

CORREDORES FLORESTAIS ÚMIDOS DO INTERIOR DA BAHIA: DINÂMICA PALEOAMBIENTAL E INFLUÊNCIA NA PAISAGEM ATUAL¹

Gustavo Luis Schacht²

Grace Bungenstab Alves³

Marcia Regina Calegari⁴

RESUMO

Compreender a dinâmica paleoclimática e as respostas das comunidades vegetais faz parte da interseção entre Climatologia e Biogeografia. A origem do mosaico geobotânico brasileiro é consequência das alternâncias de climas úmidos e secos. Este artigo tem como objetivo compreender como os pulsos úmidos no interior da Bahia formaram a paisagem da Bacia do Rio Paraguaçu. Foram alocadas 11 trincheiras ao longo da bacia, com profundidade de 2,5 metros, quando possível, seguida de descrição macromorfológica e coleta de amostras a cada 10 cm para estudo paleoambiental (fitólitos, isótopos e datação ¹⁴C) e por horizonte para caracterização (física e química) e classificação do solo. A extração de fitólitos do solo seguiu o Método 2 de Calegari et al. (2013). Com a montagem das lâminas, foram contados 200 fitólitos identificáveis em cada. A classificação das assembleias seguiu o ICPN 2.0. Dos onze pontos, nove são classificados como Latossolo, importantes testemunhos paleoclimáticos. O pH varia entre 4,3 e 6,7, o que demonstra um ambiente que permite a manutenção dos fitólitos. Sete pontos estão em áreas de encrave úmido, sejam eles de floresta, ou de Cerrado. Após a extração dos fitólitos, observou-se percentuais de AIF (*acid insoluble fraction*) variando entre 0,21% e 4,92%, que evidenciam boa recuperação de fitólitos, corroborando o potencial dessa técnica no semiárido (FONSECA et al., 2025). Entender os corredores úmidos nos ajuda a compreender a influência dos paleoclimas na paisagem. Essa abordagem contribui para o debate biogeográfico e para o planejamento de estratégias de conservação em cenários futuros de mudanças climáticas.

ABSTRACT

Understanding paleoclimatic dynamics and the responses of plant communities is part of the intersection between Climatology and Biogeography. The origin of the Brazilian geobotanical mosaic is a consequence of alternating humid and dry climates. This article aims to understand how humid pulses in the interior of Bahia shaped the landscape of the Paraguaçu River Basin. Eleven trenches were located throughout the basin, 2.5 meters deep when possible, followed by macromorphological description and collection of samples every 10 cm for paleoenvironmental study (phytoliths, isotopes, and ¹⁴C dating) and by horizon for characterization (physical and chemical) and soil classification.

¹ Os dados apresentados fazem parte de um projeto de pesquisa em execução, coordenado pelo primeiro autor. Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB (Projeto APP0050/2023 e PPP0015/2024) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Projeto 402886/2023-2) pelo financiamento de nossos projetos de investigação.

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. E-mail: schacht@ufrb.edu.br

³ Universidade Federal da Bahia. E-mail: gracebvalves@gmail.com

⁴ Universidade Estadual do Oeste do Paraná. E-mail: marcia.calegari@unioeste.br

Phytolith extraction from the soil followed Method 2 of Calegari et al. (2013). After assembling the slides, 200 identifiable phytoliths were counted in each. The assemblages were classified according to ICPN 2.0. Of the eleven sites, nine are classified as Latosols, important paleoclimatic markers. The pH ranges from 4.3 to 6.7, demonstrating an environment conducive to the maintenance of phytoliths. Seven sites are located in humid enclave areas, whether forest or Cerrado. After phytolith extraction, acid insoluble fraction (AIF) percentages ranging from 0.21% to 4.92% were observed, demonstrating good phytolith recovery and corroborating the potential of this technique in the semiarid region (FONSECA et al., 2025). Understanding humid corridors helps us understand the influence of paleoclimates on the landscape. This approach contributes to the biogeographic debate and to the planning of conservation strategies for future climate change scenarios.

Palavras-chave: Paleovegetação, Fitólitos, Encraves, Paleoclima.

Keywords: Paleovegetation, Phytoliths, Enclaves, Paleoclimate.

INTRODUÇÃO

Compreender a dinâmica paleoclimática e as soluções de sobrevivência utilizadas por comunidades vegetais em sua organização na paisagem, além da interação com outros fatores bióticos e abióticos ainda é um desafio no séc. XXI, e fazem parte da interseção entre Climatologia e Biogeografia.

A origem do mosaico geobotânico brasileiro é consequência da expansão e retração de vegetações, ocasionadas pelas alternâncias de climas úmidos e secos, ao longo dos períodos glaciais e interglaciais (AB'SABER, 2003; CONTI E FURLAN, 2003), cujo entendimento nos ajuda a entender encraves de vegetação encontrados pelo país.

Evidências sugerem que Amazônia e Mata Atlântica estabeleceram conexões biogeográficas durante o Quaternário, com implicações diretas na diversificação de espécies (HERMANOWSKI et al., 2012). Diferentes hipóteses foram propostas para explicar as possíveis rotas de migração (PINAYA et al., 2019; COELHO et al., 2022; SILVA et al. 2023), incluindo corredores ripários (OLIVEIRA-FILHO E RATTER, 1995) e vias interiores secas (DE OLIVEIRA, 1999). Contudo, os momentos (timing), as condições climáticas e as rotas dessas conexões ainda é uma questão em aberto.

Fica claro que a compreensão desta dinâmica nos diferentes setores da paisagem é um passo importante para avançarmos no conhecimento científico, mas que, ao mesmo tempo, trata-se de uma resposta complexa, para uma pergunta complexa.

Neste contexto, os fitólitos - microestruturas silicosas formadas em tecidos vegetais e preservadas em sedimentos - emergem como proxies ideais para decifrar essas dinâmicas. Sua



alta resistência à degradação e assinaturas taxonômicas permitem reconstruir composições florísticas pretéritas e condições paleoambientais (PIPERNO, 2006).

A Bahia e outros estados do Nordeste são áreas-chave para esse tipo de investigação, pois abrigam evidências de encaves florestais e savânicos, especialmente na Chapada Diamantina (COUTO et al., 2011). Estas áreas, consideradas encaves de vegetação, ocorrem em várias regiões do país, e estão isoladas (ilhadas) em pequenos refúgios, que indicam na atualidade, condições ambientais especiais para sua permanência. Chamamos estas formações de relíquias de vegetação. Estes conceitos foram amplamente trabalhados por Ab'Saber (1992).

Esses remanescentes são testemunhos de processos paleoambientais que permitem reconstituir os pulsos de expansão e retração de formações úmidas no passado. Assim, este estudo se justifica pela necessidade de avançar na compreensão da dinâmica paleoclimática no interior da Bahia, com ênfase nos mecanismos que permitiram a conexão entre biomas distintos. Além de investigar os pulsos de vegetação úmida, o trabalho via demonstrar o potencial dos fitólitos como ferramenta eficaz para reconstituir mudanças paleoambientais desta região, em escalas temporais prolongadas.

Como recorte espacial, foi selecionada a Bacia do Rio Paraguaçu (Bahia), devido a sua posição ligando a Chapada Diamantina ao litoral e abrigando encaves de vegetação que podem contribuir no entendimento dos padrões de dispersão florística e respostas as variações climáticas quaternárias. Essa abordagem contribui para o debate biogeográfico e também para o planejamento de estratégias de conservação em cenários futuros de mudanças climáticas.

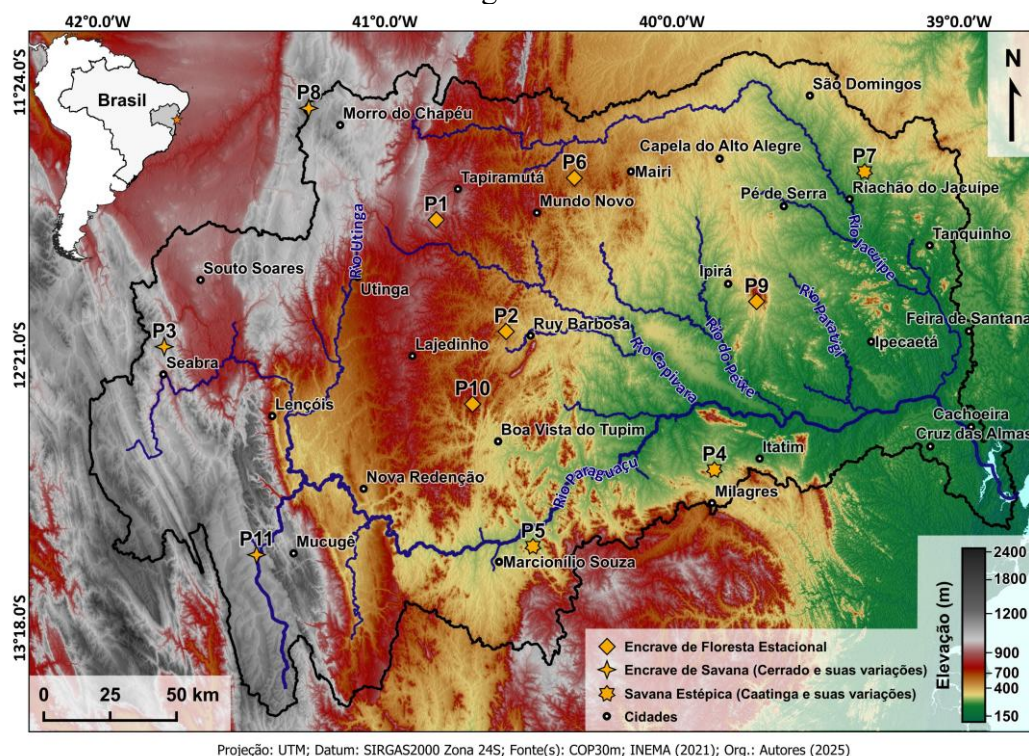
MATERIAL E MÉTODOS

Area do estudo e amostragem

O Rio Paraguaçu nasce na Chapada Diamantina e tem sua foz na Baía de Todos os Santos, recobrindo 86 municípios, ou 10% do território baiano. O relevo, dada sua composição geológica variada, apresenta desde Tabuleiros, a Patamares, Pedimentos e Pediplanos. Para o clima, as variações encontradas estão relacionadas ao fator relevo. Em seu alto curso, as precipitações atingem 900 mm ao ano, enquanto no médio curso (a região semiárida), os valores não ultrapassam 600 mm ao ano. Predominam os Latossolos e Planossolos, sendo este primeiro um importante testemunho ambiental.

Foram alocados 11 pontos de coleta – Figura 1 - (trincheiras) ao longo da bacia, em Itatim, Mairi, Marcionílio Souza, Riachão do Jacuípe, Ruy Barbosa, Seabra, Tapiramutá, Morro do Chapéu, Mucugê, Ipirá e Boa Vista do Tupim. Sua seleção considerou gradientes altimétricos e diversidade de fitofisionomias da área. Foram abertas trincheiras com profundidade máxima de 2,5 metros, quando possível, seguindo protocolos de descrição macromorfológica conforme Santos et al., (2015) e coleta sistemática de amostras a cada 10 cm (da base para o topo do perfil) para estudo paleoambiental (fitólitos, isótopos e datação ^{14}C) e por horizonte para caracterização (física e química) e classificação do solo conforme EMBRAPA (2018).

Figura 1 – Mapa de localização dos pontos estudados pelo projeto. Organização: Matheus Figueiredo.



A extração de fitólitos do solo seguiu os procedimentos descritos como Método 2 em Calegari et al. (2013). Após a extração e montagem das lâminas, foram contados 200 fitólitos identificáveis em cada lâmina. A classificação das assembleias seguiu o International Code for Phytolith Nomenclature - ICPN 2.0 (NEUMANN et al., 2019).

As datações serão realizadas em três amostras por ponto, no laboratório de serviço Vilnius Radiocarbon (Lituânia). A unidade de medida das datações é em anos AP (Antes do Presente). Com os resultados é possível estabelecer a variação temporal dos padrões paleovegetacionais, além estabelecer relações com as condições paleoclimáticas da área.



REFERENCIAL TEÓRICO

A origem do mosaico geobotânico brasileiro (os biomas do Brasil) é consequência da expansão e retração de florestas e savanas, ocasionadas pelas alternâncias de climas úmidos e secos nas regiões tropicais, ao longo dos períodos glaciais e interglaciais (CONTI E FURLAN, 2003). Essa distribuição da cobertura vegetal tem uma dinâmica ainda pouco conhecida, requerendo maior esforço científico para melhor conhecer estas questões (AB'SABER, 2003).

Biomas são sistemas macroecológicos resultantes de processos seletivos complexos e processos demográficos. Eles são facilmente reconhecidos pelo tamanho, dominância relativa e arranjo espacial das plantas e formas de crescimento que resultam em fisionomias vegetais características (DANTAS; PAUSAS, 2020). As assembleias de plantas podem apresentar diferenças biogeográficas substanciais dentro de um bioma, incluindo diferenças nas estratégias adaptativas e características funcionais das plantas dominantes.

Esse processo dinâmico se deve à capacidade das espécies vegetais a se adaptarem em determinados ambientes, devido a diversidade de regimes hídricos, pedológicos, geomorfológicos, dentre outros (XAVIER, 2012). Esses eventos de grandes mudanças ambientais no planeta apresentam ciclicidade de curto prazo, e são responsáveis pelas respostas significativas na distribuição das espécies vegetais, promovendo intercalação de ciclos expansivos, retrativos e de diversificação genética (OLIVEIRA, 2013).

Oscilações climáticas são comuns na história evolutiva da paisagem, sendo as Quaternárias as que mais contribuíram para moldar a paisagem que podemos observar atualmente, devido às variações orbitais (LAVINA; FAULTH, 2011).

Essas variações ambientais do Quaternário (paleoclimáticas, etc), com seus eventos de expansão e retração das floras, imprimiram na paisagem um mosaico geobotânico único, com uma riqueza considerável de espécies vegetais endêmicas. Essa expansão e retração é a responsável pelos inúmeros encaves de floras distintas encontradas pelo país, como podemos citar os encaves de Mata Atlântica no interior do Nordeste, os Cerrados encravados na Amazônia ou no sul do Brasil, entre outros.

Diante deste contexto, e considerando que estes encaves formam mosaicos com a vegetação naturalmente ocorrente em qualquer área, devemos agora compreender o contexto ambiental em escala ampla, a fim de explicar como ocorre sua manutenção nos dias atuais. Para a área estudada, especialmente para os encaves da Chapada Diamantina, na cabeceira da



bacia hidrográfica escolhida como foco de estudo, os processos climáticos são de fato muito importantes.

Os Cerrados e as Matas estão nas maiores altitudes, o que lhes garantem uma posição que as submete a menores variações de umidade e temperatura, mantendo-as mais amenas, quando comparados às condições em que se encontra a Caatinga, que tende a ocupar superfícies mais planas e de menor altitude.

De acordo com Oliveira et al. (2018) os últimos 150 mil anos antes do presente (AP) apresentaram uma considerável oscilação na temperatura e pluviosidade globais. Diferentes períodos glaciais e interglaciais foram registrados, sendo o denominado Último Máximo Glacial (UMG), um dos que apresenta oscilações climáticas mais disponíveis para estudos na atualidade. O UMG tem sua delimitação bastante debatida, mas para Suguio (2010), deu-se entre 20 mil e 10 mil anos AP.

Neste contexto, diferentes autores, utilizando diferentes ferramentas, demonstraram claramente esta variação das coberturas de vegetação, sejam em contexto amplo de Nordeste, ou em estudos mais locais.

Xavier (2012) evidencia que o Nordeste brasileiro já esteve submetido a condições mais úmida que a atual, inclusive sob domínio de floresta. Sampaio (2013), observou um aumento da paleoprecipitação no Estado da Bahia, sobretudo na região da Chapada Diamantina, entre 93 a 82 mil anos AP, e entre 68 e 57 mil anos AP.

A intensificação ou redução desta paleopluviosidade pode estar associada a eventos de resfriamento e aquecimento de curta duração nas águas do Atlântico Norte, as quais influenciaram a atuação da Zona de Convergência Intertropical, e produziram episódios relacionados a climas secos ou com menores precipitações, em intervalos que variaram entre 80 e 69 mil AP e 57 a 47 mil AP (SAMPAIO, 2013).

Para Horák-Terra et al. (2020) o clima no centro-leste do Brasil, passou por significativas mudanças climáticas nos últimos 35 mil anos, especialmente com variações de umidade, mas também de temperatura.

Dever et al. (1987), utilizando análises isotópicas, atribuíram que o Nordeste estava sob condições mais úmidas que as atuais entre 26 e 20 mil anos AP, levando à uma expansão de ambientes florestais durante o Pleistoceno Tardio (XAVIER, 2012).

Oliveira (2013) afirma que por volta de 15 mil anos AP as condições paleoclimáticas do Nordeste também passam por novas mudanças, tendo como resposta vegetativa uma transição entre ambientes florestais úmidos e florestas mais secas, como o Cerrado.



De acordo com modelos paleoclimáticos elaborados para a Chapada Diamantina por Laureano et al. (2016), a transição entre o Pleistoceno-Holoceno foi marcada por condições mais úmidas que as atuais. Já o Holoceno Inferior e Médio foi caracterizado pela sucessão de climas mais secos e climas mais úmidos, até por volta de 3 mil anos AP, no Holoceno Superior (BARRETO, 2010).

O Holoceno Superior, em condições climáticas semelhantes às atuais, foi marcado por intervalos de maior umidade que a atual, com duração de séculos ou décadas (NOVELLO et al., 2012). Períodos de expansão e retração da vegetação podem ter ocorrido nestes intervalos secos e úmidos, mas de modo menos intensos.

Essas oscilações de umidade possivelmente condicionaram o comportamento das variáveis ambientais regionais, a exemplo da retração e expansão de tipos de vegetação e suas fitofisionomias, períodos com aumento e/ou diminuição da pedogênese e processos geomorfológicos mais e menos intensos nas vertentes e fundos de vale.

Reconstruir a vegetação é fundamental para entender a trajetória histórica da mudança do clima e para entender a extensão humana nos ecossistemas (CALEGARI et al., 2016). Como principal proxy será utilizado o fitólito.

Para Piperno (1988) a palavra fitólito advém do grego e significa pedra de planta. Em seu ciclo de formação como fitólito ocorre a decomposição do silício das rochas e sua disponibilização como ácido silícico no solo, que é absorvido pelas plantas e concentrado em diferentes tecidos do vegetal. A sílica é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre (28,8%), ocorrendo em mais de 370 rochas e minerais (SOMMER et al., 2006).

Internamente, junto ao processo respiratório do vegetal ocorre a polimerização desta sílica, formando a opala biogênica ou corpo silicoso, que é o objeto de estudo das pesquisas com fitólitos. Nas plantas existem três locais preferencialmente favoráveis para alocação da sílica, sendo: a parede celular, o lúmen celular e os espaços intercelulares do córtex (PIPERNO, 1988).

Com a morte da planta, e sua decomposição, os fitólitos são depositados novamente no solo, e ficam armazenados por tempos que podem variar segundo as condições ambientais de cada região, se tornando uma importante fonte de informação. Parte destes fitólitos que estão no solo podem se dissolver e se tornar novamente disponível para absorção pela planta, ser lixiviado ou carregado para outras localidades, e outra parte, que se manteve nas mesmas condições de quando estava fixada no tecido da planta, se depositar e servir de amostra para investigações.



Coe et al. (2014) afirmam que é a decomposição dos restos vegetais que faz com que os fitólitos sejam incorporados ao solo, tornando-se bastante estáveis, dada sua composição mineralógica de difícil dissolução. Neste momento ele pode ser considerado um microfóssil. Este, por sua vez, apresenta uma configuração (formato) típica da vegetação que o originou, o que nos permite, muitas vezes, inferir seu ambiente de formação, e indicar a família, gênero, ou até espécies ao qual pertence, constituindo assim a cobertura vegetal do momento de que foi produzido.

Para Piperno (1988), o grau de desenvolvimento dos fitólitos nas plantas depende de vários fatores, incluindo o clima de crescimento da planta, a natureza do solo, a quantidade de água no solo, a idade da planta e a afinidade taxonômica da planta em si. São estes também os fatores que serão responsáveis pela maior ou menor produção de fitólito, e sua conservação no solo.

Segundo Calegari et al. (2022) os estudos com fitólitos, com suas primeiras observações, se deram em 1675 com Loeuwenhoek, e o início de sua identificação e sistematização em 1836 por Ehrenberg. Após eles, muito se avançou na compreensão destes corpos silicosos, que hoje são aplicados em estudo arqueológicos, geográficos e de outras áreas que buscam melhor compreender aspectos as relações entre a planta e o ambiente, ou as sociedades humanas.

No Brasil, o uso dos fitólitos como indicador para reconstituição paleoambiental é frequentemente testado, especialmente na região sul e sudeste do país (PIPERNO e BECKER, 1996, DE OLIVEIRA et al., 1999, MAGALHÃES E SILVA, 2007, CALEGARI, 2008, PAISINI et al., 2016, COE et al., 2017, AGUIAR et al., 2019).

Aguiar et al. (2019) e Calegari et al. (2022), apresentando a compilação dos trabalhos gerados com este indicador para o Brasil, e organizando as informações por região, mostram que o Norte e Nordeste ainda são as que menos possuem publicações utilizando a técnica de análise de fitólitos, mesmo sendo este o indicador com maior possibilidade de uso em local semiárido. Calegari et al. (2022) são os únicos a registrar um estudo para a Bahia, o que justifica e a necessidade de se conhecer melhor este espaço, havendo amplo campo de pesquisa. Este é o ponto que nos motiva a usar o indicador ambiental de fitólitos.

Além disso, Piperno (1988) destaca que, diferente dos pólenes, que são feitos para serem transportados pelo vento a maiores distâncias, os fitólitos não sofrem tanto com este tipo de transporte, fazendo com que a deposição aconteça normalmente próximo da planta que o gerou, com exceção dos casos em que ocorre transporte pela água, como em planícies aluviais. Neste sentido, o fitólito nos apresenta um cenário com menos interferências para a



configuração florística de um determinado espaço, que pode mais facilmente ser transposto e mapeado para uma região.

Contudo, dado o enfoque que se deseja aplicar no presente projeto, alguns cuidados terão de ser tomados para a seleção das áreas de coleta do material de campo, considerando principalmente aqueles em baixa vertente, já que a distribuição dos fitólitos no solo é variável segundo a translocação vertical pelos horizontes do solo, pelos processos de bioturbação, ou por eventos de erosão e deposição (SOMMER et al., 2006).

Por fim, entende-se que os fitólitos, aliados a datações, análises isotópicas e interpolações obtidas via modelagem e mapeamento de interpolação podem trazer uma resposta importante e a uma nova forma e encarar os estudos com fitólitos, atualizando as informações conhecidas na literatura até os dias atuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos até o momento indicam que dos onze pontos, nove são classificados como Latossolo, importantes testemunhos paleoclimáticos, pois se trata de um solo formado em condições mais úmidas. Além dele o material foi coletado em um Luvisolo Háplico e um Neossolo Litólico. Os pontos de coleta estão entre 275 e 1.015 metros acima do nível do mar. Nestes solos o pH variou entre 4,3 (Ruy Barbosa) e 6,7 (Riachão do Jacuípe), o que demonstra um ambiente que permite a manutenção dos fitólitos estudados.

Do ponto de vista físico, os solos são predominantemente franco-argilo-arenosos e franco-arenosos, com alguns horizontes argilosos ou muito argilosos, como em Mairi e Tapiramutá. Dos pontos, sete estão em áreas de encrave úmido, sejam eles de floresta, ou de Cerrado. Os outros quatro apresentam cobertura atual de Caatinga.

Após a extração dos fitólitos, observou-se percentuais de AIF (*acid insoluble fraction*) variando entre 0,21% e 4,92%. Os menores percentuais de recuperação são encontrados em Tapiramutá e Marcionílio Souza. Em todos os casos os percentuais evidenciam uma boa recuperação de fitólitos, corroborando o potencial dessa técnica para estudos no semiárido (FONSECA et al., 2025). Contudo, para o caso de Tapiramutá, onde o AIF apresentou-se predominantemente com índices mais baixos, a recuperação de fitólitos foi significativa, e com morfotipos bem conservados. Já em Marcionílio Souza a recuperação em locais com índice mais baixo foi baixa, com presença de fitólitos mais corroídos ou mesmo ausência de material em profundidades maiores.



No Brasil, o uso dos fitólitos como indicador paleoambiental é frequentemente testado, especialmente na região Sul e Sudeste do país (CALEGARI et al., 2022) e mais recentemente tem apresentado bons resultados para o semiárido brasileiro (FONSECA et al., 2025).

Diferentes autores estudaram a dinâmica paleoclimática e paleovegetacional no Nordeste evidenciando oscilações correlatas as variações globais nos últimos 150 mil ano AP (Oliveira et al., 2018) e condições mais úmidas que atual, inclusive com ocorrência de florestas (Xavier, 2012; Oliveira, 2013; Laureano et al., 2016; Silva et al., 2023).

Em dados prévios desta pesquisa, que ainda encontram-se sob interpretação, as evidências apontam para uma condição de clima mais úmido e vegetação mais florestal e fechada que a que recobre essas áreas na atualidade. Somente com as datações é que será possível apontar estes períodos de maneira mais contundente, procurando correlacionar temporalmente as ocorrências nos diferentes pontos da bacia.

Em discussões na Geografia, Ab'Saber (2003) chama a atenção para a formação de encraves de vegetação que seriam diferentes do contexto geral da flora dominante, que teriam se formado ao longo do último período glacial. Alguns destes encraves são reconhecidos no Nordeste como brejos de altitude e guardam vegetações de períodos mais úmidos (FONSECA et al., 2025). Importante o destaque e o estudo destes encraves, para que seja possível compreender como a dinâmica paleoclimática do Nordeste permitiu que fosse construída a paisagem geobotânica atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão das dinâmicas paleoclimáticas e dos pulsos de vegetação pelo interior do Nordeste vem se mostrando importante para pesquisadores da Geografia, especialmente ao considerar uma compreensão histórica da formação das paisagens nesta região. Entender os corredores úmidos que ocuparam este território nos ajuda a compreender a influência dos paleoclimas na paisagem atual.

O uso dos encraves de vegetação atuais nos ajuda no direcionamento destes esforços de construção do conhecimento, pois eles podem ser considerados testemunhas vivas da evolução destas paisagens e guardar elementos que permitem ao pesquisador compreender sua dinâmica evolutiva.

O uso dos fitólitos, combinados a outras ferramentas, permitem uma compreensão aprofundada destes pulsos úmidos, que fazem parte do processo de formação dos atuais brejos

de altitude e, conforme os dados apresentados, mostram-se viáveis diante dos bons percentuais de recuperação de fitólitos.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGUIAR, A.E.X.; COE, H.H.G.; MADELLA, M.; CRUZ, M.L.B. O uso do bioindicador fitólito em estudos ambientais e arqueológicos no Brasil. **Revista GeoNordeste**, n. 1, p. 80-104, 2019.

BARRETO, E.A.D.S. **Reconstituição da pluviosidade da chapada diamantina (BA) durante o Quaternário tardio através de registros isotópicos (O e C) em estalagmites**. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade de São Paulo, 2010.

CALEGARI, M.R. **Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte A húmico em latossolos**. Tese (Doutorado em Solos), Universidade de São Paulo, 2008.

CALEGARI, M. R.; MADELLA, M.; BRUSTOLIN, L.; PESSENDA, L.; BUSO, A. A.; FRANCISQUINI, M. A.; BENDASSOLI, J. A. Potencial of soil phytoliths, organic matter and carbon isotopes for small-scale differentiation of tropical rain forest vegetation: a pilot study from the campos nativos of the Atlantic Forest in Espírito Santo State (Brazil). **Quaternary International**, v.457, parte B, p. 156-164, 2016.

CALEGARI, M. R.; SOUZA, E.; MOZER, J. H.; MARCOLIN, L.; FONSECA, C. F. Fitólitos – uma ferramenta para estudos de reconstituição paleoambiental – conceitos e revisão sobre aplicação no Brasil. **Derbyana**, v. 43, e778, 2022.

CALEGARI, M. R.; SOUZA, E.; MOZER, J. H.; MARCOLIN, L.; FONSECA, C. F. Fitólitos – uma ferramenta para estudos de reconstituição paleoambiental – conceitos e revisão sobre aplicação no Brasil. **Derbyana**, v. 43, e778, 2022.

COE, H.H.G.; OSTERRIETH, M.; HONAINÉ, M.F. Phytoliths and their Applications. In: COE, H.H.G.; OSTERRIETH, M. (Ed.). **Synthesis of some Phytolith Studies in South América (Brazil and Argentina)**. 1ª ed. New York: Nova Science, 2014.

COE, H. H. G., et al. Caracterização de fitólitos de plantas e assembleias modernas de solo da caatinga como referência para reconstituições paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 8 n. 2, p. 9-21, 2017.

COELHO, F. E. A., et al. Historical connection between Atlantic Forest and Amazonia drove genetic and ecological diversity in *Lithobates palmipes* (Anura, Ranidae). **Systematics and Biodiversity**, v. 20, n. 1, 2046657, 2022.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoecologia: O Clima, os Solos e a Biota. In: ROSS, J. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. 4. ed. 1 reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

COUTO, L. P. L.; FUNCH, L. S.; CONCEIÇÃO, A. A. Composição florística e fisionomia de floresta estacional semidecídua submontana na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 391-405, 2011.



DANTAS, V. L.; PAUSAS, J. G. Megafauna biogeography explains plant functional trait variability in the tropics. **Global Ecology and Conservations**, v. 29, n. 8, p. 1288-1298, 2020.

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology**, v. 152, n. 3, p. 319-337, 1999.

DEVER, L.; FONTES, J. C.; RICHE, G. Isotopic approach to calcite dissolution and precipitation in soils under semi-arid conditions. **Chemical Geology: Isotope Geoscience section**, v. 66, n. 3-4, p. 307-314, 1987.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 edição. Brasília, 2018.

FONSECA, C.F.; BENINCA, C.G.; ISMINIO, D.A.L.; BENNERT, A. PESSENDA, L.C.R.; QUEIROZ, R.T.; XAVIER, R.A.; SOUZA, B.I.; CALEGARI, M.R.; SOUZA, J.J.L.L. Holocene vegetation and soil changes in the driest region of caatinga dry forest – phytolith contribution. **Catena**, v. 255, july, 109016, 2025.

HERMANOWSKI, B.; COSTA, M.L.; CARVALHO, A.T.; BEHLING, H. Palaeoenvironmental dynamics and underlying climatic changes in southeast Amazonia (Serra Sul dos Carajás, Brazil) during the late Pleistocene and Holocene. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 365, dec. 2012, p. 227-246, 2012.

LAUREANO, F.V.; KARMANN, I.; GRANGER, D.E.; AULER, A.S.; ALMEIDA, R.P.; CRUZ, F.W.; STRICKS, N.M.; NOVELLO, V.F. Two million years of river and cave aggradation in NE Brazil: Implications for speleogenesis and landscape evolution. **Geomorphology**, v. 273, n. 1, p. 63-77, 2016.

LAVINA, E. L.; FAUTH, G. Evolução geológica da América do Sul nos últimos 250 milhões de anos. In: CARVALHO, C. J. B.; ALMEIDA, A. B. **Biogeografia da América do Sul**. Editora Roca: São Paulo, 2011.

NEUMANN, K.; STROMBERG, C.A.E.; BALL, T.; ALBERT, R.M.; VRYDAGHS, L.; CUMMINGS, L.S. International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0 **Annals of Botany**, v. 124, n. 1, p. 189–199, 2019.

NOVELLO, V.F.; CRUZ, F.W.; KARMANN, I.; BURNS, S.J.; STRIKIS, N.M.; VUILLE, M.; CHENG, H.; EDWARDS, R.L.; SANTOS, R.V.; FRIGO, E.; BARRETO, E.A. Multidecadal climate variability in Brazil's Nordeste during the last 3000 years based on speleothem isotope records. **Geophysical Research Letters**, v. 39, n. 23, p. L23706, 2012.

OLIVEIRA, A. M., DE AMORIM, R. F., & DA SILVA COSTA, D. F. Implicações das oscilações climáticas do Quaternário tardio na evolução da fisionomia da vegetação do semiárido do Nordeste Setentrional. **Revista de Geociências do Nordeste**, p. 50-65, 2018.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of Central Brazilian by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinb. J. Bot.**, v. 52, n. 2, p. 141-194, 1995.

PINAYA, J. L. D., et al. Brazilian montane rainforest expansion induced by Heinrich Stadial 1 event. **Scientific Reports**, v. 9, 17912, 2019.

PIPERNO, D. R. **Phytolith analysis. An Archaeological and Geological Perspective**. San Diego: Academic Press, 1988.



SAMPAIO, F. J. **Geologia, Geocronologia e Paleoclima do Quaternário Continental da Região Sul da Chapada Diamantina-Bahia**. 2013. Tese de Doutorado – Curso de Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SANTOS, R.D., et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. Viçosa, MG: Editora Universitária, 2015.

SILVA, F. P.; SILVA, L. G.; SEMEDO, T. B. F.; SANTOS, T. C. M.; LOPES, G. P.; MONTES, M. A.; GARBINO, G. S. T. Pleistocene distribution of MacConnell's Bat (Phyllostomidae) suggests intermittent connections between Amazonia and Atlantic Forest. **Therya**, v. 14, n. 1, p. 55-62, 2023.

SOMMER, M. et al. Silicon pools and fluxes in soils and landscapes – a review. **Journal Plant Nutrition. Soil Science**, v. 169, p. 310-329, 2006.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 408 p.

XAVIER, M. C. T. **Paleofauna e paleoambientes do Pleistoceno Superior no município de Jaguarari, norte da Bahia**. 2012. Tese de Mestrado – Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, 2012