



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

THAYANI FRANCISCA DA SILVA

**MESOFLORA DA FORMAÇÃO MACEIÓ NA REGIÃO DE SÃO BENTO
(MARAGOGI-AL), APTIANO DA BACIA ALAGOAS, BRASIL**

RECIFE

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE BIOCIÊNCIAS

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

THAYANI FRANCISCA DA SILVA

MESOFLORA DA FORMAÇÃO MACEIÓ NA REGIÃO DE SÃO BENTO

(MARAGOGI-AL), APTIANO DA BACIA ALAGOAS, BRASIL

TCC apresentado ao Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Paula Andrea Sucerquia Rendon

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Thayani Francisca da .
Mesoflora da Formação Maceió na região de São Bento (Maragogi-AL),
Aptiano da Bacia Alagoas, Brasil. / Thayani Francisca da Silva. - Recife, 2025.
35 p. : il.

Orientador(a): Paula Andrea Sucerquia Rendon
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2025.

1. Aptiano. 2. Mesofósseis. 3. Fósseis vegetais. I. Rendon, Paula Andrea
Sucerquia. (Orientação). II. Título.

560 CDD (22.ed.)

THAYANI FRANCISCA DA SILVA

**MESOFLORA DA FORMAÇÃO MACEIÓ NA REGIÃO DE SÃO BENTO
(MARAGOGI-AL), APTIANO DA BACIA ALAGOAS, BRASIL**

TCC apresentado ao Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 21/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Paula Andrea Sucerquia Rendon (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Me. Taluany Silva do Nascimento
Universidade Federal de Pernambuco

Dra. Sonia Maria Oliveira Agostinho da Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me incentivaram nos estudos e na vida acadêmica. E a mim, por não ter desistido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Paula Sucerquia, que além de orientadora, é uma grande mulher e um ser humano maravilhoso. Obrigada por ser a mãe da “gêmea dos gêmeos”.

Agradeço também aos meus parceiros de laboratório do LAPEV, em especial a Taluany e Vitor (meu gêmeo), que estiveram sempre dispostos a me ajudar.

Aos membros do “Viúves Negres”: Bina (Sabrina), Nanda (Fernanda) e Vitinho (Vitor), por estarem comigo muito além da graduação. Vocês são meus parceiros na vida e espero continuar cultivando nossa amizade. Amo vocês!

Também sou muito grata a minha mãe, meu pai e minhas irmãs, que me entenderam e suportaram minhas ausências e surtos durante todos esses anos. Sei que não foi fácil. Amo muito vocês!

A Ryan, meu sobrinho, que desde que nasceu mudou tanto minha forma de ver a vida e me salvou de uma fase que espero que nunca venha a conhecer. Titia te ama demais!

A Generson, por todos os abraços que foram como abrigo em momentos que você nem sabia que eu precisava, por todo apoio, carinho e incentivo.

E agradeço a todos os amigos que fiz ao longo da vida e que permaneceram comigo, pessoas que me apoiaram durante tanto tempo e que foram muito importantes para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Os mesofósseis normalmente variam de 125µm a poucos milímetros, podendo ser visíveis a olho nu, mas requerendo estudos microscópicos para elucidar sua morfologia e anatomia. Sua preservação predominantemente se dá como carbonização. Os mesofósseis incluem frequentemente estruturas florais, frutos, sementes e órgãos vegetativos como cutículas e lenhos. Apesar da sua importância como ferramenta para o estudo da evolução das plantas e potencial de preservação, sua negligência ainda persiste na paleobotânica. No Brasil, estudos com mesofósseis cretáceos são muito escassos e inexistentes para a maioria das bacias brasileiras. Este trabalho apresenta análise de amostras provenientes do Aptiano da Bacia Alagoas, Formação Maceió, composta por arenitos típicos de ambientes lacustres e deltaicos, folhelhos, conglomerados e turbiditos arenosos. Os mesofósseis obtidos são predominantemente compostos por fragmentos de lenhos carbonizados, cutículas, algumas estruturas de formato arredondado interpretadas como sementes ou megásporos, e grãos de pólen. Além de algumas informações taxonômicas, também foi possível observar algumas características da preservação dos fósseis que fornecem informações a respeito da tafonomia destes restos vegetais.

Palavras-chave: Aptiano; mesofósseis; fósseis vegetais.

ABSTRACT

Mesofossils usually range from 125µm to a few millimeters and can be visible to the naked eye, but require microscopic studies to elucidate their morphology and anatomy. They are predominantly preserved by carbonization. Mesofossils often include floral structures, fruits, seeds and vegetative organs such as cuticles and wood. Despite their importance as a tool for studying the evolution of plants and their potential for preservation, their neglect still persists in paleobotany. In Brazil, studies of Cretaceous mesofossils are very scarce and non-existent for most Brazilian basins. This paper presents an analysis of samples from the Aptian of the Alagoas Basin, Maceió Formation, composed of sandstones typical of lacustrine and deltaic environments, shales, conglomerates and sandy turbidites. The mesofossils obtained are predominantly made up of fragments of charred wood, cuticles, some rounded structures interpreted as seeds or megaspores, and pollen grains. In addition to some taxonomic information, it was also possible to observe some characteristics of the preservation of the fossils that provide information about the taphonomy of these plant remains.

Keywords: Aptian; mesofossils; plant fossils.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Contexto geológico.....	15
Figura 2 -	Procedimento metodológico adotado para a recuperação de mesofósseis vegetais.....	16
Figura 3 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 1.....	19
Figura 4 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2a....	20
Figura 5 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2a....	21
Figura 6 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2a....	22
Figura 7 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2b....	23
Figura 8 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3.....	24
Figura 9 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3.....	25
Figura 10 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3.....	26
Figura 11 -	Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contexto geológico	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	METODOLOGIA	15
3.1	Material	15
3.2	Preparação das amostras	16
4	RESULTADOS	18
5	DISCUSSÃO	28
6	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Dentro da categoria de fósseis vegetais, os mesofósseis compreendem um grupo que varia entre 125 µm a poucos milímetros. Embora visíveis a olho nu, sua identificação e análise geralmente exigem o uso de microscopia para elucidar sua morfologia e anatomia (Taylor et al., 2009). Esses fósseis frequentemente incluem estruturas florais, frutos, sementes, lenhos e fragmentos vegetativos como cutículas.

A preservação de mesofósseis do Cretáceo (145-66 Ma) se dá predominantemente por carbonização, um processo frequentemente associado à ocorrência de incêndios florestais que ocorriam em grande escala neste período (Skelton et al., 2003). Quando submetidos a altas temperaturas no processo de carbonização, os fósseis vegetais sofrem mudanças morfológicas e encolhimento do material orgânico, porém não impedem a preservação de detalhes anatômicos importantes (Lupia, 1995).

Nas últimas décadas, o estudo de mesofósseis tem contribuído significativamente para compreender a evolução vegetal, principalmente se tratando das angiospermas. A associação de estruturas vegetais, como flores, sementes e megásporos com os macro e microfósseis já estudados, demonstram a importância desses fósseis para reconstrução da diversidade vegetal do Cretáceo, como observado nos estudos pioneiros realizados em Portugal (e.g. Friis et al., 1997, 1999, 2000, 2009a, 2010a e b, 2015a, 2018a, b e c, 2019b, e d, 2020a, 2021; Friis e Pedersen, 2011; Pedersen et al., 2007; Mendes et al., 2011, 2014; Mendes e Friis, 2018).

Segundo Friis et al. (2011), a descoberta de órgãos florais fósseis do Cretáceo possibilitou a obtenção de detalhes sistemáticos e de diversidade estrutural das angiospermas iniciais. Seu registro mais antigo é constituído por grãos de pólen do Triássico (Hochuli e Feist-Burkhardt, 2013). Entretanto, o surgimento das angiospermas segue sendo um grande mistério para a comunidade científica. Nesse sentido, o estudo integrado de mesofósseis vegetais e a palinologia pode abrir um caminho para compreensão da origem e diversificação das angiospermas. A utilização de técnicas avançadas, como Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Microtomografia de Raios X com Radiação Síncrotron (SRXTM), permitem explorar a importância dos mesofósseis. Exemplo

disso são as flores fósseis estudadas por Friis et al. (2017), onde os fósseis descritos foram atribuídos a um novo gênero (*Saportanthus*) com combinações de características não conhecidas entre angiospermas atuais e extintas. Usando caracteres morfológicos do perianto dos estames, número de peças florais, anatomia do carpelo e aberturas do pólen, 3 espécies foram descritas para este estudo (*S. brachystemon*, *S. dolichostemon* e *S. parvus*), fornecendo a primeira evidência floral de Laurales do Cretáceo Inferior da Europa (Friis et al., 2017).

Estudos semelhantes foram realizados na Formação Kličov, Cretáceo Superior da República Tcheca. Foram analisados 69 espécimes de mesoflora que incluíam briófitas (com fragmento de um gametófito), pteridófitas (alguns fragmentos de folhas que podem representar samambaias), coníferas e angiospermas, que dominaram a composição do material coletado com raras flores, frutos e sementes analisados (Heřmanová, 2021).

Briófitas também são abordadas num estudo de Bomfleur et al. (2023), fragmentos de gametófitos carbonizados e lignificados e uma cápsula de esporos foram usados na descrição de espécies extintas de briófitas em Catefica, Cretáceo Inferior, Portugal. Para esse estudo foram descritos 3 novos gêneros com 4 espécies e outros 3 espécimes foram atribuídos a gêneros já existentes. Além disso, neste trabalho também foi possível fornecer a primeira evidência do grupo Diphysciales no Mesozóico e novos dados para a história evolutiva de um grupo chave de musgos.

Análises realizadas no Cretáceo Inferior de Torres Vedras, Portugal (Friis et al., 2019a) contaram com aproximadamente 2.000 espécimes estudados, e cerca de 100 espécies foram distinguidas, sendo 18% dos espécimes atribuídos a angiospermas. A mesoflora (analisada em MEV e SRXTM) era composta por flores, frutos e sementes de angiospermas, fragmentos de lenho, cutículas, megásporos, esporângios e pequenas folhas de plantas portadoras de esporos. Também havia ramos, fragmentos de cones e sementes de coníferas, além de outras sementes. Uma das características da mesoflora de Torres Vedras é a presença de sementes cujas paredes anticlinais apresentam células tipicamente onduladas muito semelhantes às observadas nas Nymphaeales da flora atual, mas que não podem ser classificadas em nenhum dos táxons existentes.

Apesar da sua importância e potencial de preservação, com riquezas de detalhes anatômicos e, frequentemente, em três dimensões que os tornam ferramentas excepcionais para o estudo de evolução das plantas, os mesofósseis têm sido frequentemente negligenciados nas pesquisas paleobotânicas. Para a maioria das bacias brasileiras, os trabalhos com mesofósseis cretáceos são inexistentes, e muito escassos no Brasil como um todo.

Neste trabalho, foram realizadas técnicas de preparação e separação de mesofósseis vegetais provenientes do Aptiano da Bacia Alagoas, Formação Maceió, composta por arenitos típicos de ambientes lacustres e deltaicos, folhelhos, conglomerados e turbiditos arenosos (Arienti, 1996).

1.1 CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia Alagoas se localiza na região costeira do estado homônimo, e se destaca pelo registro de todos os estágios da evolução tectônica das bacias marginais do Atlântico Sul (Souza-Lima et al., 2002). A bacia de Alagoas está limitada a nordeste pela bacia de Pernambuco, no alto de Maragogi e a sul pela bacia Sergipe pelo Alto de Japoatã-Penedo (Feijó, 1994). Outros autores consideram a Bacia Sergipe e a Bacia Alagoas como uma única bacia, considerando a sua continuidade na porção submersa das mesmas (Campos Neto et al., 2007).

O preenchimento sedimentar da Bacia Alagoas se deu em vários estágios que refletem a fragmentação do Supercontinente Gondwana durante o Paleozoico e todas as etapas de abertura do Oceano Atlântico-Sul no Mesozoico e Cenozoico (Campos Neto et al., 2007).

No início da fase rifte foram gerados diversos lagos profundos e estratificados, que foram preenchidos por sedimentos de granulação fina ricos em matéria orgânica, e sedimentos turbidíticos associados a clásticos flúviodeltaicos e por calcarenitos relacionados a inundações episódicas, que foram depositados durante o Aptiano (121 a 113 Ma) (Figueiredo, 1981).

A Formação Maceió possui uma espessura de aproximadamente 5000 m. É constituída por arcósios acinzentados intercalados com folhelhos betuminosos castanhos com anidrita e dolomita interlaminaadas, e camadas de halita (Abreu e Potter, 1990). Foi depositada em ambientes de leque aluvial continental

inicialmente e posteriormente marinhos (Abreu e Potter, 1990; Feijó, 1994), e segundo Nascimento & Filho (2005), a Formação Maceió é recoberta concordantemente pela Formação Riachuelo, e discordantemente pela Formação Barreiras.

O afloramento estudado é composto por arenitos de granulação média a muito fina, com estratificação plano paralela e cruzada tangencial, intercalados com folhelhos e siltitos. Foram identificados 4 níveis com abundantes ocorrências de fósseis vegetais, onde foram identificados numerosos ramos folhosos de coníferas dos gêneros *Pseudofrenelopsis*, *Brachyphyllum* e *Cupressinocladus* e outros restos vegetais ainda indeterminados (Neves, 2024). Registros paleobotânicos anteriores na Formação Maceió, indicaram a presença de um lenho da conífera *Brachyoxylon patagonicum*, pertencente à família Cheirolepidiaceae, na praia de Morro de Camaragibe, 40 km a sudoeste da localidade aqui estudada (Santos et al., 2022). Os registros desses gêneros de fósseis vegetais estão restritos ao Eocretáceo e apresentam alta diversidade e ampla distribuição global, inclusive no nordeste do Brasil. Estudos palinológicos detalhados e estudos mesoflorísticos, não foram realizados ainda para a Formação Maceió.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, identificar e descrever as estruturas vegetais encontradas no material selecionado da Formação Maceió, Aptiano da Bacia Alagoas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

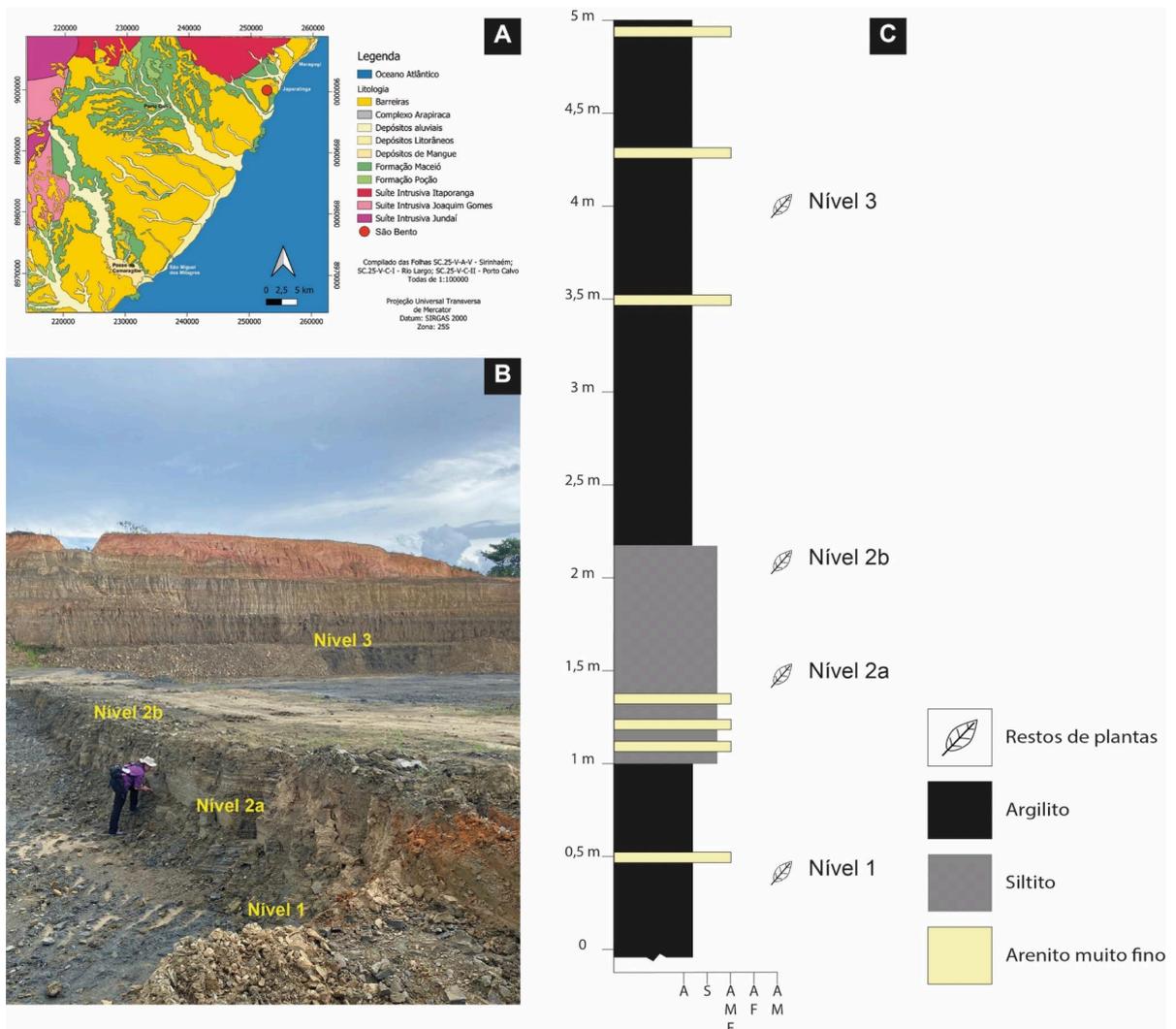
- Processar fragmentos de rochas sedimentares aplicando técnicas de recuperação de mesofósseis vegetais.
- Realizar triagem das estruturas orgânicas presentes no material processado.

3 METODOLOGIA

3.1 MATERIAL

Foi realizado um levantamento inicial no acervo do Laboratório de Paleobotânica e Evolução Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco (LAPEV/UFPE), coordenado pela Profa. Dra. Paula Sucerquia. As amostras selecionadas são provenientes de 4 níveis coletados na localidade de São Bento, Maragogi-AL, Bacia Alagoas, Formação Maceió (Aptiano), Brasil. Para este trabalho as amostras foram identificadas como nível 1, nível 2a, nível 2b e nível 3 (Figura 1).

Figura 1 - Contexto geológico. A) Mapa geológico da parte norte da Bacia Alagoas (modificado de Dantas et al., 2024); B) Foto do afloramento com indicação aproximada dos 4 níveis estudados neste trabalho; C) Seção estratigráfica simplificada do afloramento estudado.



Fonte: A autora.

3.2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a preparação das amostras foi feita uma adaptação do protocolo de maceração em ácidos apresentado por Wellmann e Axe (1999), conforme apresentado a seguir.

Amostras dos quatro níveis selecionados foram pesadas em uma balança digital de precisão, cerca de 40 gramas para cada amostra. Elas foram trituradas com o auxílio de um almofariz (figura 2, passo 1-2) e posteriormente atacadas com uma solução de Ácido Clorídrico (HCL) e Ácido Fluorídrico (HF) por 24 horas, para possibilitar a dissolução de carbonatos e silicatos (figura 2, passo 3-4). Em seguida, o material foi lavado em uma peneira de 105 μm com água corrente e detergente neutro (figura 2, passo 5).

A amostra retida na peneira foi levada para secar em papel filtro qualitativo (figura 2, passo 6). Após a secagem, utilizando um estereomicroscópio, foi feita uma triagem da amostra com o objetivo de coletar os fragmentos orgânicos (figura 2, passo 7-8). O material coletado ao fim da triagem foi montado em *stubs* de alumínio com fita de carbono (figura 2, passo 9) e posteriormente levado para metalização com carbono no metalizador BAL-TEC SCD050. A análise e aquisição de imagens foi realizada no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) TESCAN MIRA3.

Figura 2 - Procedimento metodológico adotado para a recuperação de mesofósseis vegetais.



Fonte: A autora.

A preparação das amostras, triagem e montagem dos *stubs* foram realizadas no Laboratório de Paleobotânica e Evolução Vegetal do Departamento de Geologia da UFPE. As análises de MEV foram realizadas no Laboratório de Microscopia da Pós-Graduação em Ciências de Materiais, com metalização realizada no Laboratório da Central Multiusuário do Departamento de Física da UFPE.

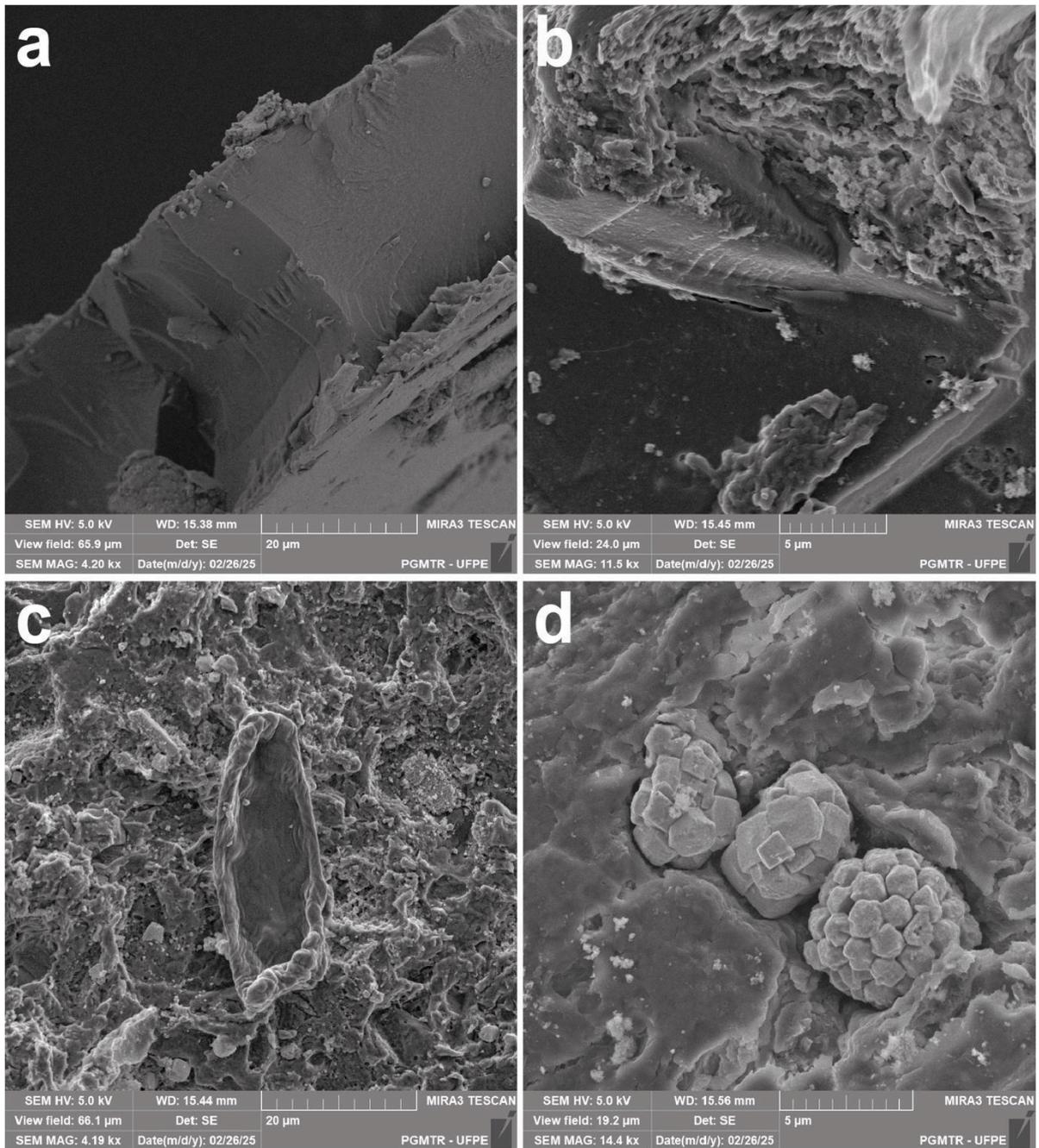
4 RESULTADOS

Nos quatro níveis analisados foi possível observar a presença de estruturas vegetais, tais como: fragmentos de lenhos carbonizados, cutículas com estômatos, sementes ou megásporos e grãos de pólen. Em todos os níveis também foram constatadas evidências que apontam a ocorrência de incêndios florestais anteriores ao processo de fossilização.

4.1 NÍVEL 1

Foram observados fragmentos de lenhos que apresentam vestígios das paredes celulares homogeneizadas e estriadas (figura 3a e b). E junto aos lenhos, foram encontrados fragmentos de cutículas aparentemente queimadas (figura 3c) e framboides de Pirita (FeS_2) nas superfícies de restos vegetais como lenhos, que indicam a acumulação dos sedimentos em ambiente sedimentar anóxico (figura 3d).

Figura 3 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 1. **a e b**: fragmentos de lenhos carbonizados mostrando paredes homogeneizadas e estrias na superfície; **c**: fragmento de cutícula degradada; **d**, fragmento vegetal com framboides de pirita na sua superfície.



4.2 NÍVEL 2a

Neste nível, a variedade de estruturas encontradas foi maior em comparação aos demais. Foram observados: a) fragmentos de lenhos carbonizados; b) cutículas com vestígios de estômatos (figura 5); c) uma visão abaxial de um fragmento de cutícula sem estruturas anatômicas detalhadas (figura 6a); d) um

conjunto de grãos de pólen (figura 4); e) fragmentos de lenho em que é possível observar espessamentos (figura 6c) e pontuações de traqueides (figura 6d).

Figura 4 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2a. a: conjunto de grãos de pólen *Classopollis* sp., b e c: imagens em aumento de diferentes regiões do mesmo conjunto de grãos de pólen (a), d: detalhe de um único grão de pólen com 20µm de diâmetro.

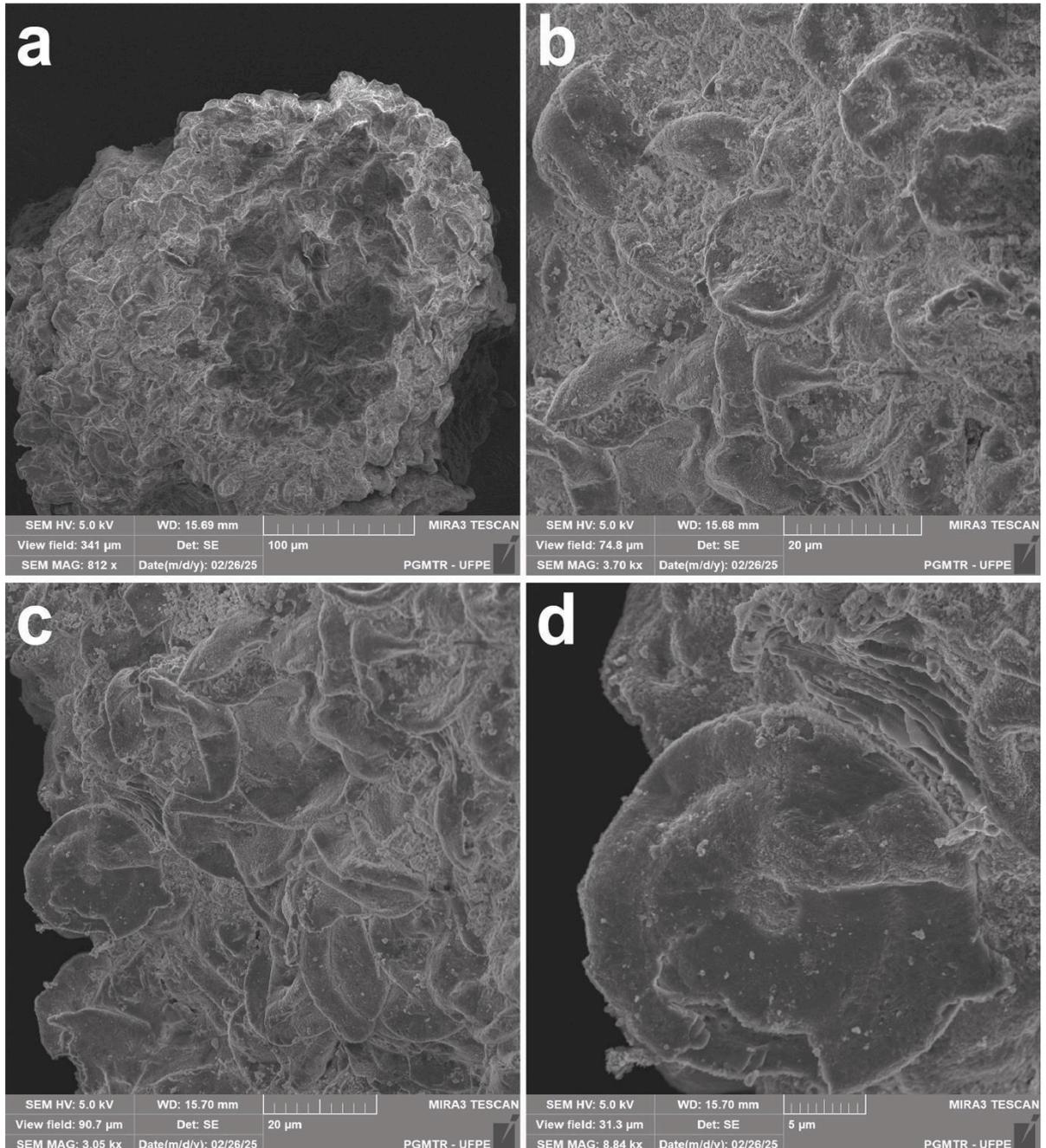


Figura 5: Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2a. **a**: fragmento de cutícula vegetal; **b**, **c** e **d**: vestígios de células estomáticas.

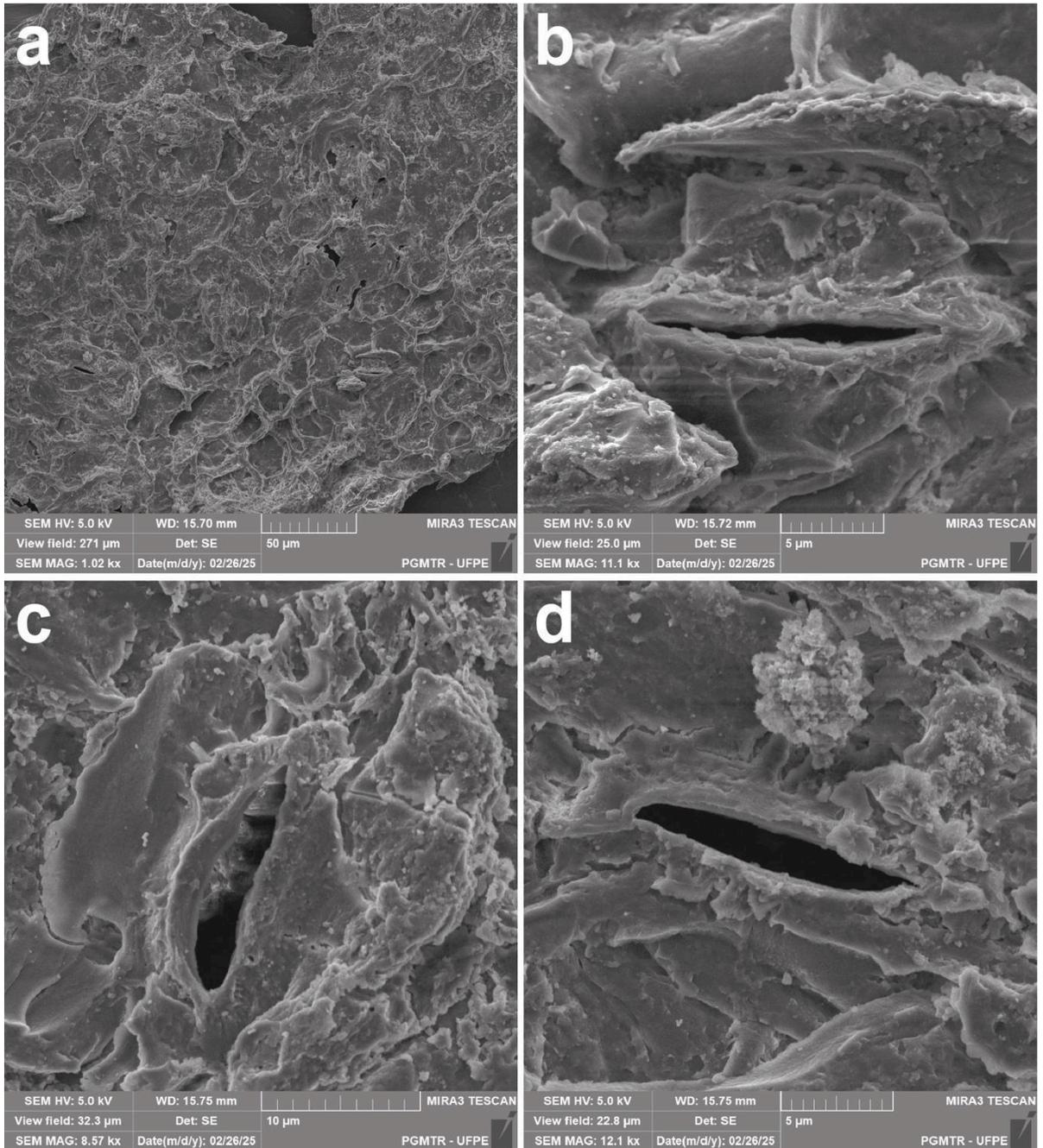
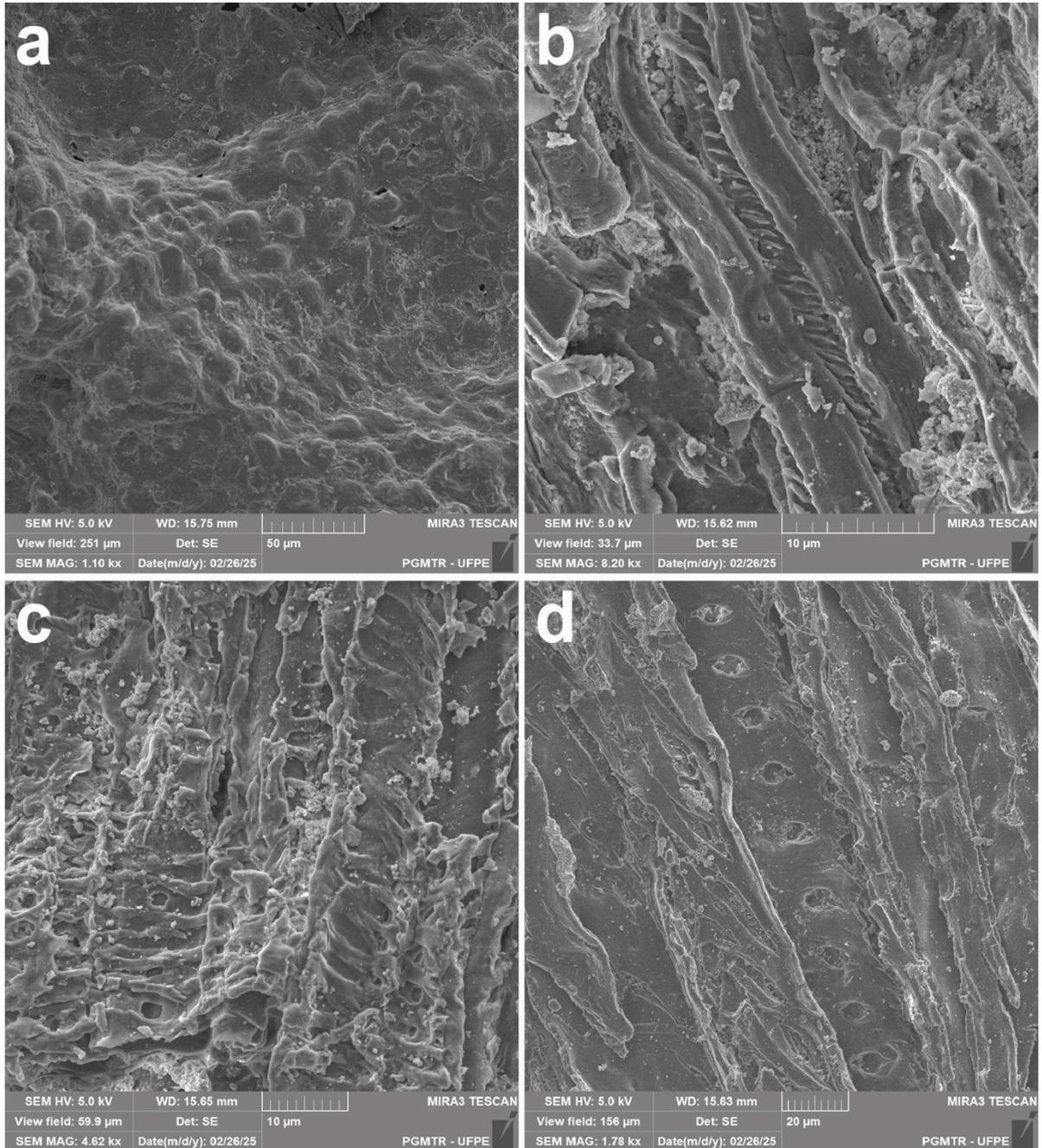


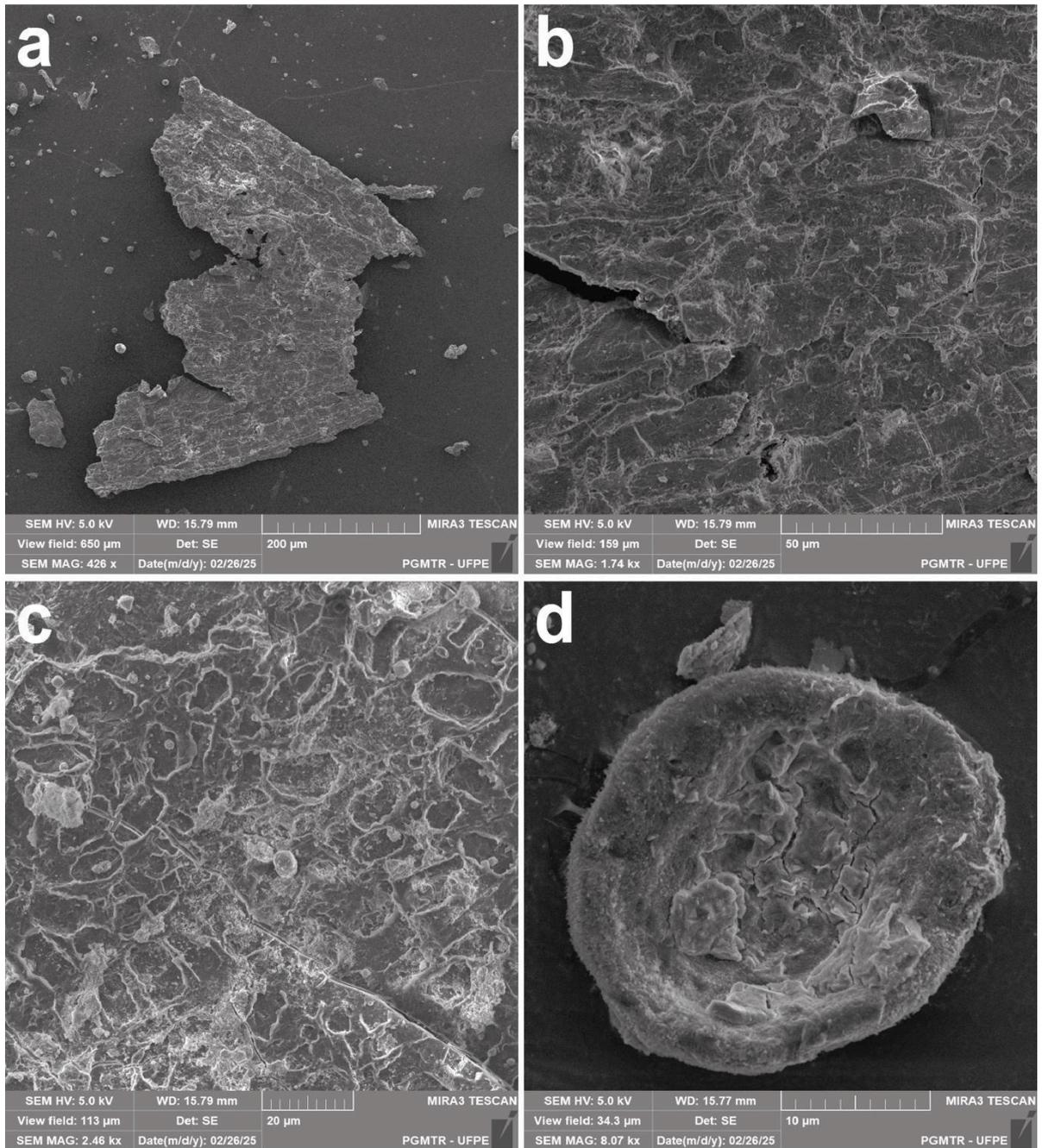
Figura 6 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2a. **a**: região abaxial de um fragmento de cutícula com estruturas semelhantes a papilas; **b**: fragmento de lenho evidenciando superfície estriada; **c**: fragmento de lenho evidenciando traqueídes com pontuações e espessamentos; **d**: pontuações na parede de uma traqueide em fragmento de lenho.



4.3 NÍVEL 2b

Aqui foi constatada apenas a presença de fragmentos de cutículas (figura 7a e b), de lenhos e grãos de pólen carbonizados (figura 7c e d).

Figura 7 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 2b. **a**: fragmento de cutícula vegetal; **b**: visão ampliada da imagem **a**; **c**: fragmento de lenho carbonizado pouco preservado, **d**: grão de pólen com superfície homogeneizada.



4.4 NÍVEL 3

Neste nível, além dos fragmentos de lenhos (figura 8b, c e d; figura 9) e de cutícula (figura 8a), foi observada uma estrutura esférica que se assemelha a resina vegetal (figura 10d), duas estruturas interpretadas *a priori* como sementes, mas que também podem corresponder a megásporos, também foram encontradas dentre os fragmentos orgânicos desta amostra (figura 10a, b e c; figura 11).

Figura 8 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3. **a**: fragmento de cutícula; **b**: fragmento de lenho sem estruturas evidenciadas; **c**: fragmento de lenho coberto com minerais; **d**: fragmento de lenho evidenciando estrias em sua estrutura.

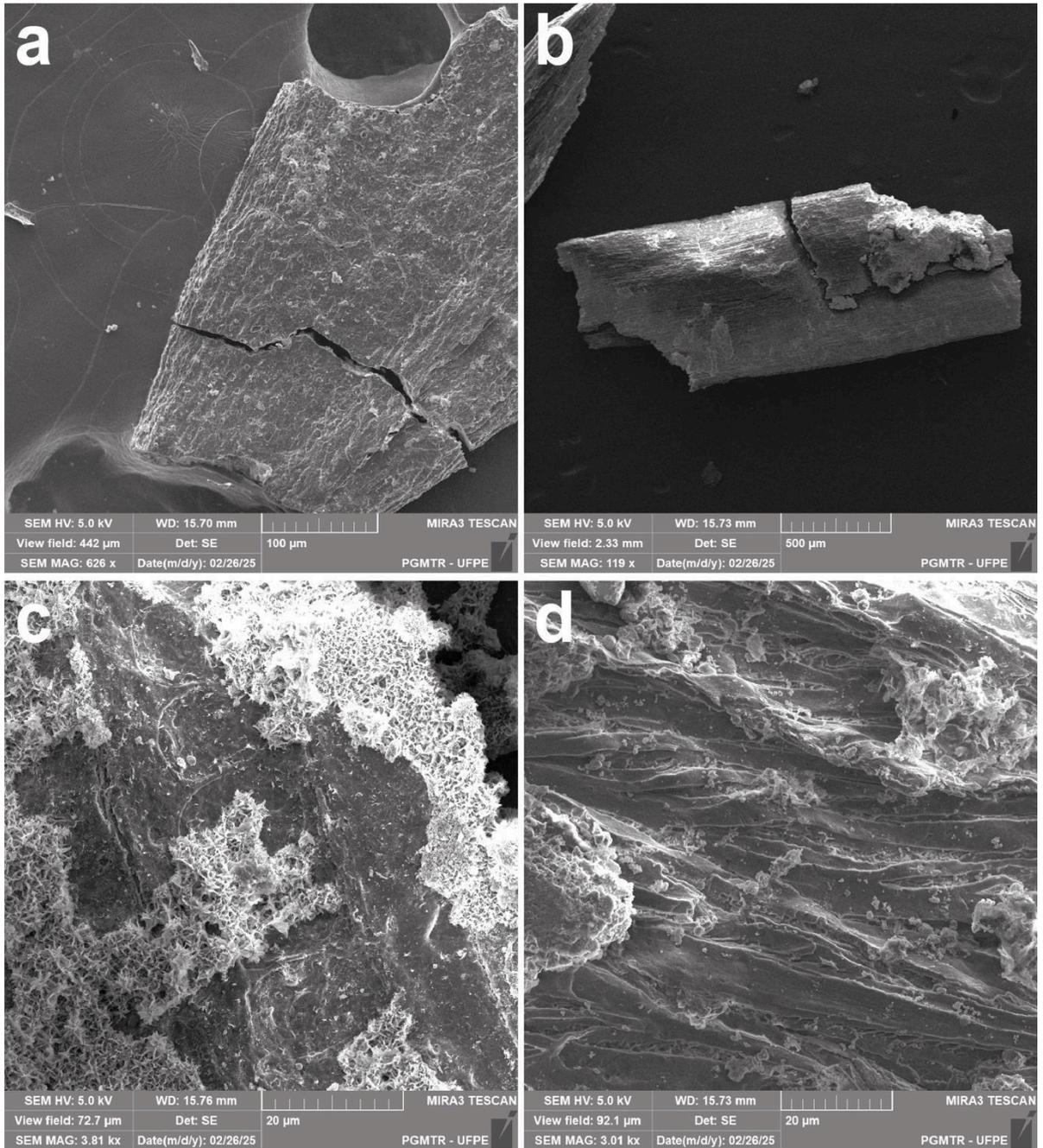


Figura 9 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3. **a** e **b**: fragmentos de lenho mostrando traqueídes com pontuações unisseriadas (**a**) e aparência queimada (**b**).

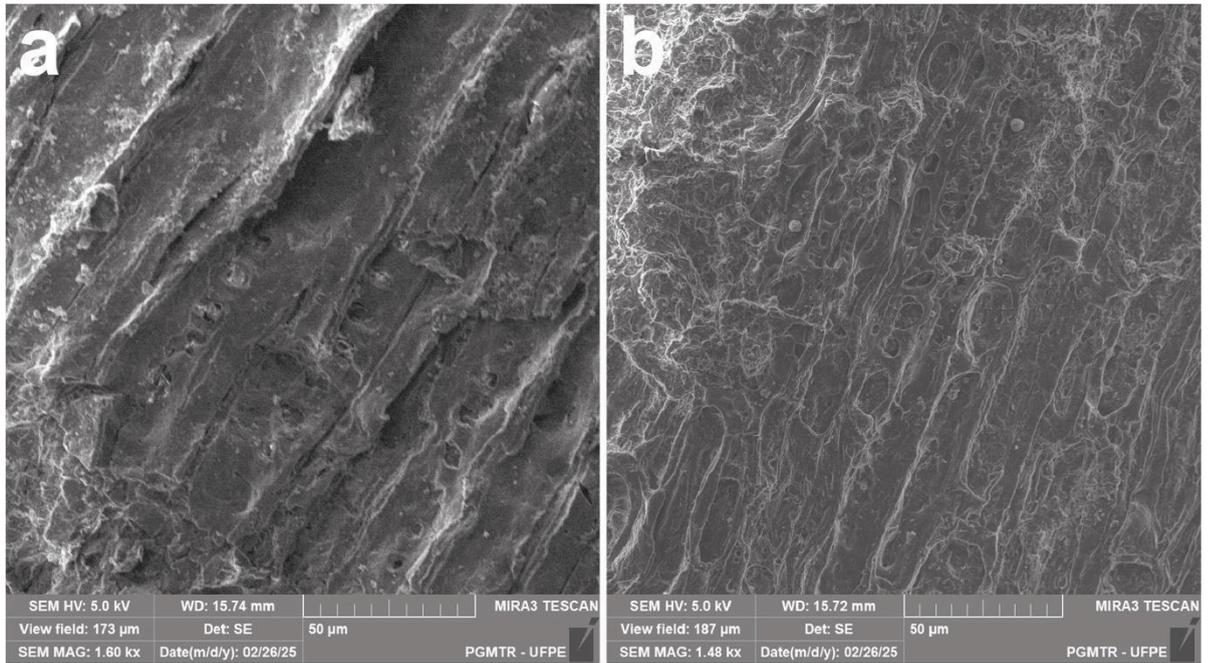


Figura 10 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3. a: estrutura arredondada semelhante a semente ou megásporo com aproximadamente 143 μ m; b e c: imagens em aumento do item a, evidenciando ornamentações da estrutura; d: resina vegetal com diâmetro de 197 μ m.

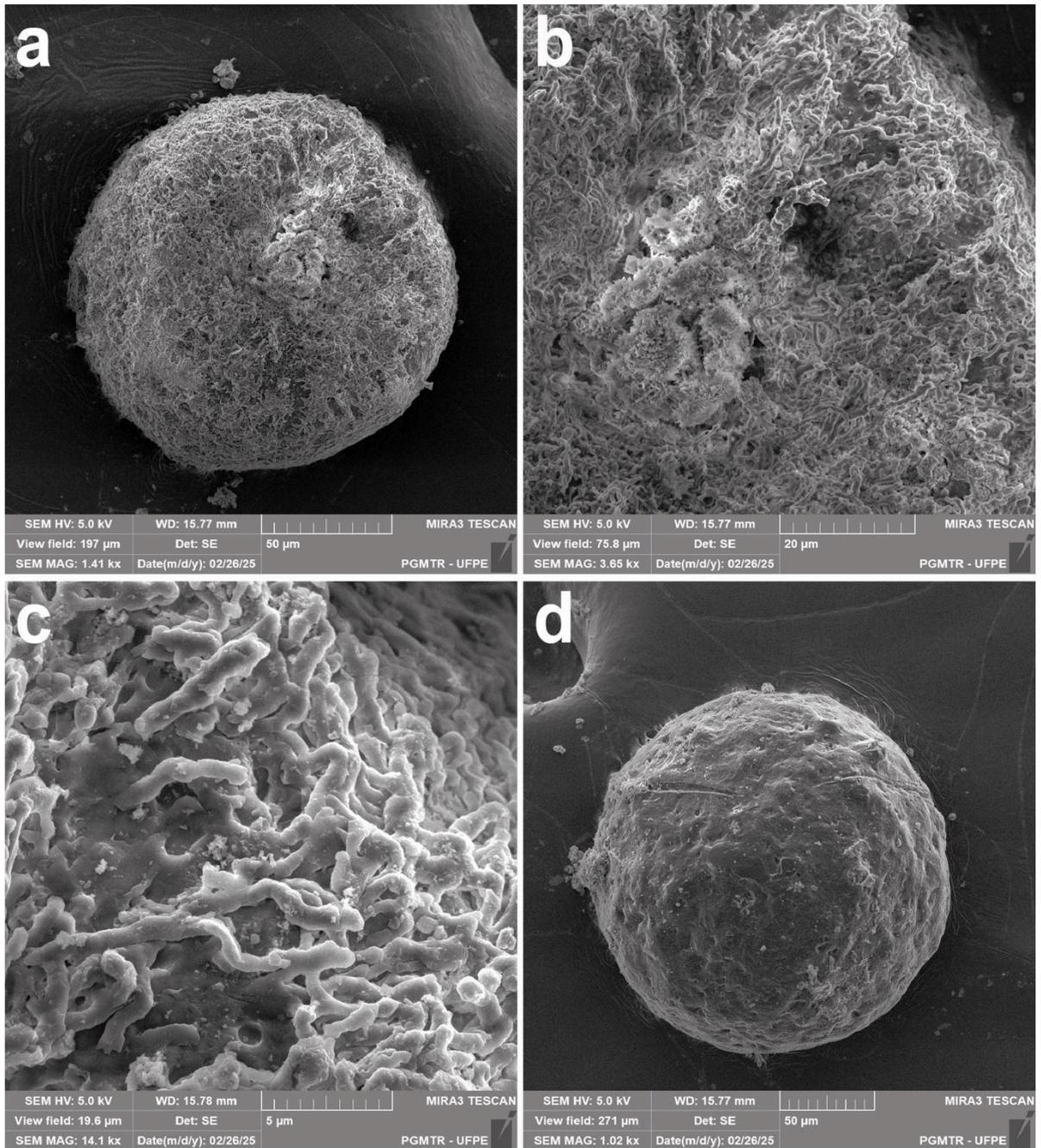
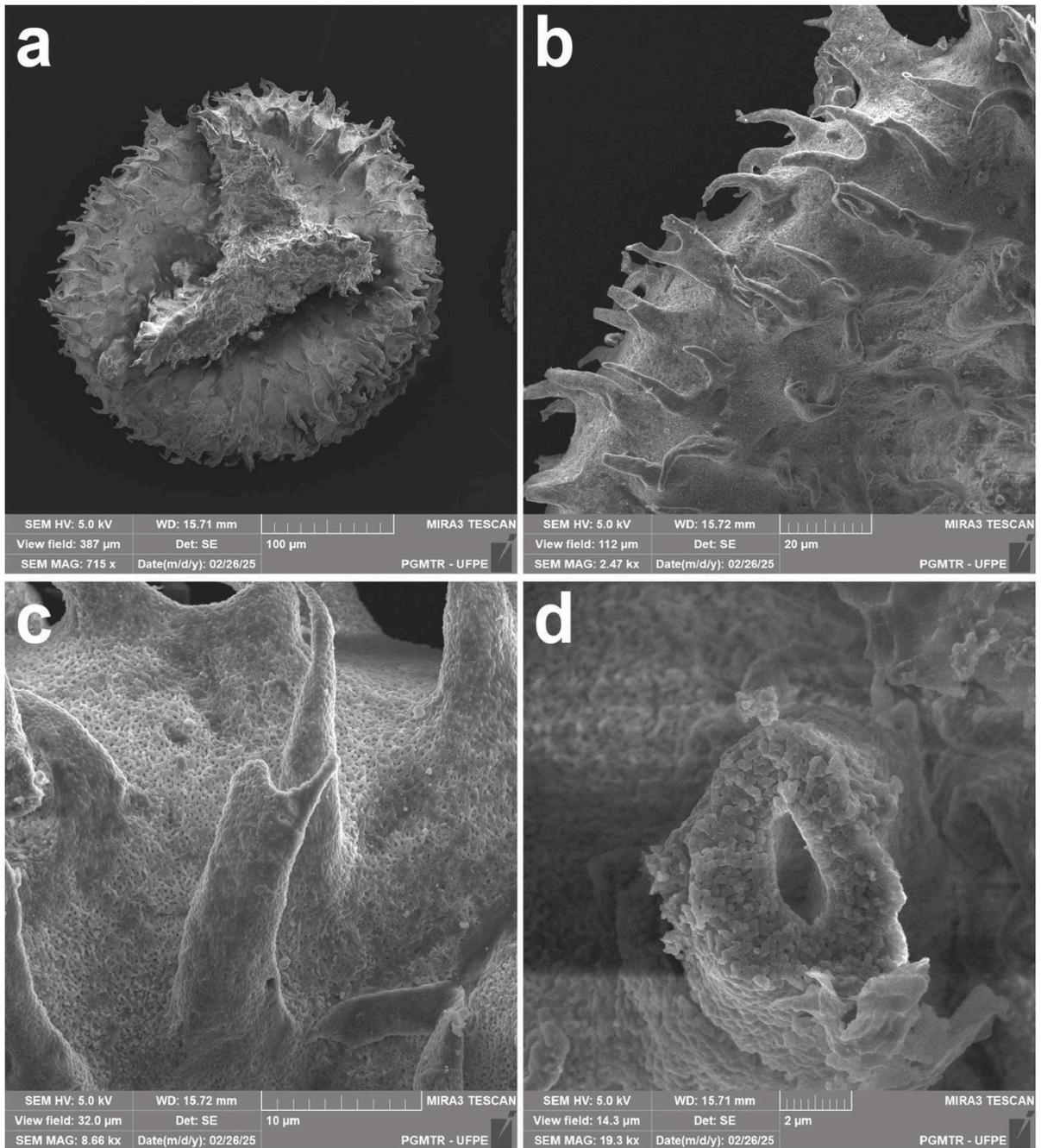


Figura 11 - Imagens obtidas em MEV do material referente ao nível 3. **a**: estrutura interpretada como semente ou megásporo medindo aproximadamente 300 μ m; **b** e **c**: estruturas de ornamentação do item **a** em aumento medindo cerca de 20 μ m; **d**: estrutura de ornamentação em corte transversal.



5 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostram que a metodologia aplicada foi satisfatória para a recuperação de diversos fragmentos vegetais dentro da categoria de mesofóssil (>125 µm a menos de 2 mm), em diversas camadas das rochas da Formação Maceió, Aptiano da Bacia Alagoas.

Grande parte do material vegetal analisado estava com estruturas anatômicas pobremente preservadas. Isso pode ser explicado devido ao cenário em que se encontravam no Cretáceo Inferior, com ocorrência de grandes incêndios florestais (Skelton et al., 2003). Esses eventos podem ser evidenciados no registro fóssil a partir das alterações morfo-anatômicas provocadas durante a queima, como por exemplo, as paredes celulares homogeneizadas (fusionadas) e as estrias presentes nas superfícies dos lenhos (Osterkamp et al., 2017). Tais características foram observadas no material aqui descrito, e estavam presentes em todos os níveis analisados.

Apesar da fragmentação do material, algumas características anatômicas, mesmo que pouco preservadas, possibilitaram análises taxonômicas preliminares do material vegetal estudado neste trabalho e inferir também as condições de preservação desta mesoflora. Constatamos a presença de fragmentos de lenhos de gimnospermas, evidenciados pela exclusividade de traqueídes nos tecidos vasculares encontrados. As cutículas, apesar de mal preservadas, aparentam pertencer a plantas com folhas de texturas coriáceas, possivelmente coníferas.

Foi encontrada uma agrupação (*cluster*) de grãos de pólen do gênero *Classopollis* que pertence à família de coníferas Cheirolepidiaceae, esta estrutura pode se tratar de um fragmento de microesporângio.

Duas estruturas esféricas interpretadas como sementes foram observadas no nível 3, estas estruturas podem tratar se também de megásporos. Uma delas com diâmetro de aproximadamente 150 µm (figura 10a), semelhante ao gênero de pteridófitas aquáticas *Molaspora*, a outra, com diâmetro de aproximadamente 300µm (figura 11a) e ornamentações na região externa medindo cerca de 20µm, semelhante ao gênero *Echitriletes*.

Para análises taxonômicas, alguns caracteres podem ser apontados, como a presença de pontuações unisseriadas nas paredes de traqueídes (figura 6d) que

são associadas ao gênero *Agathoxylon*, pertencente ao grupo de coníferas (Ritcher et al., 2004; Jasper, 2011).

Em relação ao ambiente deposicional, a granulometria das rochas, sendo finas a muito finas, indica um ambiente calmo, talvez um lago, com condições de fundo com falta de oxigênio evidenciadas pela presença de framboides de pirita que são formados sob ambientes redutores (Butler e Rickard, 1999). Neste lago, podem ter proliferado algumas plantas aquáticas produtoras dos megásporos encontrados, sua preservação com detalhes delicados indica que se trata de flora autóctone ao inverso dos fragmentos de lenhos e cutículas que, além de se encontrarem fragmentados, evidenciam um processo de queima anterior à sua deposição e que podem ter chegado ao sistema lacustre sendo transportados pelo vento (Haliuc et al., 2023).

Estes fragmentos queimados antes da deposição, são conhecidos como *charcoal* e são evidências de incêndios florestais. A presença de fragmentos de *charcoal* em diversos níveis estratigráficos da Formação Maceió indica que incêndios florestais podem ter sido episódios frequentes durante a deposição desta unidade, e coincidem com uma frequência de ocorrência deste tipo de evento já conhecida para o Aptiano (Lü et al., 2024).

A presença de grãos de pólen da família de coníferas Cheirolepidiaceae corrobora sua presença nesta unidade, já indicada por macroflora composta por pelo menos 5 morfotipos de ramos folhosos atribuídos a esta família e que provavelmente sejam os produtores das cutículas e fragmentos de lenho. Estas plantas constituem elementos alóctones da tafoflora local.

6 CONCLUSÃO

A metodologia aplicada se mostrou satisfatória para a recuperação de fragmentos de mesofósseis vegetais.

Todos os níveis estratigráficos analisados tiveram a presença de *charcoal*, indicando recorrência de incêndios florestais durante a deposição da Formação Maceió.

Graças às características estudadas no material vegetal recuperado, tornou-se possível inferir para esta localidade a presença de pteridófitas aquáticas e gimnospermas, sobretudo coníferas. Os fragmentos de lenhos foram identificados como coníferas, sendo um deles associado ao gênero *Agathoxylon*. O grupo de grãos de pólen foi classificado como membro do gênero *Classopollis*, família Cheirolepidiaceae. As cutículas observadas também demonstraram afinidade com este grande grupo de gimnospermas. Representando as pteridófitas, as estruturas interpretadas como megásporos foram classificadas como pertencentes ao gênero *Molaspora* e *Echitriletes*.

Considerando as evidências paleoambientais e a descrição taxonômica para a unidade estudada neste trabalho, é válido ressaltar a importância do estudo integrado dos fósseis vegetais, incorporando a macro, micro e mesoflora, para maior compreensão da paleoflora do Cretáceo brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. J.; POTTER, P. E. Tipos e distribuição de porosidade nos arenitos do Membro Maceió, Cretáceo da Bacia Sergipe-Alagoas, NE do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 3, p. 315–336, 1990. Disponível em: <https://bgp.petrobras.com.br/bgp/article/view/442>. Acesso em: 14 jul. 2025.
- ARIENTI, L. M. Análise estratigráfica, estudos de fluxos gravitacionais e geometria dos depósitos “rift” da Formação Maceió e Formação Poção, Bacia de Alagoas. **Tese de Doutorado**, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 2, p. 398, 1996.
- BOMFLEUR, B.; HEDDEÑAS, L.; FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R.; MENDES, M. M.; Kvaček, J. Fossil mosses from the Early Cretaceous Catefica mesofossil flora, Portugal – a window into the Mesozoic history of Bryophytes. **Fossil Imprint**, v. 79(2), p. 103–125, 2023. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/AMNPSBHN/article/view/84817>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- BUTLER, I. B.; RICKARD, D. Framboidal pyrite formation by the oxidation of iron (II) monosulfide by hydrogen sulfide. **Ninth Annual VM Goldschmidt Conference**, p.7119, 1999. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/252132456>. Acesso em: 07 ago. 2025.
- CAMPOS NETO, O. P. A.; LIMA, W. S.; CRUZ, F. E. G. Bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 405–415, 2007. Disponível em: <https://bgp.petrobras.com.br/bgp/article/view/334>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- DANTAS, D. F.; SOUZA, N. R. S.; FALLGATTER, C.; LIMA FILHO, M. F. Facies tract and high-resolution stratigraphy of the delta front deposits of the Maceió Formation, Alagoas basin, Brazil: heterogeneity analysis and reservoir prediction. **Technical Paper**, ROG.E, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: doi.org/10.48072/2525-7579.roge.2024.3276. Acesso em: 7 mar. 2025.
- FEIJÓ, F. J. Bacias de Sergipe e Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 149–161, 1994. Disponível em: <https://bgp.petrobras.com.br/bgp/article/view/622>. Acesso em: 7 mar. 2025.
- FIGUEIREDO, A. M. F. Depositional systems in the Lower Cretaceous Morro do Chaves and Coqueiro Seco Formations and their relationship to petroleum accumulations: middle rift sequence, Sergipe-Alagoas Basin, Brazil. **Tese de doutorado**, The University of Texas at Austin, Texas, p. 302, 1981.
- FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. *Anacostia*, a new basal angiosperm from the Early Cretaceous of North America and Portugal with trichotomocolpate/monocolpate pollen. **Grana**, v. 36, p. 225–244, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00173139709362611>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R.; CRANE, P. R. Early angiosperm diversification: the diversity of pollen associated with angiosperm reproductive structures in Early Cretaceous floras. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 86, p. 259–296, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2666179>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R.; CRANE, P. R. Fossil floral structures of a basal angiosperm with monocolpate, reticulate-acolumellate pollen from the Early Cretaceous of Portugal. **Grana**, v. 39, p. 226–245, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00173130052017262>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R.; VON BALTHAZAR, M.; GRIMM, G. W.; CRANE, P. R. *Monetianthus mirus* gen. et sp. nov., a nymphaealean flower from the Early Cretaceous of Portugal. **International Journal of Plant Sciences**, v. 170, p. 1086–1101, 2009a. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/605120>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R.; CRANE, P. R. Diversity in obscurity: Fossil flowers and the early history of angiosperms. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.365, p. 369–382, 2010a. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0227>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R.; CRANE, P. R. Cretaceous diversification of angiosperms in the western part of the Iberian Peninsula. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 162, p. 341–361, 2010b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.11.009>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; PEDERSEN, K. R. *Canrightia resinifera* gen. et sp. nov., a new extinct angiosperm with Retimonocolpites-type pollen from the Early Cretaceous of Portugal: missing link in the eumagnoliid tree?. **Grana**, v. 50, p. 3–29, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00173134.2011.559728>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. Early flowers and angiosperm evolution. **Cambridge University Press**, Cambridge, p. 585, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511980206>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. Saportanthus, an extinct genus of Laurales from the Early Cretaceous of Portugal. **International Journal of Plant Sciences**, v. 178, p. 650–672, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/693108>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; MENDES, M. M.; PEDERSEN, K. R. Paisia, an Early Cretaceous eudicot angiosperm flower with pantoporate pollen from Portugal. **Grana**, v. 57, p. 1–15, 2018a. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00173134.2017.1310292>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. *Rightcania* and *Kvacekispermum*: Early Cretaceous seeds from eastern North America and Portugal provide further evidence of the early chloranthoid diversification. **Fossil Imprint**, v. 74, p. 65–76,

2018c. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/if-2018-0006>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. Extinct taxa of exotestal seeds close to Austrobaileyales and Nymphaeales from the Early Cretaceous of Portugal. **Fossil Imprint**, v. 74, p. 135–158, 2018c. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/if-2018-0010>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. The Early Cretaceous mesofossil flora of Torres Vedras (NE of Forte da Forca), Portugal: a palaeofloristic analysis of an early angiosperm community. **Fossil Imprint**, v. 75, p. 153–257, 2019a. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/if-2019-0013>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. Hedyosmum-like fossils in the Early Cretaceous diversification of angiosperms. **International Journal of Plant Sciences**, v. 180, p. 232–239, 2019b. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/701819>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. Extinct diversity among Early Cretaceous angiosperms: mesofossil evidence of early Magnoliales from Portugal. **International Journal of Plant Sciences**, v. 180, p. 93–127, 2019c. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/701319>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. The endothelium in seeds of early angiosperms. **New Phytologist**, v. 224, p. 1419–1424, 2019d. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nph.16024>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. Multi-parted, apocarpous flowers from the Early Cretaceous of eastern North America and Portugal. **Fossil Imprint**, v. 76, p. 279–296, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.37520/fi.2020.023>. Acesso em: 7 mar. 2025.

FRIIS, E. M.; CRANE, P. R.; PEDERSEN, K. R. Catanthus, an extinct magnoliid flower from the Early Cretaceous of Portugal. **International Journal of Plant Sciences**, v. 182, p. 28–45, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/711081>. Acesso em: 7 mar. 2025.

HEŘMANOVÁ, Z.; KVAČEK, J.; FRIIS, E. M. Plant mesofossils from the Late Cretaceous Křivá Formation, the Czech Republic. **Fossil Imprint**, v. 77(2), p. 256–270, 2021. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/AMNPSBHN/article/view/73108>. Acesso em: 15 mar. 2025.

HALIUC, A.; DANIAU, AL.; MOUILLOT, F. et al. Microscopic charcoals in ocean sediments off Africa track past fire intensity from the continent. **Commun Earth Environ**, v. 4, p. 133, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00800-x>. Acesso em: 14 jul. 2025.

HOCHULI, P. A.; FEIST-BURKHARDT, S. Angiosperm-like pollen and Afropollis from the Middle Triassic (Anisian) of the Germanic Basin (northern Switzerland).

Frontiers in plant science, v. 4, p. 344, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00344>. Acesso em: 18 mar. 2025.

JASPER, A.; MANFROI, J.; SCHMIDT, E. O.; MACHADO, N. T. G.; KINRAD, O.; UHL, D. Evidências paleobotânicas de incêndios vegetacionais no Afloramento Morro Papaléo, Paleozóico Superior do Rio Grande do Sul, Brasil. **Geonomos**, v. 19, n.1, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v19i1.59>. Acesso em: 18 mar. 2025.

LÜ, D. W.; DU, W. X.; ZHANG, Z. H.; GAO, Y.; WANG, T. T.; XU, J. C.; ZHANG, A. C.; WANG, C. S. A synthesis of the Cretaceous wildfire record related to atmospheric oxygen levels?. **Journal of Palaeogeography**, v. 13(1), p. 149-164, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jop.2023.10.001>. Acesso em: 14 jul. 2025.

LUPIA, R. Paleobotanical data from fossil charcoal: an actualistic study of seed plant reproductive structures. **Palaios**, p. 465-477, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3515048>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MENDES, M. M.; DINIS, J.; PAIS, J.; FRIIS, E. M. Early Cretaceous flora from Vale Painho (Lusitanian Basin, western Portugal): an integrated palynological and mesofossil study. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 166, p. 152–162, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2011.04.003>. Acesso em: 7 mar. 2025.

MENDES, M. M.; DINIS, J.; PAIS, J.; FRIIS, E. M. Vegetational composition of the Early Cretaceous Chicalhão flora (Lusitanian Basin, western Portugal) based on palynological and mesofossil assemblages. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 200, p. 65–81, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2013.08.003>. Acesso em: 7 mar. 2025.

MENDES, M. M.; FRIIS, E. M. The Nossa Senhora da Luz flora from the Early Cretaceous (early Aptian-late Albian) of Juncal in the western Portuguese Basin. **Acta Palaeobotanica**, v. 58, p. 159–174, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/acpa-2018-0015>. Acesso em: 7 mar. 2025.

NASCIMENTO, M. C.; LIMA FILHO, M. Fácies da Formação Maceió (Aptiano-Albiano) na porção norte da Bacia Alagoas. **Estudos Geológicos**, v. 13, p. 217-233, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/estudosgeologicos/article/view/259707/44524>. Acesso em: 14 jul. 2005.

NEVES J. V.; SOUZA N. R.; DANTAS D. F.; FALLGATTER C.; SUCERQUIA P. Primeiro registro de ramos folhosos de coníferas aptianas da Formação Maceió, Bacia Alagoas, Brasil. **Paleodest – Paleontologia em Destaque**, v. 39, p. 74, n. especial, 2024. Disponível em: <https://sbpbrasil.org/publications/index.php/paleodest/issue/view/145>. Acesso em: 14 jul. 2025.

- OSTERKAMP, I. C.; LARA, D. M. D.; GONÇALVES, T. A. P.; KAUFFMANN, M.; PÉRICO, E.; STÜLP, S.; MACHADO, N. T. G.; UHL, D.; JASPER, A. Changes of wood anatomical characters of selected species of *Araucaria*-during artificial charring-implications for palaeontology. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 198-211, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0360>. Acesso em: 8 ago. 2025.
- PEDERSEN, K. R.; VON BALTHAZAR, M.; CRANE, P. R.; FRIIS, E. M. Early Cretaceous floral structures and in situ tricolpate-striate pollen: New early eudicots from Portugal. **Grana**, v. 46, p. 176–196, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00173130701526507>. Acesso em: 7 mar. 2025.
- RICHTER, H. G.; GROSSER, D.; HEINZ, I.; GASSON, P. E. IAWA list of microscopic features for softwood identification. **Leiden: IAWA Journal**, (Eds). 1ª edição, v. 25(1), p. 1-70, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1163/22941932-90000349>. Acesso em: 14 jul. 2025.
- SANTOS, A. C. S.; GUERRA-SOMMER, M.; DEGANI-SCHMIDT, I.; SIEGLOCH, A. M.; CARVALHO, I. S. Record of *Brachyoxylon patagonicum*, a Cheirolepidiaceae wood preserved by gelification in the Aptian Maceió Formation, Sergipe–Alagoas Basin, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 118, p. 103950, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103950>. Acesso em: 14 jul. 2025.
- SKELTON, P. W.; SPICER, R. A.; KELLEY, S. P.; GILMOUR, I. The Cretaceous World. **Cambridge University Press**, Cambridge, UK, p. 360, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0016756804219434>. Acesso em: 06 mar. 2025.
- SOUZA-LIMA, W.; ANDRADE, E. J.; BENGTSON, P.; GALM, P. C. A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigrafia e conteúdo fóssil. **Fundação Paleontológica Phoenix**, Aracaju, p. 34. Edição especial 1, 2002.
- TAYLOR, E. L.; TAYLOR, T. N.; & KRINGS, M. Paleobotany: the biology and evolution of fossil plants. **Academic Press**, p. 1-42, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373972-8.00001-2>. Acesso em: 07 mar. 2025.
- WELLMAN, C. H.; AXE, L. Extracting plant mesofossils and megafossils by bulk acid maceration. In: JONES, T. P.; ROWE, N. P. (eds) *Fossil Plants and Spores: modern techniques*. **Geological Society**, London, p. 11-14, 1999.