



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PORTO NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE, ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

TALUANY SILVA DO NASCIMENTO

NOVOS REGISTROS DE ANGIOSPERMAS PLEISTOCÊNICAS PARA
FORMAÇÃO RIO MADEIRA, BACIA DO ABUNÃ, RONDÔNIA, BRASIL

PORTO NACIONAL (TO)
2021

TALUANY SILVA DO NASCIMENTO

**NOVOS REGISTROS DE ANGIOSPERMAS PLEISTOCÊNICAS PARA
FORMAÇÃO RIO MADEIRA, BACIA DO ABUNÃ, RONDÔNIA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Biodiversidade, ecologia e
conservação da Universidade Federal do Tocantins,
como parte dos requisitos para obtenção de título de
mestre em biodiversidade, ecologia e conservação.

Orientadora: Dra. Etiene Fabbrin Pires Oliveira

PORTO NACIONAL (TO)
2021

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

- N244n Nascimento, Taluany Silva do.
Novos registros de angiospermas pleistocênicas para Formação Rio Madeira, Bacia do Abunã, Rondônia, Brasil. / Taluany Silva do Nascimento. – Porto Nacional, TO, 2021.
61 f.
Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Biologia, Ecologia e Conservação, 2021.
Orientadora : Etiene Fabbrin Pires Oliveira
1. Paleoflora. 2. Região Amazônica. 3. Moraceae. 4. Myrtaceae. I. Título
CDD 577
-

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).

Taluany Silva do Nascimento

Novos registros de angiospermas pleistocênicas para formação rio Madeira, Bacia do Abunã, Rondônia, Brasil.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ecologia e Conservação e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 28/04/2021

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Etiene Fabbrin Pires Oliveira (Orientadora), UFT

Prof. Dr. André Jasper, Univates

Prof. Dr. Yuri Modesto Alves, UFT

Porto Nacional - TO, 2021

AGRADECIMENTOS

Durante o meu mestrado foram muitas as pessoas que contribuíram e passaram pelo meu caminho influenciando de forma direta e indireta na construção desse trabalho. Sou grata a todos! Creio que não seja possível expressar tamanha gratidão, mas escreverei algumas palavras destacando essas contribuições, sem ordem de importância, mesmo correndo o risco de esquecer algum nome.

O Laboratório de Paleobiologia da Universidade Federal do Tocantins, campus Porto Nacional, foi meu lar acadêmico durante os últimos 5 anos. Nesse ambiente eu passei por diversas situações que muito contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal. Obrigada Aline Lopes, Débora Ulisses, Victoria Silva e Sara Lima. Mariana Costa, sou grata pelas conversas e apoio. Yuri Modesto, obrigada pelos inúmeros conselhos profissionais, pelas oportunidades de acompanhar teu trabalho e aprender mais. A Etiene Fabbrin, uma pessoa incrível que muito fez por mim enquanto mãe-orientadora, sou grata pelos ensinamentos para trilhar esses caminhos acadêmicos, pela confiança e liberdade para aprendermos a lidar com as mais diversas situações. Enquanto sua (des)orientanda aprendi que fazemos ciência de qualidade!

A turma 2019 do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, ecologia e conservação (PPGBec-UFT), composta por pessoas dedicadas e bons pesquisadores. Fizemos campos e encontros memoráveis. Obrigada Lucas Bezerra, Iury César e Geovana Andrade pelas conversas e contribuições. A Rayna e Sharles, meus dois companheiros em Porto Nacional, vocês são pessoas incríveis que tive a sorte de conviver durante esses dois anos. Obrigada pelo imensurável companheirismo. Fizeram dos perrengues durante mestrado uma experiência mais leve. Aos excelentes professores do PPGBec, em destaque ao Thiago Nilton pelas conversas e oportunidade de aprender mais com a vivência de campo.

Nos últimos dois anos tive a oportunidade de participar de eventos científicos e atividades de campo, certamente essas participações me proporcionaram experiências enriquecedoras e contatos com os mais diferentes profissionais. Nesse contexto, gostaria de agradecer ao André Jasper e Cátia, pela excelente estadia durante meus dias em Lajeado-RS. Obrigada André por oportunizar minha participação em campo e a visita ao Laboratório de Paleobotânica e Evolução de Biomas (UNIVATES), à turma desse laboratório agradeço o

acolhimento, em especial a Andrea Pozzebon por me auxiliar em parte da produção da documentação gráfica deste trabalho.

A minha família paterna e materna, pois muitos são os familiares que torcem por mim e se preocupam com minha formação. Obrigada tios, tias, primas, avôs e avós. Em especial ao meu pai e minha mãe, que não medem esforços ao fazer de tudo por mim, obrigada pelo incentivo ao estudo. José Mendonça, sou grata pelo imenso companheirismo, pela paciência e incentivo para me manter firme nos meus objetivos. Jânio Carlos, Vanessa Nogueira, Allan Carlos e Priscilla Ribeiro são parte da família em Porto Nacional, obrigada pelo apoio, parte da minha permanência nessa cidade devo a vocês.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), obrigada pelo incentivo financeiro.

...Meu muito obrigada! Espero retribuir a todos fazendo ciência de qualidade.

VIVA a Universidade pública, e NÃO ao desmonte da educação brasileira!

RESUMO

A paleobotânica é uma ciência multidisciplinar na qual a botânica e a geologia se interligam no estudo das plantas fósseis, visando a reconstrução dos fitofósseis isolados e/ou fragmentados e a compreensão da relação das plantas fósseis com as plantas atuais, bem como sua trajetória evolutiva. Devido a abundância de folhas fósseis nas assembleias fossilíferas foram desenvolvidas metodologias de classificação taxonômica com base na arquitetura foliar, sendo esses caracteres amplamente utilizados para o estabelecimento de inferências paleoambientais baseadas na relação das características da fisionomia foliar com as variáveis ambientais. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é definir o padrão de arquitetura foliar de folhas fósseis de angiospermas provenientes do Pleistoceno Superior da Bacia Sedimentar do Abunã, estabelecendo suas afinidades sistemáticas e taxonômicas, e assim contribuir para a caracterização da paleobiodiversidade da área de estudo ao longo do Pleistoceno Superior. Os materiais de estudo são provenientes da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Jirau, localizada no Estado de Rondônia, coletados no Afloramento Estaca 93, Formação Rio Madeira, Bacia Sedimentar do Abunã. As folhas foram analisadas em estereomicroscópio, com auxílio de paquímetro para as mensurações. Para documentação gráfica, foram obtidas macrofotografias com câmera digital e microfotografias em estereomicroscópio. As fotografias foram redesenhadas (*line drawing*) com o intuito de detalhar o padrão de venação até a ordem preservada. A descrição da arquitetura foliar seguiu as terminologias propostas no Manual de Arquitetura Foliar, e a fim de se realizar a identificação até o nível taxonômico possível, os materiais foram comparados com espécimes já descritos na literatura paleobotânica e em inventários botânicos atuais. Os resultados apresentam a descrição e afinidade botânica de sete espécimes foliares de angiospermas, sendo três desses espécimes incluídos apenas como pertencentes às Eudicotiledôneas, dois com afinidades a família Moraceae e dois a família Myrtaceae. A distribuição atual e a tolerância ambiental dessas famílias demonstram que ambas estão mais relacionadas a regiões de clima tropical úmido, o que vem a ser confirmado com base nos detalhes morfológicos preservados. Portanto, nossos dados corroboram com outros trabalhos realizados com a paleoflora do contexto Amazônia, que inferem a presença de uma floresta tropical e um clima semelhante ao atual no Pleistoceno Superior.

Palavras-chave: Paleoflora. Região amazônica. Moraceae. Myrtaceae. Quaternário.

ABSTRACT

Paleobotany is an interdisciplinary science in which botany and geology are interconnected in the study of fossil plants, aiming at the reconstruction of isolated and / or fragmented phytofossils and the knowledge about the relationship between fossil and current plants, as well as their evolutionary trajectory. Due to the abundance of fossil leaves in a fossil assemblage, taxonomic classification methodologies were developed based on leaf architecture, and these characters are widely used to establish paleoenvironmental inferences based on the relationship of leaf physiognomy characteristics with environmental variables. Thus, the objective of the present work is to define the leaf architecture pattern of fossil angiosperm leaves from the Upper Pleistocene of the Abunã Basin, establishing its systematic and taxonomic affinities, and thus contribute to the characterization of the paleobiodiversity of the study area along the Upper Pleistocene. The materials come from the area covered by the Jirau DAM, Rondônia State, collected at the Estaca 93 Outcrop, Rio Madeira Formation, Abunã Basin. The leaves were analyzed in a stereomicroscope with the aid of a caliper for measurements. For graphic documentation, macrophotographs with digital camera and stereomicroscope microphotographs were obtained. The photographs were redrawn (line drawing) to detail the venation pattern to the preserved order. The description of leaf architecture followed the terminologies proposed in the Manual of Leaf Architecture, and to carry out the identification to the possible taxonomic level. The materials were compared with specimens already described in paleobotanical literature and in current botanical inventories. The results show the description and botanical affinity of seven leaf specimens of angiosperms, which three of these specimens included only as belonging to the Eudicotyledons, two with affinities to the Moraceae family and two to the Myrtaceae family. The current distribution and the environmental tolerance of these families demonstrate that both are more related to regions of a humid tropical climate, which has been confirmed based on the preserved morphological details. Therefore, our data corroborate with other studies carried out with paleoflora from the Amazon context, which infer the presence of a tropical forest and a climate like the current one in the Upper Pleistocene.

Keywords: Paleoflora. Amazon region. Moraceae. Myrtaceae. Quaternary.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Distribuição dos registros de folhas fósseis de angiospermas para o Quaternário no Brasil.....	15
Figura 2: Mapa do Brasil com ênfase no Estado de Rondônia, mapa de localização da UHE Jirau com ênfase na Estaca 93 com referência à cidade de Porto Velho, capital do Estado de Rondônia e imagem satélite do ano de 2017 evidenciando o ponto de coleta do material de estudo.....	18
Figura 3: Propostas litoestratigráficas para a Bacia Sedimentar do Abunã.....	19
Figura 4: Perfil esquemático da Formação Rio Madeira.	20
Figura 5: Sessão estratigráfica do Afloramento Estaca 93..	25
Figura 6: Detalhamento da arquitetura foliar dos espécimes de angiospermas fósseis.....	32
Figura 7: Detalhamento da arquitetura foliar de <i>Brosimum</i> sp.....	35
Figura 8: Detalhamento da arquitetura foliar de <i>Pseudolmedia</i> sp...	38
Figura 9: Detalhamento da Arquitetura foliar dos morfotipos da Tribo Myrtae.	42
Figura 10: Distribuição atual da família Moraceae Gaudich.....	47
Figura 11: Distribuição atual da Subfamília Myrtoideae (Myrtaceae).....	48
Figura 12: Demonstração das amostras do Afloramento Estaca 93..	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Registros paleobotânicos para Bacia do Abunã.	22
Tabela 2: Características dos espécimes provenientes da Formação Rio Madeira, Bacia do Abunã, analisados no presente estudo	29
Tabela 3: Características comparativas das espécies fósseis do gênero <i>Brosimum</i> Sw, encontradas na literatura paleobotânica.....	37
Tabela 4: Características comparativas das espécies fósseis brasileiras do gênero <i>Pseudolmedia</i> sp., encontradas na literatura paleobotânica	39
Tabela 5: Características comparativas das espécies fósseis pleistocênicas do Brasil, correspondente a Tribo Myrtae, família Myrtaceae.	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Análise de macrofósseis foliares	11
1.2	História evolutiva das angiospermas	13
1.3	Folhas fósseis no Quaternário do Brasil.....	14
1.4	Objetivo geral.....	16
1.4.1	Objetivos específicos	16
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
2.1	Contexto geológico.....	19
2.2	Contexto paleontológico	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	Nível fossilífero.....	24
3.2	Materiais.....	26
3.3	Metodologia de análise	26
3.3.1	Documentação gráfica	26
3.3.2	Arquitetura foliar	27
3.3.3	Identificação taxonômica.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1	Sistemática Paleobotânica.....	30
4.2	Inferências paleoambientais	45
4.2.1	Análise de microfósseis	45
4.2.2	Análise de macrorrestos foliares.....	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A paleobotânica é uma ciência multidisciplinar na qual a botânica e a geologia se interligam para a caracterização do registro fóssil no decorrer do tempo geológico, e em um sentido mais amplo, é o estudo das plantas fósseis (ARNOLD, 1947; TAYLOR et al., 2009). De acordo com Taylor et al. (2009) a paleobotânica tem como objetivos reconstruir os fitofósseis isolados e/ou fragmentados durante o processo de fossilização e compreender a relação das plantas fósseis com as plantas atuais, bem como suas estratégias e trajetória evolutiva.

Por ação da sensibilidade das plantas e de sua rápida resposta de adaptação às mudanças ambientais, a morfologia de seus órgãos tem forte correlação com a zona climática de ocorrência e dessa forma, cada tipo climático possui sua vegetação característica (CARDOSO, 2007). Portanto, a paleobotânica tem fornecido informações acerca dos ambientes pretéritos através da análise dos dados sobre morfologia, taxonomia e biogeografia das floras fósseis, se constituindo uma importante ferramenta para reconstituições paleoclimáticas (DOS-SANTOS et al., 2007; TAYLOR et al., 2009).

Nos estudos paleobotânicos uma dificuldade recorrente para a identificação taxonômica das plantas é o baixo poder de preservação de flores e frutos. Assim como ocorre na botânica atual, a visualização destes órgãos reprodutivos é muito importante na classificação, visto que sua morfologia apresenta características decisivas para a diferenciação das espécies (CARDOSO, 2007; PORT; DUTRA, 2013). Outro fator importante, é que ao serem incorporadas no sedimento, seja pelos próprios processos sedimentares que envolvem o transporte e deposição desses organismos, ou por fatores envolvidos em seu ciclo de vida, as plantas são fragmentadas e têm seus órgãos desarticulados (IANNUZZI; VIEIRA, 2005). Dentre esses órgãos, os restos foliares estão entre os macrofósseis mais comumente encontrados e com bom índice de preservação, sendo em sua maioria, na forma de impressão e compressão foliar (GOBO et al., 2019).

1.1 Análise de macrofósseis foliares

Metodologias de classificação taxonômica de folhas possibilitam a descrição morfológica de macrorrestos foliares isolados. Neste tipo de análise, são apresentadas alternativas para descrição utilizando atributos como a forma do limbo e o padrão de venação

foliar. Os estudos pioneiros nessa linha de pesquisa foram de Hickey (1973) e Hickey e Wolfe (1975), que propuseram uma chave filogenética de angiospermas com base em alguns caracteres foliares. Nas últimas décadas esses estudos tomaram força, surgindo então trabalhos mais elaborados como o de Ash et al. (1999) e Ellis et al. (2009) que, a partir da revisão de trabalhos anteriores, desenvolveram manuais para a análise da arquitetura foliar. Esses manuais mais recentes permitem uma identificação taxonômica mais segura dos exemplares de folhas fósseis isoladas e a padronização das terminologias. Com isso, o estudo taxonômico é feito com base na atribuição de morfotipos, um tipo de classificação informal, não equivalente a uma hierarquia taxonômica do Sistema de Nomenclatura proposto por Linnaeu (ASH et al., 1999; CARDOSO, 2007). Ao se tratar de amostras mais jovens que o Eoceno, os morfotipos podem ter um enquadramento taxonômico conforme as metodologias para a flora atual, e ainda receber epítetos relativos aos táxons atuais (CARDOSO, 2007; SANTOS, 2017).

Para o bom desenvolvimento de sua função com relação a fotossíntese e equilíbrio osmótico na planta, as folhas apresentam grande número de variações que correspondem as adaptações sofridas em resposta às mudanças climáticas (SILVA, 2013). Deste modo, acredita-se que sua morfoanatomia reflete as condições ambientais e climáticas, sendo amplamente utilizada como indicador paleoclimático. Esses dados, aliados a estudos palinológicos e sedimentológicos, integram trabalhos mais elaborados que buscam entender a dinâmica vegetacional atual com base nos modelos pretéritos (DUTRA; BOARDMAN, 2004; CARDOSO, 2007; SILVA, 2013).

As inferências baseadas na relação das características da fisionomia foliar com as variáveis ambientais são independentes da taxonomia. Por este motivo, a identificação taxonômica das floras fósseis não é um requisito para sua utilização como *proxy* paleoclimático (WOLFE, 1993; 1995). Dessa forma, são utilizados alguns caracteres para detectar a influência do ambiente na morfologia foliar, tais como: margem, tamanho da lâmina foliar, tipo de ápice e padrão de venação (DUTRA; BOARDMAN, 2004; ELLIS et al., 2009). Em um ambiente quente e úmido as folhas geralmente são mais alongadas e com margens inteiras, o que confere uma melhor drenagem da água, e apresentam um padrão de venação fechado (e.g. broquidódromo). Já em ambiente seco, as folhas tendem a ser pequenas, com margem dentada e padrão de venação aberto (as veias alcançam ou ultrapassam a margem) (CARDOSO, 2007; DUTRA; BOARDMAN, 2004).

Apesar da enorme variedade de folhas encontradas, de acordo com Hickey e Wolfe (1975) é possível reconhecer quatro características diagnósticas para o grupo das angiospermas,

a saber: crescimento intercalado de venação por toda a lâmina foliar; um sistema hierárquico de veias, formando um padrão de três ou mais veias, que se afinam de forma sucessiva; veias que se encerram de forma livre; e um conjunto de veias formando um padrão reticulado.

1.2 História evolutiva das angiospermas

Angiospermae constitui-se o ramo vegetal atualmente melhor adaptado, alcançando uma variedade de ambientes, desde as regiões polares às tropicais ou habitats desérticos aos aquáticos (TAYLOR et al., 2009). Há inúmeras características que envolvem o conceito de angiospermas que, de forma geral, são plantas “com sementes e flores”, sendo a presença de ovário, elementos condutores (xilema e floema), grãos de pólen tectados e a dupla-fecundação, alguns dos caracteres que separam esse grupo dos demais (BERNARDES-DE-OLIVEIRA; MUNE, 2011; SCUTT, 2018).

O surgimento e evolução das angiospermas é um dos principais questionamentos na paleobotânica e na botânica atual. De acordo com Friis et al. (2011), ao se tratar da origem de um grupo, é importante haver clareza em relação a definição de: a) “tempo de origem”, que se refere ao momento em que um táxon, dentro da linhagem das angiospermas por exemplo, diverge do táxon anterior, reunindo todas as sinapormofias que hoje unem o grupo; e b) “tempo de diversificação”, momento em que ocorre uma diferenciação entre as linhagens dentro do grupo.

Na literatura paleobotânica ficou bem estabelecido que as angiospermas surgiram no período Cretáceo (BERNARDES-DE-OLIVEIRA; MUNE, 2011), porém as discordâncias circulam em torno de alguns exemplares fósseis encontrados em camadas anteriores ao Cretáceo que aparentemente pertenciam às angiospermas. Esses trabalhos com elementos pré-cretáceos são refutados e têm seus objetos de estudo incluídos em outros grupos por não serem seguramente identificados quanto à morfologia típica do grupo. Isso deve-se principalmente ao baixo nível de preservação dos materiais, e com isso apresentam poucos detalhes satisfatórios, ou por possuírem um baixo número de espécimes, não sendo possível estabelecer uma interpretação sistemática confiável (TAYLOR et al., 2009; FRIIS et al., 2011).

Alguns caracteres muito importantes para o reconhecimento das angiospermas, como a endospermia triploide (3N) e a dupla-fecundação, são raros de serem fossilizados. Essas formas primitivas (anteriores ao Cretáceo), poderiam apresentar características importantes da evolução dessas feições, mas devido à falta desses registros e ao nível de preservação dos fósseis, não é possível reconhecer a evolução dessas especialidades, logo, esses fósseis podem

ou não estar sendo incluídos verdadeiramente dentro do grupo (BERNARDES-DE-OLIVEIRA; MUNE, 2011).

Os primeiros registros bem aceitos de angiospermas são de fósseis provenientes do nordeste da China, Formação Yxian, Cretáceo (limite Barremiano-Aptiano), e da Formação Santana (Neoptiano), nordeste do Brasil. Em ambas as localidades os fósseis apresentam uma considerável diversidade florística, o que leva a muitos autores inferir que o surgimento do grupo tenha sido antes desse período (LIU; WANG, 2015). Outros estudos filogenéticos e moleculares também sustentam a hipótese de que as angiospermas possuem uma longa história pré-cretácea (TAYLOR et al., 2009; FRIIS et al., 2011). Em contrapartida, registros datados do Barremiano ao Albiano em Portugal e na América do Norte, são de materiais florais relativamente simples e com poucos elementos (BERNARDES-DE-OLIVEIRA; MUNE, 2011). Portanto, a origem das angiospermas segue controversa, e entende-se que o grupo sofreu uma rápida diversificação e expansão no período Cretáceo, como por exemplo as adaptações ecofisiológicas em resposta à baixa concentração de dióxido de carbono na atmosfera e co-evolução com os insetos polinizadores, dentre outras sinapomorfias anatômicas (BERNARDES-DE-OLIVEIRA; MUNE, 2011; SCUTT, 2018).

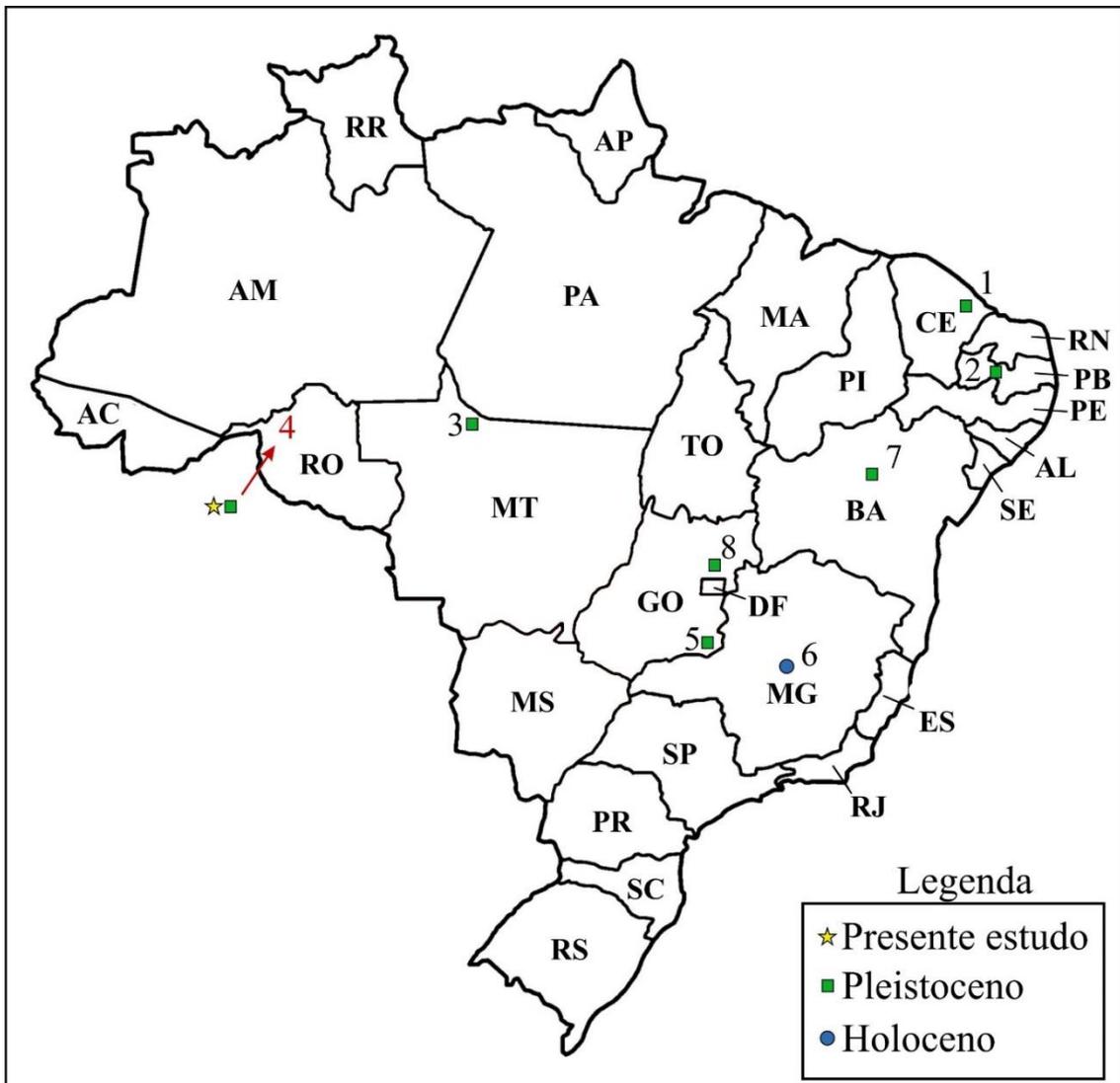
A diversidade florística das angiospermas não foi fortemente afetada pela extinção no final do Cretáceo, ocorrendo então uma segunda irradiação e assim se diversificaram ainda mais em número de espécies (BERNARDES-DE-OLIVEIRA; MUNE, 2011; PEREIRA, 2015). Portanto, no Paleógeno (66- 23Ma) e Neógeno (23 – 5.333Ma) muitas ordens e famílias da vegetação moderna se instalaram durante este período, distribuindo-se por uma variedade de ambientes, desde tropicais úmidos até os mais frios (SILVA, 2013; BERNARDES-DE-OLIVEIRA et al., 2014; PEREIRA, 2015). No início do quaternário (2,5 Ma) as famílias botânicas atuais já estavam bem estabelecidas, e apenas três famílias surgiram no registro fóssil brasileiro no decorrer do Pleistoceno (Asteraceae, Bixaceae e Dilleniaceae) (SILVA, 2013; GOBO et al., 2019).

1.3 Folhas fósseis no Quaternário do Brasil

Os trabalhos paleobotânicos referentes ao Quaternário visam a reconstituição da vegetação e clima do passado e suas influências na biodiversidade atual, sendo muito importantes para o estudo da formação dos atuais biomas brasileiros (SILVA, 2013; GOBO, 2018). Porém, com relação às folhas fósseis esses estudos são escassos, encontrados na literatura apenas 12 trabalhos com descrições de folhas fósseis para o Quaternário do Brasil de

9 localidades diferentes: Pleistoceno de Russas, CE (DUARTE, 1959; DUARTE; NOGUEIRA, 1980); Flórula quaternária de Umbuzeiro, PB (DUARTE; VASCONCELOS, 1980); Quaternário do Morro do Chapéu, BA (DUARTE; NOGUEIRA, 1985); flora pleistocênica de Catalão, GO (CARDOSO, 2007; SILVA, 2013; FOLLADOR et al., 2021); Pleistoceno de Planaltina, GO (LEITE, 2017); Pleistoceno Superior de Rondônia (BORGES et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2021); Pleistoceno de Paranaíta, MT (GOBO et al., 2019); folhas do Holoceno de Lagoa Santa, MG (NAKAMURA, 2011) (Fig. 1).

Figura 1: Distribuição dos registros de folhas fósseis de angiospermas para o Quaternário no Brasil. Com destaque para o estado de Rondônia (Localidade 4), local de estudo do presente trabalho. | Localidades: 1- Russas, CE; 2- Umbuzeiro, PB; 3- Paranaíta, MT; 4- Porto Velho, RO; 5- Catalão, GO; 6- Lagoa Santa, MG; 7- Morro do Chapéu, BA; 8- Planaltina, GO.



Fonte: autora da pesquisa.

Com isso, percebe-se que os trabalhos de folhas fósseis relacionados a Amazônia Brasileira durante o Quaternário são ainda mais limitados, sendo encontrados apenas três (BORGES et al., 2014; GOBO et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2021). Todos esses estudos apresentam dados de diversidade florística e de inferências paleoambientais em diferentes idades do Pleistoceno, sustentando as pesquisas paleobotânicas para a evolução do contexto amazônico. Dessa forma, a descrição de novos elementos provenientes do passado da região amazônica contribui com o entendimento da longa e dinâmica história paisagística da mesma.

1.4 Objetivo geral

Definir o padrão de arquitetura foliar de folhas de angiospermas provenientes do Pleistoceno Superior da Bacia Sedimentar do Abunã, Rondônia, para o estabelecimento de suas afinidades sistemáticas e taxonômicas e inferências paleoambientais.

1.4.1 Objetivos específicos

- Contribuir para a caracterização da paleobiodiversidade da área de estudo ao longo do Pleistoceno Superior;
- Ampliar os dados paleoflorísticos do sistema Amazônia durante o Quaternário;
- Inferir variáveis paleoambientais predominantes na área de estudo quando da deposição do material estudado.

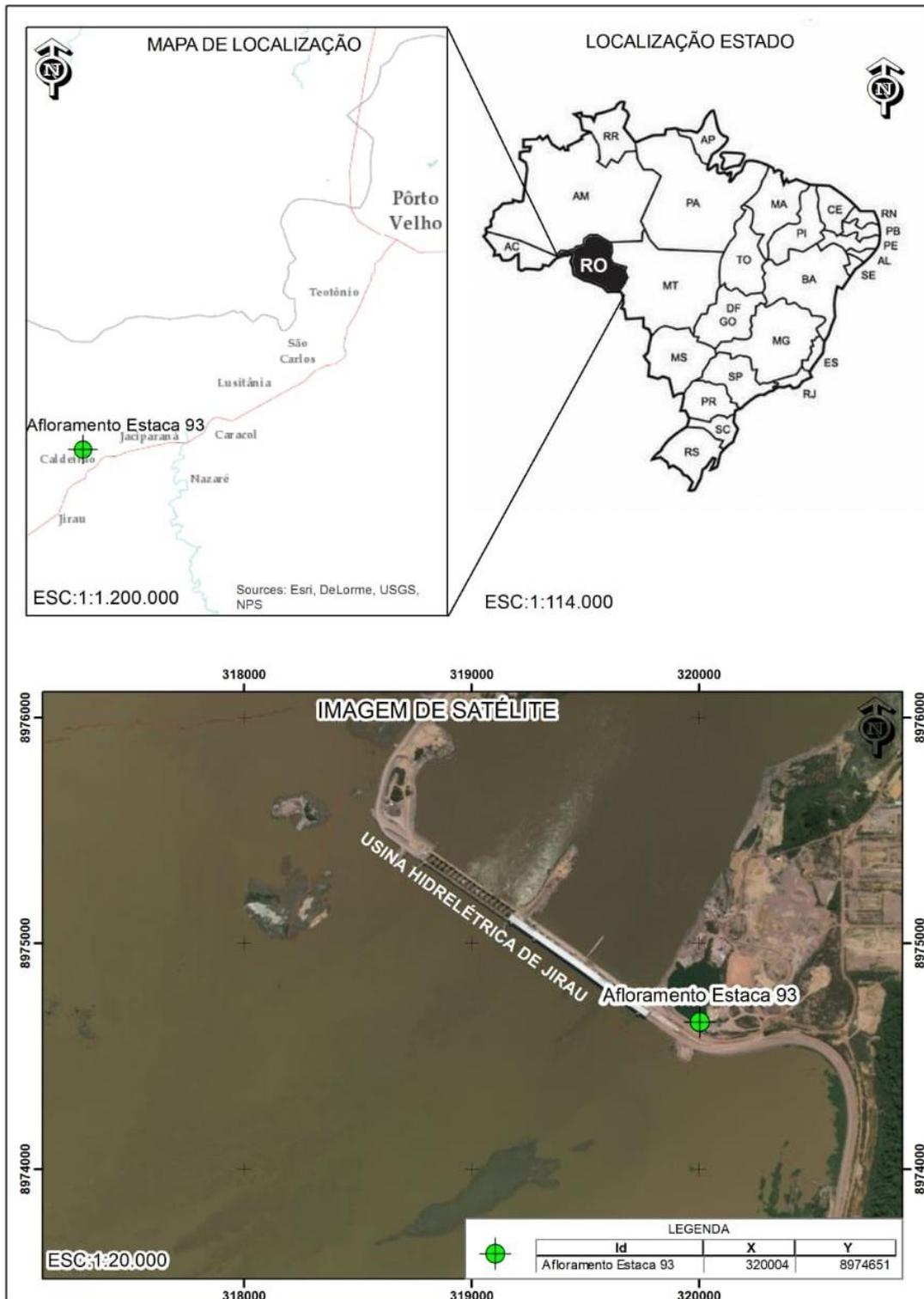
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada na porção ocidental da região amazônica, o Estado de Rondônia apresenta um clima Tropical Equatorial na classificação de Köppen-Geiger, com oito a nove meses chuvosos (SILVA; BENTES-GAMA, 2008). As temperaturas médias são de 25,6°C em outubro, o mês mais quente, e de 22,7°C em julho, o mês de temperatura mais baixa (RADAMBRASIL, 1978). Com relação a vegetação do estado, atualmente é predominante a floresta tropical úmida, exceto por algumas manchas de cerrado que se estendem do sul de Rondônia até o leste da Chapada dos Parecis (ABSY; VAN DER HAMMEN, 1976; MENESES et al., 2012).

Em Rondônia, alguns estudos já foram realizados visando a descrição da flora para o estado (e.g. RADAMBRASIL, 1978; ABSY et al., 1987; SILVA; BENTES-GAMA, 2008; PERIGOLO, 2014), dentre esses, vale ressaltar o trabalho de Perigolo (2014), que realizou um estudo de caracterização da flora para o médio rio Madeira, abrangendo a área do presente estudo. A autora constatou uma heterogeneidade paisagística, em que foram encontrados quatro fitofisionomias principais: a Floresta Ombrófila Densa e Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Campinarana. Ao longo das margens do rio o tipo predominante é Floresta Ombrófila Densa Aluvial, com um solo fértil e sazonalmente inundado pela cheia do rio.

Nos últimos anos, ao longo do rio Madeira, foram construídas duas grandes Usinas Hidrelétricas (UHE), a UHE Santo Antônio e a UHE Jirau. Durante a implementação desses empreendimentos foram tomadas medidas de resgate dos materiais paleontológicos na área de impacto das usinas. O presente estudo apresenta a descrição de materiais provenientes da área de abrangência da UHE - Jirau, localizada no Estado de Rondônia. A UHE foi implantada em 2009 na localidade Ilha do Padre e seu total funcionamento iniciou-se em 2016 (Fig. 2).

Figura 2: Mapa do Brasil com ênfase no Estado de Rondônia, mapa de localização da UHE Jirau com ênfase na Estaca 93 com referência à cidade de Porto Velho, capital do Estado de Rondônia e imagem satélite do ano de 2017 evidenciando o ponto de coleta do material de estudo.



Fonte: Extraído de Santos (2017)

2.1 Contexto geológico

A Bacia Sedimentar do Abunã é uma depressão quaternária, resultante da deposição de sedimentos fluviais, medindo cerca de 65 km de comprimento e 30 km de largura, caracterizada por um relevo plano. Está localizada na porção NW do Estado de Rondônia com sua margem direita se estendendo para o território boliviano (ADAMY; DANTAS, 2004).

Existem diversas propostas litoestratigráficas para os depósitos cenozoicos da porção noroeste da Amazônia Sul Ocidental (planície do Abunã) (Fig. 3). Esses estudos que caracterizam esta planície se iniciaram pelo projeto RADAMBRASIL (1978) que, apesar dos poucos dados litoestratigráficos, denominou os sedimentos da base como Formação Solimões (Plioceno), e do topo como Formação Içá (Pleistoceno). Uma segunda proposta foi estabelecida por Adamy e Romanini (1990) e Adamy e Pereira (1991), que adicionaram a Formação Jaci-Parana (Pleistoceno-Holoceno), substituindo a Formação Içá. Rizzoto (2005) e Quadros et al. (2006) em substituição à Formação Solimões, denominaram a camada abaixo da Formação Jaci-Parana (de sedimentos com granulometria mais fina e recentes) como Formação Rio Madeira.

Figura 3: Propostas litoestratigráficas para a Bacia Sedimentar do Abunã.

GEOCRONOLOGIA					PROPOSTAS LITOESTRATIGRÁFICAS								
ÉON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE Ma	RADAMBRASIL (1978)	ADAMY E ROMANINI (1990); ADAMY E PEREIRA (1991)	RIZZOTTO (2005)	QUADROS ET AL. (2006)		QUADROS E RIZZOTTO (2007)			
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	HOLOCENO	0.0117 - presente	Aluviões recentes	COBERTURA CENOZÓICA	Aluviões recentes	Formação Jaci-Paraná	Formação Rio Madeira	Formação Rio Madeira	«Mucururu» Parte superior	Formação Rio Madeira	«Mucururu» Parte inferior
		NEÓGENO	PLIOCENO	PLEISTOCENO	2.58 - 0.0117	Formação Içá	Formação Solimões	Formação Solimões	Formação Rio Madeira	Formação Rio Madeira	«Mucururu» Parte inferior	Formação Rio Madeira	«Mucururu» Parte inferior

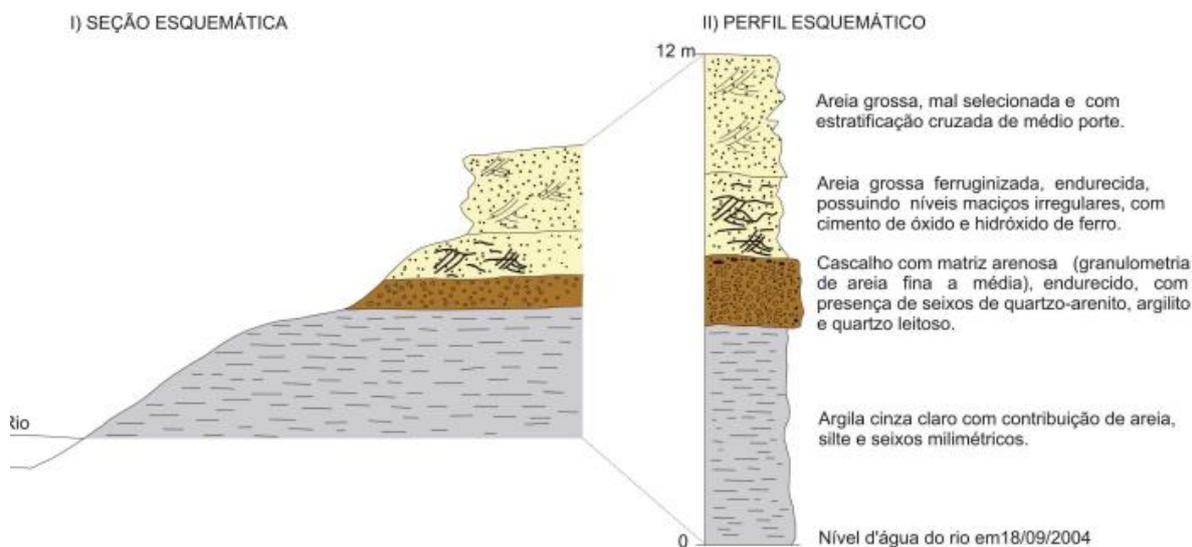
Fonte: modificado de Nascimento et al. (2021).

Quadros et al. (2006) após estudos acerca da estratigrafia destes depósitos cenozoicos, atribuiu idade Quaternária à Bacia do Abunã e caracterizou como uma depressão de sedimentos exclusivamente fluviais. Dividindo a Formação Rio Madeira em duas unidades: Parte inferior, composta por argila cinza-claro e maciça com presença de areia, silte e seixos milimétricos,

com predominância de fósseis vegetais; e a parte superior, com cascalhos de matriz arenosas, com seixos de quartzo e argilitos, óxidos e hidróxidos de ferro, sendo essa a camada guia dos fósseis.

Para este estudo foi utilizada a proposta e descrição geológica elaborada por Quadros e Rizzoto (2007), que descreve a sequência estratigráfica da Formação Rio Madeira apresentando três camadas (Fig. 4): a Inferior, composta por sedimentos argilosos, de coloração cinza-grafite a cinza claro, sedimentos argilo-siltosos e argilo-arenosos, com conteúdo paleontológico representado por folhas e outros fragmentos vegetais; a parte intermediária que possui em sua base areia endurecida devido a sedimentação de oxi-hidróxidos de ferro, constituída por cascalhos de matriz arenosa, há também registros de fósseis vertebrados pleistocênicos, a mesma foi denominada “mucururu” pelos garimpeiros, devido à grande quantidade de ouro; e a camada superior, composta por areia grossa de coloração castanho-escuro consolidada por óxidos e hidróxidos de ferro, presença de quartzo e argila plástica intercalada com esses sedimentos.

Figura 4: Perfil esquemático da Formação Rio Madeira.



Fonte: Extraído de Nascimento (2008).

2.2 Contexto paleontológico

Os afloramentos fossilíferos da Formação Rio Madeira ocorrem ao longo das margens do rio homônimo. Suas camadas podem conter fósseis de vertebrados e diversos fragmentos

vegetais, relacionados à ambientes fluviais com fácies de canais e planície de inundação (QUADROS, 2010).

Os relatos dos primeiros achados fósseis são da década de 70, quando se intensificaram as atividades garimpeiras na região. Porém, o primeiro trabalho de cunho paleontológico publicado corresponde a restos de vertebrados *Megatherium* e *Haplomastodon* [= *Stegomastodon*], provenientes da localidade de Araras-RO e relatado por Adamy e Pereira (1991). Em seguida, outros trabalhos foram publicados com relatos e descrições acerca dos fósseis de mamíferos para a Formação (SANT' ANNA-FILHO et al., 1996; SANT'ANNA-FILHO; SCHIMITT, 1999; SANT'ANNA-FILHO; VIDAL, 1999; COZZUOL, 1999; NASCIMENTO et al., 2003; NASCIMENTO et al., 2005; HOLANDA et al., 2004; HOLANDA; COZZUOL, 2006; COZZUOL et al., 2006; NASCIMENTO; HOLANDA, 2007; NASCIMENTO, 2008; GOIS et al., 2012). Quanto aos estudos mais recentes temos a descrição de uma nova espécie para o Pleistoceno do sudeste da Amazônia, o peixe-boi *Trichechus hesperamazonicus*, publicado por Perini et al. (2020) e coletado no município de Nova Mamoré (RO), e o trabalho de Copetti et al. (2021) que apresenta o primeiro registro de Tayussuidae (=Mammalia: Certartiodactyla) para o Pleistoceno no Norte do Brasil, a partir da descrição de um fóssil da arcada dentária esquerda, proveniente da Ilha da Formiga, Rondônia.

Com relação a paleobotânica da Formação Rio Madeira, os restos vegetais fósseis eram apenas relatados nos trabalhos de vertebrados fósseis. Mas, nos últimos anos os fragmentos vegetais têm recebido atenção e fazem parte de diversos trabalhos em que são identificados taxonomicamente (Tab. 1).

Tabela 1: Registros paleobotânicos para Bacia do Abunã.

REGISTROS	TÁXONS		REFERÊNCIAS
Palinoflora	Cyperaceae	Cyatheaceae	Rizzotto et al. (2006)
	Palmae	Lycopodiaceae	
	Amayllidaceae	Polypodiaceae	
	Ulmaceae	Parkeriaceae	
	Melastomataceae	Zygnemataceae	
	Malpighiaceae	Cyperaceae	
	Solanaceae	Orchidaceae (?)	
	Euphorbiaceae	Bromeliaceae	
	Lythraceae	Ericaceae	
	Chloranthaceae	Rubiaceae	
	Apocynaceae	Betulaceae	
	Ericaceae	Podocarpaceae (?)	
	Polemoniaceae	Lycopodiaceae	
	Papilionaceae	Hymenophyllaceae	
	Bignoniaceae	Selaginellaceae	
	Sapotaceae	Zygnemataceae	
Ephedraceae	<i>Spirogyra</i> sp.		
Ophioglossaceae	<i>Mongeotia</i> sp.		
Selaginellaceae			
Grãos de Pólen	Anacardiaceae	<i>Ludwigia</i> sp.	Meneses et al. (2012)
	Apocynaceae	Malpighiaceae	
	Asteraceae	Malvaceae	
	Bignoniaceae	Moraceae	
	Bombacaceae	Melastomalaceae	
	Boraginaceae	Meliaceae	
	Burseraceae	Mimosaceae	
	Caesalpiniaceae	Myrtaceae	
	<i>Ceratopteris</i>	Poaceae	
	Clusiaceae	Polygonaceae	
	Esporos de Pteridófitas indeterminados	Rubiaceae	
	Euphorbiaceae	Sapindaceae	
	Fabaceae	Sapotaceae	
	Flacourtiaceae	<i>Virola</i> sp.	
Impressões foliares	<i>Luehea</i> sp. (Malvaceae)		Borges et al. (2014)
	<i>Theobroma</i> sp. (Malvaceae)		
Lenhos	Anacardiaceae		Amaral (2016)
	Fabaceae		
Compressão foliar	<i>Couepia</i> sp. (Chrysobalanaceae)		Nascimento et al. (2021)
Impressão foliar	<i>Calophyllum</i> sp. (Calophyllaceae)		
Compressão foliar	Fabaceae		
Compressão foliar	<i>Senna</i> sp. (Fabaceae)		
Impressão foliar	<i>Bauhinia</i> sp. (Fabaceae)		Nascimento et al. (2019)

Fonte: Modificado de Lima (2019).

Rizzotto et al. (2006) analisaram duas amostras provenientes de dois pontos distintos na margem direita do rio Madeira, correspondente ao Pleistoceno Superior. A partir da análise da palinoflora identificaram uma diversidade de formas com representantes de angiospermas gimnospermas, pteridófitas e algas.

Meneses et al. (2012) analisando 10 amostras de sedimentos da camada inferior dessa Formação, correspondente ao mesmo nível fossilífero do presente estudo, identificaram 62 tipos polínicos pertencentes a 30 famílias, com destaque para os elementos de florestas: Alchornea sp., Fabaceae, Euphorbiaceae, Bombacaceae, Malpighiaceae e Malvaceae, entre outros que ocorrem em menor quantidade.

Amaral (2016) a partir da análise de duas lâminas petrográficas, fez um estudo preliminar da descrição anatômica de dois fragmentos de lenhos como pertencentes as famílias Anacardiaceae e Fabaceae. Os materiais são provenientes da área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Jirau, mas não foram realizadas datações portanto, não foi possível estabelecer suas posições estratigráficas.

Se tratando de folhas fósseis, Borges et al. (2014) descreveram 10 impressões foliares como pertencentes a família Malvaceae, dos gêneros Luehea W. e Theobroma L., provenientes da camada superior da Formação, correspondente ao Pleistoceno Superior.

Há também outros registros relacionados ao mesmo nível fossilífero do presente estudo, são eles: Lima (2019) e Nascimento (2019) que apresentaram a descrição de duas compressões, ambas com afinidade ao gênero Senna sp. família Fabaceae; e Santos (2017) estabeleceu a afinidade taxonômica de duas folhas pertencentes as famílias Chrysobalanaceae e Calophyllaceae. Esses materiais de estudo foram formalmente descritos por Nascimento et al. (2021) que realizou a confirmação taxonômica para os espécimes, obtendo afinidade com a família Fabaceae, e os gêneros atuais de Senna sp., Calophyllum sp. (Calophyllaceae) e Couepia sp. (Chrysobalanaceae). Nascimento et al. (2019) em um estudo preliminar realizou a descrição e o reconhecimento taxonômico de uma impressão do gênero Bauhinia sp. família Fabaceae.

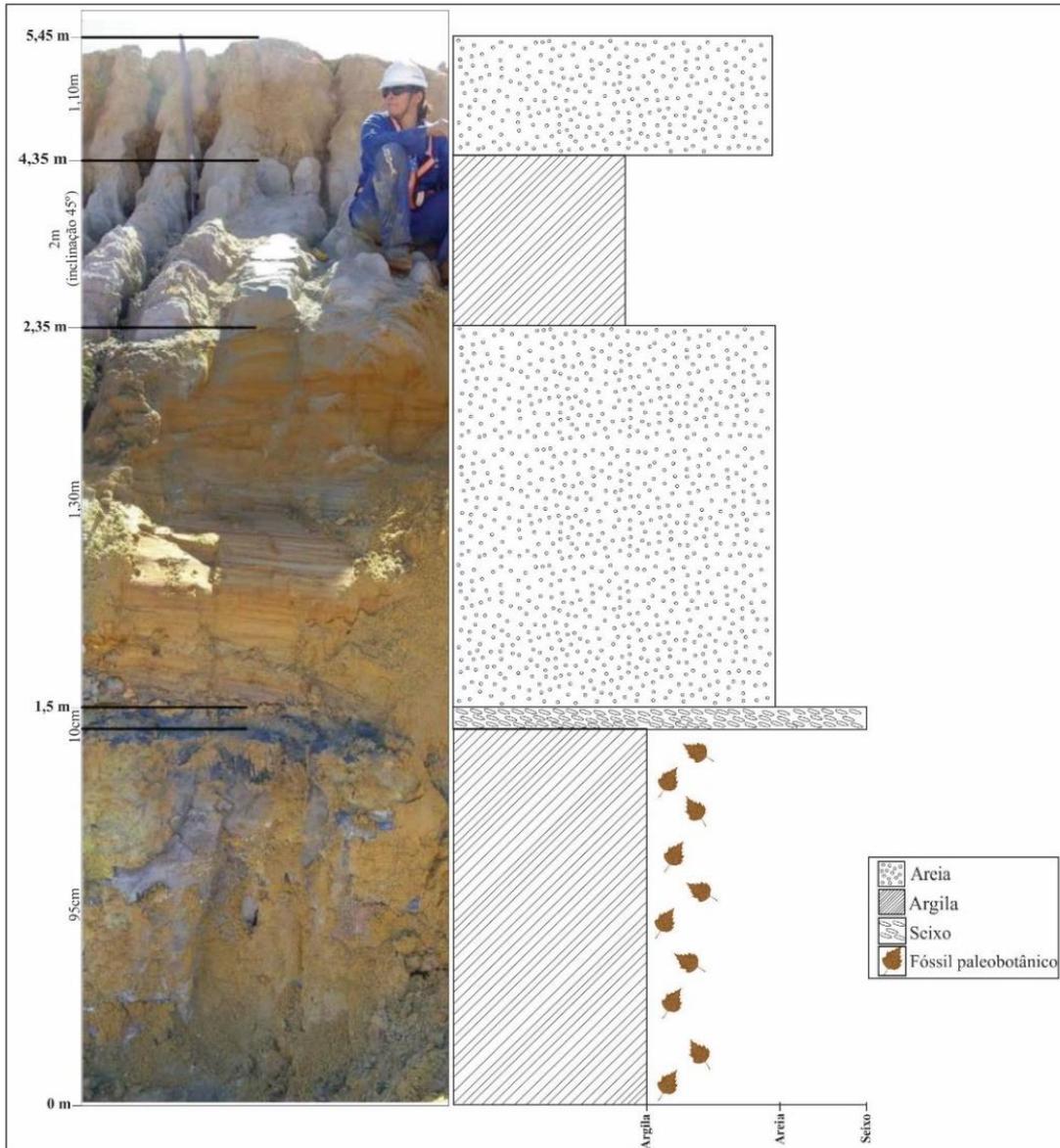
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Nível fossilífero

Os espécimes do presente estudo foram coletados na área de abrangência da Usina Hidrelétrica de Jirau (UHE- Jirau), a margem direita do Rio Madeira, em um perfil exposto pelas escavações da equipe de resgate, denominado Afloramento Estaca 93 (S 9°16'19.53"; W 64°38'19.10"). O mesmo corresponde a porção inferior da Formação Rio Madeira, caracterizada por ser uma camada de 95 cm de argila orgânica de coloração marrom-acinzentada e possuir fragmentos de vegetais fósseis, como folhas carbonizadas, partes de troncos de árvores, entre outros (Fig. 5).

As folhas estão preservadas na camada sedimentar de forma sobreposta, ou seja, a camada de argila contém diversas microcamadas de folhas que se sobrepõem. Dessa forma, a retirada das amostras em campo se deu de forma aleatória a partir da quebra em pontos de fraqueza do sedimento.

Figura 5: Sessão estratigráfica do Afloramento Estaca 93.



Fonte: Modificado de Santos (2017).

A datação do nível fossilífero foi obtida utilizando o método de Espectrometria de Aceleração de Massa (AMS), realizado no laboratório Beta Analytic, Flórida, EUA. A datação em amostras com idade mínima de 300 e 50.000 anos, pode ser obtida utilizando Carbono 14 (^{14}C). O mesmo é um isótopo radioativo e sua radioatividade residual determina a idade do material. Nesse método são analisadas a atividade radioativa da amostra e a constante de decaimento do carbono. Os dados são calculados em uma equação, o resultado dessa concentração residual pode ser medida pelo método de AMS (SUGUIO et al., 2003).

Desta forma, a partir desse método de datação, para a camada de estudo foi atribuída a idade de ± 43.500 anos, calibrados A.P., correspondente ao Pleistoceno Superior. A datação foi apresentada por Meneses et al. (2012).

3.2 Materiais

A equipe do Programa de Investigação, Salvamento e Monitoramento Paleontológico da UHE- Jirau resgatou cerca de 1.485 fósseis, como lenhos carbonizados semi-recentes, fragmentos de folhas, sedimentos para análises palinológicas, dentre outros macrorrestos vegetais. Parte desses materiais encontram-se sob guarda na Coleção de Paleontologia da Universidade Federal do Tocantins, *campus* de Porto Nacional.

Ainda em campo os materiais passaram por curadoria prévia, sendo isolados e inseridos em moldes de parafina para evitar danos na matriz do fóssil. Sobre alguns dos macrorrestos foliares, foi utilizado Paraloid B-72, uma resina acrílica que dissolvida em acetona tem função consolidante e adesiva, sendo muito utilizada em artesanatos. Na paleontologia se utiliza para reconstruções de peças fósseis danificadas e como proteção do material, visto sua função impermeabilizante, sendo uma boa alternativa na curadoria paleontológica.

Com relação as folhas fósseis, a aplicação de resina impede a realização de estudos mais aprofundados, como a análise da cutícula foliar. Portanto, no presente estudo será realizada somente a análise do padrão de arquitetura foliar em busca da afinidade taxonômica de 7 (sete) compressões foliares, inseridas em matriz argilosa.

3.3 Metodologia de análise

3.3.1 Documentação gráfica

Os materiais foram fotografados com câmera Cannon SX50, posteriormente as fotografias foram redesenhadas no programa CorelDraw (*line drawing*), com o intuito de detalhar o padrão de venação até a ordem preservada. Para fotos mais detalhadas do padrão de venação que auxiliaram no esboço das folhas, foi utilizado estereomicroscópio modelo ZEISS Stereo Discovery.V12, com câmera AxioCam Color acoplada e o *software* Zen Lite 2.5 para edição e escala. O equipamento está vinculado ao Laboratório de Paleobotânica e Evolução de Biomas, da Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, Rio Grande do Sul. A produção da documentação gráfica foi limitada devido a resina aplicada sobre as folhas, que interferiu diretamente na qualidade das fotos para visualização do padrão de venação.

3.3.2 Arquitetura foliar

A descrição das folhas fósseis seguiu as terminologias do Manual de Arquitetura Foliar proposto por Ellis et al. (2009). Os materiais foram analisados com auxílio de paquímetro e o Estereomicroscópio Leica M205 C com FusionOptics, vinculado ao Laboratório de Sistemática da Universidade Federal do Tocantins, *campus* Porto Nacional.

Na análise comparativa dos espécimes, como em alguns trabalhos mais antigos as terminologias utilizadas para a descrição foliar podem diferir das atualmente utilizadas, foram consultados os manuais de Hickey (1973) e Ash et al. (1999) para conferência dos padrões citados. Para atribuição dos morfotipos foram utilizados parâmetros relacionados a forma e tamanho da lâmina, tipo de margem e padrão de venação até a ordem observada.

3.3.3 Identificação taxonômica

Inicialmente utilizou-se a chave filogenética de angiospermas baseada na morfologia foliar, proposta por Hickey e Wolfe (1975). Com base nessa chave é possível a identificação da ordem e em alguns casos, até o nível de família. Partindo desse nível taxonômico, foram consultadas a literatura paleobotânica (e.g. DUARTE, 2004; SILVA, 2013; GOBO et al., 2019) e inventários florísticos atuais (e.g. ABSY et al., 1987; RIBEIRO et al., 1999; OBERMÜLLER et al., 2011), para se realizar a comparação com elementos compatíveis com a flora presente na região, em busca da confirmação da afinidade e a identificação em nível de gênero e espécie, quando possível.

Herbários virtuais também foram consultados, como por exemplo, o Rapid Reference - Field Museum of Natural History e o Flora do Brasil 2020 para comparação com os materiais herborizados. O Flora do Brasil também contribui com dados acerca da distribuição nos atuais biomas brasileiros dos táxons aqui apresentados, sendo esta informação complementada com dados na literatura paleobotânica e da flora atual. Para confirmação da nomenclatura científica seguiu-se a abordagem proposta no atual sistema de classificação sistemática APG IV (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados a seguir apresentam a descrição e afinidade botânica de sete espécimes foliares de angiospermas. Em sua maioria foi possível a visualização e classificação da margem, ápice, base e venação até terceira ordem (Tab 2).

Tabela 2: Características dos espécimes provenientes da Formação Rio Madeira, Bacia do Abunã, analisados no presente estudo. *Não observado.

Característica morfológica	<i>Morfotipo 1</i> UFT PB- 1470	<i>Morfotipo 2</i> UFT PB- 1460	<i>Morfotipo 3</i> UFT PB- 1478	<i>Brosimum sp.</i> UFT PB-1462	<i>Pseudolmedia sp.</i> UFT PB- 1481	<i>Morfotipo 4</i> UFT PB- 1475	<i>Morfotipo 5</i> UFT PB-1459
Forma da lâmina	*	*	*	Elíptica	Elíptica a ovada	Elíptica a ovada	Elíptica (?)
Tamanho da lâmina	Micrófilo	Micrófilo	Micrófilo	Notófilo	Micrófilo	Micrófilo	Micrófilo
Simetria	*	*	*	Simétrica (?)	Simétrica (?)	*	*
Margem	*	*	Inteira	Inteira	Inteira	Inteira	Inteira
Ângulo/forma do ápice	*/*	*	*/*	Convexo/ Arredondado	Agudo/ *	Agudo/acuminado	Agudo/Reto (?)
Ângulo/forma da base	*	*	*/*	*/ convexa (?)	Agudo/ *	*/*	*
Venação primária	Pinada	Pinada	Pinada	Pinada	Pinada	Pinada	Pinada
Venação secundária	*		Broquidódroma	Broquidódroma - espaçamento uniforme	Broquidódroma	Broquidódroma	Broquidódroma
Veia intersecundária	*	*	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	*
Venação terciária	*	*	Percorrente reta	Percorrente alternada de curso sinuoso	Percorrente mista	Reticulada irregular	Ramificada transversal
Veias exteriores	*	*	*	*	*	Em arcos	Em arcos

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1 Sistemática Paleobotânica

Estratigrafia: camada de 95cm de argila orgânica, no Afloramento Estaca 93, parte inferior da Formação Rio Madeira, Bacia do Abunã, Estado de Rondônia, Brasil.

Idade: ±43.500 anos calibrados Antes do Presente (AP), Pleistoceno Superior.

Repositório: Coleção de Paleontologia da Universidade Federal do Tocantins (CPALEO – UFT), *campus* Porto Nacional.

Divisão ANGIOSPERMAE APG IV
Clado EUDICOTILEDÔNEA APG IV

Morfotipo 1

Material descrito: UFT PB- 1470 (Fig. 6A-B)

Diagnose: fragmento foliar sem informações quanto a forma e tipo de margem. Venação principal bem marcada e quatro pares de veias secundárias.

Descrição: O material preservado em matriz com sedimentos de coloração marrom-acinzentada, consiste de um fragmento de folha incompleta, em que falta principalmente a porção apical e margens. Aparentemente a forma da lâmina é pinada, com a porção preservada de tamanho micrófilo (225 – 2.025mm²), medindo 25,6mm de largura e 24,5mm de comprimento. A venação principal bem evidente é do tipo pinada, secundárias bem visíveis de ângulo uniforme, mas devido à falta das margens não foi possível atribuir a um padrão. Veias de ordem maior não se observa.

Morfotipo 2

Material descrito: UFT PB- 1460 (Fig. 6C-D)

Diagnose: Espécime com veia primária bem visível emergindo em linha reta em direção ao ápice, quatro pares de veias secundárias dispostas de forma alternada. Veias de ordem maior não se observam.

Descrição: fragmento da porção central de uma folha, não sendo possível classificar ápice, base e margens. Porção preservada de tamanho microfilo (225 – 2,025mm²), medindo 19.35mm de largura e 58.88mm de comprimento. A venação primária bem evidente em sua forma pinada, emergindo em linha reta na porção mediana da folha, e secundárias possuem ângulo inconsistente, saem da veia primária em direção a margem com uma leve curvatura, mas devido à falta de margem não foi possível classificá-las.

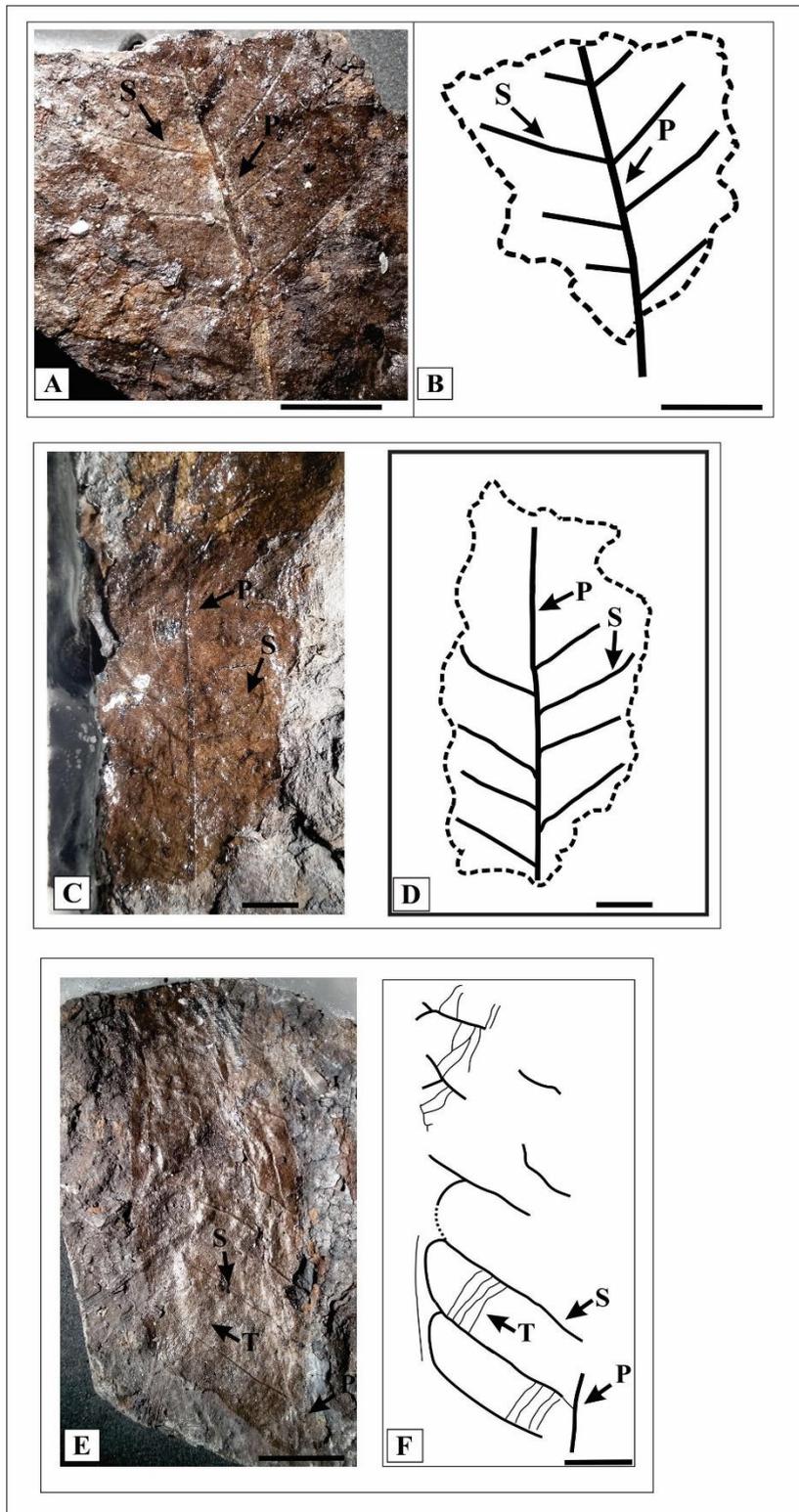
Morfotipo 3

Material descrito: UFT PB- 1478 (Fig. 6E-F)

Diagnose: fragmento de folha fóssil micrófila. Veia primária fragmentada, e oito veias secundárias de padrão broquidódroma. Terciárias percorrentes retas.

Descrição: O material representa a porção lateral de uma folha, micrófila ($225 - 2,025\text{mm}^2$), medindo 29mm de largura e 63mm de comprimento. É possível visualizar uma pequena parte da veia primária, aparentemente pinada. As secundárias bem visíveis se apresentam no padrão broquidódromo com espaçamento regular. As terciárias podem ser classificadas no padrão percorrente reta.

Figura 6: Detalhamento da arquitetura foliar dos espécimes de angiospermas fósseis. *Morfotipo 1:* A) Folha fóssil inserida em matriz de argila cinza; B) Desenho evidenciando o padrão de venação. | *Morfotipo 2:* C) fragmento foliar fóssil; D) Desenho evidenciando o padrão de venação. | *Morfotipo 3:* E) fragmento foliar fóssil; F) Desenho evidenciando o padrão de venação. P: Principal, S: Secundária, T: Terciária. Escala: 1cm.



Fonte: autora da pesquisa.

Comparação e discussão: o grau de preservação não foi o mesmo para todas as folhas, e algumas apresentam poucas feições morfológicas preservadas. Os materiais UFT PB- 1460 (*Morfotipo 2*) e UFT PB- 1470 (*Morfotipo 1*) são duas folhas fósseis muito fragmentadas ambas não apresentam margem, ápice, base e, apesar da venação de primeira e segunda ordem se encontrarem bem visíveis, não se observa veias de ordem maior e não é possível classificar as secundárias em um padrão devido à falta de margens. O espécime UFT PB- 1478 (*Morfotipo 3*) consiste da porção lateral de uma folha, com apenas uma pequena parte de margem do tipo inteira e da venação primária, aparentemente do tipo pinada. O padrão de venação secundário está bem visível sendo possível classificá-lo como broquidódromo. As terciárias se apresentam no padrão percorrente reto.

Os espécimes foram analisados e descritos de acordo com as características visíveis, e constatou que correspondem a folhas de angiospermas pertencentes ao clado das Eudicotiledôneas, devido ao padrão de venação típico do grupo, como veias dispostas de forma hierárquica na lâmina foliar, diferente das monocotiledôneas que apresentam folhas com forma linear e venação paralela (HICKEY 1975; ELLIS et al., 2009). Assim, na falta de caracteres diagnósticos optou-se por enquadrar os três espécimes, aqui denominados de *Morfotipo 1, 2 e 3* em um nível taxonômico mais abrangente.

Ordem ROSALES Bercht. & J.Presl

Família MORACEAE Gaudich.

A família Moraceae Gaudich é uma das principais famílias dentro do grupo das Rosales, popularmente conhecida como família das figueiras. É predominantemente de floresta tropical, mas com ocorrência em regiões subtropicais e temperadas (*Ficus, Maclura*) (BERG, 2001). Em território brasileiro apresenta cerca de 250 espécies em 27 gêneros com representantes em todos os estados, mas sua área de concentração é a região amazônica (JUDD et al., 2009; PEDERNEIRAS et al., 2020). Se apresenta na forma de árvores, arbustos e raramente ervas, suas folhas são alternas e geralmente simples, inteiras à serradas, raramente são opostas, lobadas e com base cordada ou assimétrica, com nervuras pinadas ou palmadas (MARTINS-DA-SILVA et al., 2014; ROMANIUC-NETO et al., 2015). A família é considerada monofilética com base em estudos moleculares, mas com base em sinapomorfias morfológicas não se sabe ao certo o que sustenta o grupo, embora

sua característica lactescente possa ser uma sinapomorfia a se considerar (JUDD et al., 2009).

Tribo Dorsternieae

Gênero *Brosimum* Sw.

Brosimum sp.

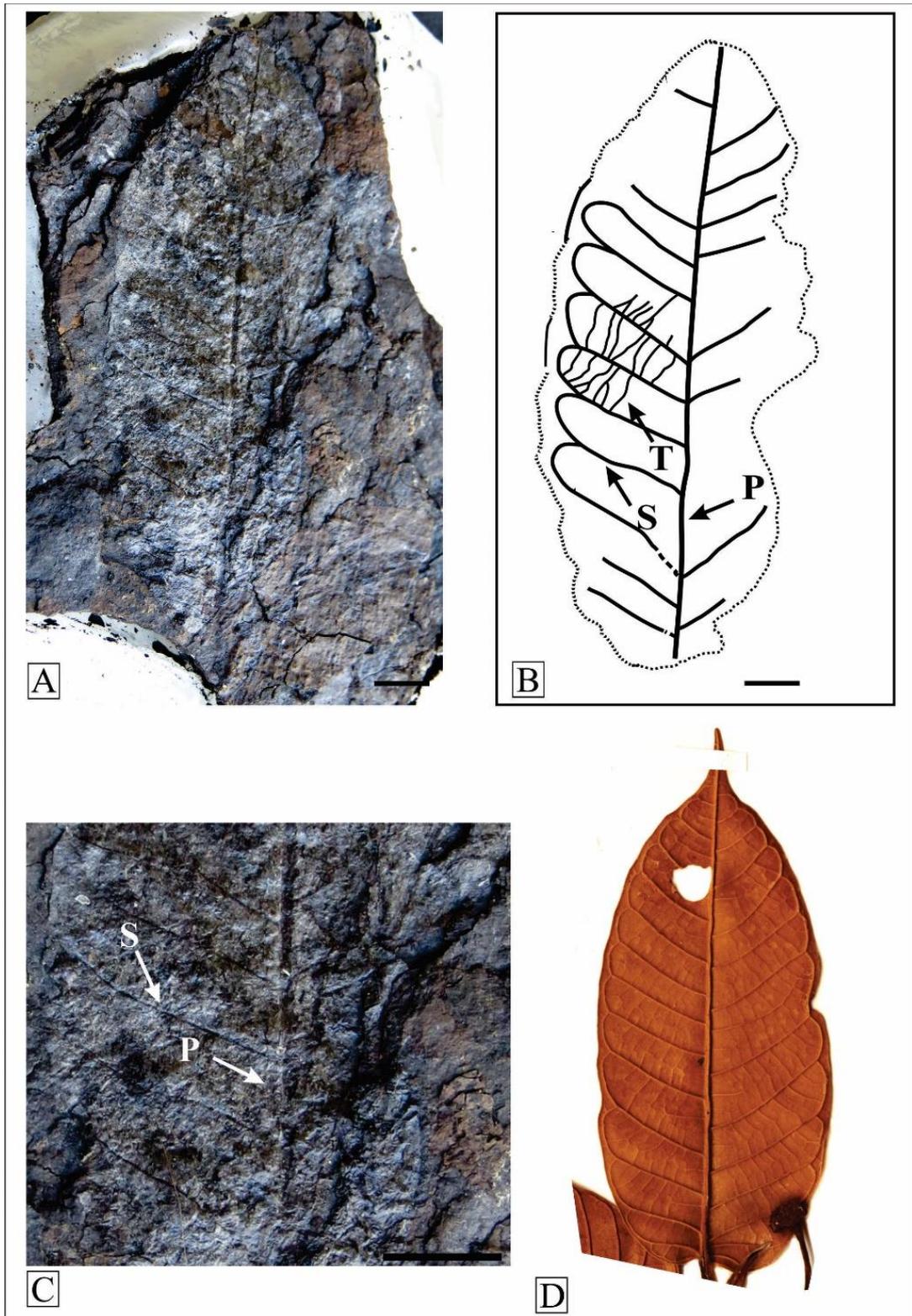
Espécie-tipo: *Brosimum* cf. *gaudichaudii* Trécul

Material descrito: UFT PB- 1462 (Fig. 07)

Diagnose: Folha elíptica, não lobada, simétrica, tamanho notófilo, margem inteira, ápice arredondado de ângulo convexo e base convexa. Venação primária pinada, secundária broquidódroma de ângulo uniforme e terciária percorrente alternada, curso sinuoso.

Descrição: folha fóssil de forma elíptica, aparentemente simétrica, com ápice arredondado e convexo, e base convexa, apresenta tamanho notófilo (2,025-4,500mm²), medindo 37,10mm de largura e 103,70mm de comprimento, margem inteira. A venação primária de forma pinada, com uma leve curvatura próximo ao ápice, secundárias não encerram na base formando o padrão broquidódromo, com espaçamento uniforme. A venação terciária, apesar de pouco visível, é possível perceber o padrão percorrente alternada de curso sinuoso.

Figura 7: Detalhamento da arquitetura foliar de *Brosimum* sp. A) Folha fóssil inserida em matriz de argila cinza. | B) Desenho evidenciando o padrão de venação. P: Principal, S: Secundária, T: Terciária. | C) Detalhes da porção mediana da folha. | D) Espécime atual para comparação da forma e venação (<https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc/catalogue/396753>). Escala: 1cm.



Fonte: autora da pesquisa.

Comparação e discussão: O espécime foi comparado com espécies fósseis e atuais, apresentando grande similaridade com o gênero *Brosimum* Sw., sendo a forma do folíolo, tipo de margem e a venação terciária determinante para confirmação da afinidade taxonômica do mesmo (BERG, 1972; SILVA, 2013).

Brosimum possui como características diagnosticas a forma da lâmina elíptica a oblonga ou lanceolada, levemente assimétrica; margem inteira a dentada; venação primária pinada, venação secundária broquidódroma, 6 a 11 pares de nervuras secundárias levemente ascendentes, veias intersecundárias geralmente presentes (BERG, 1972). Para o Brasil, o gênero distribui-se desde a bacia amazônica até campos abertos e cerrado, sendo representado por 13 espécies nativas, sendo nove dessas espécies (*B. acutifolium*, *B. alicastrum*, *B. gaudichaudii*, *B. guianense*, *B. lactescens*, *B. parinarioides*, *B. potabile*, *B. rubescens*, *B. utile*) ocorrentes no estado de Rondônia (ROMANIUC-NETO et al., 2015). Dentre estas espécies, *B. guianense* é a que mais se assemelha ao espécime do presente estudo, principalmente quanto a forma da folha e a observação do padrão de venação secundário e terciário.

A espécie *B. gaudichaudii* já foi descrita no registro fossilífero brasileiro para o Pleistoceno do Goiás (SILVA, 2013) e Mato Grosso (GOBO et al., 2019). Os registros são compatíveis ao espécime do presente estudo pela forma foliar elíptica, margem inteira, venação primária pinada, venação secundária broquidódroma de ângulo uniforme, com cerca de 12 pares de veias secundárias e venação terciária alterna-percorrente (Tab. 3).

Tabela 3: Características comparativas das espécies fósseis do gênero *Brosimum* Sw, encontradas na literatura paleobotânica. *Não observado.

Características morfológicas	<i>Brosimum</i> cf. <i>gaudichaudii</i>	<i>Brosimum</i> cf. <i>gaudichaudii</i>	<i>Brosimum</i> sp.
Forma da lâmina	Elíptica	Elíptica	Elíptica
Tamanho da lâmina	Notófilo	Micrófilo	Notófilo
Simetria	Simétrica	Simétrica	*
Margem	Inteira	Inteira	Inteira
Ângulo/forma do ápice	*,*	*,*	Convexo - Arredondado
Ângulo/forma da base	Agudo/Convexa	*,*	*/convexa (?)
Venação primária	Pinada	Pinada	Pinada
Venação secundária	Broquidódroma - espaçamento uniforme	Broquidódroma - espaçamento uniforme	Broquidódroma - espaçamento uniforme
Venação terciária	Alternopercorrente	Alternopercorrente Mista	Percorrente alternada
Referências	Silva (2013)	Gobo et al. (2019)	Presente estudo

Fonte: Dados da pesquisa.

Tribo Castilleae

Gênero *Pseudolmedia* Trécul

Pseudolmedia sp.

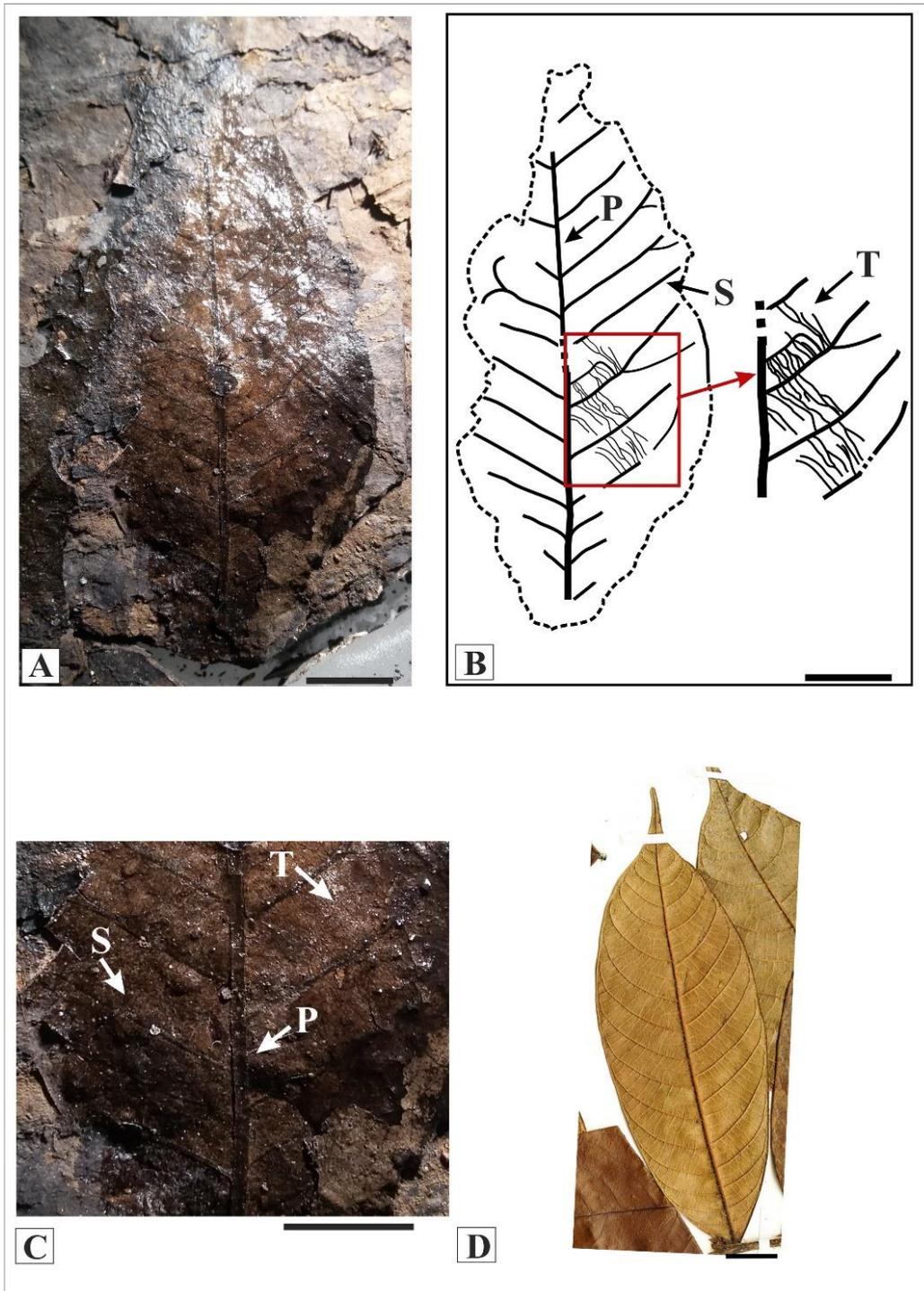
Espécie-tipo: *Pseudolmedia laviegata* Trécul

Material descrito: UFT PB- 1481 (Fig. 08)

Diagnose: folha micrófila, forma elíptica a ovada, margem inteira, ângulo da base e ápice aparentemente agudos. Venação primária pinada, secundária broquidódroma, terciárias de forma percorrente mista, com ângulo perpendicular e consistente.

Descrição: folha fóssil elíptica e micrófila (225 – 2.025mm²), medindo 25,8mm de largura e 61,3mm de comprimento, fragmentada na porção apical, basal e na margem esquerda. Margem inteira sendo bem visualizada na porção mediana, apesar da fragmentação parcial do ápice e base ambos são aparentemente de ângulo agudo. A venação primária é pinada e fortemente visível na porção basal, com uma leve curvatura da porção mediana ao ápice. As veias secundárias se apresentam em ~12 pares de ângulo inconsistente, o espaço entre as veias aumenta de forma gradual em direção ao ápice e se curvam próximo a margem unindo-se a veia superior como no padrão broquidódromo. As terciárias são bem marcantes de forma percorrente mista de curso sinuoso e ângulo perpendicular e consistente.

Figura 8: Detalhamento da arquitetura foliar de *Pseudolmedia* sp. A) Folha fóssil inserida em matriz de argila cinza. | B) Desenho evidenciando o padrão de venação. P: Principal, S: Secundária, T: Terciária., C) porção mediana da folha, setas indicam os padrões de venação; D) espécime atual de *P. laevis* (n°301596) do Herbário virtual Field Museum of Natural History – Neotropical Herbarium para comparação da forma e padrão de venação (<https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc/catalogue/301596>). Escala: 1cm.



Fonte: autora da pesquisa.

Comparação e discussão: a compressão foliar UFT PB- 1481 foi comparada com representantes da flora atual da região e verificou-se semelhança com as espécies do gênero *Pseudolmedia* Trécul. O gênero comumente apresenta lâmina foliar lanceolada a oblonga, margem inteira, veia intersecundária e venação terciária percorrente.

De acordo com Molina et al. (2020), no Brasil o gênero possui representantes nas regiões brasileiras com domínios dos biomas Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica, distribuídas em cinco espécies e uma subespécie: *Pseudolmedia hirtula* Kuhlmann, *P. laevigata* Trécul, *P. laevis* (Ruiz & Pav.) J.F.Macbr, *P. macrophylla* Trécul, *P. rigida* (Klotzsch & H.Karst.) Cuatrecasas, *P. rigida* subsp. *eggersii* (Standl.) C.C.Berg. A amostra analisada se assemelha com as folhas de *P. laevigata* por apresentar lâmina elíptica e simétrica, intersecundárias presentes e venação terciária percorrente.

Para o Brasil, há dois registros de folhas fósseis com afinidade para o gênero, ambos do Pleistoceno e para o estado de Goiás sendo o de Leite (2017) em Planaltina de Goiás e Silva (2013) em Catalão. Mas destes, apenas Silva (2013) apresenta a descrição da arquitetura foliar sendo possível fazer uma comparação, o mesmo assemelha-se com o espécime do presente estudo principalmente pela forma da lâmina e padrão de venação secundário e terciário (Tab. 4). A comparação com os materiais de Leite (2017) foi feita com a documentação gráfica disponibilizada, encontrando semelhança com o padrão de venação de primário, secundário e terciário observado.

Tabela 4: Características comparativas das espécies fósseis brasileiras do gênero *Pseudolmedia* sp., encontradas na literatura paleobotânica. *Não observado.

Características morfológicas	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	<i>Pseudolmedia</i> sp.
Forma da lâmina	Elíptica	Eliptíca a ovada
Tamanho da lâmina	Notófila	Micrófilo
Simetria	Simétrica	Simétrica
Margem	Inteira	Inteira
Ângulo/forma do ápice	Agudo / acuminado	Agudo/ Reto (?)
Ângulo/forma da base	Agudo/*	Agudo/ cuneada
Venação primária	Pinada	Pinada
Venação secundária	Broquidódroma	Broquidódroma
Veia Intersecundária	Presente	Presente
Venação terciária	Alternado-percorrente mista	Percorrente mista
Referências	Silva (2013)	Presente estudo

Fonte: Dados da pesquisa.

Ordem MYRTALES Juss. Ex Bercht. & J.Presl (1820)

Família MYRTACEAE Juss. 1789

Myrtaceae é uma das famílias mais representativas no Brasil, sendo a maior da Ordem Myrtales, distribuída por todos os estados brasileiros em cerca de 1.025 espécies distribuídas em 23 gêneros, sendo 7 gêneros com 58 espécies para o estado de Rondônia (SOBRAL et al., 2015). A família apresenta distribuição pantropical em uma diversidade de habitats, nas formas de árvores ou arbustos e possui um caule esfoliante como principal característica (JUDD et al., 2009; PEREIRA 2015). Suas folhas são geralmente alternas espiraladas, inteiras, venação primária pinada e secundárias camptódromo-broquidódromo (CARDOSO, SAJO, 2006; JUDD et al. 2009). A família é claramente monofilética e suas relações têm sido bastante estudadas quanto à morfologia e caracteres moleculares, com isso sua taxonomia foi muito modificada nas últimas décadas, se tornando muito complexa (JUDD et al., 2009).

Subfamília MYRTOIDEAE

Tribo MYRTAE

Morfotipo 4

Material descrito: UFT PB- 1475 – (Fig. 09)

Diagnose: folha de tamanho microfilo, forma elíptica a ovada, com margem inteira. Ápice de ângulo agudo e forma acuminada. Venação primária pinada, secundárias do tipo broquidódroma, formando uma série de arcos próximo a margem e terciárias reticulada irregular.

Descrição: o espécime consiste de um fragmento preservando somente parte da porção mediana ao ápice da folha, com medidas de 20,6mm de largura e 30,9mm de comprimento correspondente ao tamanho micrófilo ($225 - 2,025\text{mm}^2$). Sua forma é elíptica a ovada, inteira (não lobada) e com margem inteira bem demarcada. O ápice se encerra de forma acuminada e ângulo agudo. A venação primária é do tipo pinada, as veias secundárias do tipo broquidódroma (formação de veias intramarginais), com espaçamento uniforme entre as veias. A venação terciária forma um padrão reticulado irregular de ângulo inconsistente, e as veias exteriores formam uma série de arcos.

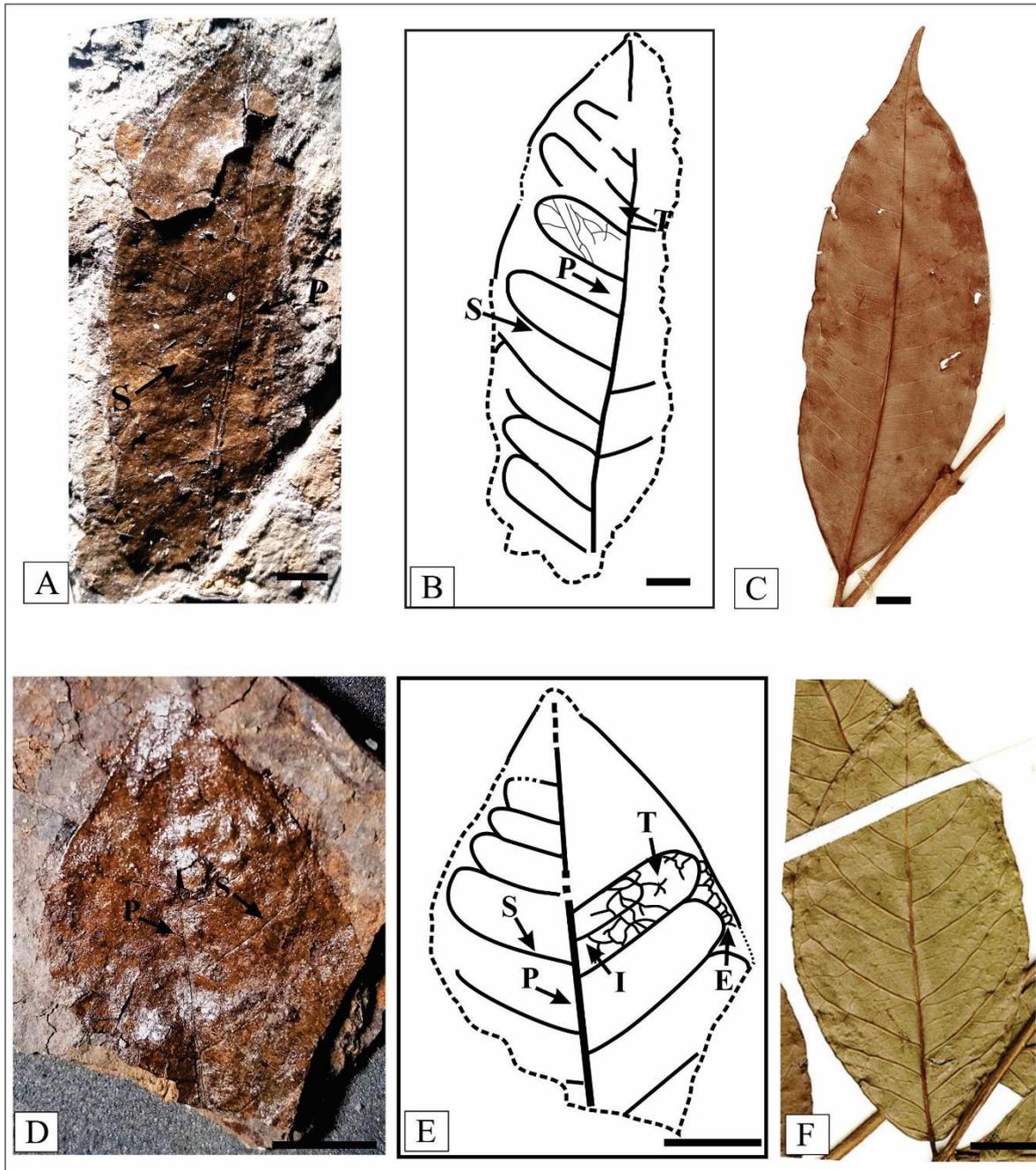
Morfotipo 5

Material descrito: UFT PB- 1459 (Fig. 9)

Diagnose: Folha elíptica, de tamanho microfilo, margem inteira, ápice agudo e de forma reta. Venação primária pinada e secundárias do tipo broquidódroma simples, terciária ramificada transversal e exteriores formando arcos.

Descrição: O espécime consiste de um fragmento de folha fóssil, com sua forma laminar elíptica, ápice de ângulo agudo e forma reta parcialmente fragmentado. Margens fragmentadas e base não preservada. Com suas medidas de 20,74mm de largura e 65,13mm de comprimento, é classificada como micrófila ($225 - 2,025\text{mm}^2$). A venação principal é pinada pois emerge em linha reta, bem evidente da base à porção mediana e afinando em direção ao ápice. Os pares de veias secundárias não terminam na margem, formando, portanto, um padrão broquidódromo. A venação terciária aparece de forma fraca, formando aparentemente um padrão reticulado transversal, de ângulo perpendicular a veia principal. Veias exteriores formam arcos variáveis.

Figura 9: Detalhamento da arquitetura foliar dos morfotipos da Tribo Myrtae- *Morfotipo 5:* A) Folha fóssil; B) Desenho evidenciando o padrão de venação. | C) Espécime atual de Myrtaceae (*Eugenia*) para comparação da forma e venação secundário (<https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc/catalogue/3113984>) | *Morfotipo 4:* D) Folha fóssil inserida em matriz de argila cinza. | E) Desenho evidenciando o padrão de venação. | P: Principal, S: Secundária, T: Terciária, I: Intersecundária, E: Exteriores. F) Espécime atual de Myrtaceae (*Psidium*) para comparação da forma foliar e padrão de venação (<https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc/catalogue/303424>).
Escala: 1cm.



Fonte: autora da pesquisa.

Comparação e discussão: Após análise da arquitetura foliar, os espécimes foram comparados com folhas fósseis e atuais (representante da flora da região), sendo possível

constatar similaridade com espécies da tribo Myrtae (Myrtaceae). Atualmente, a família é subdividida em Psiloxylloideae e Myrtoideae com 16 tribos, dentre elas a tribo Myrtae, a mesma é dividida em três subtribos: Myrtinae, Eugeniinae e Myrciinae (CARDOSO; SAJO, 2006; PEREIRA, 2015)

Os espécimes anteriormente descritos foram identificados como pertencentes da Tribo Myrtae com base em suas características típicas, tais como: margem lisa, ápice de ângulo agudo e forma reta ou acuminada, ângulo da base agudo e forma cuneada, lâmina elíptica e micrófila, venação secundária broquidódroma de espaçamento irregular, raras veias intersecundárias, venação terciária de curso ramificado ou reticulado e veias exteriores formando uma série de arcos (FITTIPALDI, 1990; CARDOSO; SAJO, 2006; PEREIRA, 2015).

Com relação ao contexto fossilífero, há inúmeros registros para a família desde o Neocretáceo com registros de cutículas, até o Pleistoceno/Holoceno com grãos de pólen, lenhos e folhas (SILVA, 2013; PEREIRA, 2015). No Brasil, as folhas fósseis de mirtáceas são registradas para o Paleógeno de Itaquaquecetuba (FITTIPALDI, 1990), Eoceno-Oligoceno de Minas Gerais (HOLLICK; BERRY, 1924; BERRY, 1935; DUARTE; MELLO-FILHA, 1980; PEREIRA, 2015), o Mioceno do Pará (DUARTE, 2004), Pleistoceno de Goiás (SILVA, 2013) e Mato Grosso (GOBO et al., 2019) e Holoceno de São Paulo (DUARTE; REZENDE-MARTINS, 1985). Os materiais descritos nesses trabalhos se assemelham quanto à forma e padrão de venação ao espécime aqui estudado, com caracteres em comum com as subtribos Myrtinae e Eugeniinae.

O *Morfotipo 4* encontra-se apenas com a parte superior preservada e o *Morfotipo 5* se apresenta de forma parcial, porém, seus detalhes morfológicos estão bem visíveis permitindo incluí-los como pertencente a tribo Myrtae. Porém, esses caracteres são insuficientes para a visualização mais geral da lâmina foliar, e com isso impossibilita a afinidade com os níveis taxonômicos inferiores. Os registros pleistocênicos para o Brasil estão apresentados na tabela 4, para comparação e confirmação da afinidade taxonômica destes espécimes.

Tabela 5: Características comparativas das espécies fósseis pleistocênicas do Brasil, correspondente a Tribo Myrtae, família Myrtaceae. *Não observado.

Características morfológicas	<i>Eugenia involucrata</i>	<i>Myrcia fenzliana</i>	Tribo Myrtae	<i>Morfotipo 4</i>	<i>Morfotipo 5</i>
Forma da lâmina	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica a ovada	Elíptica
Tamanho da lâmina	Notófilo	Notófilo	Micrófilo	Micrófilo	Micrófilo
Simetria	Simétrica	Simétrica	Assimétrica	*	*
Margem	Inteira	Inteira	Inteira	Inteira	Inteira
Ângulo/forma do ápice	Agudo/acuminado	Agudo/Convexo	*/*	Agudo/Acuminado	Agudo/Acuminado (?)
Ângulo/forma da base	Agudo/Cuneada	Obtuso/Convexa	Agudo/Convexa	*/*	*/*
Venação primária	Pinada	Pinada	Pinada	Pinada	Pinada
Venação secundária	Broquidódroma - espaçamento uniforme	Broquidódroma - espaçamento uniforme	Broquidódroma - espaçamento irregular	Broquidódroma - espaçamento uniforme	Broquidódroma - espaçamento irregular
Veias intersecundárias	Raras	Raras	*	*	*
Venação terciária	Alternopercorrente de curso ramificado	Reticulada ao acaso	Reticulada aleatória	Reticulada Irregular	Reticulado transversal
Veias exteriores	*	Em arcos	*	Em arcos	Arcos variáveis
Referências	Silva (2013)	Silva (2013)	Gobo et al. (2019)	Presente estudo	Presente estudo

Fonte: Dados da pesquisa.

4.2 Inferências paleoambientais

A dinâmica vegetacional para a Formação Rio Madeira tem sido apresentada em trabalhos de cunho palinológico e paleobotânico, ampliando o conhecimento paleobotânico local e regional. Esses estudos também integram as pesquisas que buscam explicar como a biodiversidade amazônica atual se originou, manteve-se e expandiu-se até os dias de hoje, enfrentando diversas mudanças ambientais.

4.2.1 Análise de microfósseis

Rizzotto et al. (2006), em análise da palinoflora de amostras coletadas em dois pontos da Formação Rio Madeira, de idade 26.000 ± 200 anos e >46.310 anos calibrados A.P., constataram elementos que indicam um paleoambiente quente e úmido com elementos de floresta tropical semelhante ao atual no Pleistoceno Superior.

Meneses et al. (2012) com base em grãos-de-pólen provenientes do Afloramento Estaca 93 (Formação Rio Madeira), constataram características típicas de ambientes úmidos, inferindo a predominância de uma floresta tropical úmida no período de 41.350 ± 43.500 anos calibrados A.P.

Feitosa et al. (2015) analisaram quarenta e nove (49) amostras sedimentares coletadas ao longo das margens do Rio Madeira. Com base em dados palinológicos inferiram uma paleovegetação com distribuição típica de mosaicos florestais devido a dinâmica fluvial, indicando a ocorrência de floresta de várzea de sucessão primária, chavascal e floresta de várzea de sucessão tardia no Quaternário Superior.

Esses dados corroboram com as inferências de Van der Hammen e Absy (1994), que a partir de amostras palinológicas coletadas no sul e sudeste da Amazônia, constataram o predomínio da vegetação savana em substituição a floresta tropical úmida entre 42.500 e 18.500 anos calibrados A.P. Porém, com o recuo dessa savana para porção mais ao sul da Amazônia, novamente houve o predomínio da floresta tropical úmida na área entre 22.000 e 13.000 anos calibrados A.P.

4.2.2 Análise de macrorrestos foliares

Borges et al. (2014) descreveram impressões foliares pleistocênicas de Malvaceae, com idades de ± 15.910 e ± 14.850 anos calibrados A.P. Em seus resultados, sugeriram para o sudoeste amazônico a presença de uma floresta tropical úmida a pelo menos 14 mil anos calibrados A.P.

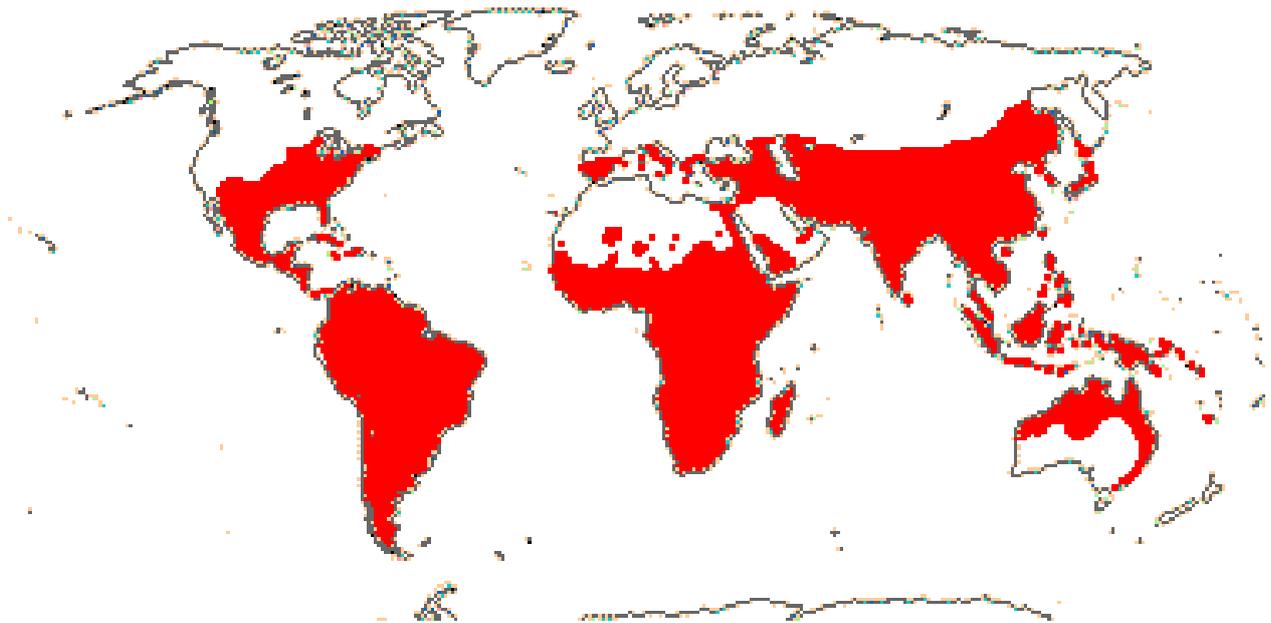
Nascimento et al. (2021) analisaram folhas fósseis com idade de ± 43.500 anos calibrados A.P, provenientes do mesmo nível fossilífero do presente estudo. A partir da análise da arquitetura foliar e da distribuição atual dos táxons identificados (Fabaceae, Chrysobalanaceae e Calophyllaceae), os autores inferiram um ambiente semelhante ao atual, com presença de uma floresta tropical úmida no Pleistoceno Superior.

Para a região amazônica, Gobo et al. (2019) apresentam descrição de espécimes de folhas fósseis provenientes de sedimentos datados para o final do Pleistoceno (a cerca de 20 mil anos calibrados A.P.), em Mato Grosso. Os autores concluíram que a composição florística representava elementos florestais típicos da Floresta Amazônica, e um paleoclima úmido, e com a presença de uns poucos elementos florísticos que ocorrem em vegetação de savana.

A descrição dos fragmentos foliares no presente estudo juntamente com as afinidades taxonômicas e a comparação com espécimes fósseis e atuais, permite incluir na paleoflora da Formação Rio Madeira a ± 43.500 anos A.P., representantes das famílias Moraceae (*Brosimum* sp., *Pseudolmedia* sp.), Myrtaceae (Tribo Myrtae, morfotipo 4 e 5).

A família Moraceae apresenta distribuição cosmopolita, com maior ocorrência nos trópicos do Velho Mundo (Berg, 2001) (Fig. 10). Com relação a sua idade de origem há controvérsias, mas acredita-se que tenha surgido entre ± 110 a 89 milhões de anos e sua diversificação tenha ocorridos por eventos de vicariância após a separação da África e América do Sul (105m.a) (ZEREGA et al., 2005; MISIEWICZ; ZEREGA, 2012).

Figura 10: Distribuição atual da família Moraceae Gaudich.



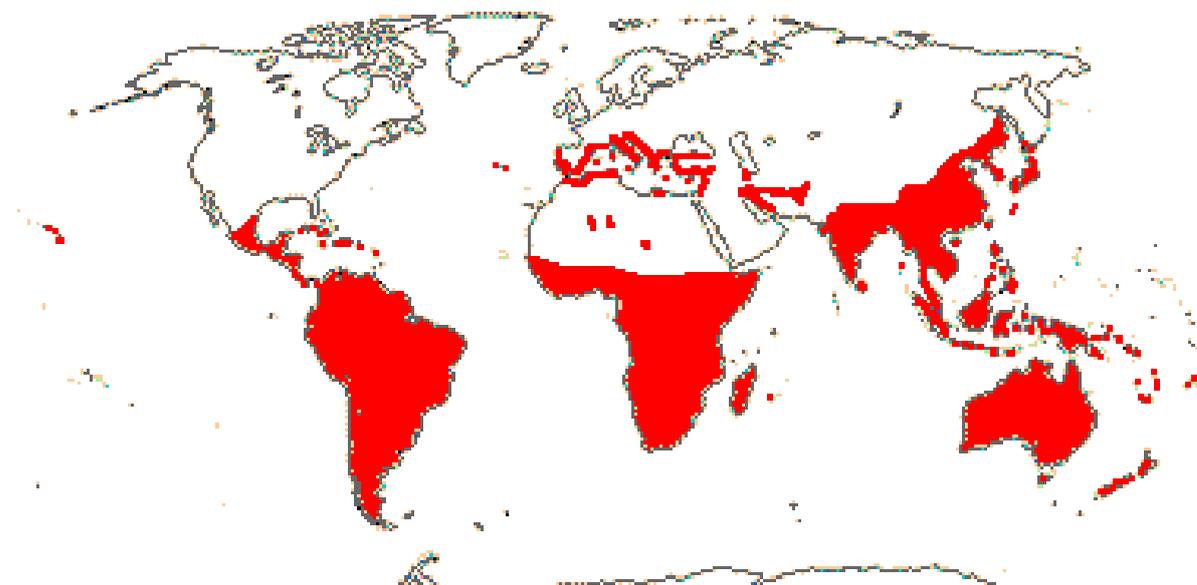
Fonte: extraído de Stevens (2001a).

Os espécimes aqui descritos correspondem as tribos Dorsterieae e Castilleae, ambas possuem como prováveis pontos de origem a América do Sul e África. São predominantemente de florestas tropicais, com alcance também em savanas. Dessas espécies tropicais, a maioria ocorre em habitat de terra firme, com alguns representantes em florestas inundáveis. Já as poucas espécies que ocorrem em áreas de savana (Cerrado), provavelmente sofreram irradiação na região central do Brasil devido a ligação com a porção inferior da Bacia Amazônica (BERG, 2001).

Myrtaceae é uma família mais relacionada a climas quentes, preferencialmente de mata ciliar. Apresenta distribuição Pantropical e subtropical, ocorrendo principalmente nas regiões Neotropical e Australiana, que também representam seus dois centros de diversidade (TAYLOR et al., 2009; PEREIRA, 2015) (Fig. 11). Sua origem provavelmente ocorreu durante o Neocretáceo (entre Turoniano e Coniaciano). Os registros para o Paleoceno indicam que a diversificação da família ocorreu nesse período. Soma-se a isso, o fato de as

mirtáceas terem preferências por altas temperaturas, havendo uma forte correlação com o máximo termal que ocorreu no planeta durante esse período (Paleoceno/Eoceno), com clima quente e úmido (PEREIRA, 2015).

Figura 11: Distribuição atual da Subfamília Myrtoideae (Myrtaceae).



Fonte: extraído de Stevens (2001b).

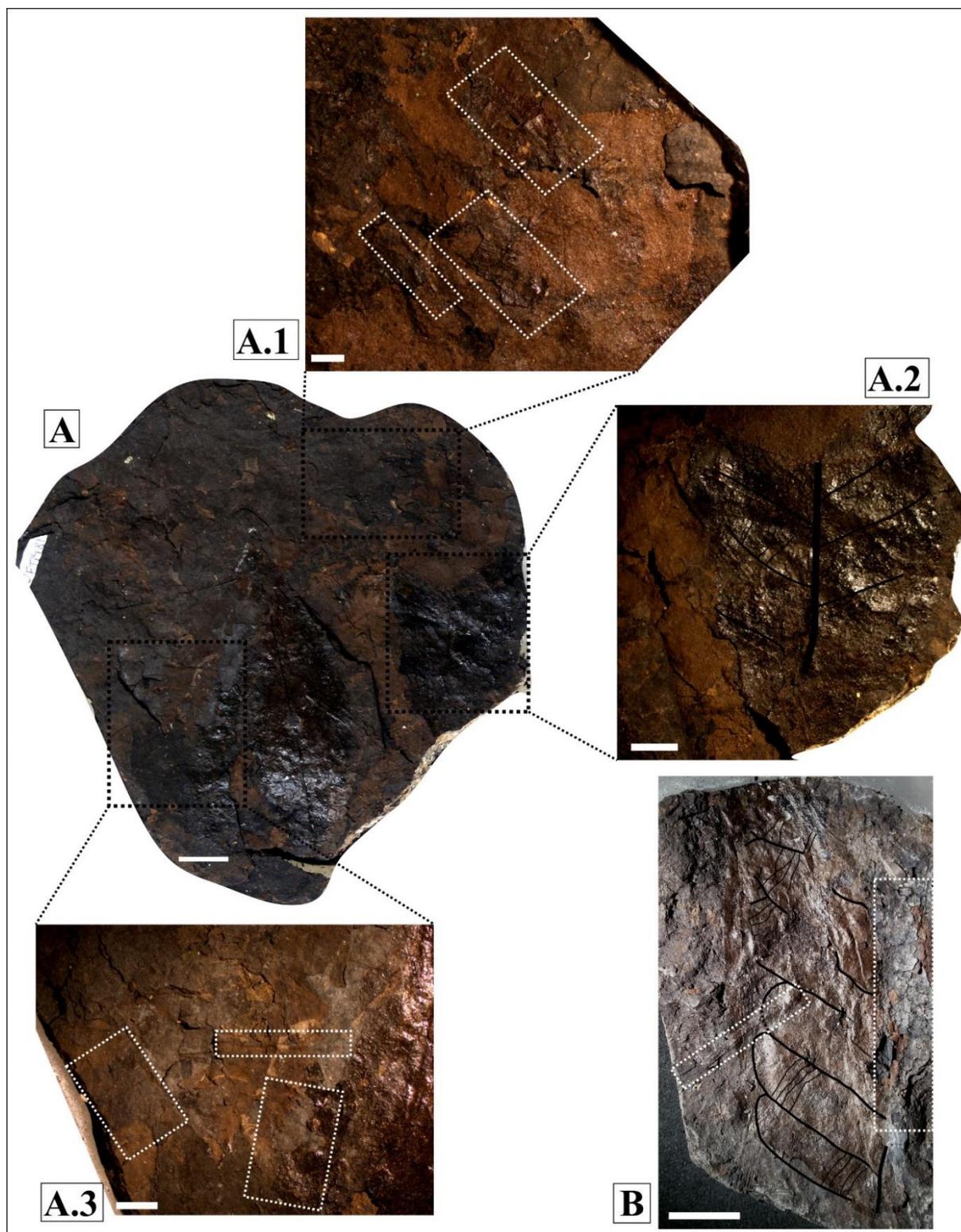
Devido ao alto nível de fragmentação dos espécimes e o baixo número de amostras, não é possível realizar interpretações mais apuradas para um estudo paleoclimático. Porém, a distribuição atual e a tolerância ambiental das famílias anteriormente apresentadas, demonstram que ambas estão mais relacionadas a regiões de clima tropical úmido. O que vem a ser confirmada com base nos detalhes morfológicos preservados, tais como: margem inteira, ápice agudo, tamanho da lâmina foliar (micrófilo e notófilo) e padrão de venação fechado (broquidódromo) (Tab. 2), que são típicos desse contexto climático (DUTRA; BOARDMAN, 2004).

Também foi possível observar alguns aspectos relacionados a deposição das amostras no sedimento. Ao analisar o material percebe-se um número grande de fragmentos vegetais sobrepostos às amostras. Essa sobreposição limitou a análise de alguns espécimes, visto que ocasionou deformação na lâmina foliar e a mescla de caracteres de diferentes fragmentos foliares (Fig. 12). Essa fragmentação pode estar relacionada a deposição desses materiais, podendo indicar um acúmulo de folhas (=folhiço) ao longo do canal do rio, ou em ambientes de serrapilheira na planície de inundação. Essa inferência corrobora com o cenário de que os

fósseis da Formação Rio Madeira estão relacionados a um ambiente fluvial e de planície de inundação (QUADROS, 2010). Esse contexto corresponde ao ambiente das margens do rio Madeira, que apresenta períodos de cheia sazonal. Quando esses ambientes são inundados ocorre o transporte e desgaste dos materiais, de acordo com nível de energia do fluxo de água (SPICER, 1981).

Ainda, conforme Greenwood (1991) as folhas constantemente acumuladas às margens das áreas de influências fluvial e lacustre geralmente refletem a comunidade de plantas local, diferente dos palinórfos que indicam o tipo de flora no contexto regional. Com isso, a partir da integração dos dados aqui apresentados e os presentes na literatura, relacionados a arquitetura foliar e o significado morfo-adaptativo dos táxons, percebe-se que a Formação Rio Madeira apresenta uma diversidade de angiospermas, com elementos presentes atualmente na flora para a região (Tab. 1). Portanto, nossos dados corroboram com outros trabalhos realizados na paleoflora do contexto Amazônia, que inferem a presença de uma floresta tropical e um clima semelhante ao atual no Pleistoceno Superior.

Figura 12: Demonstração das amostras do Afloramento Estaca 93. A) Amostra UFT PB- 1481, com diversos fragmentos foliares. A.1 e A3: caixas de destaque indicando fragmentos da lâmina foliar e caulinar; A.2: fragmento foliar com presença de venação primária, secundária e terciária; | B) Amostra UFT PB- 1478 com caixas destaques indicando a sobreposição dos restos vegetais. | Escalas: A) e B) 1cm; A.1 e A.3: 500 µm; A.2: 250 µm.



Fonte: autora da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, foram descritas sete folhas fósseis de angiospermas provenientes do Afloramento Estaca 93, Rondônia, e obteve-se as seguintes conclusões:

- Foram registrados cinco morfotipos, sendo três (*Morfotipos 1, 2 e 3*) para Eudicotiledôneas, e dois (*Morfotipos 4 e 5*) com afinidades para a Tribo Myrtae (Myrtaceae);
- Dois registros para família Moraceae (*Brosimum* sp. e *Pseudolmedia* sp.). Sendo o primeiro registro dos gêneros para a Formação Rio Madeira, e *Pseudolmedia* um registro inédito para a região amazônica;
- A análise da arquitetura foliar de todos os espécimes, demonstra um padrão típico de ambientes quente e úmido;
- A distribuição atual e o habitat das famílias Moraceae e Myrtaceae, demonstram que ambas estão mais relacionadas a regiões de clima tropical úmido;
- Com base no padrão de apresentação das amostras, o ambiente de deposição das amostras pode estar relacionado a acumulação de folhas (=folhiço) ao longo do canal do rio, ou em ambientes de serrapilheira na planície de inundação;
- Os resultados aqui apresentados integrados aos estudos para a região permitem inferir um cenário para a paleoflora da Formação Rio Madeira há ± 43.500 anos A.P, sendo este de floresta tropical semelhante ao atual.

REFERÊNCIAS

- ABSY, M. L.; VAN DER HAMMEN, T. Some palaeoecological data from Rondonia, southern part of the Amazon Basin. **Acta Amazonica**, v. 6, n. 3, p. 293–299, 1976.
- _____; PRANCE, G. T.; BARBOSA, E. M. Inventário florístico de floresta natural na área da estrada Cuiabá-Porto Velho (BR-364). **Acta Amazonica**, v. 17, p. 85-122, 1987.
- ADAMY A.; DANTAS M.E. Complexo Hidrelétrico Rio Madeira – Geomorfologia Setor Jirau. Porto Velho: **CPRM-SGB** Residência de Porto Velho, 2004.
- _____; PEREIRA, L.A.C. Projeto Ouro e Gemas: Frente Rondônia. **Relatório Anual da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Porto Velho)**, p. 8-35, 1991.
- _____; ROMANINI, S.J. Geologia da região Porto Velho-Abunã. Folhas Porto Velho (SC. 20-VBV), Mutumparaná (SC. 20-VC-VI), Jaciparaná (SC. 20-VDI), Abunã (SC. 20-VCV), Estados de Rondônia e Amazonas. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **DNPM/CPRM**, Brasília, 1990.
- AMARAL, Karielle Aparecida Borges. **Novos morfogêneros de lenhos angiospérmicos provenientes de afloramentos no leito do rio madeira na área de abrangência do Aproveitamento Hidroelétrico Jirau, Rondônia**. 2016. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, 2016.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 181, p. 1–20. 2016.
- ARNOLD, Chester A. An Introduction to Paleobotany. **New York and London: McGraw-Hill**, 1947.
- ASH, A.; ELLIS, B.; HICKEY, L. J.; JOHNSON, K. R.; WILF, P.; WING, S. L. **Manual of leaf architecture** - morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms by Leaf Architecture Working Group. Smithsonian Institution: Washington. 1999. 65p.
- BERG, Cornelis Christiaan. Olmedieae, Brosimeae (Moraceae). **Flora Neotropica**, 7: p. 1–229. 1972.
- BERG, Cornelis C. **Moreae, Artocarpeae, and Dorstenia (Moraceae)**: With introductions to the family and Ficus and with additions and corrections to Flora Neotropica Monograph 7. Organization for Flora Neotropica, 2001. p. 1-346.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C; MUNE, S.E. A origem e evolução das angiospermas. *In*: CARVALHO, I. S. **Paleontologia: paleovertebrados, paleobotânica**. 3ed. 2011. p.347-383.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; GARCIA, M. J.; DE CASTRO-FERNANDES, M. C.; PEREIRA, K. G. Fabáceas Paleógenas da Região Sudeste de Minas Gerais, Formação Entre-Córregos, Bacia de Aiuruoca, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 17(3), p. 343–362, 2014.

BERRY, Edward W. Tertiary plants from Brazil. **Proceedings of the American Philosophical Society**. 75(7), p. 565-590, 1935.

BORGES, Maria Suete et al. Impressões foliares Pleistocenas de Malvaceae na área de abrangência do aproveitamento hidroelétrico Jirau, Rondônia, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 41(3), p. 243-255, 2014.

CARDOSO, Nelsa. **Paleoecologia da flora de Catalão, Paleolago Cemitério, Estado de Goiás**. 2007. 148f. Tese (Doutorado Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre-RS, 2007.

CARDOSO, C. M. V.; SAJO, M. G. Nervação foliar em espécies brasileiras de Myrtaceae Adans. **Acta Botanica Brasilica**, 20, p. 657–669. 2006. doi:10.1590/S0102-33062006000300016

COPETTI, P. L.; PARISI-DUTRA, R.; DA-ROSA, A. A.; KERBER, L. A new record of Tayassuidae (Mammalia: Cetartiodactyla) from the Pleistocene of northern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 93. 2021.

COZZUOL, M. A. Mamíferos acuáticos y la antigüedad de los depositados cuaternários del Alto Río Madeira (Rondônia, Brasil). *In*: CONGRESO INTERNACIONAL EVOLUCIÓN NEOTROPICAL DEL CENOZOICO, 1999, **La Paz. Programa y Resúmenes, La Paz:Academia Nacional de Ciencias Boliviana**, p. 18, 1999.

_____ ; HOLANDA, E. C.; NASCIMENTO, E. R. do; WEISS, F. L. Registro do gênero *Nechoerus* (Rodentia, Caviomorpha, Hydrochoeridae) para o Pleistoceno superior da Amazônia Sul-Occidental. **Paleontologia em Destaque**, Porto Alegre, 53, p. 43-44, 2006.

DOS-SANTOS, M. A.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E.; SANT'ANNA, L. G. Evidência Paleoclimáticas e Paleocológicas, segundo dados Paleobotânicos e Mineralógicos, dos Argilitos Neógenos de Jaguariúna (SP), Correlatos à Formação Rio Claro. **Revista Geociências-UNG**, v. 6, n. 1, p. 80-106, 2007.

DUARTE, Lelia. **Styracaceae fóssil do pleistoceno de Russas, Ceará**. Notas preliminares e estudos. **Boletim da divisão de Geologia e Mineralogia**. DNPM, Rio de Janeiro, v. 109, p. 1-15, 1959.

_____. Paleoflórula. In: Rosseti, D. F; Góes, A. M. (eds.). **O Neógeno da Amazônia Oriental**, Museu Paraense Emílio Goeldi. p. 169–196. 2004.

_____; NOGUEIRA, M. I. M. Vegetais do Quaternário do Brasil I – Flórula de Russas, CE. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 52, n. 1, p. 37-48. 1980.

_____; _____; Vegetais do Quaternário do Brasil III – Flórula do Morro do Chapéu, BA. In: **Congresso Brasileiro de Paleontologia**, Série Geologia 27, seção Paleontologia e Estratigrafia, 2. Brasília, DF, p. 573-578, 1985.

_____; MELLO-FILHA M. Flórula Cenozoica de Gandarela, Minas Gerais. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, 52, p. 77–91. 1980.

_____; VASCONCELOS, M. E. C. Vegetais do Quaternário do Brasil II – Flórula de Umbuzeiro, PB. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 52, n.1, p. 93-108, 1980.

_____; REZENDE-MARTINS, A. F. P. Contribuição ao conhecimento da flora cenozoica do Brasil: Jazigo Vargem Grande do Sul, SP, Serie Taubate. II. **Coletânea de trabalhos paleontológicos**. p. 565-571. 1985.

DUTRA, L. D.; BOARDMAN, D. R. Folhas das Angiospermas: Taxonomia, preservação e sua aplicação na reconstituição das floras e dos climas do passado. **Caderno La Salle XI**, 2, p. 109-120. 2004.

ELLIS, Beth. et al. **Manual of leaf architecture**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2009. 190p.

FEITOSA, Y.O.; ABSY, M. L.; LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C. Late Quaternary vegetation dynamics from central parts of the Madeira River in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 1, p. 120-128, 2015.

FITTIPALDI, Fernando Cilento. **Vegetais fósseis da Formação Itaquaquetuba (Cenozóico, bacia de São Paulo)**. 1990. 202f. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo – Instituto Geociências. São Paulo. 1990. 190p.

FIELD MUSEUM OF NATURAL HISTORY (Neotropical Herbarium Specimens) Collection. 2021. Disponível em: <https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc/5305/>; acessado em: 27 jan. 2021.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>, acessado em: 22 jun. 2020.

FOLLADOR, G. L. P. P.; CASSINO, R. F. VARAJÃO, A. F. D. C. BITTENCOURT, J. S. An Upper Pleistocene macroflora indicates warm and dry climate during an interglacial in central Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 567, p. 110243, 2021.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. **Early flowers and angiosperm evolution**. Cambridge University Press, 2011. 573p.

GOBO, Willian Vieira. **Primeiro registro de macroflora do Pleistoceno Final nas margens do rio Teles Pires, MT, Brasil**. 2018. 57f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Geociências. Instituto de Geociências. Porto Alegre-RS, 2018.

GOBO, W. V; IANNUZZI, R.; ERTHAL, F.; ROBRAHN-GONZÁLEZ, E. M. Primeiro registro de macroflora do Pleistoceno final nas margens do Rio Teles Pires, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 22, p. 131-145, 2019.

GOIS, F.; SCILLATO-YANÉ, G. J.; CARLINI, A. A.; UBILLA, M. Una nueva especie de *Holmesina* Simpson (*Xenarthra*, *Cingulata*, *Pamphateriidae*) del Pleistoceno de Rondônia, sudoeste de la amazonia, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 15, 2012.

GREENWOOD, D. R. The taphonomy of plant macrofossils. In: S.K. Donovan (ed.) **The processes of fossilization**, Belhaven Press, p. 141–169. 1991.

HICKEY, Leo J. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **American Journal of Botany**, v. 60, n.1, p. 17-33, 1973.

_____; WOLFE, J. A. The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 62, p. 538–589, 1975.

HOLANDA, Elizete Celestino. **Os tapiridae (Mammalia, Perissodactyla) do Pleistoceno Superior do Estado de Rondônia, Brasil**. 2007. 80f. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, RS. 2007.

_____; PORTO, A. S.; NASCIMENTO, E. R. do; GÓIS, F.; COZZUOL, M. A. Registros do gênero *Tapirus* (Mammalia, Perissodactyla) do Pleistoceno da Amazônia Sul-Occidental. **Ameghiniana**, Buenos Aires, 41(4), 2004.

_____ ; COZZUOL, M. A. New records of Tapirus from the late Pleistocene of southwestern Amazonia, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. Sociedade Brasileira de Paleontologia, Porto Alegre, 9(2), p. 193-200, 2006.

HOLLICK, A.; BERRY, W. E. A Late Tertiary flora from Bahia, Brazil. **The Johns Hopkins University Studies in Geology**. Baltimore, The Johns Hopkins Press, p. 11-45, 1924.

IANNUZZI, R; VIEIRA, C. E. L. **Paleobotânica**. 1ºed, Editora da UFRGS, 2005. 111p.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3ed. Artmed Editora, Porto Alegre. 2009. 612p.

LEITE, Cristiano Ferreira. **Folhas fósseis da região de Planaltina de Goiás, Pleistoceno, Brasil**. 2017. 34f. Trabalho de Conclusão do Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Faculdade UnB Planaltina, Planaltina-DF, 2017.

LIMA, Débora Ulisses. **Novo morfotipo de Fabaceae proveniente da Bacia Do Abunã, Rondônia, Brasil**. 2019. 53f. Monografia (Ciências Biológicas - licenciatura). Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, 2019.

LIU, Z.; WANG, X. A perfect flower from the Jurassic of China. **Historical Biology**, v. 28, n. 5, p. 707-719, 2015.

MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; SILVA, A. S. L.; FERNANDES, M. M.; MARGALHO, L. F. **Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica**. Embrapa-Amazônia Oriental-Livro científico (ALICE). Brasília, DF. 2014. 111p.

MENESES, Maria Ecilene Nunes et al. Registro palinológico de depósitos sedimentares neopleistocênicos do Rio Madeira, Rondônia, Amazônia brasileira. **Revista do Instituto Geológico**, v. 33, n. 2, p. 41-48, 2012.

MISIEWICZ, T. M.; ZEREGA, N. C. Phylogeny, biogeography and character evolution of *Dorstenia* (Moraceae). **Edinburgh Journal of Botany**, v. 69, n. 3, p. 413, 2012.

MOLINA, J. M. P.; PEDERNEIRAS, L. C.; SANTOS, A. D. 2020. *Pseudolmedia* **In Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10187>>. Acesso em: 13 abr. 2021

NAKAMURA, Celina. **Folhas fósseis do Ribeirão da Mata: uma abordagem florística e anatômica para caracterização do paleoambiente do Holoceno Médio de Lagoa Santa, MG**. 2011. 107f. Dissertação (mestrado Ciências Biológicas - Botânica) -

Universidade de São Paulo, Instituto Biociências, Departamento de Botânica, São Paulo, 2011.

NASCIMENTO, Ednair Rodrigues do. **Os Xenartra pilosa (Megatheridae), Notoungulata (Toxodontidae) e Proboscidae (Gomphoteriidae) da Formação Rio Madeira, Pleistoceno Superior, Estado de Rondônia, Brasil.** 2008. 113p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2008.

_____; PORTO, A. S.; HOLANDA, E. C.; LIMA, F. G.; COZZUOL, M. A. A fauna local de mamíferos pleistocênicos das localidades de Araras/Periquitos e Taquara, Rondônia. *In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 2003, Brasília. **Boletim de Resumos**, Brasília, p. 206-207, 2003.

_____; HOLANDA, E. C.; GÓIS, F.; COZZUOL, M. A. Inferências paleoambientais para os depósitos fossilíferos do Quaternário da Amazônia Sul-Occidental, Brasil. *In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA/VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA*, 2005, Aracaju. **Boletim de resumo**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005.

_____; HOLANDA, E. C. Considerações Paleoambientais sobre a Formação Rio Madeira, Pleistoceno Superior, Rondônia. *In: I SEMANA ACADÊMICA DOS ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p. 105-108, 2006.

NASCIMENTO, Taluany Silva. **Novo registro de Fabaceae pleistocênica proveniente da Formação Rio Madeira, Bacia do Abunã, Rondônia, Brasil.** 45f. Monografia (Ciências Biológicas - Licenciatura). Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, TO, 2019.

_____; LIMA, D. U.; SANTOS, A. L.; PIRES-OLIVEIRA, E.F.; Da ROSA, A. A. S. Análise morfológica de folha fóssil Quaternária proveniente da Formação Rio Madeira, Bacia do Abunã, Rondônia, Brasil. *In: XV Simpósio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia / III Workshop da Rede de Catálogos Polínicos Online*, 2019, Cuiabá-MT. **Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinologia**. Cuiabá-MT: Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinologia, 19, 2019.

_____; SANTOS, A. L.; LIMA, D. U., PIRES-OLIVEIRA, E. F.; DA-ROSA, A. A. S. New records of fossil leaves from Abunã Basin, Upper Pleistocene, Rondônia, Brazil. **Historical Biology**, 1-17. 2021.

OBERMÜLLER, Flavio Amorim et al. **Guia ilustrado e manual de arquitetura foliar para espécies madeireiras da Amazônia Occidental.** Rio Branco, Acre, Brasil. 2011. 101p.

PEDERNEIRAS, Leandro Cardoso et al. 2020. Moraceae *In: Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB167>>. Acesso em: 14 abr. 2021

PEREIRA, Karoline Gonçalves. **Mirtáceas da Formação Entre-Córregos, Paleógeno da Bacia de Aiuruoca, Estado de Minas Gerais, Brasil: sua taxonomia e interpretações paleoclimáticas, paleofitogeográficas e paleoecológicas**. 2015. 139f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) Centro de Pós- Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, Brasília, DF. 2015.

PERIGOLO, Natália Alves. **Caracterização dos tipos vegetacionais do médio rio Madeira, Rondônia**. 2014. 78f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2014.

PERINI, F. A.; NASCIMENTO, E. R.; COZZUOL, M. A. A new species of *Trichechus* Linnaeus, 1758 (*Sirenia*, *Trichechidae*), from the upper Pleistocene of southwestern Amazonia, and the evolution of Amazonian manatees. **Journal Of Vertebrate Paleontology**, p. e1697882, 2020.

PORT, J.; DUTRA, T. L. Arquitetura foliar de *Ocotea pulchella* (Nees & Mart.) Mez (Lauraceae) em regiões de Floresta Ombrófila Mista, com vistas a sua aplicação em Paleobotânica. **Pesquisas, Botânica (São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas)**, v. 64, p. 115-126, 2013.

QUADROS, M.L.E.S. et al. Depósitos fluviais da Formação Rio Madeira, pleistoceno superior da Bacia do Abunã, Rondônia. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA*, 9, 2006, Belém. **Trabalhos Apresentados**. Belém: SBG-Núcleo Norte, 1 CD-ROM. 2006.

_____. Contexto Geológico. *In: ADAMY, Amilcar (Org.). Geodiversidade de Rondônia*. 1ed. Porto Velho: CPRM. p. 17-31. 2010.

_____; RIZZOTTO, G. J. **Geologia e recursos minerais do estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 2007. 153p.

RADAMBRASIL, Projeto. Levantamento de Recursos Naturais, Folha SC. 20-Porto Velho, **DNPM/Projeto RADAMBRASIL**, Rio de Janeiro, 16, 1978.

RIBEIRO, Jose Eduardo Lahoz S. et al. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Rodriguésia, Manaus, INPA, 1999. 816p.

RIZZOTTO, Gilmar José. **Projeto Rio Madeira. Levantamento de informações para subsidiar o estudo de viabilidade do aproveitamento hidrelétrico (AHE) do Rio Madeira. AHE Jirau: relatório final.** Porto Velho: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2005. 213p.

RIZZOTTO, G. J., CRUZ, N. M. C., OLIVEIRA, J. G. D., QUADROS, M. L. E. S., CASTRO, J. M. Paleoambiente e o registro fóssilífero pleistocênico dos sedimentos da Formação Rio Madeira. *In: Anais do Simpósio de Geologia da Amazônia*, 9. 2006.

ROMANIUC-NETO, S. et al Moraceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em:
<<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB167>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

SANT'ANNA-FILHO, M. J.; TRINDADE, A. G.; MARQUES, G. M. Mamíferos fósseis do Quaternário de Rondônia. LATRUBESSE, E. (Coord.). *In: Paleo e Neoclimas da Amazônia Sul-Occidental.* Rio Branco: UFAC/LGS, (Conferência de Campo), p. 26-37, 1996.

_____ ; SCHMITT, J. R. Achados inéditos de mamíferos fósseis do Pleistoceno/Holoceno em garimpos no paleoleito do rio Madeira do Estado de Rondônia. *In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 1999, Crato. **Boletim de resumos**, p. 110, 1999.

_____ ; VIDAL, D. A. Ocorrência de *Mixotoxodon larensis* (Toxodontidae, Mammalia) em sedimentos do paleoleito do rio Madeira no Estado de Rondônia, Brasil. *In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 1999, Crato. **Boletim de resumos**, p.112, 1999.

SANTOS, Aline Lopes. **Descrição de novos espécimes de folhas fósseis provenientes da Bacia do Abunã, Quaternário, Rondônia, Brasil.** 2017. 56f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecótonos), Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional, TO. 2017.

SCUTT, Charles P. The origin of angiosperms. *In: Nuno de la Rosa, L.; Müller, G. (Eds.) Evolutionary Developmental Biology.* Springer International Publishing. 2018. p. 1-20.

SILVA, Simone Carolina Sousa. **Flora pleistocênica do Paleolago Cemitério, Catalão, GO: taxonomia e fitofisionomia.** 2013. 325f. Tese (doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre-RS. 2013.

SILVA A. P. F. F.; BENTES-GAMA M. M. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Aberta em área de assentamento rural no distrito de Jaci Paraná, Porto Velho, Rondônia. **Ambiência**, 4, 435-452. 2008.

SPICER, Robert A. The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire, England. United States. **Government Printing Office.**, 86p. 1981.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB171>; acessado em: 23 jun. 2020.

STEVENS, P.F. Moraceae. *In: Angiosperm phylogeny website*. Version 9, [and more or less continuously updated since]. 2001a. Disponível em: <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/orders/rosalesweb.htm>, acessado em: 24 fev. 2021.

STEVENS, P.F. Myrtoideae. *In: Angiosperm phylogeny website*. Version 9, [and more or less continuously updated since]. 2001b. Available at: <https://www.mobot.org/mobot/research/APweb/orders/myrtalesweb2.htm>, acessado em: 24 fev. 2021.

SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; BARRETO, A. M. F. Comparação entre os métodos do radiocarbono (^{14}C) e da termoluminescência (TL) na datação do Quaternário. *In: Anais do Congresso da ABEQUA*. 2003.

TAYLOR, E. L.; TAYLOR, T. N.; KRINGS, M. **Paleobotany: the biology and evolution of fossil plants**. (2 ed) Academic Press, Amsterdam. 2009. 1230p.

ZEREGA, N. J.; CLEMENT, W. L.; DATWYLER, S. L.; WEIBLEN, G. D. Biogeography and divergence times in the mulberry family (Moraceae). **Molecular phylogenetics and evolution**, 37(2), p. 402-416. 2005.

VAN DER HAMMEN, T.; ABSY, M. L. Amazonia during the last glacial. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, v. 109, n. 2-4, p. 247-261, 1994.

WOLFE, Jack A. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. **United States Geological Survey Bulletin**, 2040, p. 1-71. 1993.

_____. Paleoclimatic estimates from Tertiary leaf assemblages. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, 23, p. 119-142. 1995.