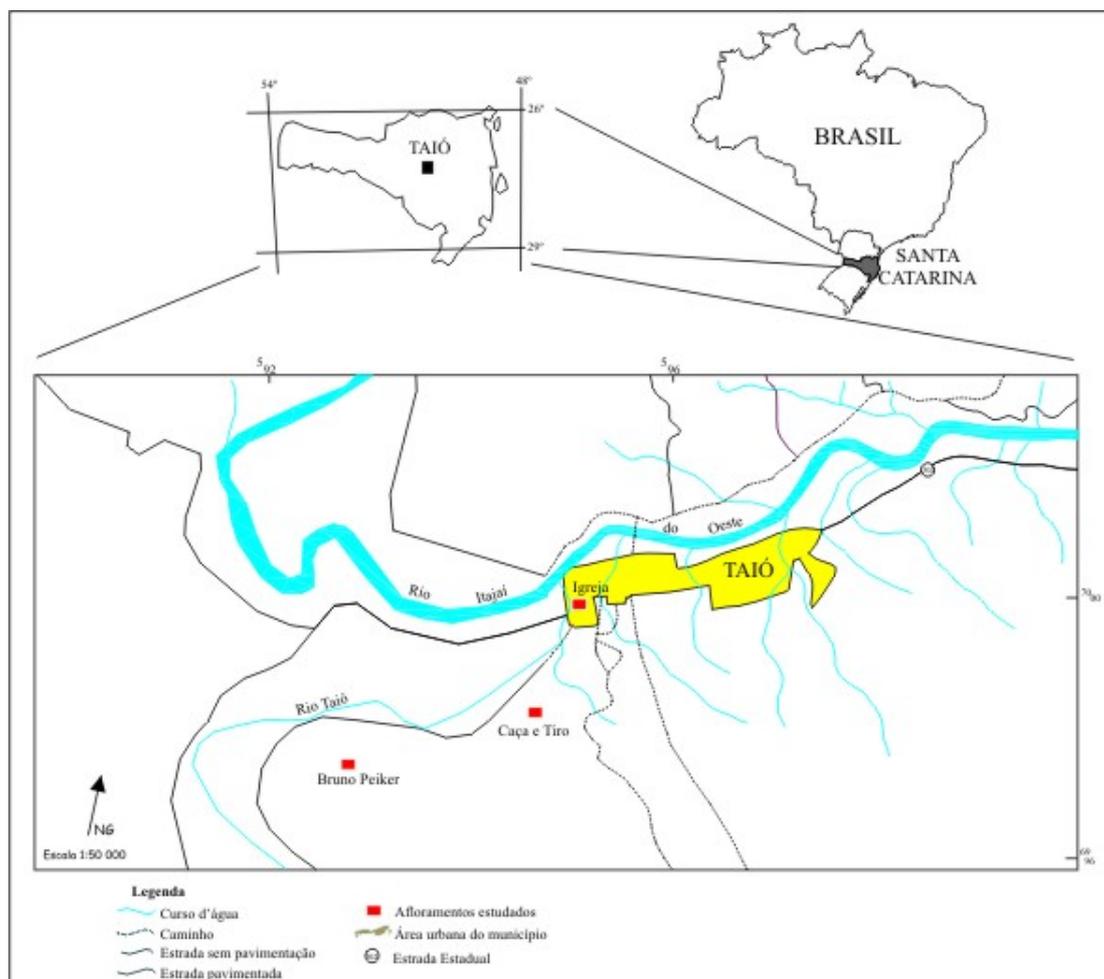


FIGURA 3 - Mapa de localização dos afloramentos estudados no município de Taió, em Santa Catarina.

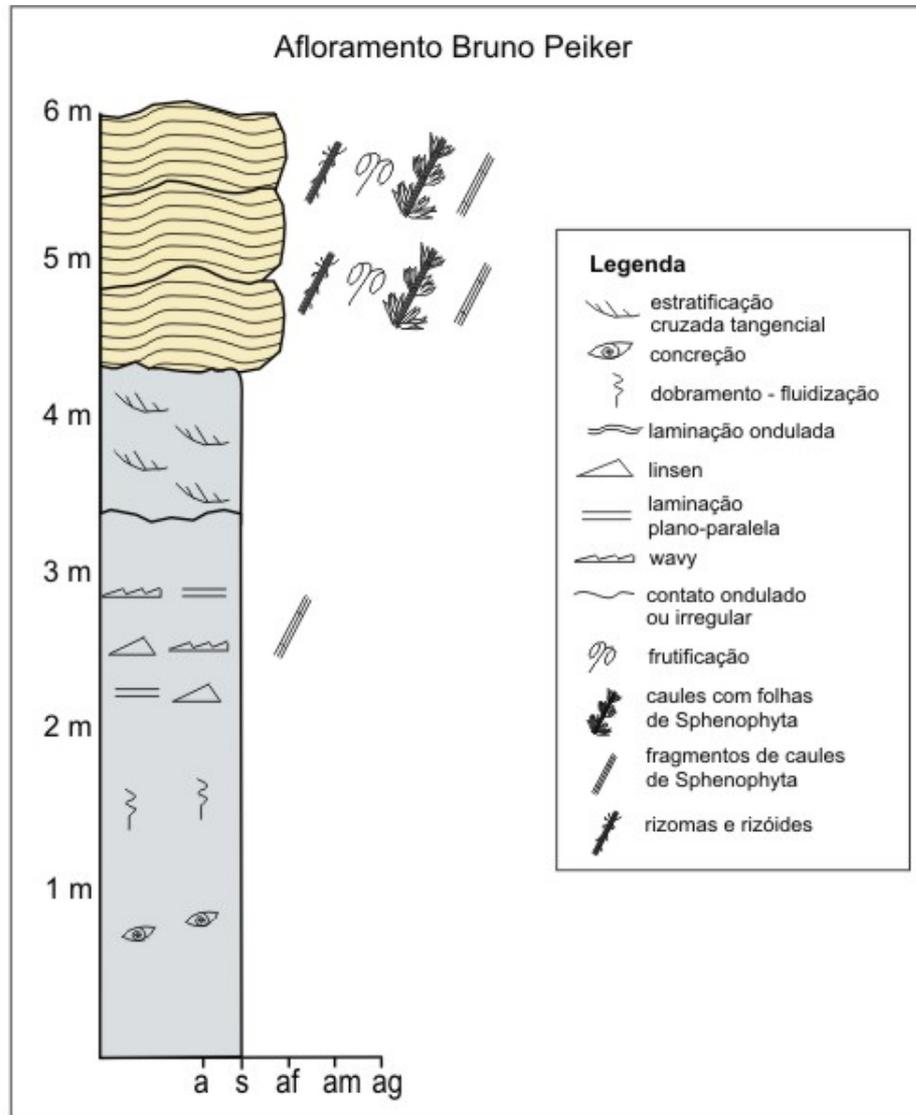


FIGURA 4 - Perfil colunar do afloramento Bruno Peiker em Taio, Santa Catarina.

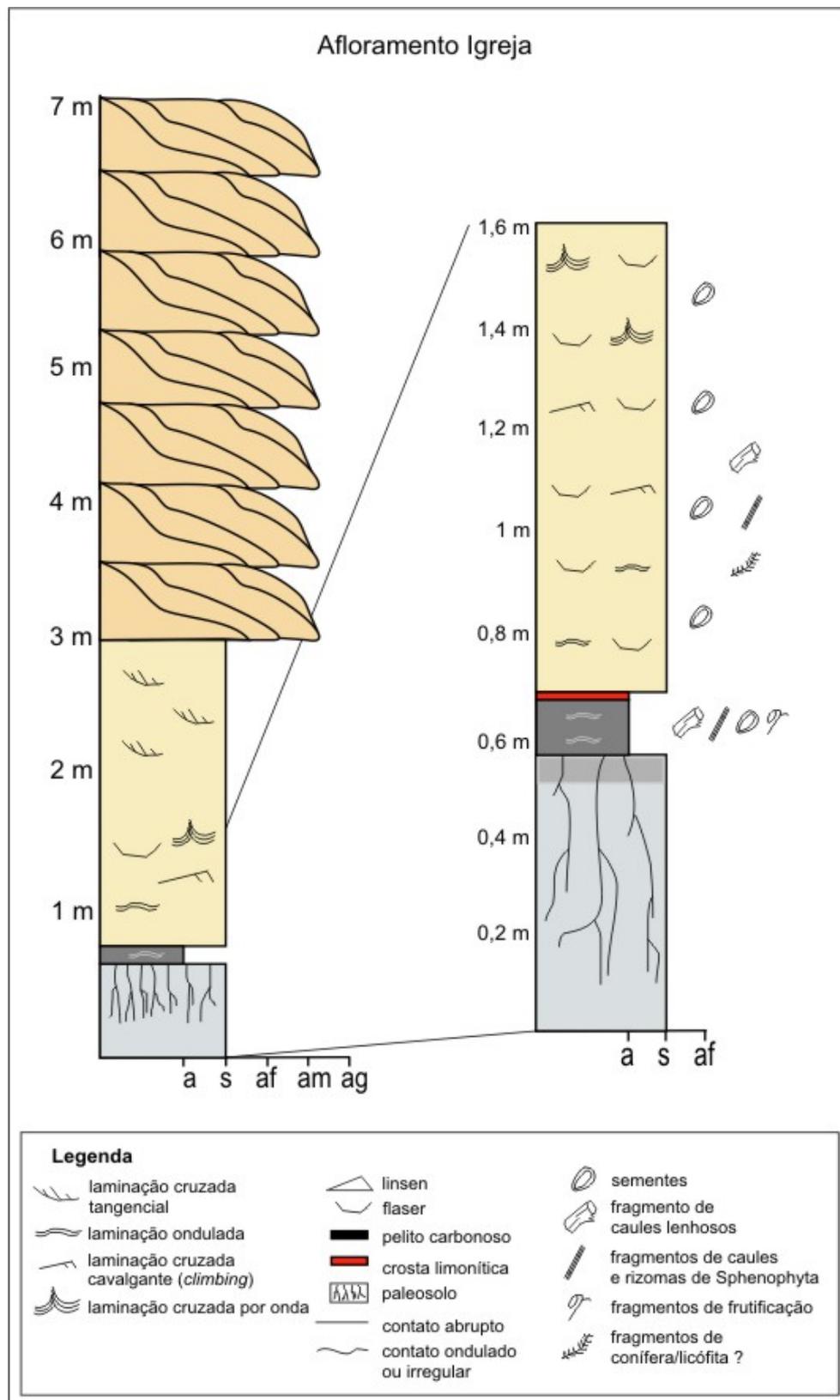


FIGURA 5 - Perfil colunar do afloramento Igreja em Taio, Santa Catarina.

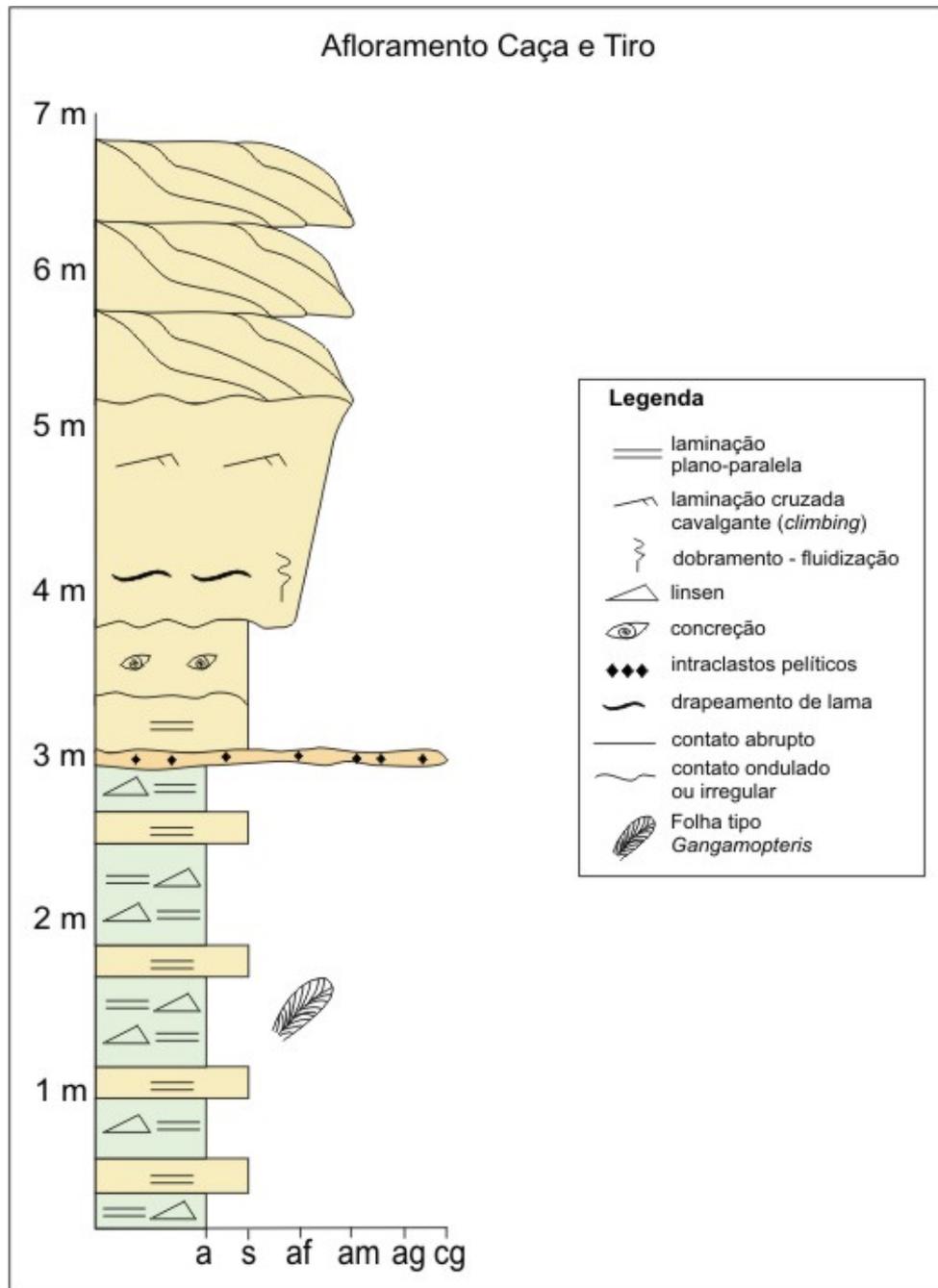


FIGURA 6 - Perfil colunar do afloramento Caça e Tiro em Taio, Santa Catarina.

## 6. FRUTIFICAÇÕES DE SPHENOPSIDA ENDÊMICAS DO GONDWANA

A Ordem Equisetales inclui Sphenopsida com estróbilos apicais ou zonas férteis, brácteas estéreis ausentes e são conhecidas em Angara, Euramérica e Gondwana (Boureau, 1964; Meyen, 1987; Taylor & Taylor, 1993). As famílias desta ordem são identificadas de acordo com a organização e arranjo dos esporangióforos (Meyen, 1987).

No Gondwana, foram descritas quatro espécies endêmicas de Equisetales baseado na estrutura reprodutiva: *Notocalamites askosus* Rigby, 1972, *Gondwanostachys australis* Meyen emend. Guerra-Sommer *et al.* 1995, *Giridia indica* Pant *et al.*, 1981 e *Peltotheca furcata* Escapa & Cúneo, 2005 (QUADRO 1).

*Notocalamites askosus* Rigby, 1972, do Permiano Inferior da Formação Rio Bonito, foi encontrada no estado de Santa Catarina. Esta espécie, a única da Família Notocalamitaceae, apresenta como características diagnósticas os esporângios simples em arranjo aberto, mais ou menos sésseis e de arranjo verticilado ao longo de entrenós de caules onde os nós encontram-se mal preservados e as costelas são opostas. Não possui brácteas ou apêndices estéreis separando os esporângios longitudinalmente (Rigby, 1972a, QUADRO 1).

Descrita, inicialmente, como *Phyllotheca australis* para o Permiano da Austrália (Townrow, 1955 in Guerra-Sommer *et al.* 1995), *Gondwanostachys australis* Meyen emend. Guerra-Sommer *et al.*, 1995 foi renomeada por Meyen (1971) por ser uma estrutura reprodutiva associada a uma forma estéril e, mais recentemente, foi também encontrada em depósitos do Permiano Inferior do Rio Grande do Sul (Guerra-Sommer *et al.*, 1995). *G. australis* possui esporangióforos bifurcados duas vezes, os quais terminam em uma

estrutura peltada com quatro esporângios. Os esporangióforos partem de forma verticilada da porção inferior do entrenó e são circundados por brácteas fusionadas em uma bainha com extremidades livres que se originam do nó imediatamente subjacente (QUADRO 1).

Nos depósitos do Permiano Inferior da Índia, *Giridia indica* Pant *et al.*, 1981, foi descrita como um cone de *Phyllothea indica*. Este tipo de frutificação apresenta os esporangióforos com muitas dicotomias, inseridos nos entrenós, imediatamente abaixo de um verticilo foliar ou bráctea, do tipo *Phyllothea indica* (QUADRO 1).

Escapa & Cúneo (2005) descreveram a espécie *Peltothea furcata* para o Permiano Inferior da Patagônia Argentina. As partes reprodutivas de *P. furcata*, de família desconhecida, é composta de caules com nós e entrenós onde os entrenós são cobertos por verticilos de esporangióforos conectados perpendicularmente ao eixo. Cada esporangióforos apresenta, no mínimo, 4 esporângios peltados, dispostos em uma estrutura retangular ou quadrada. Os autores descrevem o eixo reprodutivo apenas com entrenós férteis, sem folhas associadas às regiões nodais. As folhas, do tipo *Barakaria*, ocorrem em outro eixo, apenas vegetativo (QUADRO 1).

Além dos espécimes acima descritos, foram propostos outros dois táxon novos para o Gondwana, ainda inéditos. *Pothocites benavidesi*, da Família Archeocalamitaceae, encontrada em estratos do Carbonífero Inferior de Paracas, no Peru. *P. benavidesi* apresenta os esporangióforos divididos em quatro eixos iguais, cada eixo com quatro esporângios, formando um arranjo típico dos membros da Família Archeocalamitaceae. Os esporangióforos estão conectados ao longo do entrenó, ocorrendo brácteas ou folíolos apenas nas regiões nodais (Dower, 1999, QUADRO 1).

Cúneo & Escapa (submetido, *in* Escapa e Cúneo, 2005) propõem um novo gênero para o Permiano Superior da Patagônia Argentina. Este novo táxon apresenta entrenós

férteis, com os esporangióforos presos aos verticilos foliares e com no mínimo 5 entrenós férteis por eixo reprodutivo. O esporangióforos são divididos em quatro, em forma de cruz, com 1 esporângio em cada extremidade. Apresentam folhas do tipo *Phyllothea* associado (QUADRO1).

QUADRO 1: Comparativo entre as espécies de Equisetales, com base nas estruturas reprodutivas, presentes no Gondwana.

Espécie	Distribuição geográfica e idade	Tipo de verticilo foliar	Organização do sistema reprodutivo	Tipo de esporangióforo	Nº de verticilo de esporangióforos por entrenó	Nº esporângios por esporangióforo	Nº entrenós férteis por eixo reprodutivo
<i>Gondwanostachys australis</i>	Austrália e Rio Grande do Sul, Brasil. Permiano	<i>Phyllothea</i>	Entrenós férteis dispostos ao longo do eixo lateral e presos ao verticilo foliar nodal, na porção basal do entrenó.	Duas vezes dividido com um pelte protetor dos esporângios.	1	16	No mínimo 10
<i>Notocalamites askosus</i>	Santa Catarina, Brasil. Permiano Inferior	<i>Archeocalamites</i>	Verticilos de esporangióforos dispostos nas regiões nodais mal definidas.	Uniesporangiado, sem estrutura protetora dos esporângios.	Ocorre 1 verticilo por região nodal	1	Ocorre 1 verticilo por região nodal e no mínimo 8 regiões em seqüência.
<i>Giridia indica</i>	Índia. Permiano Inferior	<i>Phyllothea</i>	Entrenós férteis dispostos ao longo de um eixo lateral; Esporangióforos presos imediatamente abaixo do verticilo foliar, no topo de entrenó.	Multiplemente dividido.	1	No mínimo 20	No mínimo 3
<i>Peltothea furcata</i>	Patagônia, Argentina. Permiano Superior	<i>Barakaria</i>	Entrenós férteis terminais dispostos no eixo primário por todo o entrenó. Sem folhas na região nodal.	Peltado, sem divisão.	6	4	10 ou mais
<i>Pothocites benavidesi</i> *	Paraca, Peru. Carbonífero Inferior	<i>Archaecalamites radiatus</i>	Entrenós férteis com esporangióforos presos desde de 2,8 mm ao longo de todo o entrenó, até o próximo nó. Verticilos foliares na região nodal.	Divididos em quatro eixos iguais, cada eixo com quatro esporângios.	Indistinto	16	No mínimo 9
Novo gênero **	Patagônia, Argentina. Permiano Superior	<i>Phyllothea</i>	Entrenós férteis dispostos ao longo de um eixo lateral, esporangióforos presos ao verticilo foliar.	Em forma de cruz.	1 a 5	4	No mínimo 5
Nova forma aqui estudada	Santa Catarina, Brasil. Permiano Inferior	<i>Koretrophyllites</i>	Regiões férteis distribuídas ao longo de um único entrenó e separados por pequenas regiões desnudas.	Uniesporangiado, sem estrutura protetora dos esporângios.	Indistinto	1	1 entrenó com 5 ou mais regiões férteis por entrenó.

\* ainda não publicado, Dower (1999, tese de doutorado);

\*\* trabalho em preparação, mas citado em Escapa &amp; Cúneo (2005)

## 7. SISTEMÁTICA

### 7.1. SPHENOPSIDA

Divisão: TRACHEOPHYTA

Classe: SPHENOPSIDA

Ordem: EQUISETALES

Família: PHYLLOTHECACEAE

Gênero: *Phyllothea* Brongniart, 1828

Espécie-Tipo: *Phyllothea australis* Brongniart, 1828 emend. Townrow, 1955

***P. australis***

ESTAMPA I

**Material descrito:** GP/3E604; 597ab; 605.

**Localidade:** Próximo ao afloramento Igreja, leito do Rio Taió, município de Taió, Santa Catarina

**Descrição:** O material analisado consiste de impressões de um caule articulado com ramos foliares partindo das regiões nodais, quatro ramos foliares isolados e sete verticilos (rosetas) foliares desconectados (APÊNDICE 1, QUADRO 2). O espécime GP/3E604 representa um fragmento de caule que possui 98 mm de comprimento e largura entre 12,5 e 16,9 mm, com costelas e sulcos (feixes vasculares) finos e pouco nítidos que ultrapassam a linha nodal de forma oposta e variam entre 14-17 costelas no lado exposto, totalizando, provavelmente, cerca de 30 costelas ao redor do caule (EST. I, FIG. A). Neste espécime

estão presentes quatro regiões nodais, das quais partem ramos com folhas (2 ou 3 ramos visíveis por nó) em ângulos de 50°-65°. Os entrenós, de cerca de 23 mm de comprimento e largura entre 12,5-14 mm, mostram a razão largura/comprimento de 1:1,7 a 1:1,9. Os caules dos ramos secundários apresentam-se cobertos, quase por completo, pelos verticilos foliares que partem das regiões nodais imprecisas de serem visualizadas e distantes entre si cerca de 4 a 8,9 mm. Estes verticilos foliares têm os folíolos fusionados desde a base, formando bainhas que se abrem em ângulos de 25–35° em relação ao caule. Neste espécime, a parte livre dos folíolos apresenta-se incompleta. A amostra GP/3E597ab apresenta quatro ramos foliares (A-D). Os espécimes GP/3E597A, C e D, são semelhantes aos ramos secundários conectados ao caule na amostra GP/3E604, mas a parte livre dos folíolos está presente (EST. I, FIG. B). Estes ramos apresentam os entrenós cobertos pelos verticilos foliares, distanciados entre si de 6,9-8,8 mm, o que indica serem ramos mais apicais. Os folíolos são lanceolados, uninervados, com o ápice agudo a arredondado e a largura na porção livre é menor que 1 mm. No espécime GP/3E597B, um ramo mais inferior, a bainha das rosetas apresenta um ângulo mais aberto, o que deixa o caule visível (EST. I, FIG. C). Este caule apresenta largura de 1,8 mm e entrenós de 12 mm de comprimento, com finas estriações (prováveis costelas). No nó mais basal, devido ao ângulo mais amplo da bainha, é possível visualizar a roseta em planta, o que permite observar 11 folíolos e inferir que havia cerca de 13 a 14 folíolos por nó. Os folíolos são lanceolados, uninervados, com ápices agudos a arredondados e de comprimento total de 10 mm, sendo livres por cerca de 60 % de sua extensão; a largura é de 1,2 mm na porção livre. A amostra GP/3E605ab apresenta sete rosetas desconectadas (A-G). O espécime GP/3E605A apresenta um verticilo completo com 16 folíolos, sendo que os demais espécimes aparentam ter a mesma quantidade de folíolos, apesar de se mostrarem incompletos. Os folíolos possuem comprimento entre 6,2-

10 mm, sendo que por cerca de 45% da sua extensão apresentam-se fusionados, formando uma bainha na região proximal. A parte livre dos folíolos é plana, linear, com o comprimento variando entre 3,9-5,5 mm e a largura entre 1,3-1,7 mm. Apresentam uma nervura principal da base ao ápice, que, se preservado, é agudo a arredondado. No espécime GP/3E605aF é possível visualizar, na superfície abaxial dos folíolos, estrias que partem da nervura central em um ângulo de aproximadamente 30° a 45° (EST. I, FIG. D).

**Discussão:** As espécies do gênero *Phyllothea* encontradas no Gondwana são *P. australis* Brongniart emend. Townrow (*in* Boureau, 1964), *P. indica* Bunbury (*in* Boureau, 1964) e *P. griesbachi* Zeiller (*in* Boureau, 1964). Os espécimes aqui descritos diferenciam-se de *P. griesbachi* por possuírem um número de folíolos por verticilos e o tamanho da bainha nitidamente menores, além da bainha se manter próxima do caule. As espécies mais similares às formas aqui descritas são *P. indica* e *P. australis*. Porém, muitos autores colocam *P. indica* em sinonímia à *P. australis* (Boureau, 1964; Maheshwari, 1968; McLoughlin, 1992; Rayner, 1992; Anderson & Anderson, 1985, Rohn & Lages, 2000), considerando não ser um caráter diagnóstico e, portanto, distintivo, a variação no ângulo de abertura da bainha. Rohn & Lages (2000), apesar de aceitarem esta sinonímia, apresentam uma longa discussão sobre esta, onde levantam muitos problemas taxonômicos relacionados as plantas do tipo *Phyllothea* no Gondwana, citando que as diferenças entre as espécies poderia ser resultado de uma variabilidade intraespecífica, como ocorre em plantas modernas. Desta forma, os espécimes estudados apresentam um conjunto de características morfológicas que permitem enquadrá-los em *Phyllothea australis*, a única espécie considerada válida aqui, tais como: (a) folíolos uninervados inseridos ao redor da região nodal, (b) fusionalamento dos folíolos desde a base até cerca de 40% do comprimento,

formando uma bainha em forma de funil que cobre o entrenó, (c) dimensões e formato dos folíolos compatíveis com *P. australis*. Apenas o número de folíolos por verticilo foliar, cerca de 16 folíolos, diferencia-se do da diagnose original de *P. australis* (18-23 folíolos), mas tanto o número destes quanto a presença de estrias na superfície abaxial são similares ao material descrito para localidades de Cerquilha, em São Paulo, por Rohn & Lages (2000), onde todos os espécimes do tipo *Phyllothea* foram incluídos em *P. australis* por aqueles autores. Por outro lado, em nossa opinião, um número ligeiramente inferior de folíolos não é, em si, um caráter significativo a ponto de evitar a classificação do presente material em *P. australis* ou de justificar a proposição de um novo táxon.

Família: *Incertae sedis*

Gênero: *Paracalamites* Zalessky, 1927

Espécie-Tipo: *Paracalamites striatus* (Schmalhausen, 1879) Zalessky, 1927

*Paracalamites australis* Rigby, 1966

## ESTAMPA II

**Material descrito:** GP/3E606A; 606B; 606C; 606D; 605.

**Descrição:** O material analisado é composto por cinco fragmentos de caules articulados, com nós e entrenós, sem folhas ou estruturas reprodutivas conectadas, sendo que dois deles (GP/3E606A e B) apresentam ramificações (APÊNDICE 1, QUADRO 3). Os espécimes estão preservados na forma de impressões caulinares externas. Neste material têm-se, aparentemente, caules de dois portes distintos: caules principais, mais basais, de maior calibre e medidas mais homogêneas e caules apicais, com ramificações. Os fragmentos de caules possuem comprimento de até 245 mm, chegando a apresentar 11 regiões nodais preservadas. Nos caules principais (GP/3E606C e D; 605), a largura varia de 25-35 mm e o comprimento do entrenó é, relativamente, constante entre os diferentes espécimes, variando de 31,6-39,3 mm, o que mantém a razão largura/comprimento dos entrenós entre 1:1 e 1:1,8 (EST.II, FIG. A e B). A quantidade de costelas (feixes vasculares) também se mantém constantes, variando de 16-20 costelas na superfície visível, o que corresponderia à cerca de 36 costelas em torno do caule, com uma densidade de 6-8 costelas/cm. Os feixes vasculares são opostos, ultrapassando a região nodal. Nos caules apicais, GP/3E606A e B, a largura dos entrenós varia entre 9,5-21 mm no decorrer do caule, com o comprimento variando de 16,7-27,2 mm, na região mais proximal, e entre 7,7-19,6 mm, na extremidade mais distal (EST. II, FIG. A). A razão largura/comprimento dos entrenós é bastante variada, estando

entre 1:0,6 e 1:0,9 nas extremidades mais distais, onde estão os entrenós com ramificações, e entre 1:1,2 a 1:1,7, nas regiões mais proximais. O número de costelas também muda da região proximal, com 13 a 15 costelas (de 26 a 30 costelas ao redor do caule) para a região mais distal, com 8 costelas (cerca de 16 costelas ao redor do caule), no entanto, ambas as regiões apresentam cerca de 6-9 costelas/cm. A mudança no número de costelas de um entrenó para outro corresponde a dicotomias e recombinações de feixes vasculares que ocorrem na passagem destes pela região nodal, pois, no geral, elas são opostas e constantes através dos nós. No espécime GP/3E606A, da sétima região nodal preservada parte um ramo em ângulo de 90°, constricto na base, com comprimento maior que 23,2 mm e 9 mm de largura (EST. II, FIG. A). Este pequeno ramo apresenta duas regiões nodais, com os entrenós com cerca de 10 mm de comprimento. Nas três regiões nodais mais apicais do espécime GP/3E606B, onde os nós ocorrem mais próximos uns dos outros, partem ramos (1, 2 e 3) em um ângulo de aproximadamente 60°, com comprimento superior a 15 mm e largura de 1,9 a 2,6 mm (EST. II, FIG. A). Estes ramos apresentam algumas regiões nodais com possíveis verticilos foliares atados e com os entrenós em torno de 3,5 mm de comprimento.

**Discussão:** O material aqui estudado pode ser incluído em *Paracalamites australis* Rigby 1966 que é um táxon criado para comportar caules articulados com nós e entrenós, sem conexão com ramos foliares ou partes reprodutivas, com costelas opostas na região nodal e entrenós com o comprimento maior que a largura. Os espécimes aqui analisados, além destas características gerais citadas apresentam também, nos caules principais, o porte, as dimensões dos entrenós, o número de costelas e a distância entre elas, semelhantes ao material tipo descrito originalmente por Rigby (1966). Já os caules apicais analisados

(GP3E/606A e B) apresentam, nas regiões proximais, o comprimento do entrenó maior que a largura do caule, o que segundo Rigby (1966), corresponderia a *P. australis*. No entanto, nestes mesmos espécimes, o comprimento do entrenó é menor que a largura do caule nas regiões mais distais. Segundo Rigby (1966), o que diferencia *Paracalamites australis* de *P. levis* é que esta última apresenta costelas mais finas e delicadas, e os entrenós com comprimento menor que a largura do caule. Sendo assim, ao longo de um único espécime (GP3E/606A e B) a porção proximal, em relação ao comprimento e a largura do entrenó, corresponderia a *P. australis* enquanto que a distal encaixa-se em *P. Levis* (EST. II, FIG. A). Por outro lado, Zampirolli & Bernardes-de-Oliveira (2000) propõem que a relação morfométrica entre largura e comprimento dos entrenós é uma característica diagnóstica entre três espécies de *Paracalamites* já descritas, i. é, *P. australis* (1:2 ou >2), *P. montemorensis* (1:1 – 1:1,99) e *P. levis* (1:0,99 ou <0,99). Porém, os espécimes aqui analisados não confirmam esta proposta. Nos caules principais (GP3E/606C e D e GP3E/605A), por exemplo, a razão largura/comprimento oscila de 1:1 até 1:1,8, o que os classificaria em *P. montemorensis*. Já nos caules apicais esta proporção se mantém entre 1:0,6 e 1:0,9, nas extremidades mais distais até as regiões nodais com ramificações, e entre 1:1,2 a 1:1,7, nas regiões mais proximais, tendo assim, dentro de um mesmo espécime, valores que os enquadram em pelo menos duas espécies, de acordo com o esquema proposto por Zampirolli & Bernardes-de-Oliveira (2000), ou seja, *P. levis* para as regiões mais distais e *P. montemorensis* para as regiões proximais (EST. II, FIG. A). Rohn & Rösler (1986), McLoughlin (1992) e Ronh & Lages (2000), por sua vez, já haviam desconsiderado o valor taxonômico e/ou diagnóstico da relação largura/comprimento dos entrenós, citando, neste sentido, apenas *P. australis* como espécie válida. Desta forma, o material aqui estudado é também classificado em *P. australis*. Por outro lado, a presença de

características de *P. australis* e *P. levis* em um mesmo espécime leva-nos a sinonímia de *P. levis* em *P. australis*, enquanto que a variação da razão largura/comprimento encontrada ao longo de alguns espécimes indica-nos que a proposta de Zampirolli & Bernardes-de-Oliveira (2000) não é válida, pois não há como utilizar esta razão como caráter diagnóstico de cada espécie.

FAMÍLIA: Notocalamitaceae Rigby, 1972b

**Nova forma de Sphenopsida**

ESTAMPAS III, IV, V, VI, VII

**Localidade:** Afloramento Bruno Peiker, município de Taió, Santa Catarina.

**Material descrito: frutificações** - UMVT5300; 5433; 5404ab; 5298ab; 5301; 5329; 5300a-d; 5331; 5302A e B; 5312ab; 5312; 5359; **folhas** - UMVT5458b; 5411A; 5411B; 5475; 5358; 5477; 5478; **caules** - UMVT5321A; 5321B; 5469; 5318; 5434; 5315; 5467; 5359 e 5476; **rizomas** - UMVT5468a-cA-L; 5472a-cA; 5466abA-B; 5459A; 5462A-D; 5458A-C; 5467A-C; 5473abA-F; 5464A-G; 5433A; 5350; 5302A-G; 5359A-B; 5331A-D; 5313A-E; 297A-B; 5319A-B; 5303A; 5465A-B; 5361.

**Descrição**

**Folhas:** Os espécimes estudados correspondem a dois caules articulados com ramos foliares partindo das regiões nodais, um deles conectado a um rizoma, além de quatro ramos foliares e dois conjuntos de folíolos destacados, preservado na forma de impressões (APÊNDICE 1, QUADRO 4). O espécime mais completo (UMVT5458b) é composto de um fragmento de caule, com nós e entrenós, de 102 mm de comprimento e largura entre 2,6–2,9 mm, que possui sete regiões nodais preservadas (EST. III, FIG. A e B). Os entrenós, que variam de 13,8–17,3 mm em comprimento, apresentam uma razão largura/comprimento de 1:4,7 - 1:6. Ao longo do caule é possível observar costelas e sulcos levemente marcados que ultrapassam as regiões nodais. Das regiões nodais partem ramos foliares em ângulos de 60°-70° em relação ao caule. Esses ramos possuem verticilos foliares (rosetas) ao redor do nó, estando preservadas apenas duas regiões verticiladas por ramo.

Estes verticilos apresentam de 6 a 8 folíolos, que variam, em geral, de 13–17 mm em comprimento e de 0,7–1,4 mm em largura. Os folíolos são, possivelmente, fusionados apenas junto a base de inserção, formando uma bainha pequena e adpressa ao caule, encontrando-se, portanto, praticamente livres em toda sua extensão (EST. III, FIG. A e B). O espécime UMVT5475, composto por um caule com ramo foliar que parte da região nodal, apresenta conexão com um rizoma que não mostra regiões nodais e, aparentemente, conserva parte da matéria orgânica original adpressa (EST. III, FIG. B). Os demais espécimes mostram que estes ramos foliares podem se ramificar (UMVT5411A), possuindo, pelo menos, três regiões verticiladas por ramo (UMVT5358b) com os folíolos atingindo até 26 mm de comprimento (UMVT5411B). Em todos os espécimes, a lâmina foliar é lanceolada e uninervada, e com o ápice agudo.

**Caules:** O material estudado é composto por dez fragmentos de caules articulados, com nós e entrenós, sem estruturas reprodutivas ou verticilos foliares e estão preservados na forma de impressões caulinares externas (APÊNDICE 1, QUADRO 5, EST. IV). Os fragmentos de caules possuem comprimentos variados, chegando a mais de 140 mm, e largura que se mantém entre 2,3–5,8 mm, exceto no espécime UMVT5369, de calibre maior, no qual a largura varia de 5,8 a 10,8 mm. Os espécimes apresentam até nove regiões nodais e os entrenós possuem comprimento entre 9,5–39,6 mm, sendo que, em alguns espécimes, ocorre um ligeiro estreitamento na região mediana dos entrenós (UMVT5469; 5321A; 5321B, EST. IV, FIG. A e D). A razão largura/comprimento dos entrenós se mantém entre 1:2 – 1:11, sendo que apenas um dos entrenós (A-B) do espécime UMVT5476 apresenta a razão 1:1,7, que pode ser atribuída ao fato deste representar uma posição mais distal. Na superfície dos caules é possível observar a presença de costelas e sulcos, levemente marcados, e em alguns espécimes (como em UMVT5469) vê-se que são opostos,

ultrapassando a região nodal. Os espécimes, raramente, apresentam tubérculos (local de abscisão de ramos - UMVT5469, EST. IV FIG. D). Ramos secundários são comuns e partem das regiões nodais em ângulos de 35°-85°. Estes ramos podem corresponder a caules sem folhas com regiões nodais bastante nítidas (UMVT5321B; 5318; 5434; 5315 e 5467) ou a ramos, aparentemente, foliares, portando verticilos foliares bastante imprecisos e mal preservados (UMVT5467a).

**Rizomas:** O material analisado corresponde a vinte amostras que contêm sessenta e seis espécimes descritos (APÊNDICE 1, QUADRO 6). É composto de fragmentos de rizomas na forma de impressões, compressões carbonificadas (UMVT5462) ou adpressões (EST. V). Os eixos principais dos rizomas alcançam o comprimento de até 223 mm e a largura entre 4,0 e 27,8 mm e não apresentam regiões nodais. A superfície dos rizomas é marcada por um denso e incontável número de estrias delgadas que seguem por todo o comprimento do mesmo, apresentando pequenas pontuações irregularmente distribuídas por toda a superfície do rizoma, de onde partem finos rizóides, presentes, geralmente, nas impressões (EST. V, FIG. A). O espécime UMVT5472a-c apresenta 5 rizóides de maior calibre com largura entre 3-4,7 mm e comprimento chegando a 24 mm, além rizóides conectados ao longo do eixo principal (EST. V, FIG. B). Os rizóides são finos, com até 1 mm de largura e comprimento variado (alcançando 40 mm), numerosos e simples, podendo, mesmo que raramente, bifurcar-se (UMVT5361, EST. V, FIG. C).

**Frutificações:** O material estudado corresponde a doze fragmentos de porções reprodutivas de esfenófitas, conservadas parcialmente como compressões carbonificadas e impressões (= adpressões) em regular estado de preservação (APÊNDICE 1, QUADRO 7, EST. VI e VII). Os fragmentos de caules que suportam as frutificações possuem comprimento, algumas vezes, superior a 103 mm e largura variando entre 4,2-12,9 mm. As estruturas reprodutivas

ocorrem sempre ao longo de um único entrenó dos caules articulados, não havendo regiões nodais nem brácteas ao longo das áreas férteis. Essas áreas férteis são limitadas na porção basal por uma região nodal, da qual partem caules secundários (UMVT5300a; 5302A, EST. VII, FIG. A e B ) e/ou ramos foliares (UMVT5329, EST. VII, FIG. D). Nos espécimes onde a região nodal está presente na base da área fértil, é possível observar que as costelas (feixes vasculares) ultrapassam a região do nó, sendo assim opostos. No espécime UMVT5302A, está presente a parte vegetativa do caule onde os entrenós apresentam comprimento entre 22–26 mm e largura de 4 mm. Estes entrenós possuem a relação largura/comprimento entre 1:5,6 – 1:6,6. Ao longo dos entrenós férteis (= áreas férteis) ocorrem conjuntos de aglomerados de esporangióforos (= regiões férteis) que cobrem densamente o caule e encontram-se separados entre si por regiões desnudas (UMVT5300a-d, EST. VI). Cada entrenó fértil pode conter cinco ou mais aglomerado ou regiões férteis (UMVT5302A). As regiões férteis apresentam um comprimento bastante variado, que vai de 2,7 mm (UMVT5301) a 25,2 mm (UMVT5300). Esta variação no comprimento ocorre até dentro de um mesmo espécime (UMVT5300) onde estas variaram de 9,3 a 25,2 mm. Já a largura das regiões férteis se mantém entre 5,3 e 12,9 mm (EST. VI, FIG. A, B e C). As regiões desnudas, que intercalam as regiões férteis, apresentam entre 3,9-11,2 mm no comprimento e 4,2-10 mm na largura. Nestas regiões, os caules expostos mostram, mesmo que com pouca nitidez, costelas e sulcos que adentram as regiões férteis (UMVT5301, EST. VII, FIG. C). Cada região fértil é composta, devido à compressão junto ao caule, por um incontável e numeroso conjunto de esporangióforos uniesporangiadados. Os esporângios são ovalados e, aparentemente, presos diretamente ao caule, um a um, por um único pedúnculo simples (UMVT5302B). Não há presença de esporangióforo peltado ou qualquer tipo de escudo formado a partir da fusão dos esporângios (EST. VI, FIG. D e E).

## Discussão

**Folhas:** Para Radzenko (1955 in Andrei *et al.* 1980), as principais características distintivas do gênero *Koretrophyllites* estão relacionadas ao caule e não serão, portanto abordadas, uma vez que os caules aqui preservados são do tipo *Paracalamites australis*. Já Meyen (1971) coloca em dúvida a validade do gênero *Koretrophyllites*, ressaltando a necessidade de uma revisão para o grupo de plantas do tipo *Phyllothea* e a inclusão de maiores informações para a espécie-tipo *K. mungaticus*. No entanto, segundo as características que Boureau (1964) considera válidas para o gênero *Koretrophyllites*, os espécimes aqui estudados assemelham-se a este por apresentarem ramificações irregulares com finas terminações, folhas simples, estreitas, pontiagudas, uninervadas e suavemente soldadas na base, sem formar uma nítida bainha, dirigidas para o ápice e mais longas que os entrenós. A nervura mediana, raramente preservada neste caso, é fina. O material aqui estudado apresenta também características semelhantes ao material descrito por Andreis *et al.* (1980) para o Permiano do Rio Grande do Sul, inclusive quanto ao número de folíolos por nó. Rohn *et al.* (2000, Est. II, Fig. 4) ilustram um possível *Koretrophyllites?* para sedimentos do Neocarbonífero-Permiano do município de Tietê, São Paulo, muito semelhante ao material aqui analisado. Zampirolli *et al.* (1999) descrevem a presença de cf. *Koretrophyllites* sp. para Neocarbonífero do município de Itapeva, São Paulo. No entanto, neste último caso, as ilustrações apresentadas por Zampirolli *et al.* (1999, p. 99, Est.I) não permitem estabelecer uma correlação nítida entre os espécimes aqui analisados e aqueles de Itapeva. Desta forma, as folhas aqui descritas podem ser do tipo *Koretrophyllites*.

**Caules:** Os caules de Sphenopsida podem ser incluídos em *Paracalamites australis* Rigby 1966, espécie criada para comportar caules articulados que apresentam nós e entrenós,

costelas opostas na região nodal, entrenós com o comprimento maior que a largura e nenhuma conexão com ramos foliares ou partes reprodutivas. Mesmo nos espécimes analisados que apresentam costelas levemente marcadas, sendo assim incontáveis, é possível observar a passagem de forma contínua ou oposta de algumas costelas pela região nodal. O número de costelas, incontáveis nos nossos espécimes devido à má preservação, não é um problema para a classificação dos espécimes já que a quantidade de costelas varia ao longo do caule (Rösler & Barbieri, 1974). O material tipo descrito por Rigby (1966), possui um calibre maior que o material aqui estudado, característica considerada irrelevante ou até mesmo desconsiderada por alguns autores em termos diagnósticos (Rösler & Barbieri, 1974; Bernardes-de-Oliveira-Babinski, 1988; Rohn & Lages, 2000). Assim sendo, *P. australis* é considerado o táxon mais adequado para comportar o material aqui descrito.

**Rizomas:** O estudo das raízes (rizomas) de Sphenopsida é baseado na análise de estruturas internas e no estudo de impressões, geralmente associados a *Calamites*. Para as impressões de rizomas, apenas dois gêneros são normalmente citados, *Myriophyllites* e *Pinnularia* (Boureau, 1964), ambos com uma raiz principal articulada que origina raízes laterais não articuladas das quais partem raízes finas ou rizóides. Em *Myriophyllites*, os rizóides partem irregularmente por toda a superfície das raízes laterais enquanto que em *Pinnularia* os rizóides estão arranjados em duas fileiras ao longo das raízes. Taylor & Taylor (1993) consideraram apenas *Pinnularia* como um nome genérico válido para impressões e compressões de raízes de *Calamites*. O material aqui descrito, preservado em conexão a alguns caules (UMVT5475; 5468; 5458), diferencia-se do material já descrito na literatura, pois o eixo principal do rizoma apresenta-se desprovido de articulações e com os rizóides, partindo diretamente destes, inseridos irregularmente por toda a superfície, como ocorre nas raízes laterais de *Myriophyllites*. Cazzulo-Klepzig & Guerra-Sommer (1983) descreveram o

rizoma pertencente a *Phyllothea indica* encontrado no Permiano da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul, como sendo do tipo *Pinnularia*, que difere do material aqui analisado por ser mais robusto e apresentar articulação no eixo principal do rizoma. Desta forma, o material aqui descrito compõe uma forma de rizoma de Sphenopsida, aparentemente, inédita na literatura.

**Frutificações:** As estruturas reprodutivas aqui descritas apresentam: (a) diversas áreas férteis (5 ou mais) em um único entrenó, (b) os esporangióforos simples e uniesporangiados, (c) ausência de brácteas associadas e (d) conexão a caules com costelas opostas com ramos foliares associados aos nós basais à região fértil. A forma estudada difere-se de *Gondwanostachys australis* (Meyen) Guerra-Sommer *et al.* 1995, de *Giridia indica* Pant *et al.* 1981, de *Pothocite benavidesi* Dower 1999 e do novo gênero proposto por Cúneo & Escapa (submetido, *in* Escapa & Cúneo, 2005) na organização do sistema reprodutivo, pois apresenta diversas áreas férteis (5 ou mais) em um único entrenó e pelo tipo de esporangióforo, uniesporângiado (QUADRO 1). De *Peltotheca furcata* Escapa e Cúneo, 2005, diferencia-se na organização do sistema reprodutivo, pelo tipo de esporangióforo e por apresentar ramos foliares associados ao mesmo eixo onde estão as regiões férteis (QUADRO 1). Por suas características, os espécimes aqui descritos podem ser associados apenas à Família Notocalamitaceae, mais especificamente a *Notocalamites askosus* Rigby 1972a (QUADRO 1). Entretanto, diferem de *N. askosus* por apresentar um arranjo denso de esporangióforos que se encontram conectados ao longo de um entrenó, uma vez que em Notocalamitaceae os esporangióforos, segundo Rigby (1972a), nasceriam de regiões nodais. As regiões nodais citadas por Rigby (*op. cit.*) como “nós mal definidos” poderia ser equivalentes às regiões férteis descritas aqui, já que ele cita serem caules do tipo *Paracalamites australis*. Quando se analisa as ilustrações do autor (Text-Fig. 1, Pl. I, Fig. 2

e 4) parece mais prudente interpretar as regiões férteis como entrenodais. Segundo a interpretação de Dower (1999), os verticilos de esporangióforos de *N. askosus* se originam ao longo dos entrenós (op. cit, p. 69) e não se nós mal definidos como sugerido por Rigby (1972a). Por outro lado, Iannuzzi (*inf. verbal*), que examinou o material tipo, disse não haver sinais de nós verdadeiros ao longo das regiões férteis de *N. askosus*. Por outro lado, o adensamento de esporangióforos nas regiões férteis dos espécimes estudados é de tal magnitude que, ao contrário do que se observa em *N. askosus*, não é possível visualizar os caules nestas porções. Desta forma, não se pode descartar por completo a existência de nós nas regiões que sustentam os esporangióforos, a partir do material analisado. Entretanto, parece razoável aceitar, dentro do que foi exposto, que *N. askosus* não possui nós em suas regiões férteis, logo pode-se interpretá-las como sendo dispostas ao longo dos entrenós. Desta forma, esta interpretação acarreta uma emenda à diagnose original da família Notocalamitaceae e ao gênero *Notocalamites*. Como se trata de uma dissertação de mestrado, opta-se por não descrever formalmente ou atribuir epítetos genéricos e específicos.

### 7.1.1. RECONSTRUÇÃO DA NOVA FORMA DE SPHENOPSIDA

Os espécimes de Sphenopsida, provenientes do Afloramento Bruno Peiker, podem ser propostos como pertencentes a uma mesma planta, pois em alguns casos encontramos: (a) rizomas e caules conectados (UMVT5468; 5458), (b) rizomas, caules e folhas conectados (UMVT5475), (c) frutificações unidas a caules secundários (UMVT5300; 5302) ou ramos foliares (UMVT5329), ou ainda, (d) caule e ramos foliares conectados uns aos outros (UMVT5458, EST. VIII). A EST. IX mostra uma tentativa de reconstituição da planta a partir das porções aqui descritas e suas associações, cujas partes férteis são características da Família Notocalamitaceae, as folhas do tipo *Koretrophyllites*, os caules do tipo *Paracalamites australis*, e os rizomas demonstram com características únicas para as Sphenopsida, por não serem divididos em nós e entrenós.

### 7.1.2. HABITAT DA NOVA FORMA DE SPHENOPSISIDA

A espécie natural acima descrita e reconstituída, ocorre ao longo de uma sucessão de arenitos finos, com camadas onduladas, no topo do afloramento Bruno Peiker. Estes pacotes areníticos são separados por níveis limoníticos milimétricos que marcam eventos de pausa na sedimentação (FIG. 4).

Os espécimes são encontrados tanto acomodados ao plano ondulado das camadas, onde em alguns níveis formam concentrações de rizomas, como perpendicularmente dispostos, cortando o plano de acamadamento. Desta forma, constituem verdadeiros paleossolos, nos quais os rizomas são encontrados em conexão orgânica com caules (EST. VIII, FIG. A). A presença de paleossolos e a ocorrência de partes mais delicadas do vegetal, tais como as frutificações com esporangióforos ainda conectados, indicam que este material não foi transportado, configurando-se assim em uma associação do tipo autóctone, onde parte dos restos encontra-se preservada ainda em “living position”. Isto significa que esta planta teria vivido exatamente neste tipo de substrato.

O fato deste material estar preservado no ambiente deposicional em que habitava quando em vida sugere que esta planta era característica de um ambiente transicional, neste caso, um ambiente deltaico progradante, considerando-se os dados obtidos através da descrição sedimentar (Item 5.2.1). No âmbito local, em nível de subambiente, a interpretação faciológica indica que esta planta habitava as margens do corpo d'água, possivelmente, dentro de uma região interdistributária de águas calmas, em uma área que sofria influencia marinha indireta e que se mantinha relativamente exposta por longos períodos quando, então, a vegetação se estabelecia. De tempos em tempos, uma oscilação

do nível de base, ocasionada por um aumento das marés mais altas ou por influência de tempestades, por exemplo, fazia com que o mar invadisse esta área marginal, trazendo grande aporte de sedimentos que soterravam assim parte ou toda a comunidade de esfenófita. Quando a água era naturalmente drenada, a comunidade se restabelecia. Este processo ocorreu algumas vezes, sendo que os sedimentos demonstram a ocorrência de pelo menos três ciclos sedimentares delimitados pelas camadas limoníticas que separam os pacotes arenosos, indicando assim os respectivos momentos de pausa na sedimentação e restabelecimento da vegetação marginal.

DiMichele & Hook (1992) descrevem um ambiente semelhante para o *Sphenophyllum*, outro gênero de Sphenopsida também herbácea, mas relacionada a outra ordem, a da Sphenophyllales. Os autores citam ser freqüente o registro de folhelhos com alta densidade de *Sphenophyllum*, onde os caules ultrapassam o plano de acamadamento. O grupo habitava planícies de inundação e margens de rios onde formavam densos aglomerados monoespecíficos, segundo os autores. Estes ambientes estressantes para a população, fizeram com que o grupo desenvolvesse uma habilidade para sobreviver parcialmente soterrado (DiMichele & Hook, 1992).

Um ambiente estressante e a adaptação a um soterramento parcial parecem coadunar com o que foi constatado para o habitat da planta aqui descrita. Isto explica a presença de rizomas não articulados, ou seja, sem paradas no crescimento, pois a nossa forma dependia deste rápido crescimento horizontal para se fixar e expandir através de um substrato em freqüente variação e assim sobreviver aos soterramentos parciais a que estava sujeita. Este tipo de estratégia radicular é também observada em espécies atuais de angiospermas psamófilas que apresentam crescimento em estolão para evitar, neste caso, o soterramento por dunas eólicas móveis. Outro fato significativo é que a presente planta constitui uma

comunidade local certamente monoespecífica, o que parece ter sido um arranjo comum às esfenófitas herbáceas-arbustivas ribeirinhas do Paleozóico (DiMichele & Hook, 1992).

## 7.2 GYMNOSPERMOPSIDA

Divisão: TRACHEOPHYTA

Classe: GYMNOSPERMOPSIDA

Ordem: GLOSSOPTERIDALES

Gênero: *Gangamopteris* McCoy, 1847

*Gangamopteris* cf. *G. obovata*

ESTAMPA X

**Material descrito:** UMVT5487.

**Material estudado:** UMVT5485; 54888 e 5488ab.

**Localidade:** Afloramento Caça e Tiro, município de Taió, Santa Catarina

**Descrição:** O material analisado está bastante fragmentado e consiste de impressões de quatro fragmentos de folhas. O espécime UMVT5487 é o mais completo e apresenta a região mediana bem preservada com nervação nítida, base e ápice ausentes(EST. X). Neste, pode-se observar que a folha possui a margem inteira e dimensão micrófila. Na região mediana, as veias são subparalelas com presença de raras anastomoses que formam retículos alongados e poligonais. As veias laterais apresentam bifurcações e anastomoses do tipo transversais, oblíquas e em forma de “X”. A densidade de venação é de 18 veias/cm nos bordos da folhas e entre o bordo e a região central é de 13 veias/cm. A venação curva-se em ângulos de 16° a 26°.

**Discussão:** Devido a ausência de uma venação mediana proeminente e a presença de anastomoses e retículos, o presente material pode ser atribuído ao gênero *Gangamopteris*.

Os espécimes estudados se comparam em nível específico a *Gangamopteris cyclopteroides* Feistmantel 1879 e a *Gangamopteris obovata* de White (1908) por apresentarem uma região mediana ocupada por veias subparalelas que raramente se anastomosam, formando retículos alongados e poligonais. No entanto, os espécimes analisados assemelham-se mais diretamente a *Gangamopteris obovata* por apresentarem veias laterais que se bifurcam e se anastomam mais freqüentemente nos bordos das folhas, onde as nervuras encontram-se mais próximas, e por possuírem um ângulo de curvatura das veias acentuado na porção mediana. Contudo, o estado fragmentário dos espécimes aqui estudados dificulta bastante a análise mais acentuada das demais características dos mesmos e, por isso, optou-se por considerarmos estes apenas como *Gangamopteris* cf. *G. obovata*.

### 7.3. SEMENTES

Família: *Incertae sedis*

Gênero: *Cordaicarpus* (Geinitz) Archangelsky 2000

*Cordaicarpus* sp. 1

ESTAMPAS XI, FIG. A

**Material descrito:** UMVT5326.

**Descrição:** Semente bilateralmente simétrica, de contorno circular a subcircular, com comprimento de 16 mm, na região com maior raio. Testa indiferenciada, sendo a relação largura máxima da testa/largura máxima do nucelo (LT/LN) de 0,10. O nucelo apresenta marcas circulares de coloração variada na superfície.

**Discussão:** Recentemente, Archangelsky (2000) estabeleceu, após extensa revisão das definições propostas por vários autores anteriores (Geinitz, 1862; Arber, 1914; Seward, 1917; Maithy, 1965; Millan, 1974; Oliveira & da Silva Pontes, 1977 *in* Archangelsky, op. cit., p. 97), critérios mais claros para a definição dos morfogêneros de sementes do Paleozóico Superior. Neste sentido, o gênero *Cordaicarpus* é diagnosticado, segundo Archangelsky (2000), por apresentar “simetria bilateral e contorno ovalado a circular; esclerotesta com um ápice acuminado a ligeiramente emarginado que não sobressai apreciavelmente do corpo principal da semente; a sarcotesta, quando presente, é fina”. Contudo, para espécimes que apresentam uma morfologia intermediária, que gerem dúvidas quanto a sua classificação entre os gêneros *Cordaicarpus* e *Samaropsis*, Oliveira & da Silva Pontes (1977) e posteriormente reavaliado por Millan (1994), acrescentaram às

designações de autores anteriores a “razão largura máxima da testa e largura máxima do nucelo” (LT/LN) como um caráter diagnóstico. Desta forma, para eles, os espécimes que tivessem razão menor ou igual a 0,22 corresponderiam ao gênero *Cordaicarpus* e os que apresentassem valor acima de 0,22 corresponderiam ao gênero *Samaropsis*. Tendo em mente a prosopota de Oliveira & da Silva Pontes (1977) e Millan (1994) e a diagnose emendada por Archangelshy (2000), o espécime UMVT5326 foi, portanto, classificado no gênero *Cordaicarpus*, devido sua morfologia e por apresentar uma razão LT/LN de 0,10. Por outro lado, não há detalhes suficientes para o estabelecimento de uma identificação em nível específico do espécime analisado.

*Cordaicarpus* sp. 2

ESTAMPA XI, FIG. B

**Material descrito:** UMVT5377; 5378; 5379.

**Descrição:** Semente pequena, de simetricamente bilateral, com contorno ovalado, comprimento, no raio maior, entre 5 e 6 mm e testa indiferenciada e bastante estreita.

**Discussão:** Os espécimes UMVT5377, 5378, 5379 apresentam características morfológicas que, conforme Archangelsky (2000), são diagnósticas do gênero *Cordaicarpus*. Além disso, a razão LT/LN está em torno de 0,08, o que de acordo com Oliveira & da Silva Pontes (1997) e Millan (1994), permite incluí-las no gênero *Cordaicarpus*. Os espécimes não apresentam detalhes suficientes para estabelecer uma identificação em nível específico.

cf. *Cordaicarpus*

ESTAMPA XI, FIG. C

**Material descrito:** UMVT5329; 5374; 5376A, 5376B, 5376C.

**Descrição:** Semente de simetria bilateral, de contorno circular a subcircular, com comprimento, na região de maior raio, entre 12 e 13 mm. Testa indiferenciada, sendo que o limite entre a testa e o nucelo não se encontra nítido.

**Discussão:** Os espécimes analisados apresentam algumas características morfológicas que, segundo Archangelsky (2000), são consideradas diagnósticas do gênero *Cordaicarpus*. Por outro lado, devido ao precário estado de preservação que impossibilitou a observação de mais detalhes morfológicos e a mensuração da razão LT/LN, optou-se por considerar este morfogrupo apenas como cf. *Cordaicarpus*.

Gênero: *Samaropsis* (Goeppert) Archangelsky 2000

*Samaropsis* sp. 1

ESTAMPA XI, FIG. D

**Material descrito:** UMVT 5351ab; 5372; 5373.

**Descrição:** Semente com simetria bilateral, contorno circular a subcircular, comprimento em torno de 15 mm, na região com maior raio. Testa indiferenciada, sendo que apresenta a relação LT/LN entre 0,27-0,30.

**Discussão:** Para Archangelsky (2000), que realizou extensa revisão bibliográfica e emendou o gênero, as características que diagnosticam o gênero *Samaropsis* são “a simetria bilateral com uma sarcotesta larga que envolve total ou quase totalmente a esclerotesta”. De acordo com esta diagnose (Archangelsky, op. cit., p. 99), os espécimes acima descritos apresentam como característica diagnóstica apenas a simetria bilateral que é uma feição comum também a *Cordaicarpus*, uma vez que a testa encontra-se indiferenciada. Entretanto, quando considerado a razão LT/LN torna-se claro o posicionamento destes espécimes no gênero *Samaropsis*, conforme a proposta de Oliveira & da Silva Pontes (1997) e Millan (1994). A falta de maiores detalhes impede uma identificação em nível específico dos espécimes analisados.

*Samaropsis* sp. 2

ESTAMPA XI, FIG. E

**Material descrito:** UMVT5375

**Descrição:** Semente bilateralmente simétrica, com contorno circular a subcircular, base cordiforme e comprimentos de 13 mm, na região com maior raio. A testa não apresenta a extremidade nítida a não ser na região apical, onde ocorre uma certa diferenciação da testa, com a preservação de um resquício da esclerotesta.

**Discussão:** O espécime apresenta características morfológicas, principalmente a diferenciação da testa em sarcotesta e esclerotesta, que mesmo que preservada apenas na

região apical, permite a inserção do mesmo no gênero *Samaropsis*, de acordo com os critérios de Archangelsky (2000). A ausência de caracteres mais precisos impede uma identificação em nível específico do espécime analisado.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O material proveniente do Afloramento Bruno Peiker corresponde a uma espécie botânica natural, a qual preservou todas as partes que a constituíam uma vez que o material preservado representa uma associação do tipo autóctone e preservada em posição de vida (= paleossolos), onde encontramos rizomas, caules e ramos foliares em conexão além de estruturas reprodutivas conectadas a caules e ramos foliares.

Esta espécie natural é representante da Família Notocalamitaceae, priorizando-se em sua classificação sistemática as características da estrutura reprodutiva. As regiões férteis, localizadas ao longo de um único entrenó, são compostas de áreas férteis separadas por pequenas regiões desnudas e possui esporangióforos simples e uniesporangiaados, sem brácteas ou folhas associados. Os ramos foliares são do tipo *Koretrophyllites*; os caules, aos quais as estruturas reprodutivas e os ramos foliares estão inseridos, são do tipo *Paracalamites*, enquanto que as raízes, uma forma aparentemente inédita na literatura, apresentam um eixo principal não articulado com rizóides irregularmente distribuídos por toda a superfície do eixo.

Os espécimes relativos a *Phyllothea australis* e *Paracalamites australis*, da margem do rio Taió, próximo ao Afloramento Igreja, encontram-se preservados em um bloco único e estão distribuídos em dois níveis, um principal, com caules e verticilos foliares isolados, e um adjacente, onde ocorre um caule em conexão com 5 ramos foliares e mais alguns ramos foliares desconectos. Deste modo, podem ser interpretados como pertencentes a uma mesma espécie vegetal e, talvez, ao mesmo indivíduo.

As porções de folhas de *Gangamopteris* cf. *obovata*, provenientes do Afloramento Caça e Tiro, por estarem bastante fragmentadas e preservadas em pelitos situados na base de corpos arenosos sigmoidais, indicam que este material foi transportado através dos canais distributários de um delta em direção ao prodelta, em uma sucessão progradante.

O estado de preservação das sementes e restos vegetais não identificáveis, provenientes do Afloramento Igreja, e a sucessão sedimentar ali aflorante, indicam que o material sofreu forte transporte, uma vez que as sementes encontram-se desgastadas e demonstram evidente seleção dos restos, concentrando, por vezes, as sementes do tipo *Cordaicarpus* e *Samaropsis*.

## 9. CONCLUSÕES

A partir da análise do material proveniente dos depósitos aflorantes na região de Taió, em Santa Catarina, constatou-se:

- a) a ocorrência de uma associação vegetal em uma região para qual, até o presente trabalho, havia sido relatada apenas uma fauna fóssil marinha;
- b) o estabelecimento de uma espécie natural da Família Notocalamitaceae, a qual exigiu uma revisão e emenda à diagnose original da família;
- c) o ambiente de vida da espécie natural de Sphenopsida, aqui proposta, corresponde a nichos nas margens de corpos d'água relativamente calmos dentro de um sistema transicional do tipo deltaico;
- d) a identificação de *Phyllothea australis* e *Paracalamites australis*, considerados componentes de uma mesma espécie natural;
- e) a presença de folhas de glossopterídeas, *Gangamopteris* cf. *obovata*, grupo dominante em depósitos permianos do Gondwana;
- f) a ocorrência de sementes do tipo *Cordaicarpus* e *Samaropsis*.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. M.; ANDERSON, H. M. 1985. Paleoflora of Southern Africa. In: BALKEMA, A. A. (ed.) **Prodromus of South African Megaflores, Devonian to Lower Cretaceous**. Rotterdam, 423p.
- 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**. v. 11, p. 85-97.
- ARCHANGELSKY, A. 2000. Estudio sobre semillas Neopaleozóicas de Argentina. **Boletín de La Academia Nacional de Ciencias**. v. 64, p. 79-115.
- BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 1969. **Flora da Formação Rio Bonito: *Glossopteris*, *Noeggerathiopsis*, *Sphenopteris*, *Gangamopteris* e *Rhabdotaenia*, na subida do Bainha, Criciúma, Santa Catarina**. 51p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1969.
- BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 1977. **Tafoflora eogondvânica da camada Irapuã, Formação Rio Bonito (Grupo Tubarão), SC**. 301p., 36 est., 2v. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1977.
- BERNARDES-DE-OLIVEIRA-BABINSKI, M. E. C. 1988. Equisetales Eogondvânicas da "Tafoflora Irapuã", Formação Rio Bonito (Permiano Inferior), em Criciúma, SC, Bacia do Paraná, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 60(1), p. 45-60.
- BOARDMAN, D. R.; DUTRA, T. L.; DE LIMA, L.; CHAVES, R. C.; NOWATSKI, C. H.; IANNUZZI, R. Uma nova macroflora no município de Taió, Santa Catarina (Paleozóico Superior, Bacia do Paraná). In: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS, 11. Gramado. **Boletim de resumos**. 2004a. p. 35.
- BOARDMAN, D. R.; DUTRA, T. L.; DE LIMA, L.; CHAVES, R. C.; NOWATSKI, C. H.; IANNUZZI, R. Uma nova macroflora no município de Taió, SC. In: Paleo 2004 SC, 2004, Taió, SC. **Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia**. 2004b. v. 49. p. 19-20.

- BOARDMAN, D. R.; IANNUZZI, R.; DUTRA, T. L.; NOWATSKI, C. H.; DE LIMA, L. Macroflora do município de Itaiópolis, SC (Paleozóico Superior, Bacia do Paraná). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 19, e CONGRESSO LATINO-MERICANO DE PALEONTOLOGIA, 6. 2005. Aracaju. **CD-rom**.
- BOUREAU, E. 1964. **Traité de Paléobotanique: Sphenophyta**. Paris:Ed. Masson et cie, v. III, p. 554.
- CAZZULO-KLEPZIG, M.; GUERRA-SOMMER, M. O morfogênero *Phyllothea* em sedimentos da formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1., 1983. Porto Alegre, **Atas...**, p.160-169.
- DAEMON R. F.; QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1970. Brasília, **Anais...** SBG. p. 359-412.
- DAEMON, R. F. 1974. Integração dos resultados palinológicos aos da fauna e flora das camadas fossilíferas do Neopaleozóico da Bacia do Paraná – implicações estratigráficas e paleogeográficas. **Revista UNIMAR**. v. 1, p. 25-41.
- DIMICHELE, W. A.; HOOK, R. W., 1992. Paleozoic Terrestrial Ecosystems. In: BEHRENSMEYER, A. K., DAMUTH, J. D., DIMICHELE, W. A., POTTS, R., SUES, H. & WING, S. L. (ed.). **Terrestrial Ecosystems through time**. Chicago: Ed. University of Chicago. p. 205-326.
- DOLIANITI, E. 1946. Notícias sobre novas formas na Flora de *Glossopteris* do Brasil meridional. Rio de Janeiro, **DNPM**, p. 1-6 (notas preliminares, estudos 34)
- DOLIANITI, E. 1948. A Paleobotânica no Brasil. Rio de Janeiro, **DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia**, p. 1-87. (Boletim 123).
- DOWER, B. L. 1999. **Sphenopsids from the Early Carboniferous of Paracas (Peru): Implications for sphenopsid evolution in Gondwana**. Tese (Doutorado), 130p. University of Pennsylvania. Pennsylvania, 1999.
- ESCAPA, I.; CÚNEO, R. 2005. A new equisetalean plant from the early Permian of Patagonia, Argentina. **Review of Palaeobotany e Palynology**. (in press).

- FEISTMANTEL, O. 1879. Fossil flora of Gondwana System. The flora of the Talchir-Karharbari beds and supplement. **Paleont. Indica**. Ser. 12, v. 3, part. 1, p. 1-64.
- 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**. v. 22, p. 64-73.
- KEGEL, W.; COSTA, M. T. 1951. Espécies neo-paleozóicas do Brasil, da família Aviculopectenidae, ornamentadas com costelas fasciculadas. **DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia**. p. 1-61 (Boletim 137).
- KREBS, A. S. J.; MENEZES FILHO, N. R. 1984. Projeto mapeamento geológico para carvão, área de Taió – Rio do Sul, SC (Relatório Final). **DNPM**. 154p.
- 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 Paleobotanis**. v. 16, p. 283-287.
- MCCLOUGHLIN, S. 1992. Permian Sphenophytes from the Collies and Perth Basins, Western Austrália. **Review of Palaeobotany and Palynology**. v. 75, p. 153-182.
- MEDEIROS, R. A.; THOMAZ FILHO, A. 1973. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27. Aracajú. **Anais...** v. 3, p. 2-12.
- MEYEN, S. V. 1971. *Phyllothea*-like plants from the Upper Paleozoic flora of Angaraland. **Palaeontographica** ABT. B. v.133, p. 1-33.
- MILLAN, J. H. 1994. O esquema de identificação e classificação das sementes Gondvânicas: reatualização e análise crítica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 64(4), p. 475-489.
- MILANI, E. J. 1997. **Evolução Tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana sul-oriental**. 255f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

- MILANI, E. J.; FACCINI, U. F.; SCHERER, C. M.; ARAÚJO, L. M.; CUPERTINO, J. A. 1998. Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brazil. **Boletim IG-USP**. v.29, p. 125-173.
- OLIVEIRA, E. P. 1930. Fósseis marinhos da Série Itararé no Estado de Santa Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 2(1).
- OLIVEIRA, M. E. C. B.; DA SILVA PONTES, 1977. Algumas observações sobre Cordaitofitas da Formação Rio Bonito, Grupo Tubarão, Bacia do Paraná, Brasil. In: CONGRESSO GEOLOGICO DO CHILE, 3. **Anais...** p. 22-81.
- PANT, D. D.; NAUTIYAL, D. D.; MISRA, L. 1981. *Giridia indica* gen. et sp. nov. the possible cone of *Phyllothea indica* Bunbury. **Paleontographica** Abt. B. v. 176, p. 174-178.
- RAYNER, J. F. 1992. *Phyllothea*: the pastures of the Late Permian. **Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.**, v. 92, p. 31-40.
- READ C. B. 1941. **Plantas fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado) Serviço Geológico de Mineração, nº 12, Rio de Janeiro. 1941.
- REED, F. R. C. 1930. Uma nova fáunula Permo-Carbonífera do Brasil. **Serviço de Geologia e Mineralogia**. (Monografia 10).
- REED, F. R. C. 1935. A new brachiopod from the Upper Carboniferous of Santa Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 7(2).
- RIGBY, J. F. 1966. The Lower Gondwana floras of the Perth and Collie basins, western Australia. **Paleontographica** Abt. B. v. 4-6, n. 118, p. 113-152.
- RIGBY, J. F. 1972a. The Notocalamitaceae, a new family of Upper Paleozoic Equisetaleans. **Palaeobotanist**. v. 19(2), p. 161-163.
- RIGBY, J. F. 1972b. The upper Palaeozoic Flora at Lauro Müller, Santa Catarina, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 44, p.281-293.

- ROCHA-CAMPOS, A. C. 1964. **Contribuição a Estratigrafia da região de Taió, Santa Catarina**. 64p. e anexos. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1964.
- ROCHA-CAMPOS, A. C. 1967. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PINTO, I. D. (ed) **Problems in Brazilian Gondwana Geology**. 1967. p. 27-102.
- ROCHA-CAMPOS, A. C. 1970. Moluscos permianos da Formação Rio Bonito. **DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia**. p. 1-89 (Boletim 251).
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; RÖSLER, O. 1978. Late Paleozoic faunal and floral successions in the Paraná Basin, Southeastern Brazil. **Boletim IG, IG-USP**. v. 9, p. 1-16.
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; SIMÕES, M. 1993. *Australomya sinuosa* sp.n., um novo megadesmídeo (Mollusca, Pelecypoda) da Formação Rio Bonito (Permiano), Bacia do Paraná, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 65(1), p. 29-39.
- ROHN, R.; RÖSLER, O. 1986. Caules de Sphenophyta da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Boletim do IG/USP**. v. 17, p. 39-56.
- ROHN, R.; LAGES, L. C. 2000. Lower Permian Sphenopsids from Cerquilha, Northeastern Paraná Basin, Brazil. **Revue Paléobiol.** v. 19(2), p. 359-379.
- ROHN, R.; LONGHIM, M. E.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E.; NAVARRO, G. R. B. 2000. Nova ocorrência fitofossilífera Neocarbonífera-Eopermiana do Sub-Grupo Itararé, à margem esquerda do Rio Capivari, Município de Tietê, SP, Brasil. **Revista Universidade de Guarulhos**. v. 5 (nº especial), p. 57-61.
- RÖSLER, O.; BARBIERI, M. 1974. Elementos da Flora Eogondwânica do Brasil. II. O morfôgênero *Paracalamites*. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre. **Res. Comun.** v.1, p. 400-402.
- SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA A. A. 1974. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre. **Anais...** v. 1, p. 41-65.

STEWART, W. N.; ROTHWELL, G. W. 1993. **Paleobotany and the evolution of plants**. Cambridge. Ed. Cambridge University Press. 521.

TAYLOR, T. N.; TAYLOR, E. L. 1993. **The Biology and Evolution of Fossil Plants**. Neva Jersey. Ed. Prentice Hall. 982p.

WHITE, J. C. 1908. Relatório Final sobre as coal measure e rochas associadas do sul do Brasil. Report from **Comissão das Minas de Carvão da Pedra do Brasil**, Rio de Janeiro, 300p.

ZAMPIROLI, A. P.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E.; SOUZA, P. A. 1999. Esfenópsida equisetaleana cf. *Koretrophyllites* sp., na taoflora Neocarbonífera do Subgrupo Itararé, Bacia do Paraná, no Município de Itapeva, SP, Brasil. **Revista Universidade de Guarulhos**. v. 4(6), p. 96-101.

ZAMPIROLI, A. P.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. 2000. O Gênero *Paracalamites* Zalesky 1927, na taoflora de Itapeva, Carbonífero Superior do Grupo Tubarão, sudoeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Geológico**. v. 21(1/2), p. 7-15.

## **APÊNDICE 1**

QUADRO 2: Dados morfológicos dos ramos e verticilos foliares de *Phyllothea australis*, leito do Rio Taió, material proveniente do IG-USP.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Entrenó (mm)			Ramos foliares		Folíolos por verticilo foliar (mm)	Folíolos (mm)			Ângulo de saída dos folíolos	Distância verticilos foliares (mm)	Observações
		L	C	L/C	$\mathcal{N}$	$\hat{\text{A}}$		1	2	3			
GP/3E604A Caule com ramos	98	14	23,3	1:1,66	A	50°	-	-	-	-	25-35°	4 - 8,9	Caule com 3 regiões nodais com ramos foliares; entrenós com 14-17 costelas; verticilos foliares incompletos, apenas a bainha preservada com nervuras centrais desde a base.
		13,6	23,9	1:1,75	B	65°							
		12,5	23,5	1:1,88	C	65° e 50°							
GP/3E598A Ramo foliar	50	-	-	-	-	-	6 - 8 ( $\approx$ total 16)	7,7	3,2	< 1	25°	6,9 - 8,3	Ramo foliar, aparentemente, terminal, folíolos uninervados; caule encoberto pelos verticilos.
								8,8	3,6	< 1			
								8,5	3,3	< 1			
								8,3	3,5	< 1			
GP/3E598B Ramo foliar	34	-	12,2	-	-	-	11 (talvez 14-16)	11	6,2	1,2	80 - 90°	12,2	Ramo foliar mais basal com verticilos em planta; apresenta 3 verticilos foliares uninervados; caule visível.
								10,1	4,6	1,1			
								10,4	5,8	1,2			
								7,8	3,4	1,2			
GP/3E598C Ramo foliar	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25 - 35°	8,1 - 8,8	Ramo foliar c/ a parte livre incompleta; mostra uma nervura central desde a base.
GP/3E598D Ramo foliar	43	-	-	-	-	-	5 - 6 (INC)	14,6	5	$\approx$ 1	25 - 35°	7,9 - 9	Ramo foliar terminal, folíolos uninervados.
								18,6	7,5	$\approx$ 1			
								14,4	7,1	$\approx$ 1			
								13,8	6,8	$\approx$ 1			
GP/3E600A Ramo foliar	31	-	-	-	-	-	6 - 9	11	3,6	$\approx$ 1	30°	5 - 8,8	
								12	INC				

QUADRO 2: Dados morfológicos dos ramos e verticilos foliares de *Phyllothecca australis*, leito do Rio Taió, material proveniente do IG-USP.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Entrenó (mm)			Ramos foliares		Folíolos por verticilo foliar (mm)	Folíolos (mm)			Ângulo de saída dos folíolos	Distância verticilos foliares (mm)	Observações
		L	C	L/C	$\mathcal{N}$	$\mathring{\text{A}}$		1	2	3			
GP/3E605ab Roseta A	-	-			-		16	6,6	3,9	1,3	-	-	Verticilo foliar completo com 16 folíolos; nas duas partes da amostra é visível a nervura central; forma do folíolo lanceolada e de ápice agudo.
GP/3E605ab Roseta B	-	-			-		13 ( $\approx$ total 16)	10	5,3	1,6	-	-	Verticilo foliar incompleto, c/ nervura central destacada, forma do folíolo lanceolada e de ápice agudo.
GP/3E605ab Roseta C	-	-			-		13 ( $\approx$ total 16-18)	5,9	3,5	1,1	-	-	Verticilo foliar incompleto, c/ nervura central destacada, forma do folíolo lanceolada e de ápice agudo.
								5,4	4,3	1,1			
								5,7	3,6	0,9			
								6,3	5,5	1,2			
								6,3	5	1,4			
								7,3	4,3	1,1			
								7,9	4,7	0,9			

QUADRO 2: Dados morfológicos dos ramos e verticilos foliares de *Phyllothecca australis*, leito do Rio Taió, material proveniente do IG-USP.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Entrenó (mm)			Ramos foliares		Folíolos por verticilo foliar (mm)	Folíolos (mm)			Ângulo de saída dos folíolos	Distância verticilos foliares (mm)	Observações
		L	C	L/C	N	Â		1	2	3			
GP/3E605ab Roseta D	-	-			-		7 folíolos	11,7	4,3	1,2	-	-	Folíolo incompleto com cerca de 1/3 preservado, não é possível inferir quantidade de folíolos; forma do folíolo lanceolada e de ápice agudo.
								12,9	6,5	1,5			
								13	7,1	1,4			
								10,2	6,4	0,9			
								11,3	6,2	1,5			
								11,6	6,8	1,4			
								10,6	4,8	1,2			
GP/3E605ab Roseta F	-	-			-		3	INC	INC	1,5	-	-	Roseta fragmentada com 3 folíolos inteiros, em um deles é possível visualizar as estrias partindo da nervura central em ângulos 30° - 40° na superfície abaxial.
										1,6			
										1,6			

**Legenda:** L: largura (mm); C: comprimento (mm); L/C: razão largura/comprimento; N, A, B, C: regiões nodais; Â: ângulos de inserção dos ramos foliares; Folíolos, 1 = comprimento total, 2 = comprimento da parte livre, 3 = largura na parte livre; INC: incompleto.

QUADRO 3: Dados morfológicos dos caules articulados do tipo *Paracalamites australis*, leito do Rio Taió, material proveniente do IG-USP.

Espécime	Comprimento total (mm)	Entrenós				N° de costelas	Costelas por cm	Distância entre costelas	Ramos foliares		Observações	
		ℰ	L	C	L/C				ℳ	Â		
GP/3E606A	160	A-B	14,5	10,4	1:0,71	11	6-7	1,4-1,9	G	90°	O caule secundário (nó G) apresenta 2 nós espaçados em, 1 mm com 0,9 mm de largura; de A-B a G-H, razão L/C incluída no intervalo 1:0,99-1:<0,99; os demais entrenós pertencem ao intervalo 1:1-1:1,99.	
		B-C	18	10,5	1:0,58	13		1,5-2				
		C-D	19	11,7	1:0,61	15		1,5-2,5				
		D-E	20	13	1:0,65	14						
		E-F	21,6	13	1:0,60	13						
		F-G	22	15	1:0,75	15						
		G-H	21	19,6	1:0,93	+ - 13						
		H-I	19	22	1:1,15	+ - 13						
I-J	19	26	1:1,36	+ - 10								
GP/3E606B	245	A-B	9,5	7,7	1:0,81	6	8-9	1,6	A	60°	Originam-se 3 ramos, nos nós "A, B e C" com 3 regiões nodais cada espaçadas entre si em 0,4 mm; em A-B e B-C a razão L/C está incluída no intervalo 1/0,99-1/<0,99; os demais entrenós pertencem aos intervalo 1/1-1/1,99.	
		B-C	10,5	8	1:0,76	8						1,1
		C-D	11,8	16,7	1:1,41	8						1,3
		D-E	13	22	1:1,69	9						1,2
		E-F	14,8	25,5	1:1,72	10						
		F-G	15,5	26	1:1,67	11						
		G-H	16,4	26	1:1,58	11						
		H-I	18	27,2	1:1,51	-						
		I-J	INC	31		13						
J-L	INC	28,6		10								
GP/3E606C	190	A-B	25	36?	1:1,44	INC	6-7	1,9	-	No entrenó D-E o caule parece estar deformado; os entrenós estão incluídos no intervalo 1/1-1/1,99.		
		B-C	25	36?	1:1,44	INC		1,4				
		C-D	29	31,6	1:1,06	17		1,8				
		D-E	35	36,2	1:1,03	27						

QUADRO 3: Dados morfológicos dos caules articulados do tipo *Paracalamites australis*, leito do Rio Taió, material proveniente do IG-USP.

Espécime	Comprimento total (mm)	Entrenós				N° de costelas	Costelas por cm	Distância entre costelas	Ramos foliares		Observações
		ℰ	L	C	L/C				ℳ	Â	
GP/3E606D	145	A-B	19,8	34	1:1,71	16	7-8	1,9	-	Os entrenós estão incluídos no intervalo 1/1-1/1,99	
		B-C	19	34	1:1,78	15		1,7			
		C-D	22,5	34	1:1,51	16					
GP/3E605A	230	A-B	28,6	36,2	1:1,26	17	6	1,9	-	Os entrenós estão incluídos no intervalo 1/1-1/1,99	
		B-C	29,3	36,5	1:1,24	16					
		C-D	28,5	36,7	1:1,28	18					
		D-E	28	37,9	1:1,35	16					
		E-F	28,2	39,3	1:1,39	14					

**Legenda:** ℰ A-B, B-C: entrenós; L: largura (mm); C: comprimento (mm); L/C: razão largura/comprimento; ℳ A, B, C: regiões nodais; Â: ângulos de inserção dos ramos foliares; INC: incompleto.

QUADRO 4: Dados morfológicos dos ramos foliares, Afloramento Bruno Peiker.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Entrenó (mm)			Ramos foliares		Folíolos por verticilo foliar (mm)	Folíolos (mm)			Ângulo de saída dos folíolos	Distância verticilos foliares (mm)	Observações
		L	C	L/C	N	Â		1	2	3			
UMVT5458b	102,2	2,9	17,3	1:5,96	A	65°	7 - 8	17	17	1,4	30°	8-9	Caule articulado c/ ramos foliares; costelas pouco nítidas e opostas; os verticilos foliares sem uma bainha evidente; alguns folíolos mostram a nervura central; o caule possui 6 entrenós.
		2,9	17	1:5,86	B	60°		14,3	14,3	1,2			
		2,6	14,4	1:5,53	C	68°		>10,8	>10,8	1,1			
		2,9	13,8	1:4,75	D	70°		13,2	13,2	1,2			
					E	50°		14,6	14,6	0,7			
UMVT5411abA	63				A	40°	6 - 7	10,5	10,5	0,8	20° - 30°	-	Ramo foliar do qual ramifica um outro; alguns folíolos apresentam nervura central.
								14,7	14,7	<0,8			
								>13	>13	<0,8			
								16,7	16,7	0,8			
UMVT5411abB	47,8				-	-	7 - 8	26	26	0,5	40° - 50°	11,2	Ramo foliar c/ 2 ou 3 verticilos foliares; alguns folíolos mostram nervura central.
								16,9	16,9	0,5			
UMVT5475	72,4	3,6	14,5	1:4,02	A	50°	>5 (INC)	-	-	-	30° - 40°	12,7	Caule conectado a rizoma e a ramo foliar c/ 2 verticilos foliares pouco nítidos.
UMVT5358ab	45,8				-	-	6 - 7	> 11,6	> 11,6	0,4	35° - 50°	11,8 11,9	Ramo foliar terminal c/ 3 verticilos foliares, sem bainha aparente.
								12,4	12,4	0,8			
								16	16	0,5			
								15,6	15,6	<0,5			

**Legenda:** L: largura (mm); C: comprimento (mm); L/C: razão largura/comprimento; N A, B, C: regiões nodais; Â: ângulos de inserção dos ramos foliares; Folíolos, 1 = comprimento total, 2 = comprimento da parte livre, 3 = largura na parte livre; INC: incompleto.

QUADRO 5: Dados morfológicos dos caules articulados, Afloramento Bruno Peiker.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Entrenós				Ramos foliares		Observações
		£	L	C	L/C	N	Â	
UMVT-5318aA	40	-	5	-	-	-	-	Fragmento com apenas uma região nodal.
UMVT-5318aB	47,6	A-B	5	38,8	1:7,76	-	-	Caule articulado; o nó superior ramificava-se em 4 ramos; apresenta-se conectado a rizoma c/ rizóides.
UMVT-5434a	57,8	B-C C-D D-E	2,5 2,3 2,8	12,6 10 12,4	1:5,04 1:4,34 1:4,42	-	-	Entre os nós A e B haveria, provavelmente, um nó mas que não ficou preservado; o nó D está pouco nítido.
UMVT-5315ab	137,7	A-B B-C C-D	3,6 3,8 3,5	26,7 35,4 39,6	1:7,41 1:9,31 1:11,31	A B D	40° 40° e 50° 55°	Com ramificações nos nós.
UMVT-5321acA	56,4	A-B B-C C-D	4,2 4 4,3	16,1 16,7 15	1:3,83 1:4,17 1:3,48	C	45° e 45°	Com ramificações nos nós.
UMVT-5321acB	139,3	A-B B-C C-D D-E E-F F-G G-H H-I	5 5 5 5 4,9 5 5,8 4,6	13,9 14,5 17,5 19,3 16,5 16 17,3 13,8	1:3,08 1:3,22 1:3,88 1:4,28 1:3,44 1:3,2 1:2,98 1:3	C E F G	35° 40° e 48° 45° e 50° 62° e 80°	Espécime representado por 2 porções, uma na parte e a outra na contra-parte da amostra, onde apenas a região do entrenó E-F se sobrepõe.

QUADRO 5: Dados morfológicos dos caules articulados, Afloramento Bruno Peiker.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Entrenós				Ramos foliares		Observações
		$\mathcal{E}$	L	C	L/C	$\mathcal{N}$	$\mathring{A}$	
UMVT-5476ab	35,6	A-B	3,2	5,4	1:1,68	C	25°	-
		B-C	3,6	9,5	1:2,79	D	25°	
		C-D	3,3	11,2	1:3,11			
UMVT-5469ab	71,8	A-B	5,8 – 10,8	34,3	1:4,57	-	-	É possível visualizar as costelas ultrapassando a linha nodal no nó A.
UMVT-5467a	48,5	A-B	5,7	13,9	1:2,43	A	30°	Ramos laterais em cada nó; em A o ramo lateral atinge 12 mm de comprimento e em B 12,9 mm.
						B	40°	
UMVT-5359	74	A-B	4,8	12,9	1:2,68	-	-	Caule bastante simples, sem ramos conectados e costelas aparentes, mas com os nós bem definidos.
		B-C	5	13,4	1:2,68			
		C-D	4,9	9,8	1:2			
		D-E	4,9	9,8	1:2			
		E-F	4,9	15	1:3,06			

**Legenda:**  $\mathcal{E}$  A-B, B-C: entrenós; L: largura (mm); C: comprimento (mm); L/C: razão largura/comprimento;  $\mathcal{N}$ A, B, C: regiões nodais;  
 $\mathring{A}$ : ângulos de inserção dos ramos foliares; INC: incompleto.

QUADRO 6: Dados morfológicos dos fragmentos de rizomas não articulados, Afloramento Bruno Peiker.

Amostra	Rizomas						Observações
	R	L	C	E	P	M	
UMVT5468ae	A	12 / 16	183	X	X	-	Apresenta rizóides inseridos; bons exemplares de paleosolo e um rizoma conectado em um caule com nós evidentes, espécime C nas contra-partes c e d; os espécimes E e H possuem muitos rizóides conectados; apresenta alta densidade de rizomas.
	B	21	201	X	X	-	
	C	9	55	X	X	-	
	D	17	#	X	X	-	
	E	11	#	X	X	-	
	F	9	#	X	X	-	
	G	12	#	X	X	-	
	H	11	#	X	X	-	
	I	13	#	X	X	-	
	J	9,6	#	X	X	-	
	L	12,7	#	X	X	-	
UMVT5472ac	A	12,6	240	-	-	X	Rizomas com rizóides conectados; matéria orgânica c/ impregnação de óxido ferro na região central; rizóides partindo da extremidade de um dos rizomas secundários.
	a	3,8	24	-	-	X	
	b	3,4	11,8			X	
	c	4,7	20			X	
	d	3,8	11	-	-	X	
	e	3	4	-	-	X	
UMVT5466ab	A	6,6	90	-	X	X	Fragmentos de rizoma com rizóides e matéria orgânica.
	B	13	22	-	X	X	
UMVT5459	A	16	52	X	-	-	Possível extremidade do rizoma; rizóides e estrias por toda a superfície.
UMVT5462	A	25	160	X	X	X	Rizomas sobrepostos, rizóides amontoados; 2 tipos de preservação em um mesmo exemplar, com estrias nítidas e com matéria orgânica preservada.
	B	17	110	X	-	-	
	C	15	80	X	-	-	
	D	18,6	75	X	-	-	
UMVT5458a	A	18	90	X	X	-	Superfície com rizomas de vários calibres e estriações aparente; um rizóide bifurcado; outros fragmentos menores com larguras 6 mm.
	B	21	80	X	X	-	
	C	12	42	X	X	-	

QUADRO 6: Dados morfológicos dos fragmentos de rizomas não articulados, Afloramento Bruno Peiker.

Amostra	Rizomas						Observações
	R	L	C	E	P	M	
UMVT5467	A	15	120	X	X	-	Diversos níveis com rizomas.
	B	18	130	X	-	-	
	C	13	56	X	-	-	
UMVT5473ab	A	13,7	90	X	-	-	C aparenta ser uma extremidade.
	B	11,5	103	X	-	-	
	C	21,9	80	X	-	-	
	D	12	#	X	-	-	
	E	10,5	#	X	-	-	
	F	9,7	#	X	-	-	
UMVT5464	A	10	96	X	-	-	Os rizomas aparecem, na maioria, com rizóides conectados, em especial o espécime D.
	B	8,6	95	X	-	X	
	C	10,6	76	X	-	X	
	D	4	65	X	-	-	
	E	5,4	#	-	-	X	
	F	16	#	X	-	X	
	G	12,3	#	X	-	X	
UMVT5433	A	13,3	58	X	-	-	
UMVT5350	A	4	50	-	-	X	Rizóides bem preservados.
UMVT5302	A	26	135	X	X	-	Ocorrem na superfície oposta a frutificação, uma superfície com rizomas.
	B	18	99	X	-	-	
	C	23	85	X	-	-	
	D	24,7	110	X	-	-	
	E	125	#	X	-	-	
	F	14,8	#	X	-	-	
	G	13	#	X	-	-	
UMVT5359ab	A	11,7	125	-	-	-	
	B	13,6	75	X	-	-	
UMVT5331	A	11,7	130	X	X	-	Dois caules conectados aos rizomas; superfície com rizomas.
	B	5,9	102	X	-	-	
	C	27,8	45	X	X	-	
	D	16	88	X	-	-	

QUADRO 6: Dados morfológicos dos fragmentos de rizomas não articulados, Afloramento Bruno Peiker.

Amostra	Rizomas						Observações
	$\mathcal{R}$	L	C	E	P	M	
UMVT5313	A	19	157	X	-	X	Apresenta uma região, aparentemente, marcada como um nó, mas provavelmente trata-se da marca de um rizóides devido à irregularidade do mesmo.
	B	14	83	X	-	-	
	C	31	61	X	-	-	
	D	14,8	135	X	-	X	
	E	12,8	137	X	-	-	
UMVT5297	A	12,9	220	X	X	-	Possui um caule articulado na mesma amostra.
	B	6	223	-	-	X	
UMVT5319	A	22,6	61	X	-	-	B apresenta rizóides inseridos.
	B	11,5	76	X	-	X	
UMVT5303	A	21	42	X	-	-	Com possível região nodal.
UMVT5465	A	4,3	112	X	-	-	Com muitos rizóides inseridos
	B	4	28	X	-	-	
UMVT5361	A	11	53	X	-	-	Com rizóide bifurcado e conectado ao eixo principal.

**Legenda:**  $\mathcal{R}$ A, B, C: rizomas;  $\mathcal{R}$ a, b, c: rizóides; L: largura (mm); C: comprimento (mm);  
 E: presença de estrias; P: presença de pontuações; M: presença de matéria orgânica;  
 # : pequenos fragmentos c/ comprimento entre 20 a 50 mm; INC: incompleto.

QUADRO 7: Dados morfológicos das estruturas reprodutivas, Afloramento Bruno Peiker.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Regiões férteis (mm)			Região caule (mm)			Ramificações	Entrenó vegetativo razão L/C (mm)	Observações
		RF	L	C	RC	L	C			
UMVT-5433	48	1	5,3	7,6	1	4,2	8	-	-	A má preservação não permite a observação dos esporângios.
		2	6,6	16,4	2	INC	4			
		3	INC	<11						
UMVT-5404a/b	28	-	-	-	-	-	-	-	-	Fragmento de apenas uma região fértil, aparentando ser uma região apical; dois esporângios com pedúnculo.
UMVT-5298a/b	120,5	1	6,6	8,2	1	4,6	3,9	-	-	Região proximal pouco nítida c/ esporangióforos esparsos; região mediana não preservada; a região distal aparenta ser apical, c/ esporangióforos densos.
		2	6,8	8,3						
UMVT-5301	29	1	8,8	2,7	1	6,7	>7,3	-	-	Vê-se as costelas ultrapassarem a região fértil.
		2	12,9	8,6	2	6,7	3,9			
					3	INC	>3,4			
UMVT-5329	20 *35	1	10,5	INC	-	-	-	Ramo pouco nítido c/ folhas partindo do nó	1 entrenó c/ 5,9 de largura	Preservação semelhante à amostra UMVT-5404; ramo articulado; fragmento c/ apenas uma região fértil.
UMVT-5331	104	-	-	-	-	-	-	-	-	A má preservação não permite a observação dos esporângios.
UMVT-5302A	79 *130	1	12,6	10,5	1	8	11,2	Dos nós partem ramos de preservação ruim	4/22,2 (1: 5,55)	A região distal não está nítida e pode ser observada apenas por fotos, ocorrendo algumas RF e RC incompletas c/ esporangióforos esparsos.
		2	10,6	9,2	2	8,3	7,5		4/26,3 (1: 6,57)	
		3	8,2	8,5						
UMVT-5302B	15,2	-	-	-	-	-	-	Possível ramificação na base	-	Fragmento de frutificação com três esporângios nítidos (larg x comp) em mm: E1 < 1x1,5; E2 1x1,5; E3 < 1x1,4

QUADRO 7: Dados morfológicos das estruturas reprodutivas, Afloramento Bruno Peiker.

Espécime	Comprimento Total (mm)	Regiões férteis (mm)			Região caule (mm)			Ramificações	Entrenó vegetativo razão L/C (mm)	Observações
		RF	L	C	RC	L	C			
UMVT-5300a/d	85,1 *103	1	7,8	13,6	1	7	11,2	Do nó partem 2 caules ou ramos, não está muito nítido	1 nó INC c/ 8,4 de larg e > 6,5 de comprimento	A base do espécime mostra a região basal da frutificação.
		2	12	25,2	2	7,5	7,9			
		3	9,9	9,3	3	INC	4,4			
		4	8,7	>12,5	4	6,4	7,2			
UMVT-5359a/b	50	1	12	>10	1	10	6,7	-	-	Nesta amostra ocorre fragmento de uma outra frutificação, também mal preservada, c/ alguns esporângio esparsos.
		2	12,4	15	2	7	4			
		3	9,6	>15						
UMVT-5312a/b	120 x 70	-	-	-	-	-	-	-	-	A frutificação apresenta-se comprimida, perdendo a forma original.

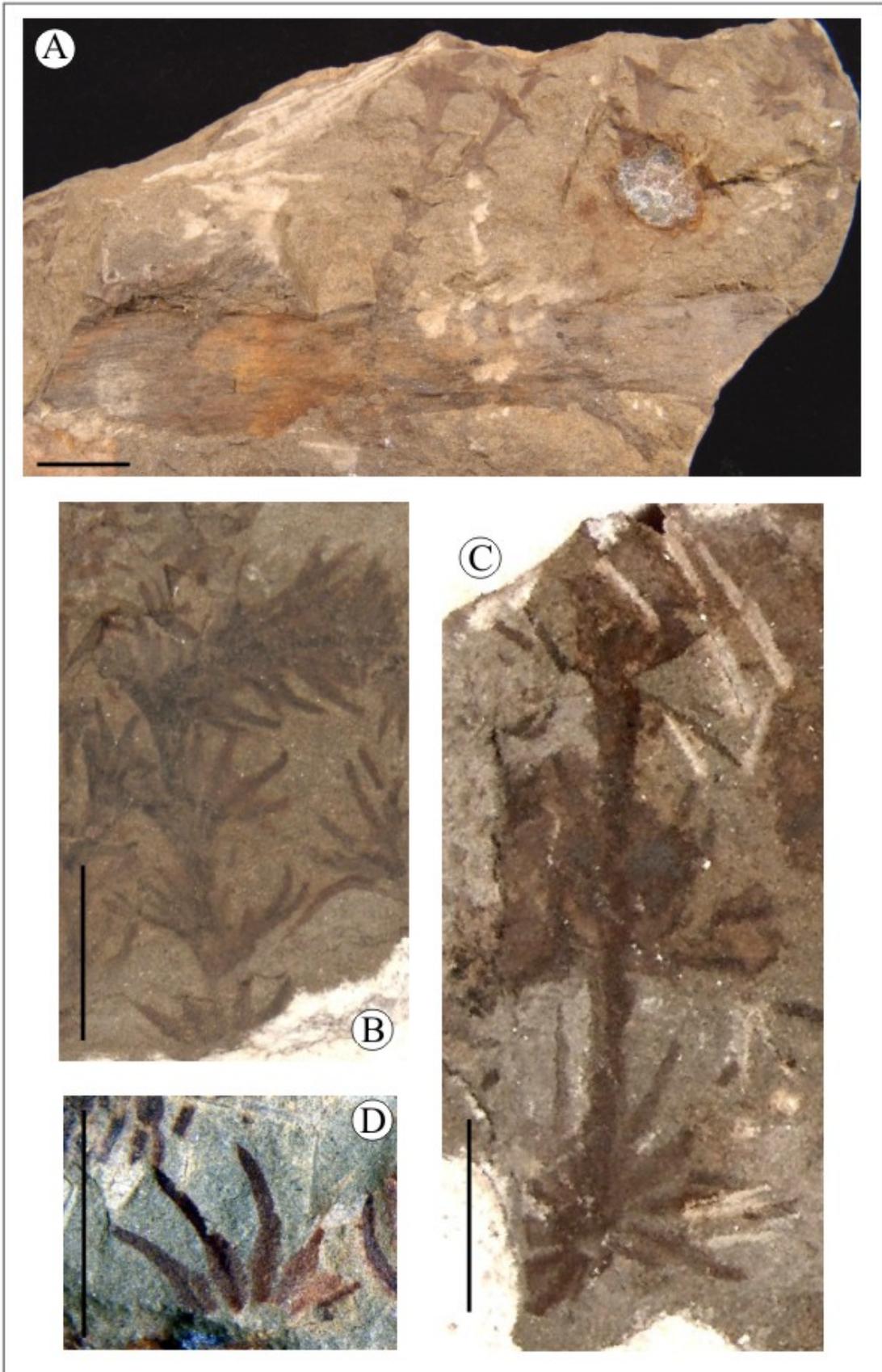
**Legenda:** RF 1, 2, 3: regiões férteis; L: largura (mm); C: comprimento (mm); RC1, 2, 3: regiões de caules desnudos; L/C: razão largura/comprimento;  
\*: comprimento total com os entrenós vegetativos; E1, E2, E3: esporângios; INC: incompleto.

## **ESTAMPAS**

## ESTAMPA I

*Phyllothea australis* (Brongniart) Townrow: (A) espécime GP/3E604A, caule com ramos foliares conectados; (B) espécime GP/3E598A, ramo foliar apical; (C) GP/3E598B, ramo foliar mais inferior; (D) GP/3E605F, superfície abaxial de um verticilo foliar mostrando as estrias transversais que partem da nervura central. Escala: 10 mm.

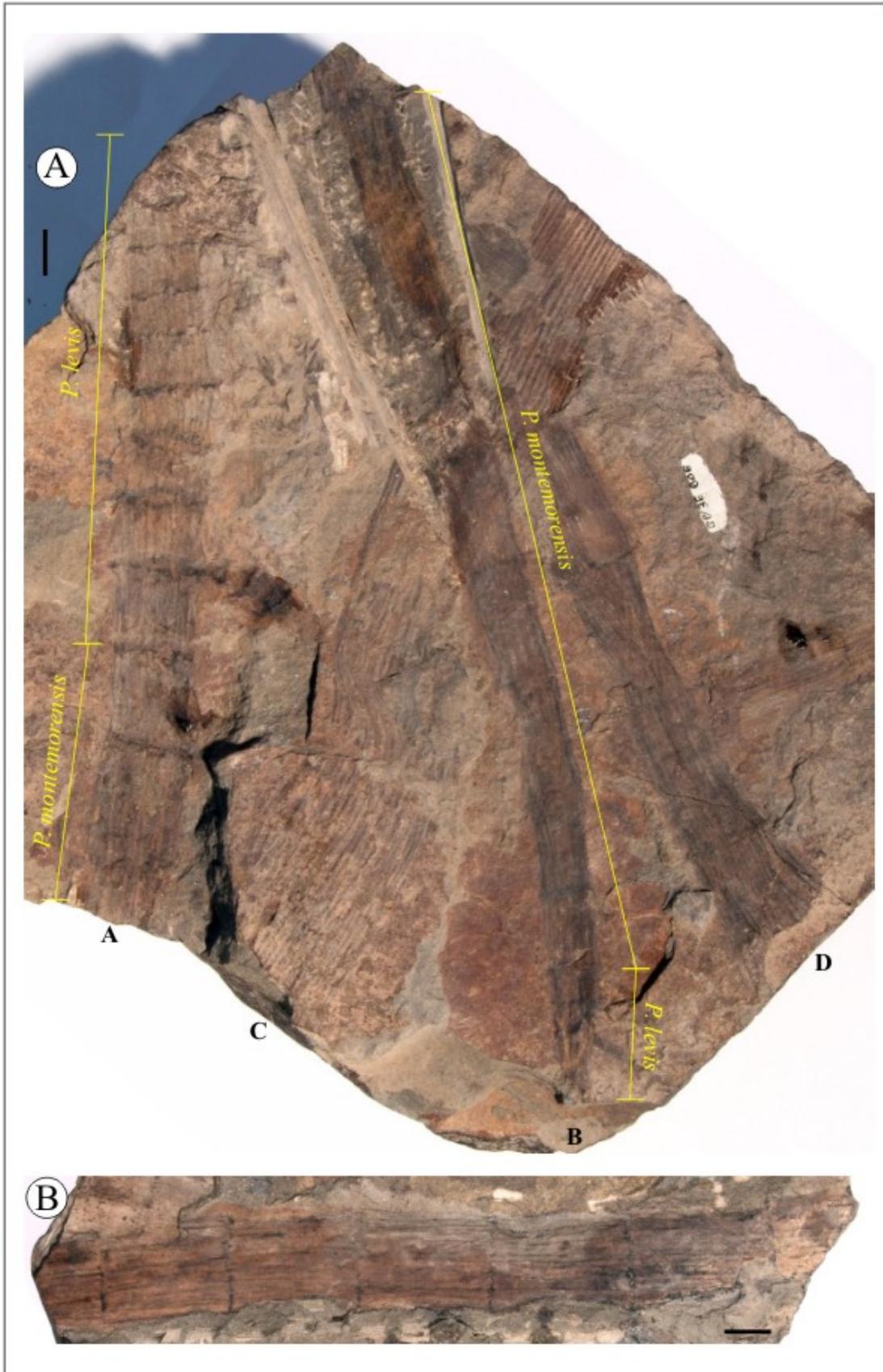
ESTAMPA I



## **ESTAMPA II**

*Paracalamites australis* Rigby 1966: (A) amostra GP/3E606, os espécimes A e B representam porções apicais de caules, apresentando grande variação na razão L/C dos entrenós e ramos laterais, os espécimes C e D correspondem a porções basais de caules principais; (B) espécime GP/3E605, caule principal. Escala: 10 mm.

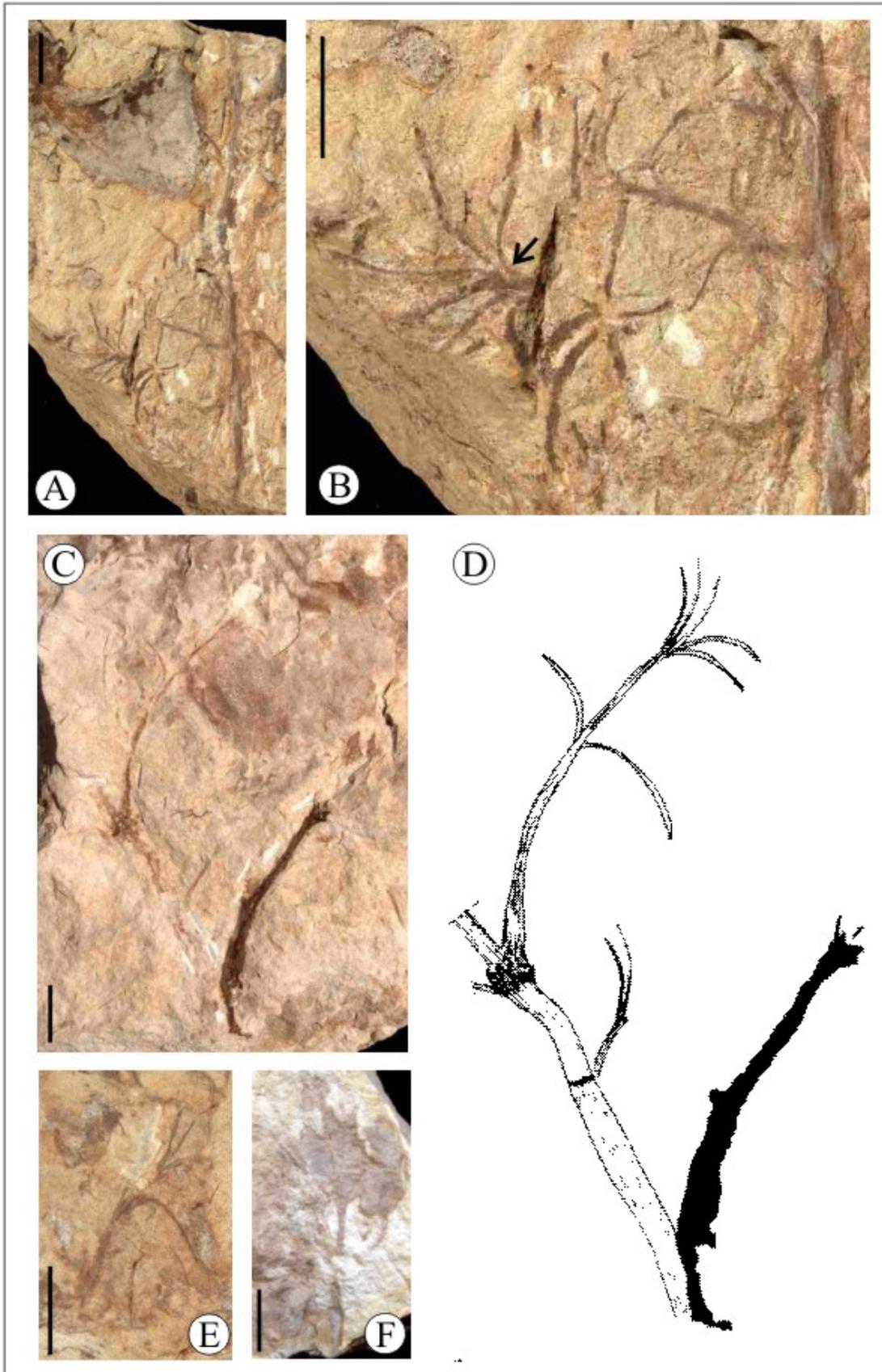
ESTAMPA II



### **ESTAMPA III**

Folhas da nova forma de Notocalamitaceae: (A) espécime UMVT5458b, caule com ramos foliares partindo da região nodal, verticilos com 6 a 8 folíolos; (B) detalhe dos ramos foliares mostrados na figura A, a seta indica os folíolos possivelmente fusionados na base; (C) espécime UMVT5475, caule com ramos foliares partindo das regiões nodais e em conexão a um rizoma sem região nodal; (D) desenho ilustrativo do espécime UMVT5475; (E e F) ramos foliares de UMVT5411B e UMVT5389a, respectivamente. Escala: 10 mm.

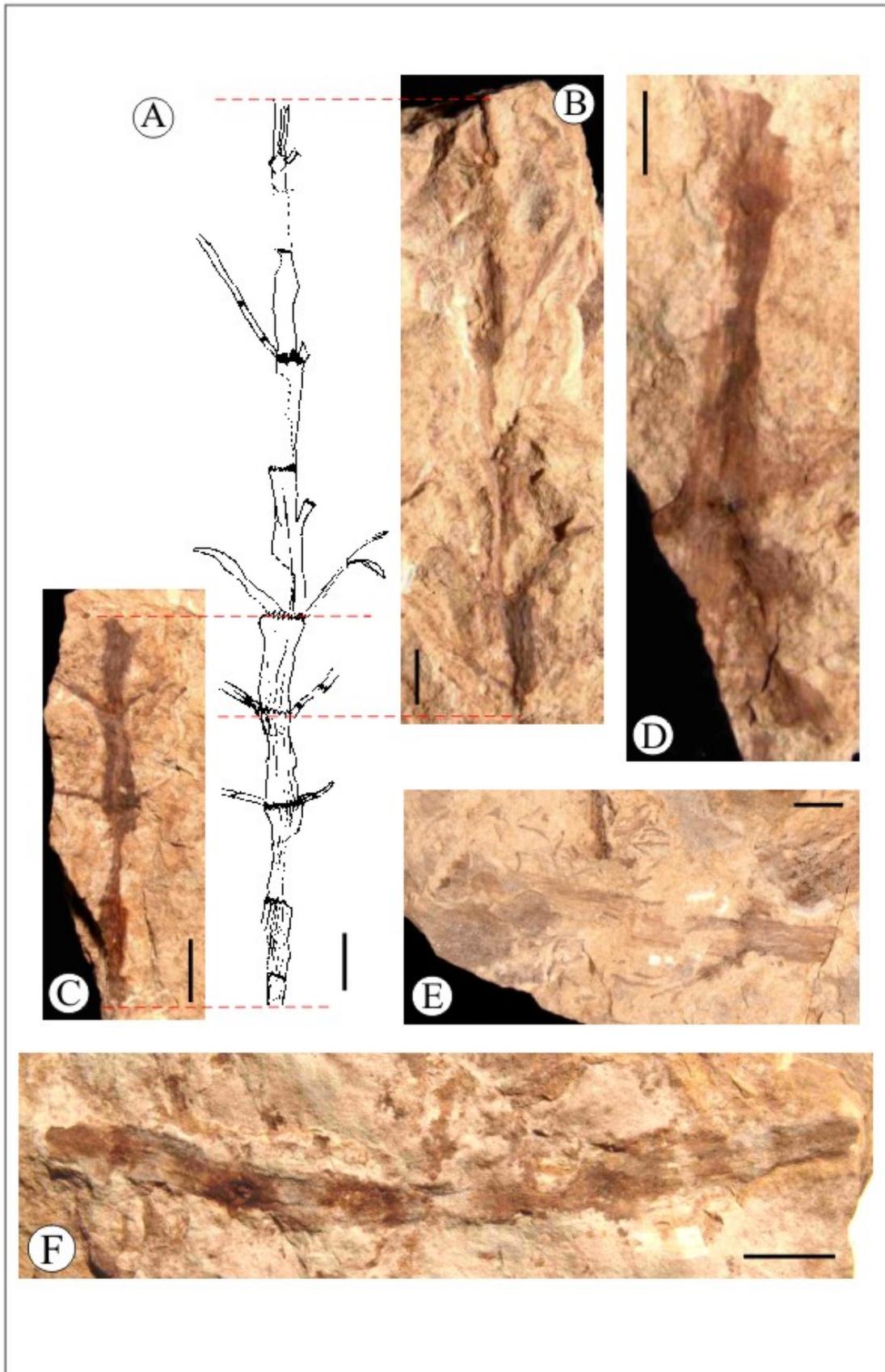
ESTAMPA III



#### **ESTAMPA IV**

Caules da nova forma de Notocalamitaceae: (A) reconstituição do espécime UMVT5321a-c; (B) espécime UMVT5321a-c, região mais distal; (C) espécime UMVT5321a-c, região mais proximal; (D) espécime UMVT5469, mostrando tubérculos referentes a locais de abscisão de caules secundários ou ramos foliares; (E) espécime UMVT5467a, caule com ramificação, um possível ramo foliar; (F) espécime UMVT5359, caule com 6 regiões nodais presentes. Escala: 10 mm.

ESTAMPA IV



## **ESTAMPA V**

Rizomas não articulados da nova forma de Notocalamitaceae: (A) espécime UMVT5302, superfície com rizomas mostrando a densa estriações delgadas ao longo de sua superfície; (B) espécime UMVT5472acA, rizomas com presença de matéria orgânica na superfície e com cinco rizóides de maior calibre; (C) espécime UMVT5361, rizoma estriado com rizóide bifurcado (seta); (D) espécime UMVT5462, rizomas sobrepostos, onde é possível observar dois tipos de preservação em um mesmo indivíduo, um com estriações e outro com material orgânica adpressa. Escala: 10 mm.

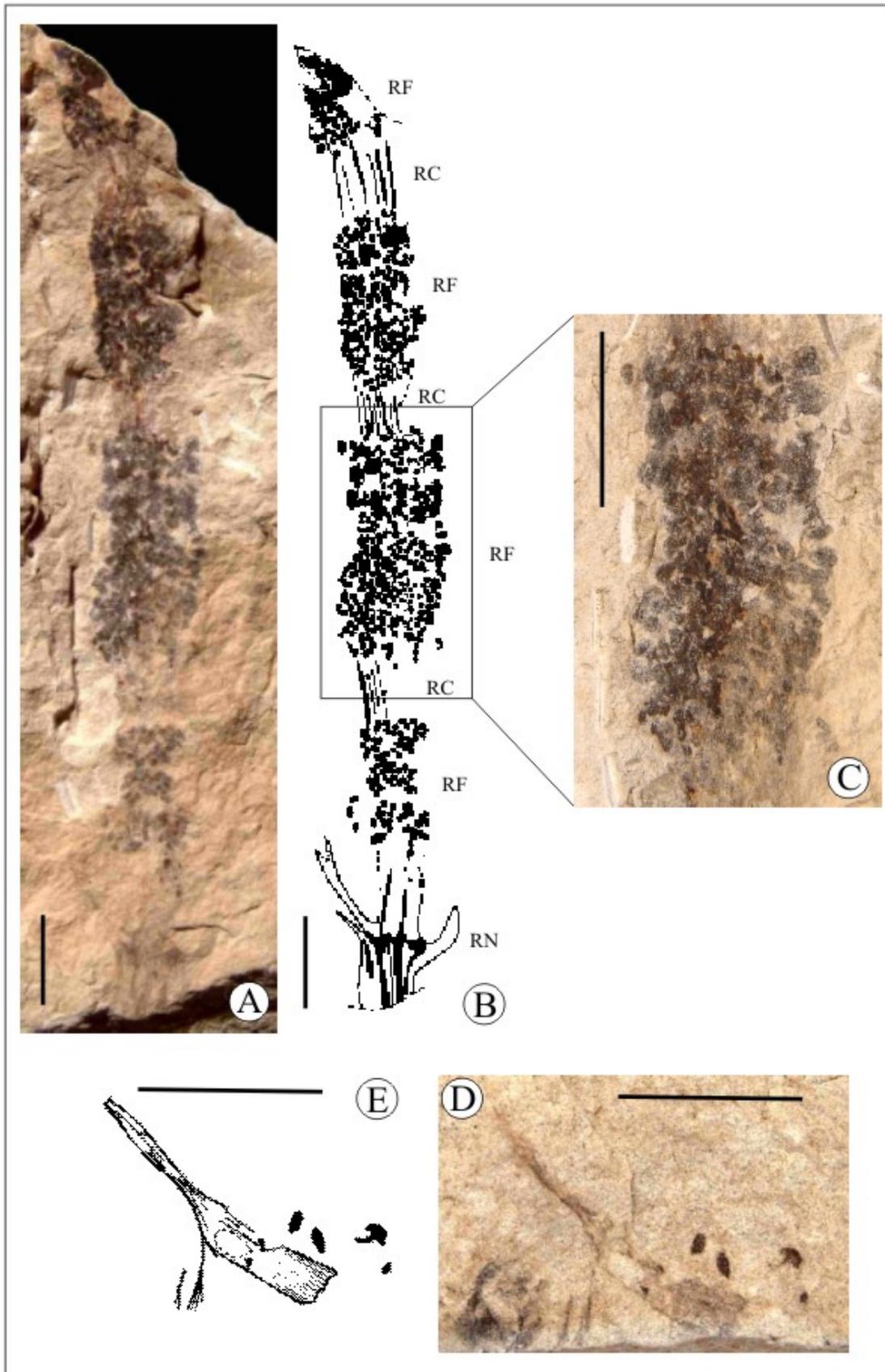
ESTAMPA V



## **ESTAMPA VI**

Estrutura reprodutiva da nova forma de Notocalamitaceae: (A e B) espécime UMVT5300 e respectivo desenho esquemático das estruturas reprodutivas, onde é possível visualizar as regiões férteis (RF) distribuídos ao longo de um único entrenó, limitado na base por uma região nodal (RN), que se encontram separadas entre si por regiões de caule desnudo (RC); (C) detalhe de uma das regiões férteis do espécime UMVT5300, onde se observa os esporangióforos conectados ao caule, aparentemente, por um único pedúnculo; (D e E) espécime UMVT5302B e respectivo desenho do espécime UMVT5302B, mostrando os esporângio ovalados com o pedúnculo que o insere ao caule. Escala: 10 mm.

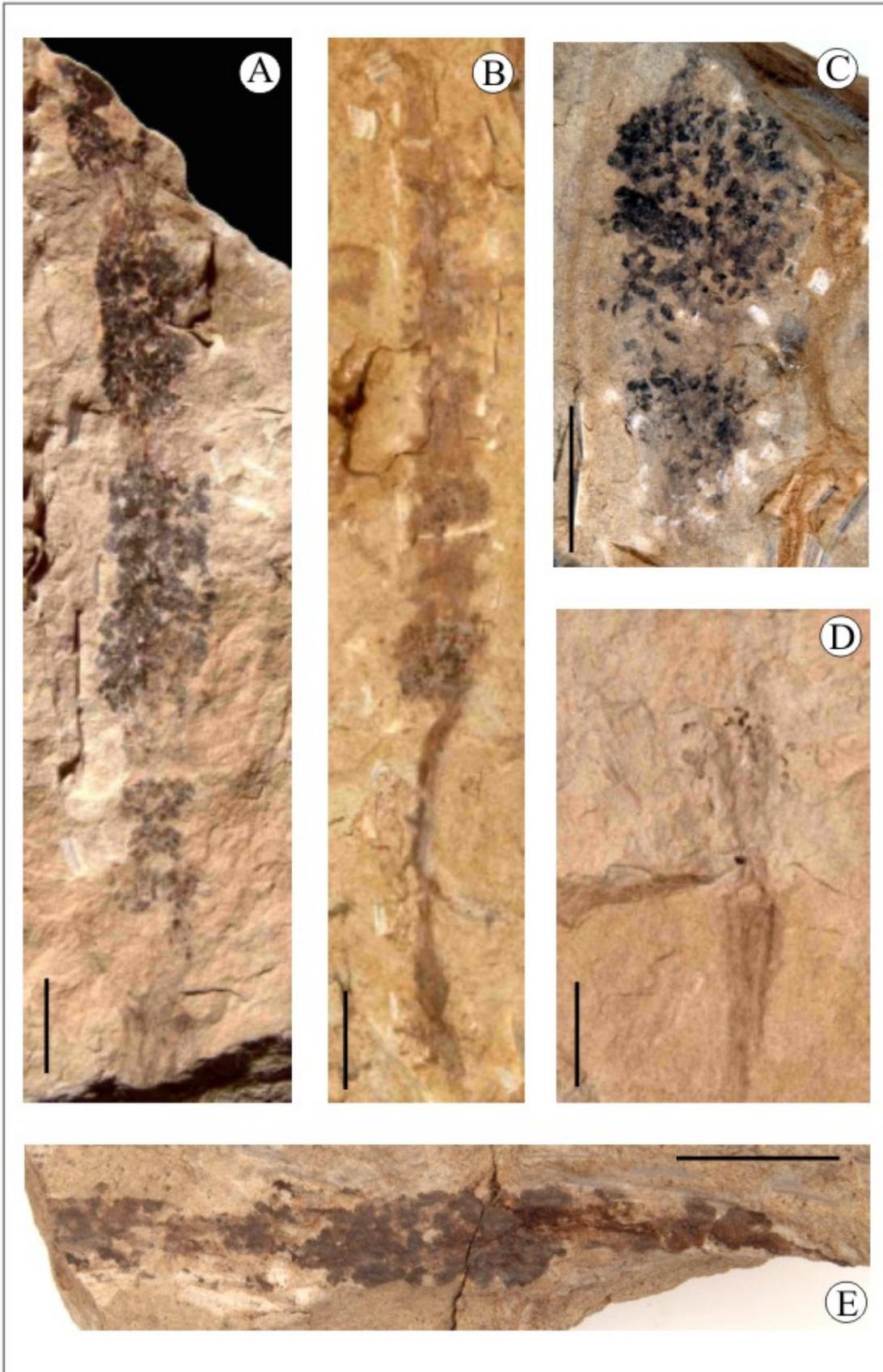
ESTAMPA VI



## **ESTAMPA VII**

Estrutura reprodutiva da nova forma de Notocalamitaceae: (A e B) espécimes UMVT5300 e UMVT5302A, mostrando a porção basal da região limitada por uma região nodal; (C) espécime UMVT5301 mostrando a variação entre regiões férteis dentro de um mesmo indivíduo; (D) espécime UMVT5329, fragmento de região fértil com uma região nodal na base de onde parte um possível ramo foliar; (D) espécime UMVT5433, fragmento com três regiões férteis visíveis. Escala: 10 mm.

ESTAMPA VII



### **ESTAMPA VIII**

Nova forma de Notocalamitaceae, partes em conexão: (A) espécime UMVT5468cdC, composto de um rizoma não articulado conectado a um caule com duas regiões nodais e um ramo secundário preservado; (B) espécime UMVT5458b, caule com ramos foliares partindo da região nodal; (C) espécime UMVT5475, caule conectado ao rizoma não articulado e com ramos foliares partindo das regiões nodais; (D) espécime UMVT5302A, estrutura reprodutiva com as regiões férteis conectadas a um caule articulado, com três regiões nodais preservados na porção mais proximal do caule. Escala: 10 mm.

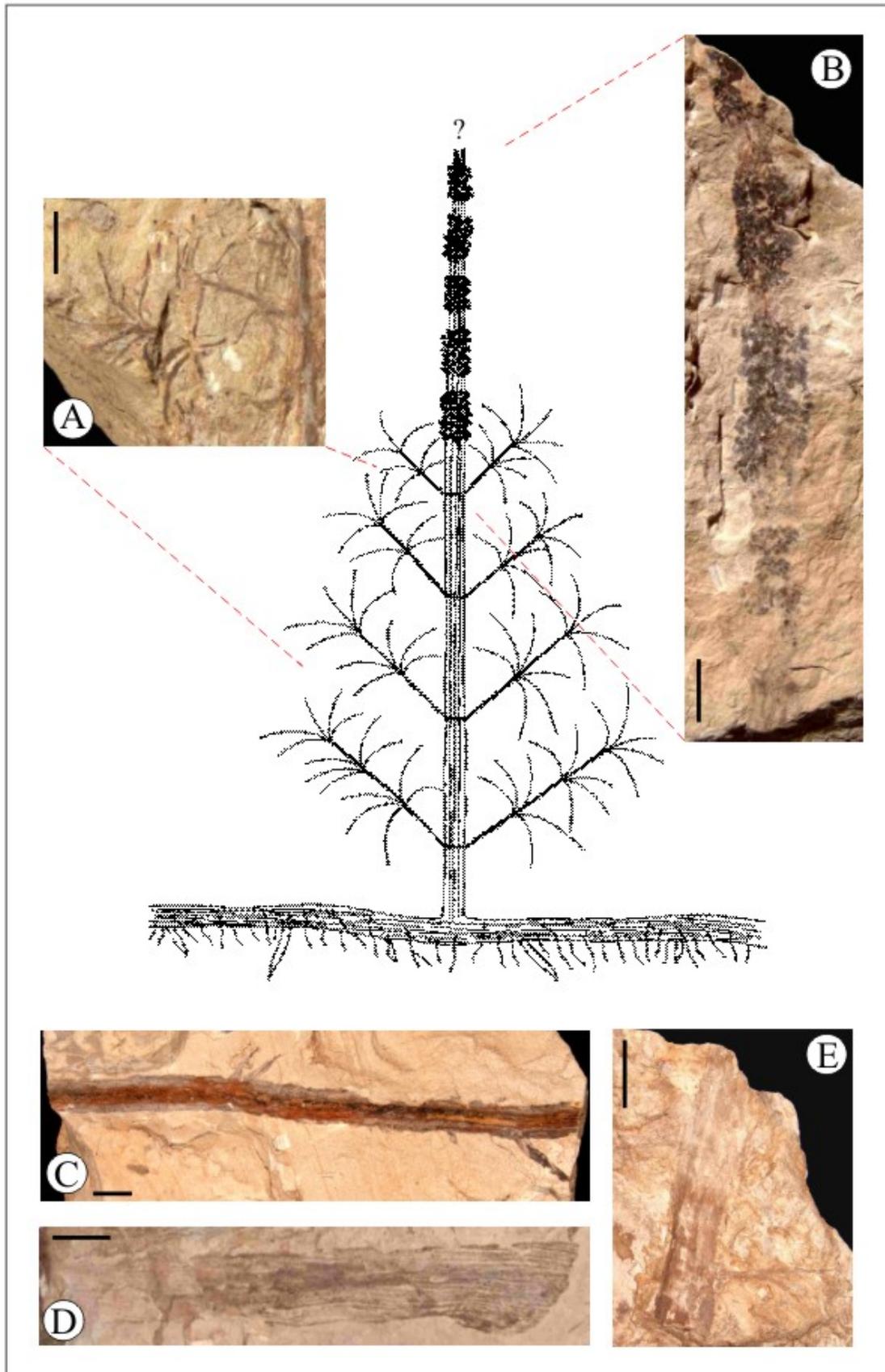
ESTAMPA VIII



## ESTAMPA IX

Reconstituição da nova forma de Notocalamitaceae: (A) espécime UMVT5475, representando as folhas do tipo *Koretrophyllites*; (B) espécime UMVT5300, área fértil, com até cinco regiões férteis ao longo de um único entrenó, separadas por regiões desnudas, formadas por aglomerados de esporangióforos uniesporangidos e esporângios de formato ovalado; (C), (D) e (E), espécimes UMVT5472acA, UMVT5302 e UMVT5361, respectivamente, rizomas não articulados com rizóides que partem irregularmente por toda a superfície. Escala: 10 mm.

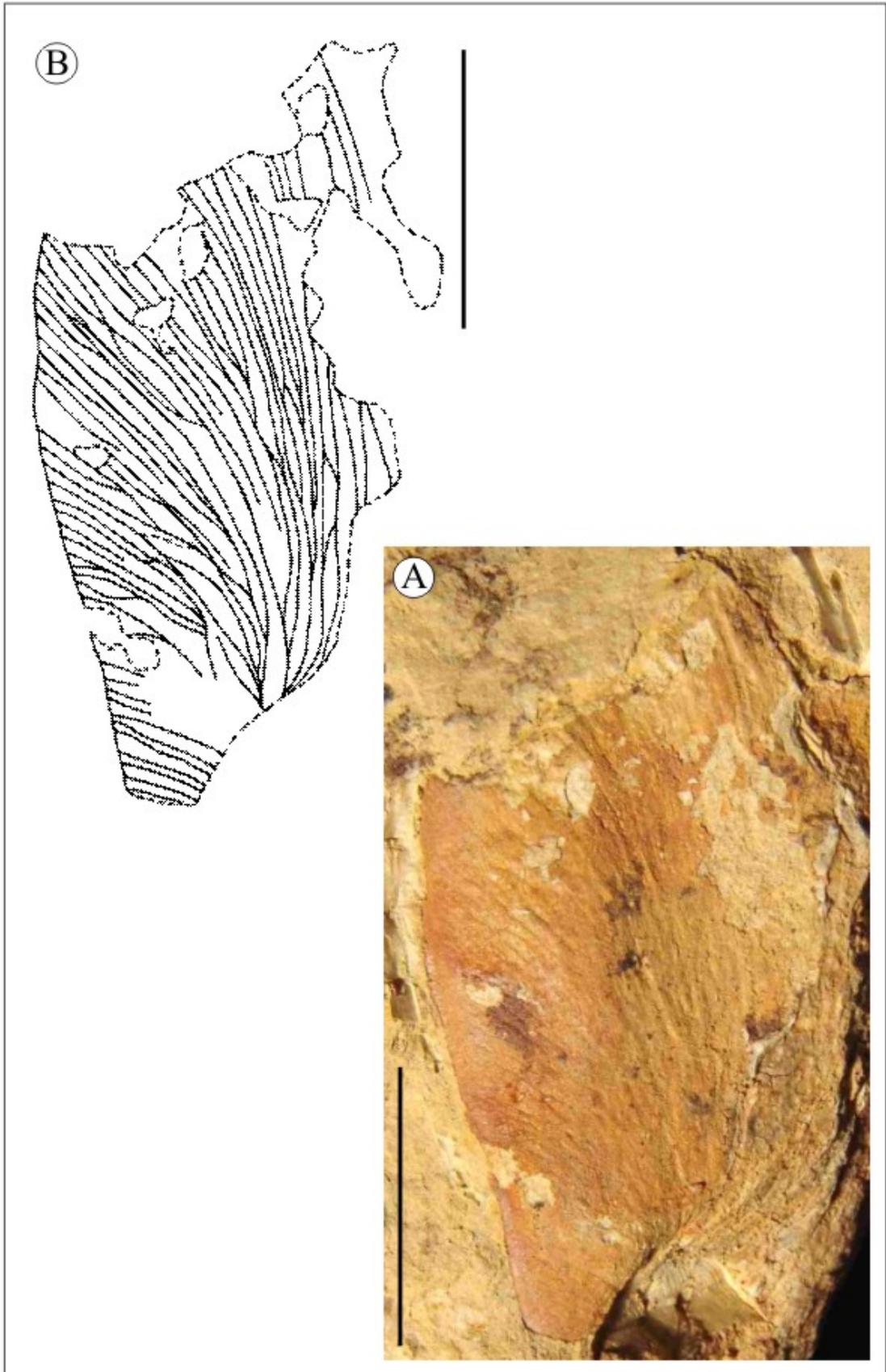
ESTAMPA IX



## **ESTAMPA X**

*Gangamopteris* cf. *obovata*: (A e B) espécime UMVT5487, fragmento foliar da porção mediana da folha e respectivo desenho mostrando o padrão de venação em detalhe. Escala: 10 mm.

ESTAMPA X



## ESTAMPA XI

Sementes: (A) espécime UMVT5326, *Cordaicarpus* sp. 1; (B) espécime UMVT5374, cf. *Cordaicarpus*; (C) amostra UMVT5378, espécime de *Cordaicarpus* sp. 2; (D) espécime UMVT5375, *Samaropsis* sp.2, com resquício de uma esclerotesta (seta); (E) espécime UMVT 5351a, *Samaropsis* sp.1; (F e G) espécimes UMVT5380 e UMVT5381, possíveis ramos de conífera e caule de licófito, respectivamente. Escala: 5 mm.

ESTAMPA XI

