



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA

**BARBARA KAROLLINY COUTINHO**

**DESCRIÇÃO PRELIMINAR DE PECÍOLOS DA FAMÍLIA PSARONIACEAE -  
(PERMIANO, BACIA DO PARNAÍBA) EM FILADÉLFIA – TO**

ARAGUAÍNA-TO  
2019/2

**BARBARA KAROLLINY COUTINHO**

**DESCRIÇÃO PRELIMINAR DE PECÍOLOS DA FAMÍLIA PSARONIACEAE -  
(PERMIANO, BACIA DO PARNAÍBA) EM FILADÉLFIA – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Tocantins como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Licenciado em  
Biologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiane Marinho Vieira Tavares.

ARAGUAÍNA-TO  
2019/2

**Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal  
do Tocantins**

---

- B229D      Coutinho, Barbara Karolliny.  
              Descrição preliminar de pecíolos da Família Psaroniaceae -  
              (Permiano, Bacia do Parnaíba) em Filadélfia - TO. / Barbara  
              Karolliny Coutinho. - Araguaína, TO, 2019.  
              34 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins  
- Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Biologia, 2019.  
Orientadora : Tatiane Marinho Vieira Tavares
1. Ordem Marattiales. 2. Fósseis. 3. Formação Motuca. 4.  
Gondwana Ocidental. I. Título

**CDD 574**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS - A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

# **FOLHA DE APROVAÇÃO**

BARBARA KAROLLINY COUTINHO

## **DESCRIÇÃO PRELIMINAR DE PECÍOLOS DA FAMÍLIA PSARONIACEAE - (PERMIANO, BACIA DO PARNAÍBA) EM FILADÉLFIA – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína, Curso de Biologia para obtenção do título de licenciada e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 12 / 02 / 2020

Banca Examinadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiane Marinho Vieira Tavares, UFT

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Scareli dos Santos, UFT

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Roberta dos Santos Silva, UFT

ARAGUAÍNA-TO  
2019/2

*À minha mãe Ivonete Coutinho,  
Por todo o seu apoio.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por ter me dado forças para concluir esta jornada tão árdua e desafiadora. Sem sua graça seria impossível prosseguir.

A minha mãe Ivonete Coutinho que sempre me ensinou o valor dos estudos, ela foi fonte de inspiração para que meu ingresso e egresso em um curso superior. Todo esse esforço é para você mãe.

A minha amiga e irmã de graduação Erisleny Santos Moraes, a “Lenynha”, pela grande participação na minha vida acadêmica. Uma pessoa iluminada, que sempre me apoiou, ajudou, incentivou. Não foram em vão nossas longas noites em claro. Não tenho palavras para agradecer por sua companhia nessa jornada.

Agradeço também ao Klemilton Murilo Veloso Oliveira, meu dedicado amado por me apoiar, incentivar e amar mesmo nas dificuldades na elaboração deste trabalho.

Agradeço a minha amiga e colega de turma Heidila Roberta Rodrigues Silva por sempre me incentivar, não deixando que eu desistisse. Sempre foi um anjo nas horas difíceis. E esteve comigo na hora mais importante deste processo. Aos amigos que fizeram parte deste processo, me incentivando a não desistir e seguir em frente.

A minha orientadora professora Tatiane Marinho Vieira Tavares por ter me guiado todos esses anos e por sua enorme paciência comigo. Foram muitas experiências compartilhadas e muito aprendizado.

Agradeço ao Laboratório de Lâminas Petrográficas do Curso de Geologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Câmpus Rio Claro, por contribuir para a realização deste trabalho.

Ao Laboratório de Bioestratigrafia e Fotomicrografia (LBF) da Unespetro – Câmpus Rio Claro, por contribuir para a realização deste trabalho.

Agradeço também a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosemarie Rohn Davies por sua recepção e hospitalidade na UNESP.

Agradeço a Universidade Federal do Tocantins em especial ao curso de Biologia e todo seu colegiado por todo conhecimento ensinado durante esse tempo.

Agradeço a todos que me ajudaram na minha jornada acadêmica.

## RESUMO

Caules de samambaias arborescentes da Ordem Marattiales e Família Psaroniaceae são abundantes no registro fossilífero da Bacia do Parnaíba, na Unidade de Conservação Integral Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins, e são representadas por *Psaronius* sp. e *Tietea* sp. Espécimes coletados em 2007 favoreceram a descrição de pecíolos, por meio da anatomia e morfologia dos feixes vasculares, três espécimes foram selecionados e descritos por meio de análises em seção transversal por intermédio de estereomicroscópio. Alcançando os resultados de formas de morfologia diversificadas e comprimentos de células variados. As descrições fornecidas neste trabalho colaboram para a apresentação de gênero e espécie novos na literatura e indicam uma relação de origem com os caules do gênero *Tietea* sp.

**Palavras-chaves:** Ordem Marattiales. Fósseis. Formação Motuca. Gondwana Ocidental.

## ABSTRACT

Stems of tree ferns of the Order Marattiales and Family Psaroniaceae are abundant in the fossiliferous record of the Parnaíba Basin, at the Integral Conservation Unit Tocantins Fossil Trees Natural Monument, and are represented by *Psaronius* sp. and *Tietea* sp. Specimens collected in 2007 favored the description of petioles; through the anatomy and morphology of the vascular bundles, three specimens were selected and described by means of cross-section analysis using a stereomicroscope. Achieving the results of diverse morphology forms and varying cell lengths. The descriptions provided in this work contribute to the presentation of new genus and species in the literature and indicate a relationship of origin with the stems of the genus *Tietea* sp.

**Key-words:** Order Marattiales. Fossils. Motuca Formation. Western Gondwana.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tabela Cronoestratigráfica Internacional. Eopermiano no detalhe do retângulo azul. Fonte: <a href="http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02BRPortuguese.jpg">http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02BRPortuguese.jpg</a> . Setembro de 2019.....	03
Figura 2 - Terminologia aplicada a uma fronde de samambaia .....	09
Figura 3 - Mapa de localização do Município de Filadélfia, com o Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MONAF) em marrom.....	10
Figura 4 - Sequência dos feixes vasculares do TOF 100.....	12
Figura 5 - Seção transversal do TOF 100D. Feixe vascular limitado por células parenquimáticas isodiamétricas (pis). Metaxilema (mx) e o protoxilema (px).....	14
Figura 6 - Seção transversal do TOF 282B. Feixes vasculares distribuídos no córtex (co) com morfologias diversificadas. Interior contém xilema (xil).....	15

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Medidas externas dos exemplares: TOF 100, TOF 256 e TOF 282.....	12
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

FPTS	Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional
LBF	Laboratório de Bioestratigrafia e Fotomicrografia
MONAF	Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins
TO	Tocantins
TOF	Federação Tocantins
UC	Unidade de Conservação Integral
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu m$	Micrômetro
km	Quilômetro
m	Metros
cm	Centímetros

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Espécies de caules de samambaias arborescentes descritas no território brasileiro.....	12
--	----

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. CONTEXTO GEOLÓGICO DO MONUMENTO NATURAL DAS ÁRVORES FOSSILIZADAS DO TOCANTINS (MONAF)	5
3. OBJETIVOS	7
3.1. Objetivo Geral	7
3.2. Objetivo Específico	7
4. FAMÍLIA PSARONIACEAE	7
5. <i>Stipitopteris</i> e <i>Stewartiopteris</i>	9
6. MATERIAL E MÉTODOS	10
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
8. CONCLUSÃO	16
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

## 1. INTRODUÇÃO

As samambaias são vegetais vasculares sem sementes que integram um grupo existente no planeta há milhões de anos. Possuem no seu ciclo de vida a alternância de gerações heteromórficas, na qual a geração esporofítica é a mais complexa e maior que a geração gametofítica (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

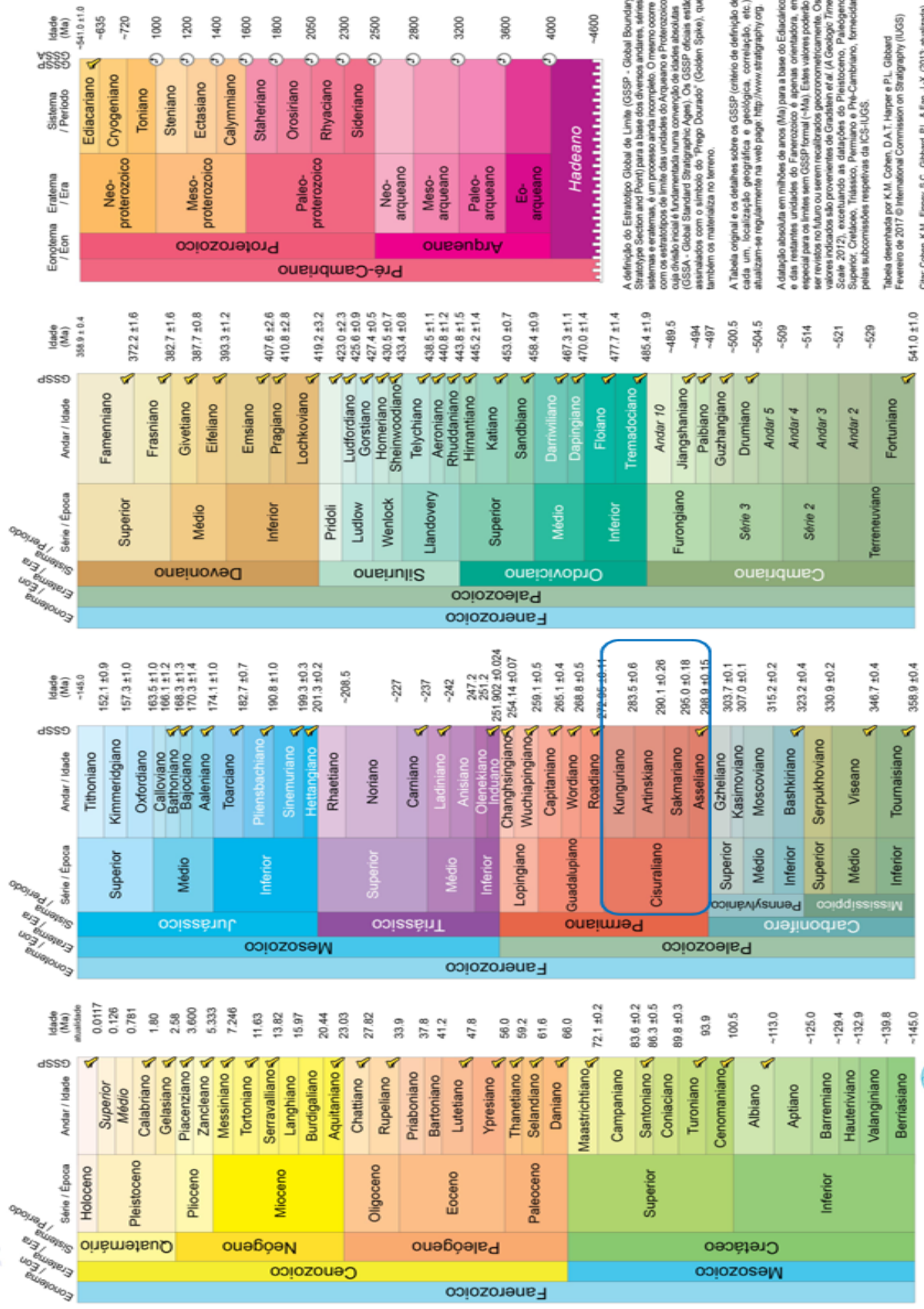
Em consequência de adaptações evolutivas ocorridas, elas têm sido bem-sucedidas ecologicamente e são as plantas dominantes nos habitats terrestres. Por não possuírem flores, frutos e sementes, integram também o grupo das criptógamas. As samambaias existem em diversos habitats, e são encontradas em maior parte nos trópicos, cerca de  $\frac{3}{4}$  das espécies (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

Até 1990 o termo “pteridófitas” era aplicado às licófitas e samambaias, estando incluídas na divisão Pteridophyta (PRADO; SYLVESTRE, 2010), um grupo parafilético. Porém, estudos realizados no século XXI, com base em marcadores moleculares, nucleares e características morfológicas e reprodutivas, promoveram uma melhor classificação de tais plantas viventes, permitindo a separação em grupos monofiléticos. Assim, são reconhecidas quatro classes que representam as samambaias, a saber: Psilopsida, Equisetopsida (ou Sphenopsida) Marattiopsida, Polypodiopsida (ou Filicopsida) que estão inclusas em Monilófitas (PRYER et al., 2001; SMITH et al., 2006; PRADO; SYLVESTRE, 2010).

A origem das samambaias remonta a períodos pretéritos, tendo registros fósseis de 425 milhões de anos (Mesopermiano). Tais plantas exibiram ampla diversificação no Carbonífero (360 milhões de anos) e declínio na Era Mesozóica, com o surgimento das Angiospermas (ZUQUIM et al., 2008) (Fig. 1).

Dentre as ordens de samambaias existentes, Marattiales exibiu especial interesse para o desenvolvimento deste estudo. Esta exibe duas famílias, uma constituída apenas por representantes fósseis, denominada de Psaroniaceae (ROTHWELL; MILLAY; STOCKEY, 2018a) e a outra, Marattiaceae, com poucos representantes fósseis e espécies viventes (PRYER et al., 2001a; SMITH et al., 2006a; ROTHWELL; MILLAY; STOCKEY, 2018a). Isso se deve às pesquisas anteriores que favoreceram a descrição de táxons inclusos na Ordem Marattiales na Bacia sedimentar do Parnaíba (TAVARES et al., 2014; IANNUZZI et al., 2018).

**TABELA CRONOESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL**  
 v 2017/02  
 Comissão Internacional de Estratigrafia



As cores padrão são as adotadas pela Comissão do Mapa Geológico do Mundo (CCGM-IUGS) - <http://www.ccgw.org>

Tradução para Português (BR) efetuada por I.S. Carvalho, J.A.C. Almeida e A.M.F. Barreto (2013) em colaboração com Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e PALEOLAB - Universidade Federal de Pernambuco UFPE. Atualizada 2017-02. C. Zábni (Universidade Estadual de Campinas), K.M. Cohen (IUGS-ICS).

A definição do Estratipo Global de Limite (GSSP - Global Boundary Stratotype Section and Point) para a base dos diversos andares, séries, sistemas e eras, é um processo ainda incompleto. O mesmo ocorre com os estratítipos de limite das unidades do Arqueano e Proterozoico, cuja divisão inicial é fundamentada numa convenção de datas absolutas (GSSA - Global Standard Stratigraphic Ages). Os GSSP oficiais estão associados com o símbolo do "Pringo Dourado" (Golden Spike), que também os materializa no terreno.

A Tabela original e os detalhes sobre os GSSP (critério de definição de cada um, localização geográfica e geológica, correlação, etc.) atualizam-se regularmente na web page: <http://www.stratigraphy.org>.

A datação absoluta em milhões de anos (Ma) para a base do Eoceno e das restantes unidades do Paleozoico é apenas orientadora, em especial para os limites sem GSSP formal (Ma). Estes valores poderão ser revisados no futuro ou serem modificados por descobertas. Os valores de referência para o Eoceno são os dados do Geogip Time Scale 2012). Os dados para as datas do Permiano, Paleozoico Superior, Carbonífero, Triássico, Permiano e Pré-Cambriano, fornecidas pelas subcomissões respetivas da ICS-IUGS.

Tabela desenhada por K.M. Cohen, D.A.T. Harper e P.L. Gibbard. Fevereiro de 2017 © International Commission on Stratigraphy (IUGS)

Clar, Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013). atualizada) The ICS International chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36: 199-204.

<http://www.stratigraphy.org/ICSSchart/ChronostratChart2017-02BRPortuguese.pdf>

**Figura 1** - Tabela Cronoestratigráfica Internacional. Eopermiano no detalhe do retângulo azul.  
 Fonte: <http://www.stratigraphy.org/ICSSchart/ChronostratChart2017-02BRPortuguese.jpg>. Setembro de 2019.



O norte do estado do Tocantins possui municípios com sítios fossilíferos portadores de abundantes vegetais do Eopermiano (Cisuraliano) (IANNUZZI et al., 2018) e que recebeu a denominação de “Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional” (FPTS) (DIAS-BRITO et al. 2007). Alguns destes sítios paleontológicos encontram-se protegidos na Unidade de Conservação Integral (UC), Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MONAF) (DIAS-BRITO et al. 2007; TAVARES et al., 2014; TAVARES et al., 2016).

O MONAF foi criado por meio da Lei Estadual nº 1.179, em outubro de 2000, está situado na Amazônia Legal, no município de Filadélfia (TO), próximo à fronteira com o estado do Maranhão (DIAS-BRITO et al., 2007).

A Unidade de Conservação está inserida no contexto geológico da Bacia do Parnaíba (IANNUZZI et al., 2018), a qual ocupa uma área de 600 mil km<sup>2</sup> e localiza-se na porção noroeste do Brasil, abrangendo seis estados: Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins. As rochas aflorantes pertencem às formações Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba, constituintes do Grupo Balsas, com predomínio de afloramentos da Formação Motuca (DIAS-BRITO et al., 2007).

Diversas pesquisas científicas nacionais e internacionais foram realizadas na “Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional” e estão sumarizadas no trabalho de Iannuzzi et al. (2018). Tais resultados classificaram as taxa de macrofósseis vegetais (esfenófitas, samambaias, arborescentes e epífitas, e gimnospermas) incidentes na região, no período Permiano, permitindo comparações com outras bacias de idade correlata e interpretações paleoecológicas e tafonômicas (CAPRETZ; ROHN 2013; KURZAWA et al., 2013a,b; TAVARES et al., 2014; NEREGATO et al., 2015; NEREGATO et al., 2017) . A partir das espécies descritas foi possível a proposição de uma nova província fitogeográfica para o Gondwana Ocidental que recebeu a denominação de “Região fitogeográfica do Meio-Norte brasileira” (NEREGATO et al., 2017).

De especial interesse são os achados fitofossilíferos encontrados na porção sudoeste da Bacia do Parnaíba, entre os municípios de Araguaína e Filadélfia, no norte do estado do Tocantins (TAVARES et al., 2014; IANNUZZI et al., 2018). Durante a realização de trabalho de campo no ano de 2007, vários espécimes de fósseis vegetais foram coletados. Entre o material adquirido, foi possível identificar fragmentos de pecíolos supostamente pertencentes à algumas das samambaias arborescentes já descritas na literatura, na América do Sul (Gondwana Ocidental), como *Psaronius* Cotta (1832) e *Tietea* Solms-Laubach (1913) emend. Herbst (1986) da Ordem Marattiales (TAVARES, 2012; ROTHWELL; MILLAY; STOCKEY, 2018a).

Entretanto, há poucos registros na literatura de descrições morfoanatômicas de raques ou pecíolos fósseis que exibem relação orgânica aos caules de Marattiales arborescentes. Apenas dois gêneros foram descritos: *Stiptopteris* Grand'Eury (1877) e *Stewartiopteris* Morgan e Delevoryas (1952b).

Admite-se que para o registro fóssilífero de vegetais, a comparação morfoanatômica é um mecanismo que auxilia no processo de identificação dos espécimes. Pesquisas sobre a Ordem Marattiales e Família Psaroniaceae têm permitido reunir informações importantes sobre a composição de órgãos (estelos, traços foliares, folhas {pinas e ou pínulas} com estruturas reprodutivas, raques, pecíolos, caules, esporângios etc.) da referida família (ROTHWELL; MILLAY; STOCKEY, 2018 a,b).

Cortes prévios em seção transversal dos exemplares coletados na UC mostraram uma possível afinidade à Ordem Marattiales. Em decorrência disso, esse trabalho se justifica por meio de um melhor entendimento da composição anatômica e das variações morfológicas que ocorreram durante o desenvolvimento dos feixes vasculares dos espécimes do Período Permiano, e entendendo-se o surgimento de um novo gênero e espécie. Portanto, contribuindo com a base de informações sobre as Marattiales do Gondwana Ocidental.

## **2. CONTEXTO GEOLÓGICO DO MONUMENTO NATURAL DAS ÁRVORES FOSSILIZADAS DO TOCANTINS (MONAF)**

O Monumento Natural Das Árvores Fossilizadas Do Tocantins (MONAF) está inserido no contexto geológico da Bacia do Parnaíba, na porção sudoeste. A bacia é composta de sedimentos de origem marinha e continental, da qual a deposição origina no Ordoviciano até o Triássico Inferior (GÓES; FEIJÓ, 1994). Essa Bacia ocupa uma área de cerca de 600 mil km<sup>2</sup> da porção noroeste do Nordeste brasileiro (VAZ et al., 2007). Abrange os estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí, Pará e Tocantins, e possui rochas atingindo uma espessura de cerca de 3.500 metros.

As rochas aflorantes pertencem às formações Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba, constituintes do Grupo Balsas. Caules petrificados por sílica são pertencentes à parte média do Grupo Balsas da Bacia do Parnaíba. São especialmente abundantes, entre Araguaína e Filadélfia (TO), podendo ser preservados em arenitos finos e, às vezes, em pelitos. Encontram-se também frequentemente rolados sobre o solo e misturados com fragmentos de sílex. Considerando-se que o sílex é uma das litologias características da Formação Pedra de

Fogo, os caules têm sido tradicionalmente atribuídos a esta unidade (COIMBRA; MUSSA, 1984; MUSSA; COIMBRA, 1987; HERBST, 1992, 1999; GÓES; FEIJÓ, 1994).

No entanto, na região de Araguaína-Filadélfia, ainda não foi claramente demonstrada alguma ocorrência de fósseis vegetais na própria Formação Pedra de Fogo, em sucessões com carbonatos ou evaporitos.

Os depósitos que realmente contêm os vegetais não apresentam rochas carbonáticas e localizam-se em posição estratigráfica um pouco mais alta, devendo ser atribuídos à Formação Motuca (FARIA JR., 1979; FARIA JR.; TRUCKENBRODT, 1980; PINTO; SAD, 1986; DIAS BRITO et al., 2007, 2009; IANNUZZI et al., 2018).

O gênero *Grammatopteris*, um caule de Filicales identificado na região de Filadélfia por Röbller e Galtier (2002), sugere idade eopermiana conforme as outras ocorrências conhecidas na Alemanha e na França, restritas ao Permiano basal. Faltam outras evidências seguras da idade da Formação Motuca.

A origem dos arenitos fossilíferos da Formação Motuca, às vezes com estratificação cruzada de pequeno porte, provavelmente está relacionada a canais fluviais (DIAS BRITO et al., 2007, 2009; CAPRETZ et al., 2008; ROHN et al., 2009; CAPRETZ, 2010; ROHN et al., 2010).

Caules orientados paralelamente também sugerem que o ambiente deposicional apresentou fluxos unidirecionais de alta energia, possivelmente episódicos, gerados durante chuvas torrenciais (DIAS-BRITO et al., 2007, 2009; CAPRETZ et al., 2008; ROHN et al., 2009; CAPRETZ, 2010; ROHN et al., 2010). Pelitos intercalados entre os arenitos devem representar planícies de inundação ou corpos d'água um pouco menos efêmeros, como lagos (RÖBLER; NOLL, 2002; RÖßLER, 2006; DIAS-BRITO et al., 2007, 2009). Conforme discussão apresentada em Capretz e Rohn (2013), Tavares et al. (2014) e Ianuzzi et al. (2018), interpreta-se que a deposição da Formação Motuca ocorreu em condições relativamente secas, talvez com fases ou estações mais úmidas (COIMBRA, 1983; GÓES; FEIJÓ, 1994). Assume-se uma posição paleogeográfica subtropical da bacia sedimentar para o intervalo estudado, conforme as orientações de Röbller (2006) e Dias-Brito et al. (2007).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo Geral

O objetivo geral foi promover a descrição morfoanatômica dos exemplares que foram designados como pecíolos da família Psaroniaceae (Permiano, Bacia do Parnaíba em Filadélfia - TO).

#### 3.2. Objetivo Específico

Situar os espécimes descritos no contexto paleogeográfico dos demais fósseis encontrados na Unidade de Conservação do MONAF.

### 4. FAMÍLIA PSARONIACEAE

Neste estudo é abordado a Ordem Marattiales, que possui os primeiros representantes fósseis no Pennsylvaniano inferior, período Carbonífero. No trabalho de Rothwel; Millay; Stockey (2018a) foi realizada uma revisão do registo da ordem, com indicações dos gêneros e das espécies fósseis descritas, a distribuição paleogeográfica e temporal.

A Ordem Marattiales possui registros fósseis ricos e bem documentados, que estão em sua maioria inseridos na Família Psaroniaceae, sendo encontrados nas províncias Florísticas da Cataísia<sup>1</sup>, Euroamérica e Gondwana, tornando-se componente significativo do período Paleozóico. Os primeiros registros fósseis compreendem ao intervalo Mississippiano – Pennsylvaniano, alcançando o período Triássico e perdurando no início do Cretáceo. O clado diminuiu de importância no fim do Jurássico, tornando-se raro durante o Cretáceo, sendo não bem documentado a partir do Cenozóico. Existem poucos registros de que alguns representantes de Psaroniaceae tenham coabitado com uma outra família, a Marattiaceae, no período Cretaceo (ROTHWELL, G. W.; MILLAY, M. A.; STOCKEY, R. A., 2018a).

As espécies da Família Psaroniaceae habitavam zonas úmidas subtropicais a tropicais e quentes, e regiões áridas e foram numerosas em diferentes continentes durante o tempo geológico (TAVARES et al., 2014; ROTHWELL, G. W.; MILLAY, M. A.; STOCKEY, R. A., 2018a).

---

<sup>1</sup> Província Gondwânica- parte deste enorme supercontinente encontrava-se em paleolatitudes médias-altas no Hemisfério Sul e sob influência glacial/interglacial e pós-glacial durante o Eopermiano (América do Sul, Arábia, Madagascar, Índia, sul do Tibete, Nova Guiné, Austrália e Antártica); Província Angárica - situada entre paleolatitudes médias a altas no Hemisfério Norte (leste dos Urais, Sibéria, Mongólia); Províncias Cataísica (China, Japão, Coreia e Indochina) e Euramericana (América do Norte, leste e oeste da Europa), ambas posicionadas em latitudes baixas, equatoriais e tropicais (CLEAL; THOMAS, 1991; BERTHELIN et al., 2003).

A família Psaroniaceae exibe táxons extintos de Marattiales da era Paleozóica. Alguns gêneros, representados por caules, como *Psaronius* sp. foram elementos representativos de regiões pantanosas no Carbonífero, e áreas mais drenadas, circunscrevendo lagos e rios na Cataísia, Euramérica e Gondwana (ROTHWELL, G. W.; MILLAY, M. A.; STOCKEY, R. A., 2018a).

Os representantes da Família Psaroniaceae são constituídos por órgãos desarticulados da planta inteira (caules, frondes, esporângios, sinângios etc) que receberam uma classificação genérica e específica ao longo dos anos, contribuindo para um melhor conhecimento da família. Deste modo, algumas características foram responsáveis por definir a família, tais como:

These include (1) stem tissues externally limited by a cylinder of sclerenchyma dissected only by leaf trace departure, (2) highly dissected fronds with small pinnules and rachides that lack both stipules and pulvini, (3) root mantle production, and (4) syngangia with exannulate sporangia that separate as a part of spore release (ROTHWELL et al., 2018a, p. 284).

De especial interesse são os gêneros e espécies caulinares descritos na América do Sul e encontrados no Brasil (TAVARES, 2012) (Quadro 1). Por meio da composição anatômica e morfológica dos feixes vasculares dos estelos que compõem os caules é possível estabelecer uma relação com os feixes vasculares de pecíolos e ou frondes encontrados nos sedimentos.

Conforme os estudos minuciosos da anatomia e morfologia das espécies de *Psaronius* sp. e *Tietea* sp. (TAVARES, 2012), foi possível verificar que os exemplares aqui descritos diferenciam-se do que já foi proposto pela literatura, destinado à descrição de pecíolos e ou frondes (GRAND'EURY, 1877; MORGAN; DELEVORYAS, 1952b, STIDD, 1971).

**Quadro 1** - Espécies de caules de samambaias arborescentes descritas no território brasileiro.

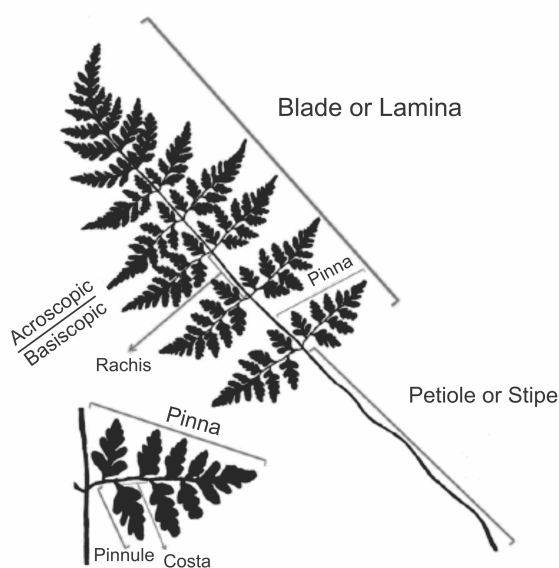
Marattiales brasileiras		Bacia	
Espécie	Autores	Parnaíba	Paraná
<i>Psaronius brasiliensis</i>	Brongniart (1872), Pelourde (1912), Derby (1913), Herbst (1985)	X	
<i>Psaronius arrojadoi</i>	Pelourde (1914), Herbst (1985); Tavares <i>et al.</i> (no prelo)	X	X
<i>Psaronius sinuosus</i>	Herbst (1999)	X	
<i>Tietea singularis</i>	Solms-Laubach (1913), Derby (1915), Herbst (1986), Tavares <i>et al.</i> (no prelo)	X	X
<i>Tietea derbyi</i>	Herbst (1992)	X	
Marattiales/ Gen. et sp. indet.	Maniero (1954), Nehls (2004), Tavares <i>et al.</i> (no prelo)		X

Fonte: Tavares, 2012.

## 5. *Stipitopteris* e *Stewartiopteris*

Pecíolos e raques são órgãos que auxiliam na sustentação, respectivamente, da fronde e conjunto de pinas ou pínulas, conforme demonstrado na (Figura 2) e são constituídos por feixes vasculares responsáveis pela passagem de água, nutrientes, destinados às folhas (VASCO; MORAN; AMBROSE, 2013).

**Figura 2** - Terminologia aplicada a uma fronde de samambaia.



Fonte: VASCO; MORAN; AMBROSE (2013).

Pecíolos do tipo *Stipitopteris* Grand'Eury (1877) e raques do tipo *Stewartiopteris* Morgan e Delevoryas (1952b) são os únicos mencionados na literatura. A ocorrência dos pecíolos e raques fragmentados do Pensilvaniano e Permiano Inferior na Euraméria descritos como *Stipitopteris* e *Stewartiopteris*, sugere que ambos representam apenas partes distintas de feixes vasculares dentro da fronde (STIDD, 1971, 1974).

A composição anatômica e morfológica destes feixes vasculares (e.g. *Stipitopteris*) são condizentes com aqueles encontrados no estelo e cicatrizes foliares de *Psaronius* spp.

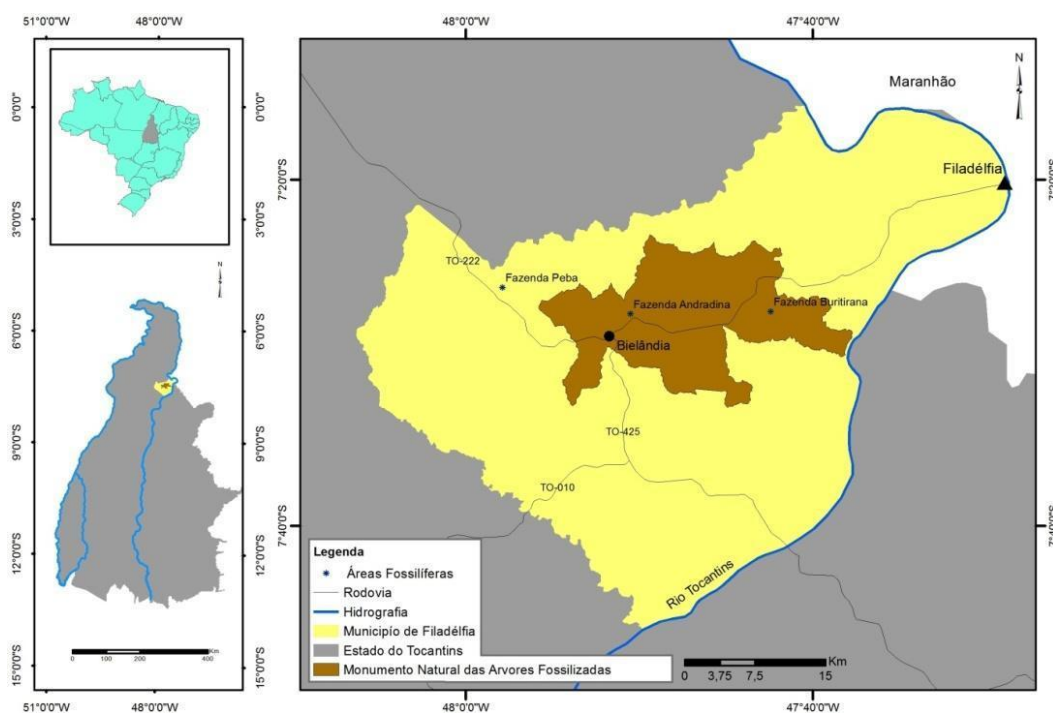
As espécies descritas, exibem em seção transversal traços de feixe vascular isolado em forma de “W”, forma de “C” e também em formato de ferradura, com feixes vasculares em tamanhos variados, levemente elípticos, com extremidades livres e curvadas. Porém, os feixes são sempre contínuos.

Röbber e Noll (2002) noticiaram a presença de algumas raques no MONAF, as quais informaram pertencer à *Stiptopteris* spp. Pesquisas subsequentes (TAVARES et al., 2009; TAVARES, 2012) apontaram também a existência de pecíolos da Ordem Marattiales com feixes vasculares diferentes daqueles mencionados na literatura internacional. Por meio da presença de novos exemplares foi possível identificá-los como raques, havendo a necessidade de descrição de outros exemplares.

## 6. MATERIAL E MÉTODO

Os fósseis selecionados para análise foram coletados no MONAF, no município de Filadélfia, norte do estado do Tocantins, situado entre Araguaína e Filadélfia, na Fazenda Buritirana (Fig. 3) no ano de 2007, durante a realização de trabalho de campo de alunos da UNESP.

**Figura 3.** Mapa de localização do Município de Filadélfia, com o Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MONAF) em marrom.



Fonte: (MACHADO; SOUZA, 2018).

Os exemplares estão armazenados no Laboratório de Coleções Biológicas e Paleontológicas da Universidade Federal do Tocantins - Campus Araguaína.

Foram efetuadas descrições externas e medidas de três espécimes de fragmentos de pecíolos. Os fósseis estão sob a sigla TOF seguidos de uma numeração: TOF 100, TOF 256 e TOF 286.

Os exemplares estão preservados tridimensionalmente como petrificações<sup>2</sup>. Após a descrição externa e anotações das medidas de comprimento, largura e altura, os mesmos foram digitalizados, alguns destes foram selecionados para a confecção de lâminas petrográficas e outros foram polidos por meio de politriz. Esses dois procedimentos permitiram analisar a estrutura anatômica e morfológica dos fósseis.

A confecção de lâminas petrográficas foi realizada na UNESP- Câmpus Rio Claro, no Laboratório de Lâminas Petrográficas do Curso de Geologia. O material que está polido também foi examinado na UNESP-Rio Claro, com o uso do estereomicroscópio Leica com aumento de 0,63x até 100x.

As análises morfoanatômicas foram realizadas em seções transversais com material preservado tridimensionalmente. As imagens e medidas celulares foram obtidas, por meio do estereomicroscópio ZEISS (Stereo Discovery V.20) com aumento de 7,5x até 150x e capturadas pelo programa: AxionVision Rel. 4.8 no Laboratório de Bioestratigrafia e Fotomicrografia (LBF) da Unespetro, no Câmpus Rio Claro. Para o material polido utilizou-se o Estereomicroscópio Leica com aumento de 0,63x até 100x e câmera clara acoplada a confecção de desenhos que ilustram o desenvolvimento e morfologias dos feixes vasculares. Para a ilustração dos espécimes, utilizou-se também o programa: Inkscape versão 0.92.4.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor organização das informações optou-se por estruturar as descrições dos exemplares em duas etapas: a descrição externa e a interna. As descrições externas, foram realizadas por meio das medidas (comprimento, largura e altura) e por meio da identificação de cicatrizes. Três exemplares foram utilizados para descrição: TOF 100, 256 e 282. Os quais são considerados pecíolos.

Descrição externa: Na análise observada dos fragmentos nota-se que são relativamente pequenos, com formações irregulares e alguns exibem características de cicatrizes externas que são proeminentes e levemente circulares. As medidas estão na tabela 1.

---

<sup>2</sup> Petrificação é o resultado de uma combinação dos processos de permineralização e substituição envolvendo a degradação e mineralização simultâneas. Geralmente esses processos ocorrem simultaneamente. Wood Petrification (MUSTOE, 2017).



**Tabela 1** - Medidas externas dos exemplares: TOF 100, TOF 256 e TOF 282.

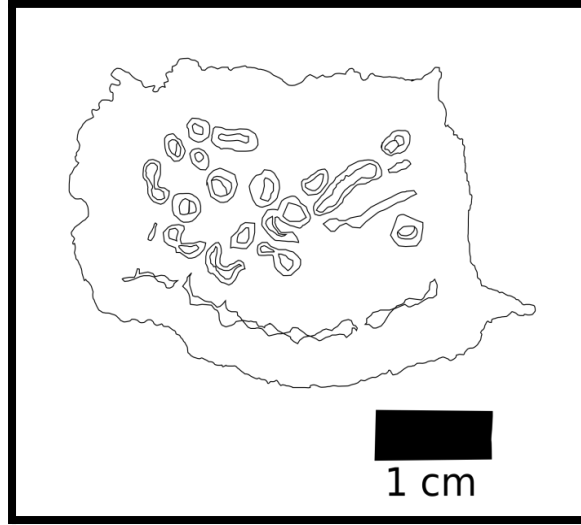
Exemplar (TOF)	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Presença de cicatrizes
TOF 100	3,9	2,6	6,6	SIM
TOF 256	4,8	2,8	4,7	SIM
TOF 282	6,1	3,0	6,8	NÃO

Descrição interna: Para melhor compreensão das estruturas que são descritas, foi efetuado uma sequência de desenhos que apresenta a organização dos feixes vasculares de um exemplar (Fig. 4).

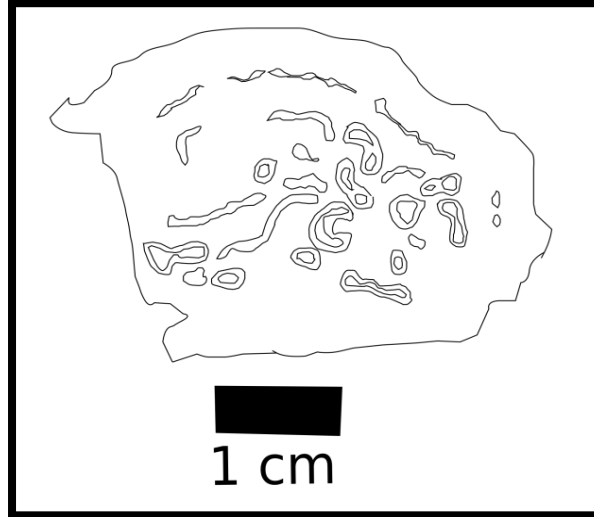
TOF 100 D-E: As estruturas identificadas no interior do pecíolo são os feixes vasculares, distribuídos de modo não ordenado, no córtex. Em corte transversal, eles possuem morfologias diversificadas: circulares, ovais, compridas e bem irregulares e em forma de grãos de feijão. Possuem comprimentos de 2349,4  $\mu\text{m}$  a 12919,8  $\mu\text{m}$  e larguras de 885,7  $\mu\text{m}$  a 3002,1  $\mu\text{m}$  e diâmetro de 1700,6  $\mu\text{m}$  a 1951,3  $\mu\text{m}$ . Em termos de composição de tecidos, os feixes vasculares são circunscritos por células parenquimáticas, isodiamétricas a poligonais, com medidas de em torno de 342,4  $\mu\text{m}$  a 1062  $\mu\text{m}$  (Fig.5). O metaxilema, em seção transversal, possui formas circular a poligonal com diâmetros de 521,2  $\mu\text{m}$  a 1298,7  $\mu\text{m}$  e o protoxilema, poligonal a circular com diâmetros de 1,3  $\mu\text{m}$  a 475,4  $\mu\text{m}$ . Não há seção longitudinal do espécime.

**Figura 4** - Sequência dos feixes vasculares do TOF 100 [A-F].

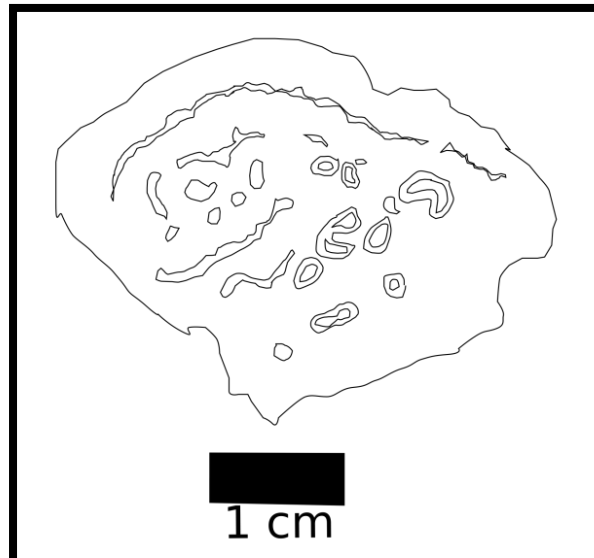
**B**



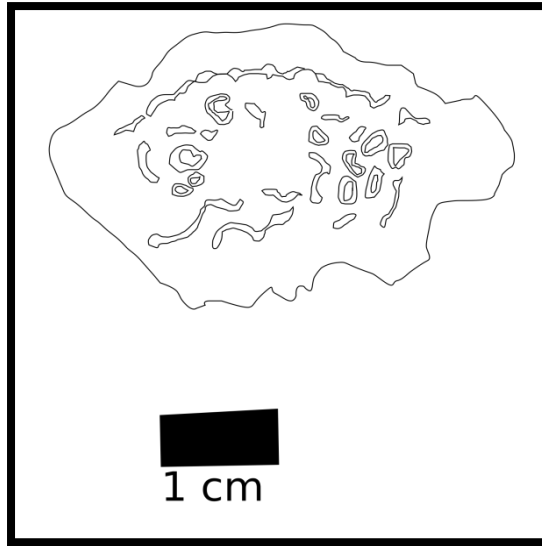
**C**



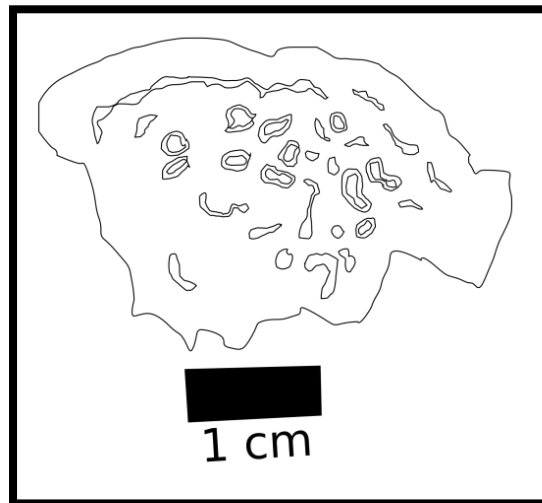
**D**



**E**

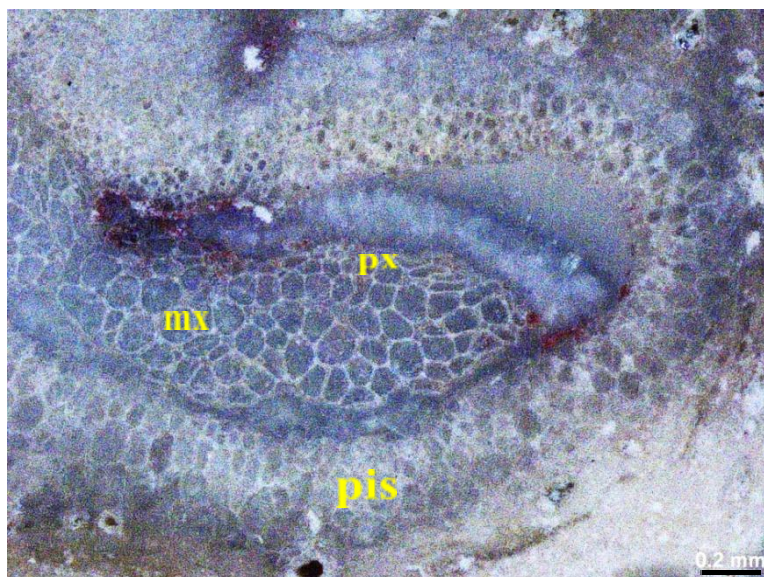


**F**



Fonte: Coutinho, B. K. (2019).

**Figura 5.** Seção transversal do TOF 100D. Feixe vascular limitado por células parenquimáticas isodiamétricas (pis). Metaxilema (mx) e o protoxilema (px).

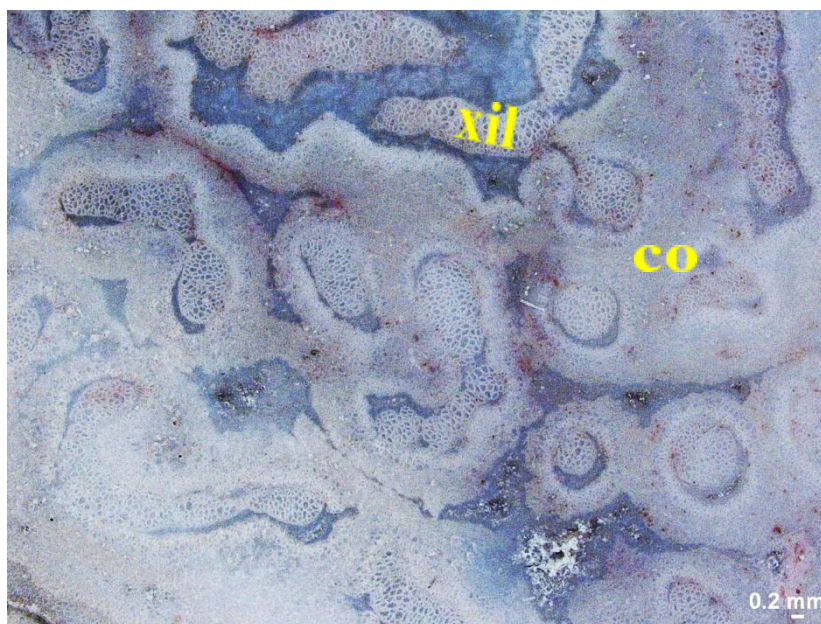


Fonte: Coutinho, B. K. (2019).

TOF 256 B: Em seção transversal, os feixes vasculares possuem morfologias circulares e bem irregulares. Possuem larguras de 1215  $\mu\text{m}$  a 12787,3  $\mu\text{m}$ . Os feixes vasculares são envoltos por células parenquimáticas ou esclerenquimáticas, não é possível distinguir ao certo, pois a qualidade da imagem não permite. O metaxilema, em seção transversal, possui forma circular com diâmetros de 403,3  $\mu\text{m}$  a 501,9  $\mu\text{m}$  e o protoxilema, poligonal a circular com diâmetros de 0,3  $\mu\text{m}$  a 377,6  $\mu\text{m}$ . Não há seção longitudinal do espécime.

TOF 282 A-B: Em seção transversal, os feixes vasculares possuem morfologias diversificadas: circulares, ovais, compridas e irregulares (Fig. 6). Possuem comprimentos de 2744,7  $\mu\text{m}$  a 1467,1  $\mu\text{m}$  e larguras de 15,2  $\mu\text{m}$  a 1351,4  $\mu\text{m}$ . Na composição dos tecidos, os feixes vasculares estão envolvidos por células parenquimáticas e esclerenquimáticas. O metaxilema, em seção transversal, possui forma circular a poligonal com diâmetros de 300,3  $\mu\text{m}$  a 820,1  $\mu\text{m}$  e o protoxilema, poligonal a circular com diâmetros de 136,5  $\mu\text{m}$  a 204,8  $\mu\text{m}$ . Não há seção longitudinal do espécime.

**Figura 6.** Seção transversal do TOF 282B. Feixes vasculares distribuídos no córtex (co) com morfologias diversificadas. Interior contém xilema (xil).



Fonte: Coutinho, B. K. (2019).

Diante das análises realizadas percebe-se que a morfologia dos feixes vasculares são diferentes dos espécimes estudados por Grand'Eury (1877), Morgan e Delevoryas (1952b), *Stiptopteris* e *Stewartiopteris*, a morfologia dos feixes são diferentes, elas são longas e contínuas, lembrando uma fita. E conforme o grau de desenvolvimento, podem adquirir morfologias na forma de um “C” ou mesmo de um “W”. Tais espécimes estão associados aos feixes vasculares descritos para os caules de *Psaronius* Cotta (1832) (LENZ, 1942; MORGAN; DELEVORYAS, 1952b; STIDD, 1974).

Tavares et al. (2009), em descrições preliminares, já haviam anunciado a existência de pecíolos que exibiam morfologias distintas daquelas descritas para as samambaias encontradas na Floresta Setentrional do Tocantins. Tavares (2012) descreveu dois exemplares que considerou como raques procedentes do MONAF. Por meio das suas descrições, que se desdobram em informações que abrangem a morfologia dos feixes vasculares e a composição anatômica dos mesmos, foi possível verificar semelhanças com o material aqui descrito. Com esta nova percepção, podemos chegar ao fator de um novo gênero e espécie, para os exemplares descritos neste trabalho. Algo que chama a atenção é o fato de exibirem feixes vasculares que se tornam dissecados, com vários ciclos, semelhantes aos caules de *Tietea* sp. Essa espécie caulinar está distribuída em estratos permianos da Bacia do Paraná e Parnaíba (TAVARES, 2012).

## 8. CONCLUSÃO

As descrições anatômicas e morfológicas permitiram indicá-los como pecíolos de samambaias arborescentes, muito provavelmente correspondem à *Tietea singularis*, espécie comum nos estratos permianos do MONAF.

Os novos espécimes foram reunidos junto à descrição inicial realizada por Tavares (2012) e não publicada, seguindo as orientações do Código Internacional de Nomenclatura para algas, fungos e plantas, para compor gênero e espécie novos.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTHELIN, M., BROUTIN, J., KERP, H., CRASQUIN-SOLEAU, S., PLATEL, J. P., ROGER, J. The Oman Gharif mixed paleoflora: a useful tool for testing Permian Pangea reconstructions. **Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeocology**, v. 196, p. 85-98. 2003.

CAPRETZ, R.L. **Paleoecologia e Tafonomia da Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional (Bacia do Parnaíba, Permiano)**. 2010. 172 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2010.

CAPRETZ R.L.; ROHN. R. Lower Permian stems as fluvial paleocurrent indicators of the Parnaíba Basin, northern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. v.45, p.69-82, 2013.

CAPRETZ, R. L., ROHN, R., TAVARES, T. M. V., RÖßLER, R., NOLL, R.; DIAS-BRITO, D. Stem orientation and paleoenvironments in Permian fluvial deposits of the Parnaíba Basin, Central North Brazil. In: 12th INTERNATIONAL PALYNOLOGICAL CONGRESS (IPCXII), 8th INTERNATIONAL ORGANISATION OF PALAEOBOTANY CONFERENCE (IOPC-VII), Bonn, 2008. Germany. **Abstract...**, p. 44. 2008.

CLEAL, C.J.; THOMAS, B. A. Carboniferous and Permian palaeogeography. In: Cleal, C.J. (Ed.). **Plant fossils in geological investigation: the Palaeozoic**. England: Ellis Horwood, p.155-181. 1991.

COIMBRA, A. M. **Estudo sedimentológico e geoquímico do Permo-Triássico da Bacia do Maranhão**. Tese de Doutorado. 2v. Universidade de São Paulo. São Paulo. Brazil. 1983.

COIMBRA, A. M., MUSSA, D. Associação lignitaflorestal na formação Pedra de Fogo, (Arenito Cacunda), Bacia do Maranhão-Piauí, Brasil. **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia**, Rio de Janeiro, p. 591-605. 1984.

COTTA, B. Die Dendrolithen in Bezug auf ihren inneren Bau. **Leipzig und Dresden (Arnoldische Buchhandlung)**, 89p. 1832.

DIAS-BRITO, D., ROHN, R., CASTRO, J. C., DIAS, R. R., RÖßLER, R. Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional. – O mais exuberante e importante registro florístico tropical-subtropical permiano no Hemisfério Sul. In: **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, editado by Winge, M., Schobbenhaus, C., Berbert-Born, M., Queiroz, E.T., Campos, D.A, Souza, C.R.G., Fernandes, A.C.S. Edç. 1, vol. 1. p. 1-15. 2007. Brasília: [www.unb.br/ig/sigep/sitio104/sitio104.pdf](http://www.unb.br/ig/sigep/sitio104/sitio104.pdf)

DIAS-BRITO, D., ROHN, R., CASTRO, J. C., DIAS, R.R., RÖLER, R. Floresta petrificada do Tocantins Setentrional - O mais exuberante e importante registro florístico tropicalsubtropical permiano no Hemisfério Sul. In: **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.**, edited by Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.. e ed 2. Vol. 2, 337-354p. Brasília: CPRM/SIGE. 2009.

FARIA JR., L. E. C. Estudo sedimentológico da Formação Pedra de Fogo- Permiano, Bacia do Maranhão. **Dissertação de Mestrado**. 57 p. UFPA. 1979.

FARIA JR., L. E., TRUCKENBRODT, W. Estratigrafia e Petrografia da Formação Pedra de Fogo. **Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia**, v.2, p. 740-754. 1980.

GÓES, A.M.O.; SOUZA, J.M.P. de; TEIXEIRA, L.B. Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba. **Bol. Téc. da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 4, nº1, p. 56-64, 1990.

GÓES, A.M.O.; TRAVASSOS, W.A.; NUNES, K.C. Projeto Parnaíba – Reavaliação da bacia e perspectivas exploratórias. **Belém: Petrobras**, 1993, v. 1

GÓES, A. M. O, FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v.8, n.1, pp. 57-67, jan/mar. 1994.

GRAND'EURY, F. C. Flore Carbonifère du Département de La Loire et du centre de la France. **Acad. Sci. de Inst. De France, Mem.** v. 24. 624p. 1877.

HERBST, R. Studies on Psaroniaceae. I. The family Psaroniaceae (Marattiales) and a redescription of *Tietea singularis* Solms-Laubach, from the Permian of Brazil. In: CONGRESO ARGENTINO PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 4., 1986, Mendoza. **Actas Mendoza** 1, p. 163-171, 5 pls.

HERBST, R. Studies on Psaroniaceae. III. *Tietea derbyi* v. sp., from the Permian of Brazil. Cour. Forsch.- **Inst. Senckenberg**, v.147, p. 155-161. 1992.

HERBST, R. Studies on Psaroniaceae. IV. Two species of *Psaronius* from Araguaína, State of Tocantins, Brazil. **Facena**, v. 15, p. 9-17. 1999.

IANNUZZI, R.; NEREGATO, R.; CISNEROS, J.C.; ANGIELCZYK, K.D.; RÖBLER, R.; ROHN, R.; MARSICANO, C.; FRÖBISCH, J.; FAIRCHILD, T.; SMITH, R. M.H.; KURZAWA, F.; RICHTER, M.; LANGER, M.C.; TAVARES, T.M.V.; KAMMERER, C.F.; CONCEIÇÃO, D.M.; PARDO, J.D.; ROESLER, G.A. Re-evaluation of the Permian

macrofossils from the Parnaíba Basin: biostratigraphic, palaeoenvironmental and palaeogeographical implications. **Geological Society, London, Special Publications**, [s.l.], v. 472, n. 1, p.223-249, 2018. Geological Society of London. <http://dx.doi.org/10.1144/sp472.14>.

KURZAWA, F.; IANNUZZI, R.; MERLOTTI, S.; RÖBLER, R.; NOLL, R. New gymnospermous woods from the Permian of the Parnaíba Basin, Northeastern Brazil, Part I: *Ductoabietoxylon*, *Scleroabietoxylon* and *Parnaiboxylon*. **Review of Palaeobotany and Palynology**. v.195, p.37-49, 2013a.

KURZAWA, F.; IANNUZZI, R.; MERLOTTI, S.; ROHN, R. New gymnospermous woods from the Permian of the Parnaíba Basin, Northeastern Brazil, Part II: *Damudoxylon*, *Kaokoxylon* and *Taeniopitys*. **Review of Palaeobotany and Palynology**. v.195, p.50-64, 2013b.

LENZ, L. W. Contributions to Our Knowledge of American Carboniferous Floras. III. *Stipitopteris*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.. 29, no. 2, 1942, pp. 59–68.

MACHADO, C. A.; SOUZA, B. P. de. Potencial Paisagístico Na Unidade De Conservação Monumento Natural Das Árvores Fossilizadas Do Tocantins (Monaf), Município De Filadélfia (To). **Caminhos de Geografia**, [s.l.], v. 19, n. 68, p.250-265, 19 dez. 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg196817>.

MORGAN, J., DELEVORYAS, T. An anatomical study of *Stipitopteris*. **American Journal of Botany**, v. 39, p. 474-478. 1952a.

MORGAN, J., DELEVORYAS, T. *Stewartiopteris singularis*: a new psaroniaceous fern rachis. **American Journal of Botany**, v. 39, p. 479-484. 1952b.

MUSSA, D., COIMBRA, A. C. Novas perspectivas de comparação entre as tafofloras permianas (de lenhos) das bacias do Paraná e Parnaíba. **Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro**. Vol. II. p. 901-923. 1987.

MUSTOE, G. E. Wood petrification: A new view of permineralization and replacement. **Geosciences**, v. 7, n. 4, p. 119, 2017.

NEREGATO, R.; RÖBLER, R.; ROHN, R.; NOLL, R. New petrified calamitaleans from the Permian of the Parnaíba Basin, central-north Brazil. Part I. **Review of Palaeobotany and Palynology**. v.215, p.23-45, 2015.

NEREGATO, R., RÖBLER R., IANNUZZI, R., NOLL, R., HON, R. New petrified calamitaleans from the Permian of the Parnaíba Basin, central-north Brazil, part II, and phytogeographic implications for late Paleozoic floras. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.237. p. 37-61, 2017.

PRADO, J., SYLVESTRE, L.S. Introdução: as samambaias e licófitas do Brasil. In: FORZZA, RC., org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 69-74. Vol. 1.



PRYER, K. M.; SCHNEIDER, H.; SMITH, A. R.; CRANFILL, R.; WOLF, P. G.; HUNT, J. S.; SIPES, S. D. Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closest living relatives to seed plants. **Nature**, v. 409, n. 6820, p. 618-622, 2001a.

PINTO, C. P., SAD, J. H. G. Revisão estratigráfica da Formação Pedra de Fogo, borda sudoeste da Bacia do Paranaíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia. **Anais...**, SBG. v. 1, p. 346-358. 1986.

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 8ª ed. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 2014.

ROTHWELL, G. W.; MILLAY, M. A.; STOCKEY, R. A. Escapia gen. nov.: morphological evolution, paleogeographic diversification, and the environmental distribution of marattialean ferns through time. In: **Transformative paleobotany**. Academic Press, 2018a. p. 271-360a.

ROTHWELL, G. W.; MILLAY, M. A.; STOCKEY, R. A. Resolving the overall pattern of marattialean fern phylogeny. **American journal of botany**, v. 105, n. 8, p. 1304-1314, 2018b.

ROHN, R., CAPRETZ, R. L., TAVARES, T. M. V., RÖBLER, R., NOLL, R. Stem orientation analysis in Permian fluvial deposits of the Parnaíba Basin (Tocantins, centralnorth Brazil). In: SIMPOSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÁNICA Y PALINOLOGÍA, 14, Mar del Plata. **Resúmenes...** Mar del Plata, Universidad Nacional de Mar del Plata, v.1, pp.7. 2009

ROHN, R., CAPRETZ, R.L., TAVARES, T.M.V. Taphonomic analysis of Permian stems in Parnaíba Basin (Tocantins, North Brazil). In: 18th International Sedimentological Congress, Mendoza 2010, **Abstracts...**, Argentina, International Association of Sedimentologists, pp. 764. 2010.

RÖBLER, R. Two remarkable Permian petrified forests: correlation, comparison and significance. In: Non-Marine Permian Biostratigraphy and Biochronology. **Geological Society**, London, Special Publication, v. 265, p. 39-63. 2006.

RÖBLER, R., GALTIER, J. First Grammatopteris tree ferns from the Southern Hemisphere - new insights in the evolution of the Osmundaceae from the Permian of Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 121, n. 3-4, p. 205-230. 2002.

RÖBLER, R.; NOLL, R. Der permische versteinerte Wald von Araguaina/Brasilien – Geologie, Taphonomie und Fossilführung. **Veröff. Mus. Naturkunde Chemnitz**. v.25, p.5-44, 2002.

SMITH, A. R.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P.G. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006a.

SOLMS-LAUBACH, H. G. Z. Tietea singularis, ein neuer Fossiler Pteridinen-Stamm aus Brasilien.-**Zeitschr. Botanik**, v. 5, n.9, p. 673-700. 1913.

STIDD, B. M. Morphology and anatomy of the frond of Psaronius. **Palaeontographica Abt. B.**, v. 134, p. 87-123. 1971

STIDD, B. M. Evolutionary trends in the Marattiales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 61, p. 388-407. 1974.

STRATIGRAPHY. Chronostrat Chart 2017-02BR Portuguese. Disponível em: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02BRPortuguese.jpg>. Acesso em: 20 set. 2019.

TAVARES, T.M.V. **Estudo de Marattiales da "Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional" (Permiano, Bacia do Parnaíba)**. 2012. 185 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2012.

TAVARES, T.M.V., ROHN, R., RÖBLER, R., NOLL, R. Petrified Marattiales pinnae from the Lower Permian of North-Western Gondwana (Parnaíba Basin, Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 201, p. 12-28, 2014.

TAVARES, T.M.V.; ROHN, R.; CAPRETZ, R.L; RÖBLER, R. & NOLL, R. Permian Marattialelean petioles from the western tropical Gondwana (Parnaíba Basin, Tocantins, Brazil). **Anais...**, XIV Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Mar del Plata, v.1, p.13. 2009.

TAVARES, T.M.V.; AIRES, H. A.; PIRES, E. F.; ROHN, R. Monumento Natural Das Árvores Fossilizadas Do Tocantins: Contribuições E Desafios. **Revista Desafios** – v. 03, n. 02, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2016v3n2p51>>. Acesso em: 02/11/2017.

VASCO, A.; MORAN, R. C.; AMBROSE, B. A. The evolution, morphology, and development of fern leaves. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 345, 2013.

VAZ, Z. T., REZENDE, V. G. A. M., FILHO, J. R. W. TRAVASSO, W. A. S. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 253-263. 2007.

ZUQUIM, G., COSTA, F. R., PRADO, J., E TUOMISTO, H. **Guia de samambaias e licófitas da REBIO Uatumã, Amazônia Central**. Ed. Attema, Manaus. 2008.