

**VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV**  
**Semana**  
**de Iniciação Científica da URCA**  
**e VIII Semana de Extensão da URCA**

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



**O ESTUDO PALEOBOTÂNICO ATRAVÉS DAS TÉCNICAS  
PALEOMÉTRICAS NO BRASIL**

**Ana Luzia Frazão Santos<sup>1</sup>, Olga Alcântara Barros<sup>2</sup>**

**Resumo:** Este trabalho apresenta um levantamento acerca dos estudos publicados por diversos autores que utilizaram técnicas paleométricas para caracterização de vegetais fósseis provenientes das Bacias sedimentares brasileiras. As informações foram obtidas por meio de pesquisas em bases de dados online. Percebeu-se que ao longo dos 11 anos desde o primeiro estudo, apenas 7 trabalhos sobre esta temática foram publicados até o momento, e distribuídos em 3 bacias brasileiras. Espera-se que os dados aqui apresentados possam incentivar futuras pesquisas na área, contribuindo, dessa forma, com o estabelecimento da paleometria no cenário brasileiro.

**Palavras-chave:** Paleometria. Vegetais fósseis. Bacias sedimentares.

### **1. Introdução**

O estudo dos fósseis fornece informações valiosas sobre a evolução da vida e oferece subsídios para a compreensão da complexidade da biodiversidade atual (MACHADO et al., 2019), dessa forma, a caracterização de espécimes fósseis é importante para compreender a história paleoambiental da região onde são encontrados (SANTOS et al., 2009).

A preservação de restos orgânicos em fósseis resulta de uma complexa interação entre processos biológicos e geoquímicos (BEZERRA et al., 2018). Tendo em vista sua constituição química geral, os fósseis podem ser adequadamente estudados por técnicas analíticas tais como, infravermelho, espectroscopia Raman, difração de raios-X e fluorescência de raios-X, com intuito de identificar e caracterizar os compostos que constituem o material fossilizado (SALA, 2008). Nesse contexto, a paleometria surge como uma abordagem integrada entre Física e Paleontologia, que objetiva identificar e caracterizar os compostos químicos ainda presentes nos organismos fossilizados (BECKER et al., 2014).

No cenário brasileiro, o emprego de técnicas paleométricas começou a se expandir por meio de análises sobre peixes fósseis do Cretáceo (LIMA et al., 2007). No caso dos vegetais fósseis, essas técnicas podem ser cruciais para a obtenção de informações relevantes sobre os processos diagenéticos envolvidos em sua fossilização, elevando essas pesquisas a um novo patamar de conhecimento e sofisticação (FAIRCHILD et al., 2012).

<sup>1</sup> Universidade Regional do Cariri, email: analuzia.frazao@urca.br

<sup>2</sup> Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, Universidade Regional do Cariri, email: olga.a.barros@urca.br

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



### 2. Objetivo

Apresentar um panorama atualizado das publicações referentes ao uso de técnicas paleométricas em estudos de vegetais fósseis provenientes das Bacias sedimentares brasileiras.

### 3. Metodologia

Foi efetuado um levantamento bibliográfico, e análise dos dados obtidos a partir de pesquisas em bases de dados online, como o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (portal CAPES), *Google* acadêmico, Biblioteca Nacional Digital (Fundação Biblioteca Digital), além de consultas em repositórios acadêmicos, buscando todos os trabalhos que abordavam os temas "paleometria", "espectroscopia Raman", "espectroscopia no infravermelho", "difração de raios-X", "fluorescência de raios-X" e "microscopia eletrônica de varredura".

### 4. Resultados

O trabalho pioneiro foi realizado por Filho et al. (2011), ao aplicarem a difração de raios-X (DRX), combinada com espectros de dispersão de energia de raios-X (EDS), espectrometria por infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e espectroscopia Raman, para estudar os processos envolvidos na fossilização de um vegetal, possivelmente identificado como *Brachyphyllum castilhoi* da Formação Ipupi (Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior), coletado em Santana do Cariri-Ceará. A partir da combinação dessas técnicas, foi possível constatar que a piritização foi o principal mecanismo de fossilização do material estudado. As análises também demonstraram uma abundância de enxofre e ferro, sendo possível inferir que o ambiente ao redor do material era anóxico, o que favoreceu a preservação dos detalhes do fóssil (FILHO et al., 2011).

Posteriormente, Silva et al. (2013), publicaram um estudo de dois tipos de lenho fóssil de rocha matriz com coloração clara e escura (Gimnospermas da família Araucariaceae) pertencentes a Formação Crato (Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior). As amostras de lenho de coloração escura e clara foram coletadas no município de Santana do Cariri-Ceará, e caracterizadas por Raman, FTIR, DRX e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os autores concluíram que as matrizes rochosas são formadas principalmente por calcita. Entretanto, os dois tipos de fósseis têm composições diferentes: enquanto a amostra de fóssil de madeira clara é constituída predominantemente por gipsita, o fóssil de lenho escuro é constituído principalmente por carbono amorfo. Isso sugere que na mesma formação, dois processos foram responsáveis pela fossilização das amostras examinadas (SILVA et al., 2013).

Alencar et al. (2015), analisaram a composição química de 7 exemplares de troncos de Gimnospermas e Pteridófitas fossilizados, provenientes da margem norte da Bacia do Parnaíba (Formação Pedra de Fogo, Permiano), coletados nos municípios de Altos-Piauí, Nova Iorque-Maranhão e Balsas-Maranhão, e 1 exemplar de Pteridófitas coletado na cidade de Timon-Maranhão, pertencente à

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



Camada Detrítica Laterítica (Bacia da Parnaíba, Paleogeno). O material foi comparado utilizando as técnicas de DRX, EDS, espectroscopia Raman e FTIR. Constatou-se que a silicificação foi o principal processo de fossilização, indicado pela forte presença de cristais de quartzo nas amostras. Além disso, os autores concluíram que, devido ao carbono que preencheu os espaços no interior do tecido orgânico, as amostras do Permiano foram permineralizadas, diferindo dos resultados relacionados ao fóssil do Paleogeno, que continham óxidos de ferro e titânio e não possui presença significativa de carbono, indicando que o material foi litificado (ALENCAR et al., 2015).

Mediante a utilização de DRX e de fluorescência de raios-X (FRX), Bantim et al. (2015), realizaram a caracterização química de amostras de lenhos fósseis coletados em um afloramento da Formação Romualdo (Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior) na localidade de Sobradinho-Ceará. As análises revelaram que a fase cristalina predominante tanto no fóssil como na rocha matriz foi constituída por óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), indicando a primeira ocorrência de silicificação em vegetais fósseis na camada arenítica na Bacia do Araripe (BANTIM et al., 2015).

Troncos fósseis identificados como gimnospermas e samambaias, provenientes da margem leste da Bacia do Parnaíba (Formação Pedra de Fogo, Permiano), foram analisados por Conceição et al. (2018). As 4 amostras coletadas nos municípios de Teresina e Monsenhor Gil (Piauí) e em Duque Bacelar (Maranhão), foram submetidas a análises aplicando as técnicas de DRX, FTIR, EDS, MEV e Raman. Os resultados sugeriram que os fósseis sofreram um processo de permineralização com substituição parcial da sua composição por quartzo, essa ideia corrobora com o estudo anterior realizado por ALENCAR et al. (2015), sendo possível inferir que o processo de fossilização que atuou sobre os vegetais fósseis no leste é o mesmo que o da margem norte da bacia (CONCEIÇÃO et al., 2018).

Martins et al. (2022), buscaram avaliar a natureza química e a microestrutura de folhas de gimnospermas e pteridospermas. As amostras que estavam depositadas na Coleção Paleontológica do Museu de História Geológica do Rio Grande do Sul (MHGEO), foram coletadas na Formação Santa Maria (Carniano) e na Formação Caturrita (Jurássico), ambas da Bacia do Paraná. Para as análises, foram utilizadas DRX, FRX, MEV/EDS e Raman. Os fósseis apresentaram finas crostas de ferro, produzidas pela atividade de organismos microaerofílicos e neutrofilicos de água doce, o que desempenhou um papel fundamental na preservação de suas estruturas microanatômicas, com texturas consistentes com biofilmes produzidos por bactérias sintetizadoras de ferro. Neste sentido, os fragmentos da planta quando em contato com as bactérias, serviram de substrato, favorecendo a precipitação de minerais de ferro que protegeram os restos vegetais da decomposição (MARTINS et al., 2022).

Silva et al. (2022), utilizaram fragmentos de caules de licopsídeos, prospectados na Formação Corumbataí (Bacia do Paraná, Permiano), na

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



cidade de Angatuba-São Paulo, analisando-os por MEV/EDS e FRX. Em todas as amostras houve prevalência de sílica, demonstrando que a silicificação foi o processo responsável pela formação desses fósseis (SILVA et al., 2022).

### 5. Conclusão

Embora já se tenha passado 11 anos desde o trabalho pioneiro, a utilização dessas diversas técnicas analíticas em vegetais fósseis ainda é pouco explorada, totalizando apenas 7 trabalhos em 3 bacias brasileiras (3 no Araripe, 2 na Parnaíba e 2 no Paraná) e em 7 formações (Ipubi, Crato, Romualdo, Pedra de Fogo, Santa Maria, Caturrita e Corumbataí), entre os períodos: Permiano, Carniano, Jurássico, Cretáceo Inferior e Paleogeno. Um número significativamente reduzido, pois, as informações obtidas com essas análises se revelaram promissoras para a compreensão dos vários mecanismos de fossilização e das condições e processos que propiciaram a preservação de restos de vegetais fósseis. Dessa forma, as informações reunidas e aqui apresentadas, podem ser essenciais para o desenvolvimento de futuras pesquisas relacionadas ao tema, contribuindo com o progresso e ampliação dessa promissora área na paleontologia brasileira.

### 6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri (URCA), pela infraestrutura disponibilizada; a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, através do Programa de Bolsa Acadêmica de Inclusão Social (BSocial) de A.L.Frazão, pela bolsa de pesquisador visitante (PV1-0187-00014.01.00/21), pelo financiamento atribuído ao edital Mulheres na Ciência, número: MLC-0191-00228.01.00/22 - SPU N°: 06281427/2022 concedidos a O.A. Barros.

### 7. Referências

ALENCAR, W. J.; SANTOS, F. E. P.; CISNEROS, J. C.; SILVA, J. H.; FREIRE, P. T.; VIANA, B. C. Spectroscopic analysis and X-ray diffraction of trunk fossils from the Parnaíba Basin, Northeast Brazil. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v.135, p.1052-1058, 2015.

BANTIM, R. A.; BARROS, O. A.; SILVA, J. H.; LIMA, F. J.; SAYÃO, J. M.; SARAIVA, A. A. Paleometria do conteúdo fossilífero de uma camada arenítica da Formação Romualdo (Bacia do Araripe). **Cadernos de Cultura e Ciência**, v.14, n.2, p.54-64, 2015.

BECKER, B. K.; OSÉS, G. L.; MASSINI, R. R. R. C.; CURADO, J. F.; DELGADO, A. O.; GALANTE, D.; RODRIGUES, F.; RIZZUTTO, M. A.; PETRI, S.; LEME, J. M.; PACHECO, M. L. A. F. O estabelecimento da paleometria no

# VII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA – XXV

## Semana

### de Iniciação Científica da URCA e VIII Semana de Extensão da URCA

12 a 16 de dezembro de 2022

Tema: “DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, INDEPENDÊNCIA E SOBERANIA NACIONAL”



Brasil: perspectivas e desafios no estudo de invertebrados fósseis. **Paleontologia em destaque**. edição especial, p. 27-34, 2014.

BEZERRA, F. I.; SILVA, J. H.; PAULA, A. J. D.; OLIVEIRA, N. C.; PASCHOAL, A. R.; FREIRE, P. T. C.; NETO, B. C. V.; MENDES, M. Throwing light on an uncommon preservation of Blattodea from the Crato Formation (Araripe Basin, Cretaceous), Brazil. **A Journal of the Brazilian Society of Paleontology**, 2018.

CONCEIÇÃO, D. M.; SILVA, J. H.; CISNEROS, J. C.; IANNUZZI, R.; VIANA, B. C.; SARAIVA, G. D.; SOUSA, J. P.; FREIRE, P. T. C. Spectroscopic studies on Permian plant fossils in the Pedra de Fogo Formation from the Parnaíba Basin, Brazil. **Journal of King Saud University-Science**, v.30, n.4, p.483-488, 2018.

FAIRCHILD, T. R.; SANCHEZ, E. A. M.; PACHECO, M. L. A. F.; LEME, J. M. Evolution of Precambrian life in the Brazilian geological record. **International Journal of Astrobiology**, v.11, n.4, p.309-323, 2012.

FILHO, F. E. S.; SILVA, J. H.; SARAIVA, A. A. F.; BRITO, D. D. S.; VIANA, B. C.; ABAGARO, B. T. O.; FREIRE, P. T. C. Combination of Raman, Infrared, and X-Ray Energy-Dispersion Spectroscopies and X-Ray Diffraction to Study a Fossilization Process. **Brazilian Journal of Physics**, v.41, p.275-280, 2011.

LIMA, R. J. C.; SARAIVA, A. A. S.; LANFREDI, S.; NOBRE, M. A. L.; FREIRE, P. T. C.; SASAKI, J. M. Caracterização Espectroscópica de Peixe do Período Cretáceo (Bacia do Araripe). **Química Nova**, v.30, n.1, p.22-24, 2007.

MACHADO, A. C. F.; DOS SANTOS, V. S.; DE SOUZA, J. M.; VASCONCELOS, E. S. A importância do estudo dos fósseis para compreensão da história e preservação da vida na terra. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v.2, n.2, p.204-220, 2019.

MARTINS, A. K.; KERKHOFF, M. L.; DUTRA, T. L.; HORODYSKI, R. S.; KOCHHANN, K. G.; PACHECO, F. M. L. Exceptional preservation of Triassic-Jurassic fossil plants: integrating biosignatures and fossil diagenesis to understand microbial-related iron dynamics. **Lethaia**, v.55, n.3, p.1-16, 2022.

SALA, O. **Fundamentos da Espectroscopia Raman e no Infravermelho**, 2ª ed., São Paulo, Editora UNESP, 2008.

SANTOS, M. E. D. C. M.; DE CARVALHO, M. S. S. Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. **CPRM Serviço Geológico do Brasil**. p.211, 2009.

SILVA, J. H.; FREIRE, P. T. C.; ABAGARO, B. T. O.; SILVA, J. A. F.; SARAIVA, G. D.; DE LIMA, F. J.; BARROS, O. A.; BANTIM, R. A.; SARAIVA, A. A.; VIANA, B. C. Spectroscopic studies of wood fossils from the Crato Formation, Cretaceous Period. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v.115, p.324-329, 2013.

SILVA, N. C. D. **Purposes and choices on the characterization of fossil samples: parameter test and analytical techniques applied to the comparison of different substrates**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2022.