

REVISTA DE ARQUEOLOGIA

Volume 35 No. 2 Maio – Agosto 2022

ARTIGO

ESTUDOS EM PALINOLOGIA ARQUEOLÓGICA NO NORDESTE DO BRASIL: ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA E ESTUDOS DE CASO

Aline Gonçalves de Freitas*, Luzia Maria de Sousa Carvalho**, Yannara Brennda da Silva
Leôncio***, Pedro Elton Douglas Martins****, Sérgio Augusto de Miranda Chaves*****

RESUMO

A Palinologia Arqueológica é uma ferramenta da microarqueobotânica crescente nas últimas décadas, no continente Sul-Americano. Embora ainda pouco empregada em sítios arqueológicos brasileiros, seja na investigação de paleoambientes de ocupação humana e uso da terra, seja na detecção de dietas alimentares, manejo, cultivo e demais usos de plantas. Neste contexto, apresentamos uma revisão crítica e compilação dos distintos métodos empregados na recuperação palinológica nos diferentes materiais arqueológicos: solos e sedimentos, artefatos e enterramentos humanos correspondentes a distintos momentos de ocupação humana, em áreas do Nordeste do Brasil. Os dados arqueopalinológicos, quando satisfatoriamente recuperados e taxonomicamente identificáveis, nos possibilitam reconstruir antigas paisagens e compreender as múltiplas interações da ecologia humana ao longo do tempo e suas relações com o meio vegetal.

Palavras-chave: microarqueobotânica; metodologia arqueopalinológica; vestígios arqueológicos.

* Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza 2, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia. E-mail: aline.goncalves@ufpi.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5450-0850>.

** Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Arqueologia, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia. E-mail: arqueoluz@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5245-3138>.

*** Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza 2, Curso de Graduação em Arqueologia. E-mail: yannaraleoncio@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6233-0318>.

**** Universidade Federal do Piauí, Departamento de Geografia e História, Curso de Graduação em Geografia. E-mail: pedroeltoncla@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8272-9174>.

***** Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz. E-mail: sdemirandachaves8@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5767-0713>.

ARCHAEOPALYNOLOGICAL STUDIES IN NORTHEAST BRAZIL: THEORETICAL METHODOLOGICAL APPROACH AND CASE STUDIES

ABSTRACT

Archaeopalynology is a microarchaeobotany tool of that has been growing in recent decades in the South America. However, it is still seldom used in Brazilian archaeological sites, either in the investigation of paleoenvironments of human occupation and land use, or in the detection of diet, management, cultivation, and other uses of plants. Within this context, we present a critical review and compilation of the different methods used in palynomorphs recovery in different archaeological materials: soils and sediments, artifacts, and human burials that corresponding to different moments of human occupation in areas of northeastern Brazil. Archaeopalinological data, when satisfactorily recovered and taxonomically identifiable, enable us to reconstruct ancient landscapes and understand the multiple interactions of human ecology throughout time and their relationships with the plant environment.

Keywords: microarchaeobotany; archaeopalynological methodologies; archaeological remains.

ESTUDIOS EN PALINOLOGÍA ARQUEOLÓGICA EN EL NORDESTE DE BRASIL: APOORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO Y CASOS DE ESTUDIO

RESUMEN

La Palinología Arqueológica es una herramienta de la microarqueobotánica creciente en las últimas décadas en el continente sudamericano. Sin embargo, todavía se utiliza poco en los yacimientos arqueológicos brasileños, tanto en investigaciones paleoambientales de ocupación humana y uso de la tierra, como en la detección de dietas alimentarias, manejo, cultivo y demás usos de plantas. En este contexto, presentamos una recopilación de los diferentes métodos utilizados en la recuperación de polinómorfs en distintos materiales arqueológicos: suelos y sedimentos, artefactos y enterramientos humanos correspondientes a diferentes fases de ocupación humana; en zonas del nordeste de Brasil. Los datos arqueopalinológicos, cuando son recuperados satisfactoriamente e identificados taxonómicamente, nos permiten reconstruir los antiguos paisajes y comprender las múltiples interacciones de la ecología humana a lo largo del tiempo y sus relaciones con el entorno vegetal.

Palabras clave: microarqueobotánica; metodología arqueopalinológica; vestigios arqueológicos.

INTRODUÇÃO

A palinologia compreende o estudo dos palinomorfos polínicos (grãos de pólen de angiospermas e gimnospermas e esporos de pteridófitas, briófitas – estruturas responsáveis pela reprodução nas plantas) e não-polínicos (microalgas, microfungos e outros microfósseis de constituição orgânica). Sua forma e estratégias de preservação e dispersão em condições ambientais adversas nos permitem realizar estudos taxonômicos, genéticos e evolutivos, compreender a qualidade dos méis, detectar os causadores de alergias respiratórias, datar rochas sedimentares, reconstruir a história da vegetação e dos ambientes do passado, inferir sobre as mudanças climáticas ao longo do tempo e compreender o impacto humano na paisagem e práticas culturais envolvendo as plantas (BRYANT; HOLLOWAY, 1983; DIMBLEBY, 1985; MOORE *et al.*, 1991; PEARSALL, 2000). A palinologia, enquanto método, consiste na recuperação química dos palinomorfos, em virtude de sua própria constituição química (SALGADO-LABOURIAU, 1961; FAEGRI; IVERSEN, 1989). A esporopolenina presente na parede dos grãos de pólen e esporos de plantas é composta por copolímeros oxidativos e ésteres carotenoides que permitem sua preservação por milhões de anos (SHAW, 1971 *apud* HOLLOWAY; BRYANT, 1986, p. 50). Outros palinomorfos, como os microfungos e zoomorfos (artrópodes, crustáceos), são constituídos de pseudo-quitina; e os microforaminíferos, de lignina, porém igualmente resistentes às condições ambientais (TRAVERSE, 2007).

Os primeiros trabalhos em palinologia arqueológica ou arqueopalinologia ocorreram na década de 1940, no Norte da Europa, com Johannes Iversen (1941), que visava detectar os impactos na vegetação por causas antrópicas. Desde então, diversos estudos palinológicos vêm sendo desenvolvidos em contextos arqueológicos na Europa, América do Norte e em outras partes do mundo, na tentativa de compreender os sistemas econômicos envolvendo o processamento, o cultivo e a manipulação de plantas (LEROI-GOURHAN; RENAULT-MISKOVSKY, 1977; PROUS, 1978; BRYANT; HOLLOWAY, 1983; FAEGRI; IVERSEN, 1989; LIMA-RIBEIRO; BARBERI, 2005). Os grãos de pólen e outros palinomorfos orgânicos preservados em contexto arqueológico carregam informações naturais e culturais sobre paisagens, climas e sobre uma variedade de usos das plantas, como: dietas alimentares, o manejo e cultivo de plantas, as práticas medicinais, os rituais funerários, dentre outras interações (BRYANT; HOLLOWAY, 1983; FAEGRI; IVERSEN, 1989; PEARSALL, 2000; CHAVES; REINHARD, 2003; VAN GEEL; APTROOT, 2006).

Em relação à problemática das pesquisas arqueopalinológicas¹, Carrión *et al.* (1999, p. 1061) e Burjachs *et al.* (2000, p. 9) ressaltam alguns aspectos tafonômicos favoráveis e desfavoráveis a serem levados em consideração antes de se realizar este tipo de análise: a) o registro arqueológico pode possuir descontinuidades sedimentares, o que dificultaria a recuperação suficiente de palinomorfos dos sedimentos; b) a destruição e/ou a

¹ Bryant e Holloway (1983, p. 193-194) mencionam que os estudos arqueopalinológicos vêm sendo empregados desde a primeira parte do séc. XX no sentido de compreender os paleoambientes com interferência antrópica (Iversen, 1941), dando sequência às interpretações mais robustas dos restos vegetais (i.e., pólen, sementes) em contextos Neolíticos e Mesolíticos da Europa (GODWIN, 1956; TROELS-SMITH, 1960; DIMBLEBY, 1960, 1963; LEROI-GOURHAN, 1969), e se estendendo às Américas nos anos posteriores (BRYANT, 1974; KING; LINDSAY, 1976; McWILLIAN; WOOD, 1976). Pearsall (2000, p. 302) define arqueopalinologia como o estudo dos palinomorfos depositados em solos arqueológicos ou paisagens antropogênicas. Holloway e Bryant (1986, p. 52) ressaltam que fatores antropogênicos podem ser indicados através de análises polínicas em contexto arqueológico.

preservação diferencial dos palinomorfos; c) os movimentos verticais e laterais nos solos; d) as bioturbações e eventuais contaminações pós-deposicionais.

O estado de preservação dos palinomorfos varia de acordo com a natureza do registro arqueológico, promovendo a preservação diferencial (DIMBLEBY 1985; BRYANT; HALL, 1993). Dimbleby (1985, p. 1) e Prous (1978, p. 357) destacam os fatores de degradação da esporopolenina. Em geral, solos muito ácidos aceleram a oxidação e a atividade microbiana, o que dificulta a preservação dos palinomorfos e acarreta possíveis sub-representações no registro arqueológico, com exceções aos depósitos de sais e metais tóxicos, a exemplo dos solos de contextos arqueológicos amazônicos (MAYLE; IRIARTE, 2014). A esporopolenina, presente na parede dos grãos de pólen e em esporos de plantas, é extremamente resistente a ambientes redutores como sedimentos de turfeiras, lagos, lagoas e pântanos, que proporcionam excelentes condições para sua preservação. No entanto, depósitos sedimentares aerados ou oxidantes, ricos em oxigênio, vão comprometer a preservação polínica (CHAVES, 2014). A esporopolenina também oferece certa resistência a altas temperaturas (ca. 300°C) (GIRARD, 1975 *apud* PROUS, 1978).

O ponto crucial para que quaisquer análises arqueopalinológicas se tornem confiáveis reside na perspectiva de um bom controle cronoestratigráfico e sedimentológico do registro arqueológico, além de metodologias eficazes empregadas na recuperação polínica (HOLLOWAY; BRYANT, 1986). Para uma interpretação fiável do espectro polínico, precisa-se compreender que os percentuais expressos de cada táxon polínico e não-polínico estão intimamente relacionados com os processos de formação do registro arqueológico, os quais incluem os aspectos tafonômicos (sítios a céu-aberto, abrigos sob-rocha, sambaquis) e aspectos antropogênicos (atividades de coleta, manejo e processamento de plantas, introdução de material alóctone a partir de sedimentos, dentre outros) que irão influenciar fortemente o espectro polínico identificado no registro arqueológico.

Outro aspecto que devemos destacar é a percolação dos palinomorfos em camadas sedimentares com granulometria média a grossa (*i.e.*, sambaquis, dunas). Portanto, recomendam-se análises granulométricas prévias ao estudo arqueopalinológico. Os sedimentos mais favoráveis para análises palinológicas são os de granulometria silte e/ou argila, devido à equivalência sedimentar e hidrodinâmica dos palinomorfos a essas partículas (TYSON, 1995, p. 261).

Em relação à cor dos sedimentos, descartam-se os avermelhados, amarelados e brancos, provavelmente oxidados; e preservam-se os de coloração cinza a preta ou marrom, como níveis de ocupação com alto teor de matéria orgânica (antigos campos de cultivo, sepultamentos humanos, turfeiras, depósitos de fundos de lagos e meandros abandonados, dentre outros).

Muitos palinólogos europeus consideram os ambientes protegidos – como abrigos sob-rocha e cavernas – verdadeiros relictos da flora do passado. Ainda que em determinados casos possam ocorrer alguns fatores tafonômicos limitantes, no geral os estudos mencionados têm demonstrado eficácia das pesquisas arqueopalinológicas para determinar as cronologias dos horizontes culturais e as transformações naturais da vegetação durante o Paleolítico em diversas regiões da Europa (GIRARD; RENAULT-MISKOVSKI, 1969; BURJACHS, 1991; BURJACHS; RENAULT-MISKOVSKI, 1992; CARRIÓN, 1992a,b; CARRIÓN *et al.*, 1999). Navarro Camacho *et al.* (2000, p. 603), em estudos polínicos realizados em depósitos cársticos recentes (sedimentos de superfície, espeleotemas e guano), observaram que a concentração polínica está relacionada principalmente à quantidade de inputs polínicos (entomófilo e/ou anemófilo) e não ao resultado de alterações pós-deposicionais.

Existe uma quantidade significativa de abordagens teórico-metodológicas em palinologia do Quaternário difundidas entre o final do séc. XX e início do séc. XXI (ERDTMAN, 1969; SALGADO-LABOURIAU, 1973; FAEGRI; IVERSEN, 1975; VAN GEEL, 1978; BARTH; MELHEM, 1988; MOORE *et al.*, 1991; ROUBIK; MORENO, 1991; YBERT *et al.*, 1992; COLINVAUX *et al.*, 1999; BAUERMANN; NEVES, 2005; BUSH; WENG, 2007; PUNT *et al.*, 2007). Sob a perspectiva arqueopalinológica, contudo, essas pesquisas se concentraram, em sua maioria, na América do Norte e na Europa (GIRARD; RENAULT-MISKOVSKY, 1969; LEROI-GOURHAN; RENAULT-MISKOVSKY, 1977; FAEGRI; IVERSEN, 1975; BRYANT; HOLLOWAY, 1983; DIMBLEBY, 1985; HOLLOWAY; BRYANT, 1986; CARRIÓN *et al.*, 1999, 2005; HASTORF, 1999; BURJACS *et al.*, 2000; PEARSALL, 2000), com algumas pesquisas pontuais no vasto território brasileiro, principalmente, a partir de sedimentos, coprólitos e vasilhas em contexto arqueológicos: na Amazônia (IRIARTE *et al.*, 2012); no Nordeste (CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996; CHAVES, 2001, CHAVES; REINHARD, 2003, 2006; PARENTI *et al.*, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 2009; FREITAS *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2015; TEIXEIRA-SANTOS *et al.*, 2015); no Centro-Oeste (LIMA-RIBEIRO E BARBERI, 2003), no Sudeste (ARAUJO *et al.*, 2005; BARTH *et al.*, 2009); e no Sul (BISSA *et al.*, 2009; VAL-PEÓN *et al.*, 2019).

A respeito das poucas abordagens teórico-metodológicas em arqueopalinologia no Brasil, destaca-se a obra organizada por Pascale Prous (1978) intitulada “Condições da Aplicação da Palinologia à Arqueologia”, que nos apresenta, de forma sucinta, uma série de métodos e técnicas palinológicas aplicadas ao contexto arqueológico. A autora discute a problemática tafonômica e de conservação dos palinomorfs, além dos estudos de caso pioneiros sobre os diversos usos de plantas por antigas ocupações humanas no continente europeu e os processos de reconstrução de antigas paisagens.

Haja vista a importância do emprego de distintos protocolos de coleta e tratamento químico em arqueopalinologia, apresentamos uma revisão crítica à aplicação dessas metodologias (PROUS, 1978; DIMBLEBY, 1985; MOORE *et al.*, 1991; PEARSALL, 2000; BURJACS *et al.*, 2000) e discutimos suas potencialidades e limitações nos contextos arqueológicos da Região Nordeste a partir de estudos de caso realizados por membros do Grupo de Pesquisa POLARQ-Palinologia Arqueológica, Paleoambiente e Paleoetnobotânica (DGP/CNPq) (CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996; CHAVES, 2001; PARENTI *et al.*, 2003; CHAVES; REINHARD, 2006; CHAVES *et al.*, 2006; FREITAS *et al.*, 2015, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2015; CARVALHO, 2019) (Figura 1).

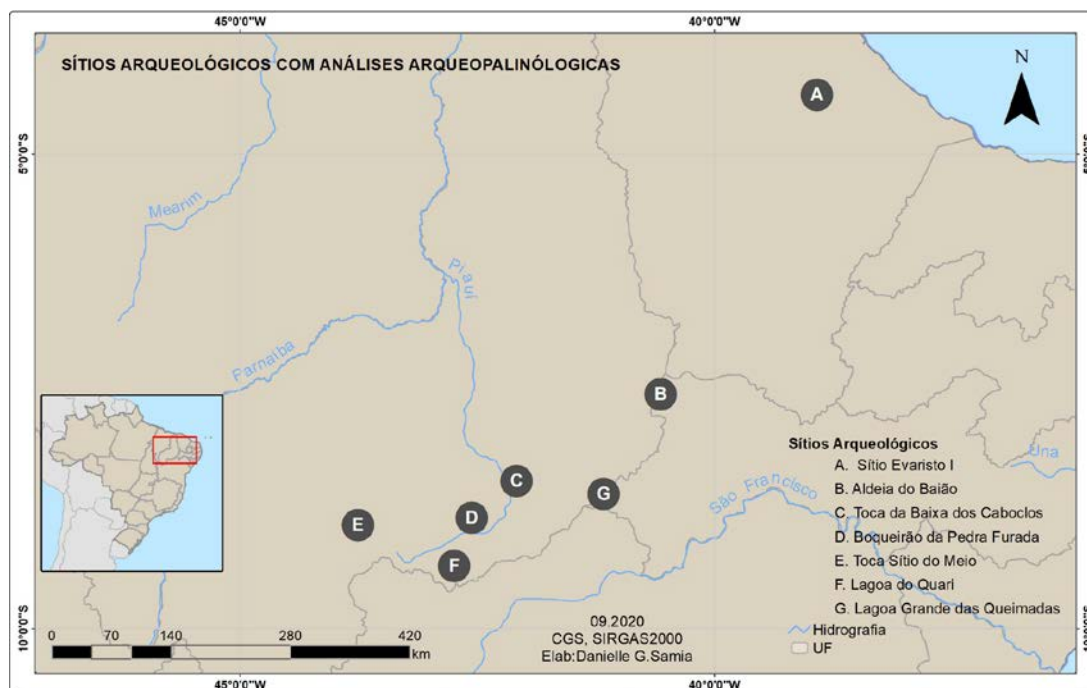


Figura 1. Mapa de localização dos sítios arqueológicos do Nordeste brasileiro, onde foram desenvolvidas pesquisas arqueopalinológicas: A) Sítio Evaristo I (EVA) (4°22'40"S; 38°55'08"W), Baturité-CE. B) Aldeia do Baião (ALB) (7°32'00"S; 40°34'00"W), Araripina- PE. C) Toca da Baixa dos Caboclos (TBC) (8°26'60"S; 42°05'03"W), Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC), São João do Piauí-PI. D) Boqueirão da Pedra Furada (BPF) (8°50'10"S; 42°33'20"W), PNSC, São Raimundo Nonato-PI. E) Toca do Sítio do Meio (TSM) (8°54'44"S; 43°45'20"W), PNSC, São Raimundo Nonato-PI. F) Lagoa do Quari (LAQ) (9°20'40"S; 42°44'39"W), São Raimundo Nonato-PI. G) Lagoa Grande das Queimadas (LGQ) (8°35'04"S; 41°09'70"W), Várzea Branca-PI.

METODOLOGIA

O ponto crítico das análises arqueopalinológicas relaciona-se à potencialidade de determinada amostra no tocante à riqueza e à diversidade polínica e sua conservação para o estabelecimento de eventos paleobiológicos ou paleoclimáticos globais ou regionais de acordo com o contexto cultural arqueológico. Esses processos são, portanto, dependentes das etapas de amostragem e dos métodos laboratoriais, que são aplicados posteriormente nessas amostras (BURJACHS *et al.*, 2000).

Os protocolos de amostragem de sedimentos e de outros materiais arqueológicos apresentados a seguir exibem os métodos de recuperação e análises palinológicas que podem auxiliar na compreensão das antigas relações entre pessoas, plantas e o ambiente. De posse de uma amostragem adequada em campo e de seu devido armazenamento, essas amostras podem ter uma duração mais perene e estimular a inserção das pesquisas microarqueobotânicas em projetos acadêmico-científicos, responder às questões práticas da arqueologia preventiva, ou mesmo serem testadas em materiais arqueológicos depositados em inúmeras reservas técnicas que necessitam ser “escavadas” em nosso país como forma de valorizar o patrimônio arqueológico.

Nessa perspectiva, faz-se importante atentar-se para o contato prévio com a pessoa especialista em arqueopalinologia ainda durante o planejamento da escavação arqueológica e/ou a definição do projeto de pesquisa a fim de fomentar as estratégias metodológicas, como os tipos de amostras, os cuidados na coleta visando a sua representatividade e posteriores interpretações (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2006). Neste caso, idealmente o profissional em palinologia é quem deve ser o responsável pela coleta de amostras e, de maneira coordenada, pode contar com a supervisão do profissional em

arqueologia² para direcionar o estudo às interpretações mais precisas dos diferentes horizontes estratigráficos e unidades culturais (BURJACHS *et al.*, 2000). Caso não seja possível, o profissional em arqueologia responsável pela escavação deve coletar as amostras seguindo adequadamente os protocolos do profissional em palinologia, que é quem define o grau de adensamento e intervalo das amostras a serem coletadas, e encaminhar a este profissional um pequeno inventário contendo o croqui detalhado dos níveis e materiais amostrados, sua posição estratigráfica e a natureza dos sedimentos. Recomenda-se fazer um mínimo de dois perfis dentro de uma mesma área de escavação para o controle dos problemas tafonômicos (BURJACHS *et al.*, 2000). A quantidade da amostra de sedimentos a ser coletada para análises palinológicas será descrita nos protocolos a seguir.

1. Amostragem

A amostragem dos solos/ sedimentos e materiais arqueológicos constitui etapa crucial para análises arqueopalinológicas e, portanto, microarqueobotânicas. Suas potencialidades e limitações dependem estritamente da formação do registro arqueológico a ser investigado. Segundo Pascale Prous (1978), a coleta e as técnicas de preparação para a recuperação polínica devem se adaptar às condições particulares dos sítios arqueológicos, que, no geral, pode possuir condição desfavorável à sua preservação. Portanto, a escolha e aplicação de determinado método visando a sua validade amostral e espectral implica o êxito deste tipo de análise. Para tal, resulta imprescindível o contato com palinólogos (BURJACHS *et al.* 2000).

Amostras sedimentares coletadas em sítios a céu-aberto naturalmente são mais suscetíveis à contaminação atual (chuva polínica) do que amostras sedimentares procedentes de abrigos sob-rocha, cavidades cársticas e depósitos lacustres adjacentes a áreas de ocupação humanas. Por isso, deve-se sempre optar pela amostragem em subsuperfície e considerá-la como caracterização da chuva polínica (ou pólen recente), o que nos indicaria a vegetação atual local/regional no entorno do sítio arqueológico.

A preservação polínica nos sedimentos aderidos a enterramentos humanos, vasilhames cerâmicos, coprólitos e a outros materiais arqueológicos depende dos fatores deposicionais e pós-deposicionais. Conforme a profundidade em que os materiais arqueológicos são recuperados, há redução do fator contaminação por palinomorfos recentes (grãos de pólen, esporos de fungos). Os remanescentes humanos oriundos de enterramentos secundários depositados em vasilhas cerâmicas (urnas funerárias), sobretudo tapadas, são menos suscetíveis à contaminação polínica do que os enterramentos primários, salvo, nestes casos, a presença de agentes bioturbadores ou outras interferências pós-deposicionais, como lixiviação, intemperismo, exposição de superfície, pisoteamento por mamíferos herbívoros, etc. Estudos visando à reconstituição ambiental através de estudos de coprólitos, por exemplo, podem ser efetuados quando há impossibilidade na conservação de grãos de pólen nos sedimentos ou há ausência de outros vestígios arqueobotânicos, como os fitólitos e os carvões.

As metodologias de coleta e de preparação arqueopalinológica aplicadas a estudos de caso em alguns sítios arqueológicos no Nordeste brasileiro são apresentadas nos itens 1.1 a 1.6. e discutidas mais adiante. A amostragem e preparação da chuva polínica e de botões florais que compõem a coleção de referência (palinoteca) para consulta e comparação com o pólen arqueológico estão dispostas nos itens 1.7 e 1.8.

² Isto é, quando o próprio profissional em arqueologia não for especialista em palinologia.

Se o objetivo das pesquisas microarqueobotânicas for a caracterização paleoambiental e paleoclimática do entorno de áreas de ocupação humana, sugerimos a palinologia estratigráfica no perfil ou seção estratigráfica, com coleta pontual dos sedimentos de 5-5 cm ou 10-10 cm das camadas naturais e/ou culturais. Caso a proposta inclua inferências etnobiológicas/etnobotânicas sobre a dieta e demais usos de plantas, a recuperação polínica de artefatos cerâmicos, líticos e sedimentos aderidos a remanescentes humanos pode trazer resposta satisfatória, dependendo do grau de preservação dos sedimentos. No caso dos coprólitos humanos e de outros animais, estes atendem às duas vertentes de pesquisa, pois são indicadores potenciais das mudanças paleoambientais e trazem informações precisas sobre a dieta e múltiplas ingestões de plantas.

Estes protocolos perfazem a síntese de estudos arqueopalinológicos, até o momento empregados na Região Nordeste, seja em amostras de coprólitos, de vasilhas cerâmicas, remanescentes humanos ou de sedimentos lacustres no contexto de ocupações humanas. As quantidades de sedimentos e materiais para amostragem e preparação química estão descritas nos protocolos. Não obstante, deve-se levar em conta as questões tafonômicas que podem influenciar na preservação diferenciada dos palinomorfos no registro arqueológico.

O Nordeste do Brasil apresenta uma rica fonte de cacimbas e de reservatórios de água e sedimentos nos períodos úmidos que viabiliza a coleta de perfis de solo/sedimento e seu respectivo detalhamento em perspectiva paleoambiental. As lagoas quaternárias do Sudeste do Estado do Piauí, por exemplo, são de extrema importância para a sobrevivência das populações locais, da fauna e da flora. Acreditamos que essas “manchas verdes” que sobressaem na paisagem, principalmente nas épocas secas, têm uma história paleoambiental a nos contar. Nos dias atuais são áreas de concentração de inúmeros animais silvestres, de criação e, sem dúvida alguma, foco de concentrações humanas que se localizam em aglomerações, localidades, vilas e cidades. No passado, com certeza, eram áreas atradoras de populações humanas. Estes depósitos sedimentares regionais contêm inúmeros registros de indústrias líticas associadas a ossos de megafauna (GUIDON *et al.* 2018).

A seguir, detalhamos os protocolos de amostragem arqueopalinológica utilizados nas pesquisas arqueopalinológicas desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa POLARQ em contextos arqueológicos no Nordeste do Brasil, com seus potenciais e restrições (Figuras 2 a 13; Tabela 1). Espera-se que esses protocolos atendam à comunidade arqueológica no tocante à coleta de amostras em campo e a sua preparação em laboratório.

1.1. Amostragem de sedimentos lacustres

As áreas naturalmente alagáveis próximas aos sítios arqueológicos são potenciais indicadoras das mudanças paleoambientais e seus depósitos sedimentares normalmente permanecem inalterados ou indiretamente pouco alterados pela antropização (BURJACHS *et al.*, 2000).

Ao coletarmos amostras do registro arqueológico com potencial palinoestratigráfico em corpos hídricos³ (como fundo de lagoas, meandros abandonados e outros ambientes inundáveis), devemos nos atentar para que estas atividades ocorram antes do trabalho de escavação arqueológica para evitar que as amostras coletadas para análises arqueopalinológicas sejam contaminadas com a poeira em suspensão gerada pela

³ A produção, a sedimentação, a dispersão de palinomorfos e seus processos tafonômicos podem ser vistos em Traverse (2007, p. 497) e sua equivalência hidrodinâmica, em Tyson (1995, p. 261).

decapagem dos níveis estratigráficos. No entanto, pode ocorrer da coleta acontecer no final das escavações, com os perfis e/ou seções estratigráficas disponíveis tanto para a confecção dos croquis estratigráficos quanto para a coleta de sedimentos para análises de microvestígios de plantas, incluindo investigações arqueopalinológicas (Figuras 2 e 3). Em ambos os casos, devemos sempre optar por dispensar a superfície do sedimento a ser coletado, coletando-os mais profundamente.

Quando os ambientes deposicionais estão encharcados, seja pela sazonalidade pluviométrica, seja pela condição topográfica, a amostragem de sedimentos lacustres ou flúvio-lacustres, como fundo de lagoas ou meandros abandonados, podem ser realizadas através de testemunho a pistão ou vibra core. Os mais conhecidos comercialmente são, respectivamente, o Livinstone (WEST, 1997 *apud* MOORE *et al.*, 1991, p. 31) e o amostrador do tipo Beeker (www.solotest.com). (figura 2)

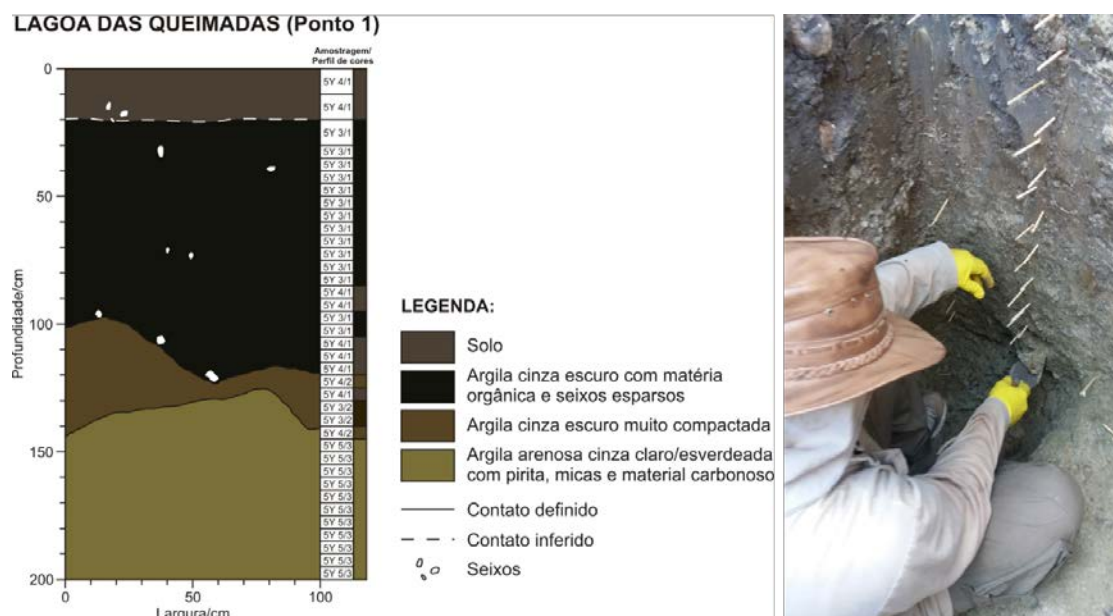


Figura 2. Elaboração do perfil sedimentar (ou croqui estratigráfico) anterior à coleta de sedimentos de subsuperfície da Lagoa Grande das Queimadas (LAQ) (CNSA: PI01847), Várzea Branca-PI, para análises arqueopalinológicas.

1.1.1. Amostragem de subsuperfície (perfil estratigráfico/trincheira)

A coleta de sedimentos de subsuperfície, pode acompanhar ou não a campanha de escavação arqueológica. Se realizada inicialmente, esta pode ser aproveitada na sondagem. Se executada por último, naturalmente aproveitará as trincheiras ainda abertas para a coleta dos sedimentos (Figura3).

1.1.2. Amostragem de superfície de fundo de lagoas (por extensão percorrida)

A exemplo de lagoas temporárias, comuns no semiárido brasileiro, coleta-se, primeiramente, amostras de superfície em extensão percorrida no modo transecto com malha em forma de cruz. As distâncias entre as amostras de sedimentos de superfície de fundo da lagoa coletadas podem variar de acordo com sua extensão (Figura 3). Esta atividade pode ser realizada concomitantemente à prospecção e escavação arqueológica caso o sítio a ser estudado já possua autorização para coletas via IPHAN.

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS LACUSTRES
1. Antes da coleta, realiza-se a descrição dos depósitos sedimentares através do croqui de um perfil estratigráfico acompanhado de fotografias, o que garante a compreensão desses depósitos sedimentares. 2. Coleta-se precisamente do nível estratigráfico mais antigo até o recente, para evitar possíveis contaminações, atentando à esterilização constante do material utilizado entre os níveis amostrados. 3. Recomenda-se sempre identificar as camadas culturais e as feições que porventura ocorram em cada camada decapada. Fazer a coleta unitariamente.
Subsuperfície (perfil estratigráfico/ trincheira)
1. Direciona-se a abertura de uma sondagem, com trincheira de dimensões de 2 x 1 x 2 m, onde a coleta de sedimentos deve ser controlada em níveis estratigráficos adensados em 5-5 cm ou 10-10 cm, dependendo da natureza do depósito sedimentar. 2. Os sedimentos coletados devem ser armazenados em bolsas <i>zip-lock</i>, previamente identificadas, de acordo com as profundidades.
Superfície de fundo de lagoas (por extensão percorrida)
1. As coletas de superfície de fundo de lagoas periodicamente secas são realizadas com uma colher de pedreiro esterilizável a cada nova coleta e bolsas <i>zip-lock</i> previamente identificadas por suas coordenadas geográficas. 2. As coletas obedecem um transecto de forma de cruz de 50-50 ou 100-100 m ou até alcançar as bordas N, S, L e O do corpo lacustre em questão.

Figura 3. Protocolo de amostragem de sedimentos lacustres. Subsuperfície (perfil estratigráfico/trincheira) e superfície de fundo de lagoas (por extensão percorrida).

1.2. Amostragem de sedimentos em sítios a céu aberto, abrigos sob-rocha e cavidades cársticas (perfil estratigráfico/ trincheira/ superfícies amplas)

A coleta é realizada da mesma forma descrita anteriormente, levando-se sempre em consideração as diferenças topográficas existentes nos depósitos e a mistura temporal que pode ocorrer em níveis sedimentares na entrada de cavernas e uma possível inversão cronoestratigráfica desses depósitos. Prous (1978) atenta para o problema da percolação em sítios em contextos fluviais ou em camadas de conchas, como os sambaquis, onde a fração granulométrica do sedimento tende a ser de tamanho de areia fina, média à grossa. A ação de ondas e marés também pode influenciar na deposição polínica em sítios costeiros (PITTAU *et al.*, 2012).

A palinologia de cavernas tem sido bastante aplicada a estudos arqueológicos na Europa desde seu apogeu, na década de 1940 (LEROI-GOURHAN; RENAULT-MISKOVSKY, 1977; BOTTEMA, 1975; BURJACHS, 1991; CARRIÓN, 1992a,b;

CARRIÓN *et al.*, 1999; SÁNCHEZ-GOÑI, 1994; FREITAS *et al.*, 2020). Carrión e Scott (1999) esclarecem que a preservação dos palinomorfos é aumentada em sedimentos carbonáticos – como espeleotemas ou travertinos, que capturam os grãos de pólen e evitam a recristalização –, uma vez que rochas mais porosas permitem contaminação de pólen por percolação (SCOTT; BONNEFILLE, 1986). No entanto, o valor do pólen estratigráfico dos depósitos cársticos de superfície e subsuperfície refletem a vegetação local e regional, especialmente em zonas áridas e semiáridas (VAN CAMPO; LEROI-GOURHAN, 1956; CARRIÓN *et al.*, 1999).

De acordo com a metodologia para o estudo do processamento de plantas em sociedades caçadoras-coletoras na Mesoamérica, elaborada por Acosta Ochoa *et al.* (2013), as coletas dos materiais e sedimentos arqueológicos devem ser realizadas nos níveis de ocupação, sem perder a conexão entre os artefatos e os restos arqueobotânicos e zooarqueológicos (Figura 4). Acosta Ochoa *et al.* (2013) também sugerem que essas coletas devem acompanhar fotoplanos e gerar mapas de distribuição de artefatos e áreas de atividade humana a partir de um sistema de informações geográficas (SIG) feito com base nas coordenadas tridimensionais dos respectivos materiais e sedimentos arqueológicos.

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS EM SÍTIOS A CÉU ABERTO, ABRIGOS SOB-ROCHA E CAVIDADES CÁRSTICAS
1. Antes da coleta, realiza-se a descrição dos depósitos sedimentares através do croqui de um perfil estratigráfico acompanhado de fotografias, o que garante a compreensão desses depósitos sedimentares. 2. Coleta-se precisamente do nível estratigráfico mais antigo até o recente, para evitar possíveis contaminações, atentando à esterilização do material utilizado entre os níveis amostrados. 3. Recomenda-se sempre identificar as camadas culturais e as feições que porventura ocorram em cada camada decapada. Fazer a coleta unitariamente.
Coleta em subsuperfície (perfil estratigráfico/ trincheira)
1. Direciona-se a abertura de uma sondagem, com trincheira de dimensões de 2 x 1 x 2 m, onde a coleta de sedimentos deve ser controlada em níveis estratigráficos adensados em 5-5 cm ou 10-10 cm, dependendo da natureza do depósito sedimentar. 2. Os sedimentos coletados devem ser armazenados em bolsas <i>zip-lock</i>, previamente identificadas de acordo com as profundidades.
Coleta em subsuperfície (superfícies amplas)
1. Para uma amostragem sistemática de sedimentos para análises multi-proxies: químicas e macro e microarqueobotânicas, deve-se tomar nota das coordenadas X-Y-Z dos materiais arqueológicos, de seu nível estratigráfico dentro de cada quadrícula de 1-1 m² escavada. 2. Coletar os sedimentos dos níveis escavados em quadrículas menores que 25 cm² e armazená-los em bolsas <i>zip-lock</i>, previamente identificadas de acordo com as profundidades.

Figura 4. Protocolo de amostragem de sedimentos em sítios a céu aberto, abrigos sob- rocha e cavidades cársticas (perfil estratigráfico/trincheira/superfícies amplas) (adaptado de PROUS, 1978 e ACOSTA OCHOA *et al.*, 2013).

1.3. *Amostragem de sedimentos aderidos e outros materiais de remanescentes humanos*

A escolha do material a ser coletado varia de acordo com o seu estado de preservação. A título de exemplo temos o caso da coleta em laboratório a partir de esqueletos humanos oriundos de nove enterramentos (oito indiretos e um direto) do Sítio Toca da Baixa dos Caboclos-PI, realizada por nossa equipe no âmbito da FUMDHAM em 2017 (CARVALHO, 2019) (Figura 5). Para as coletas dos cálculos dentários, fizemos uso de equipamentos odontológicos e pinças, devido à fragilidade dessas amostras e para facilitar o manuseio sem causar impacto aos remanescentes humanos (Figura 5).

A amostragem de sedimentos aderidos aos remanescentes humanos segue o protocolo de Berg (2002) *apud* Reinhard e Bryant (2008), com sua coleta no interior das cavidades oral e pélvica, no interior de urnas funerárias (vasilhas cerâmicas) caso ocorra este tipo de enterramento, e próxima aos ossos longos. As amostras relacionadas às cavidades orais e pélvicas sugerem dieta e demais usos de plantas, enquanto as amostras-controle, do interior da sepultura e ao redor de ossos longos, sugerem o ambiente do entorno contemporâneo ao enterramento até os dias atuais (REINHARD; BRYANT, 2008).

**PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS E OUTROS MATERIAIS ADERIDOS
AOS REMANESCENTES HUMANOS**

1. Cálculos dentários: para as coletas dos cálculos usa-se instrumentos odontológicos: *hollemback*, sonda exploradora, escavador e colher de dentina, com a mínima interferência na arcada dentária do indivíduo. Usa-se uma "cama" de papel alumínio para minimizar perdas na coleta. Armazena-se em *ependorfs* de 2 ml previamente identificados (Figura 6-B-D).
2. Amostras secas ou sedimentos aderidos cavidades bucal e pélvica dos esqueletos humanos: coletar os sedimentos presentes nestas cavidades com colher ou espátula esterilizadas e acondicioná-los em bolsas *zip-lock* (15x9, 17x12, 10x7 cm).
3. Amostras orgânicas (fragmentos de tecido epitelial e capilar): utilizar tesoura, colher ou espátula esterilizadas para a coleta de fragmentos de pele e cabelo. Caso o mesmo esteja aderido aos ossos e sedimentos, coletar um raspado desse sedimento e armazená-los em tubos falcon de polipropileno de 15 ml com água fenolada. Depois armazenar em posição vertical, devido ao possível extravasamento da água fenolada.
4. As amostras devem ser pesadas em balança de precisão no ato da coleta, anterior às análises microarqueobotânicas (Figura 6-G), acondicionadas em plástico bolha e fita adesiva e postas em caixa de polipropileno forrada em ambas as partes, e armazenadas em geladeira.
5. Todos os instrumentos utilizados devem ser esterilizados com álcool e papel toalha. Deve-se utilizar jaleco, máscara e luvas sem amido, para minimizar o fator contaminação.

Figura 5. Protocolo de amostragem de sedimentos e outros materiais aderidos aos remanescentes humanos (adaptado de BERG, 2002 *apud* REINHARD; BRYANT, 2008).

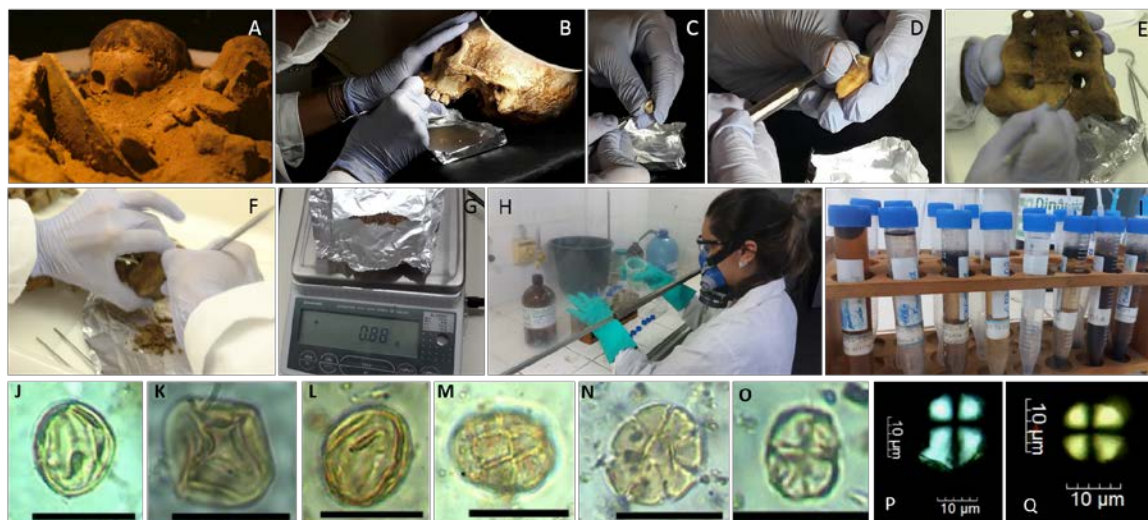


Figura 6. Microvestígios de plantas recuperados de remanescentes humanos do Sítio Toca das Baixa dos Caboclos (TBC)-PI: A) Indivíduo infantil do enterramento 8. Extração de cálculos dentários (B-D) e coleta de sedimentos aderidos à cavidade pélvica e vértebra lombar (E-F) do indivíduo adulto do enterramento 7. G-I) Processamento químico das amostras. Grãos de pólen (sob luz transmitida): 1) Tipo Combretaceae/Melastomataceae, 400x. 2) *Terminalia* (Combretaceae), 400x. 3) *Cedrela* (Meliaceae), 400x. 4) *Piptadenia* (Fabaceae-Mimosoideae), 400x. 5) *Borreria* (Rubiaceae), 400x. 6) *Mimosa* (Fabaceae- Mimosoideae), 400x. Grãos de amido (sob luz polarizada): 7) *Manihot* sp. (Euphorbiaceae), 1000x. 8) *Zea mays* (Poaceae), 1000x. Fonte da foto A: Laboratório imagético da FUMDHAM.

1.4. Protocolos de preparação palinológica de sedimentos lacustres, sedimentos aderidos aos remanescentes humanos

As preparações palinológicas dos sedimentos coletados de diversos contextos do registro arqueológico (*i.e.*, lacustre, enterramentos humanos) podem ser tratados pelo mesmo método químico, que visa à extração e à concentração da matéria orgânica particulada das camadas de ocupação humana ou dos níveis estratigráficos naturalmente depositados no entorno dos sítios. Através desta preparação e análises, pode-se inferir sobre as condições paleoambientais dos locais de ocupação humana e da subsistência vegetal de determinados grupos humanos (Figura 7).

**PROTOCOLO DE PREPARAÇÃO DE SEDIMENTOS LACUSTRES E SEDIMENTOS
ADERIDOS AOS REMANESCENTES HUMANOS**

1. acrescentar 2-5g de sedimentos em *beckeres* de 100 ml, previamente identificados e solubilizá-los com água destilada.
2. Peneirar o material em malha de 200 µm, para a remoção de fragmentos vegetais, areia e outros materiais.
3. Em seguida, acrescentar uma a duas pastilhas de *Lycopodium clavatum* para os cálculos de concentração (STOCKMARR, 1971), sempre lembrando de anotar o nº do lote e a quantidade de esporos por pastilha (anotada no próprio frasco ou informada na compra).
4. Transferir o material para tubos de polipropileno de 50 ml, centrifugá-los e descartar o líquido sobrenadante.
5. Adicionar ácido fluorídrico (HF) a 40% para eliminar os silicatos. Deixar agir por 24h e repetir esta etapa, se necessário.
6. Adicionar ácido clorídrico (HCl) a 50% para eliminar fluorsilicatos formados pela reação anterior. Aquecer por 15 minutos, para acelerar a reação.
7. Adicionar hidróxido de potássio (KOH) a 10% para eliminar o excesso de matéria orgânica. Adicionar o ácido acético para desidratar a amostra. Repetir esta etapa.
8. Em seguida, adicionar a mistura acetolítica que consiste em: 4.5 ml de anidrido acético P.A. (HOOC-COOH) + 0.5 ml de ácido sulfúrico P.A. (H₂SO₄) e deixar reagindo por 4 minutos, para dissolver o conteúdo orgânico interno dos grãos de pólen, a exemplo, restando somente a exina (parede). Lavar duas vezes o material na centrífuga a 1500 rpm por 5 minutos, em tubos de vidro de 10 ml.
9. Adicionar 5 ml do líquido denso Cloreto de Zinco (ZnCl₂) (D=2 g/cm³), para concentrar a matéria orgânica e separá-la da fração mineral. Usa-se centrífuga a 1500 rpm por 5 minutos, para acelerar o processo.
10. Por fim, adicionar gotas de HCl a 10%, para eliminar o sal, lavando em seguida para eliminar o ácido. Repetir esta etapa três vezes.
11. Realizar as etapas de lavagem dos ácidos em centrífuga a 2600 rpm por 5 minutos.
12. Adicionar água glicerizada (1:1) por 30 minutos antes da montagem de lâminas palinológicas. Obs.: Se optar por lâminas permanentes usa-se entellan ou glicerol. Caso contrário, faz-se a observação direta do resíduo orgânico em lâmina, no microscópio.

Figura 7. Protocolo de preparação palinológica de sedimentos lacustres e sedimentos aderidos a remanescentes humanos (adaptado de DIMBLEBY, 1985; YBERT *et al.*, 1992).

1.5. Amostragem e preparação palinológica de fragmentos cerâmicos e sedimentos aderidos aos vasilhames

A seleção dos fragmentos cerâmicos pode ocorrer na fase de coleta em campo, momento em que estes são normalmente coletados seja por meio da sondagem inicial (ou poços- testes), seja por meio do método de quadrículas, a exemplo do Sítio Ininga-PI (A. Corrêa, comunicação pessoal); ou ainda essas coletas se darão em reservas técnicas, com a escolha de fragmentos passíveis de destruição por meio das preparações palinológicas (Figura 8).

Caso exista a possibilidade de evidenciar um perfil cerâmico, a exemplo do Sítio Hatarara (CAROMANO *et al.*, 2013), localizado no baixo rio Solimões, na Região Amazônica, ele deve ser desenhado e incluso no perfil estratigráfico. Se, na fase de coleta em campo ou no laboratório (acervos arqueológicos), forem coletados também os sedimentos internos aos vasilhames, estes também serão processados para a extração de palinomorfos (Figura 9).

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DE FRAGMENTOS CERÂMICOS
1. Antes da retirada dos fragmentos cerâmicos, deve-se medir a profundidade da trincheira ou poço-teste ou quadrícula e, elaborar um croqui do perfil sedimentar de acordo com os níveis estratigráficos (ou camadas sedimentares). 2. Anotar as coordenadas UTM de cada ponto de coleta dos fragmentos cerâmicos, bem como dos sedimentos aderidos ou nos níveis de onde foram recuperados. 3. Para análises arqueopalinológicas e de outros microvestígios de plantas (i.e., fitólitos de grãos de amido), normalmente coleta-se fragmentos de dimensões maiores de 2 x 2 cm. 4. Coleta-se os fragmentos cerâmicos de 10-10 cm e no mínimo 3 fragmentos por nível estratigráfico. 5. O mesmo procedimento de cuidados na coleta deve ser mantido, para evitar possíveis contaminações e falsas idades dos materiais datáveis. As embalagens devem estar previamente identificadas com a informação do contexto de coleta e os dados do nível amostrado.

Figura 8. Protocolo de amostragem de fragmentos cerâmicos.

**PROTOCOLO DE PREPARAÇÃO PALINOLÓGICA DE FRAGMENTOS CERÂMICOS E
SEDIMENTOS ADERIDOS AOS VASILHAMES**

1. Fragmentos cerâmicos: Inicialmente, raspa-se a cara interna, externa e separa-se o miolo do fragmento cerâmico a ser processado.
2. Pesa-se 3 a 5 g do raspado e transfere-se para tubos de polipropileno de 50 ml ou *beckeres* de 100 ml, previamente identificados.
3. Sedimentos aderidos aos vasilhames: inicialmente pesa-se 10-50 g de sedimentos, por conta de sua natureza argilo-arenosa e transfere-se para tubos de polipropileno de 50 ml ou *beckeres* de 100 ml, previamente identificados.
4. Adiciona-se uma a duas pastilhas de *Lycopodium*.
5. Adiciona-se ácido clorídrico (HCl) a 37%, para eliminar os carbonatos.
6. Adiciona-se ácido fluorídrico (HF) a 40%, para eliminar os silicatos.
7. Usa-se o Cloreto de Zinco ($ZnCl_2$) ($D=2\text{ g/cm}^3$) para concentrar a matéria orgânica.
8. Caso haja ainda muito conteúdo orgânico perceptível, usar um defloculante como o hidróxido de potássio (KOH) a 5%, em banho-maria, até levantar borbulhas.
9. Todas as etapas consistem em deixar reagir 24h e as lavagens são realizadas em centrífuga a 1500 rpm por 5 minutos.

Figura 9. Protocolo de preparação palinológica de fragmentos cerâmicos (adaptado de GIRARD; RENAULT-MISKOVSKY, 1969).

1.6. Amostragem e preparação palinológica de coprólitos humanos e de outros animais

Coprólitos são fezes fossilizadas de humanos ou de animais naturalmente depositadas em contextos arqueológicos ou paleontológicos cujas condições sejam propícias para a sua preservação (CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996). Estes podem ser encontrados em seu estado mineral ou preservados e, de acordo com as condições ambientais, secos ou até mesmo, úmidos. Em contexto arqueológico, os coprólitos são encontrados em camadas de ocupação, nos depósitos fecais (latrinas) ou no intestino de corpos mumificados (CHAVES; BRANCAGLION, 2005; PIOMBINO-MASCALI *et al.*, 2013; TEIXEIRA-SANTOS *et al.*, 2015). São um rico material de estudo para os paleoparasitologistas. Os ovos de parasitas, larvas, assim como o DNA podem ser preservados nos coprólitos (REINHARD *et al.*, 2006). A análise de coprólitos tem implicações diretas em pesquisas paleofarmacológicas e pode estender nosso conhecimento sobre a utilização de plantas medicinais há milhares de anos (CHAVES; REINHARD, 2003, 2006; REINHARD; BRYANT, 2008).

Os coprólitos apresentam inclusões orgânicas e inorgânicas – elementos ingeridos pelos organismos e depositados na superfície das fezes, como grãos de pólen, sementes, parasitos, diatomáceas, fitólitos, fragmentos de ossos, ostracodes, pelos vegetais e animais, insetos, moluscos, traços de DNA fossilizado – que podem pertencer ao próprio organismo ou aos componentes ingeridos (REINHARD *et al.*, 2008). Através dessas inclusões, é possível acessar informações sobre aspectos paleoecológicos,

paleoambientais e culturais, como paleodietas de grupos humanos e de outros animais, o uso de plantas medicinais e o período estacional do uso dos recursos naturais (CHAVES; REINHARD, 2003, 2006; CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996; CARRIÓN *et al.*, 2005; REINHARD; BRYANT, 2008).

A amostragem dos coprólitos segue os protocolos de coleta em campo com o auxílio da equipe arqueológica responsável pela escavação; ou em reservas técnicas, com o auxílio de seus responsáveis (Figura 10).

Para a extração dos palinomorfos de coprólitos humanos e de outros animais recuperados de contextos arqueológicos da Serra da Capivara-PI, foram testados dois métodos de preparação. Na Figura 11, apresentamos um método bastante eficaz de recuperação polínica de coprólitos (CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996).

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DE COPRÓLITOS HUMANOS E DE OUTROS ANIMAIS
1. Pesar e fotografar cada coprólito a ser analisado com escala. 2. Separa-se 2 g de cada coprólito (peso seco). 3. Macera-se em malha de 200 µm, para a separação das areias, macrorrestos vegetais e outros restos orgânicos e inorgânicos.

Figura 10. Protocolo de amostragem de coprólitos humanos e de outros animais.

PROTOCOLO DE PREPARAÇÃO PALINOLÓGICA DE COPRÓLITOS HUMANOS E DE OUTROS ANIMAIS

1. Acrescentar 2 g do coprólito em *becker* de 100 ml, com adição de 50 ml de água destilada para a dissolução deste material.
2. Adição de duas 2 pastilhas de *Lycopodium*, para o cálculo posterior de concentração dos palinórfos (STOCKMARR, 1971).
3. Transferir o material solubilizado para tubos de polipropileno de 50 ml. Centrifugar a 1500 rpm por 5 minutos e descartar o sobrenadante.
4. Adicionar 5ml de ácido fluorídrico (HF) a 40% para eliminar os silicatos, com repouso de 24h. Repetir esta etapa quando necessário. Centrifugar a 1500 rpm por 5 minutos e descartar o sobrenadante.
5. Adicionar 5ml de ácido clorídrico (HCl) a 50%, para eliminar os fluorsilicatos formados na reação anterior, em banho-maria por 15 minutos. Centrifugar a 3000 rpm por 5 minutos e repetir a lavagem, até clarear a solução.
6. Adicionar 15 ml de hidróxido de potássio (KOH) a 10% para dissolver os compostos orgânicos. Centrifugar e repetir a lavagem, até clarear a solução.
7. Adicionar 5ml de ácido acético (CH_3COOH), para desidratar o material. Repetir esta etapa. Centrifugar a 1500 rpm por 5 minutos. Adicionar 5 ml da mistura acetolítica, sendo 4,5 ml de anidrido acético (HOOC-COOH) P.A. + 0,5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) P.A., para dissolver parte da matéria orgânica, em fervura por 2 minutos, em temperatura máxima de 80° C. Centrifugar.
8. Lavagem do material contido no tubo com 10 ml de água destilada. Centrifugar e repetir a lavagem.
9. Adicionar 5ml de cloreto de zinco (ZnCl_2 ; D=2), para a concentração da matéria orgânica. Transferir o sobrenadante com palinórfos para outro tubo falcon. Esta é a única etapa em que o sobrenadante é aproveitado. Centrifugar a 1000 rpm por 5 minutos.
10. Adicionar 5ml de ácido clorídrico (HCl) a 10%, para possibilitar a sedimentação dos palinórfos, recuperando-os. Centrifugar a 1000 rpm por 5 minutos. Lavagem do material contido no tubo com 10 ml de água destilada em centrifuga a 1000 rpm por 5 minutos. Repetir esta etapa.
11. Por fim, adicionar água glicerizada (1:1), deixar o material repousar por 30 minutos, centrifugar e descansar com os vidros emborcados (boca abaixo).
12. Montagem das lâminas palinológicas permanentes, com gelatina glicerizada ou *entellan*.

Figura 11. Protocolo de preparação palinológica de coprólitos humanos e de outros animais (adaptado de CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996).

1.7. Amostragem e preparação do pólen recente (chuva polínica)

A análise dos grãos de pólen recentes através da chuva polínica nos fornece dados sobre a vegetação do entorno de áreas arqueológicas, sujeitas às variações sazonais. Se quisermos conhecer a evolução florística de determinado conjunto vegetacional, devemos contar com a análise polínica de elementos de origens diversas, como turfeiras, sedimentos lacustres, etc., uma vez que esses sedimentos, ao serem analisados conjuntamente aos dados polínicos atuais, refletem melhor a evolução da vegetação regional durante um período de tempo maior, algumas vezes milhares de anos (SALGADO-LABOURIAU, 1973; FAEGRI; IVERSEN, 1989; CHAVES, 2013).

Prous (1978) ressalta que o espectro polínico arqueológico pode refletir a vegetação local, que pode ser heterogênea ou ter sofrido polinização entomófila (por insetos). No entanto, quando coletados a certa distância ou adjacente à área do sítio arqueológico, o espectro polínico passa a refletir a vegetação regional, que pode contar com a ocorrência predominante do pólen anemófilo. Para as coletas e análises da chuva polínica, sugerimos o protocolo anunciado na Figura 12.

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM E PREPARAÇÃO DA CHUVA POLÍNICA
1. Coleta do pólen aéreo: este representa a vegetação sazonal atual do entorno de uma área arqueológica. O pólen recente se deposita naturalmente na superfície dos solos e sedimentos, podendo ser recuperado através de "armadilhas" colocadas em pontos específicos no entorno de sítios arqueológicos. 2. Para tais coletas polínicas, são utilizadas lâminas de vidro (26 x 76 mm) com superfície exposta de 19,76 cm², untadas com vaselina e colocadas a 2 m da superfície do solo, no interior de uma placa de Petri de 110 mm de diâmetro.

Figura 12. Protocolo de amostragem e preparação do pólen recente ou chuva polínica (adaptado de CHAVES, 2013 e YBERT *et al.*, 1992).

1.8. Amostragem e preparação do pólen recente (palinotecas)

Os grãos de pólen e esporos de plantas atuais coletados de associações com fitofisionomias ocorrentes nos conjuntos vegetacionais ou biomas brasileiros constituem um excelente banco de dados para estudos arqueopalinológicos/microarqueobotânicos. De acordo com Salgado-Labouriau (1973), estudos palinológicos em locais arqueológicos podem esclarecer o contexto biológico de determinados artefatos correlacionando-os com as culturas humanas.

Os palinomorfs recuperados no registro arqueológico são identificáveis com base em seus caracteres morfológicos (aberturas, ornamentação da exina, forma, âmbito e tamanho do grão) e normalmente, comparáveis aos grãos de pólen da chuva polínica atual ou de uma palinoteca de um bioma específico (*e.g.*, Cerrado, Caatinga) (CHAVES, 2013; SALGADO-LABOURIAU, 1973).

A identificação taxonômica do pólen arqueológico torna-se possível devido à preservação de sua membrana externa (ou exina), constituída de esporopolenina, que possui enorme variedade morfológica (SALGADO-LABOURIAU, 1973). As descrições morfológicas dos grãos de pólen identificados taxonomicamente em nível de espécies botânicas e sua posterior catalogação em coleções de referência em palinologia (ou

palinotecas) representa um meio bastante eficaz na comparação entre os morfotipos arqueológicos e recentes.

Para a implantação de coleções de referências em palinologia, conhecidas como palinotecas, faz-se necessária primeiramente a coleta dos botões florais estaminados (flores masculinas) e esta deve ser realizada preferencialmente em herbários ou pelo método de coleta a fresco, diretamente da flor (Figura 13). A aplicação do método acetolítico (ERDTMAN, 1960) vai depender da fragilidade dos grãos de pólen. A maioria das plantas com flores ou angiospermas dicotiledôneas suportam o método de acetólise. Já espécies de monocotiledôneas, como Arecaceae, Poaceae, Bromeliaceae e outras possuem grãos frágeis a muito frágeis, sendo necessária a aplicação do ACLAC 40% ou 60% (WODEHOUSE, 1935), (Figura 13).

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM E PREPARAÇÃO DO PÓLEN RECENTE (PALINOTECAS)	
1. Coleta dos botões florais estaminados (flores masculinas): esta etapa é realizada preferencialmente em herbários ou em coletas a fresco, diretamente da flor.	
2. Preparação das anteras em pré-antese: separação das anteras em estereoscópio (lupa), com o auxílio de pinça esterilizada em bico de bunsen a cada espécie botânica coletada. Normalmente coletamos várias espécies por vez.	
3. Selecionar dois a três botões florais em ácido acético glacial (CH_3COOH), divididos em 3 tubos de polipropileno de 15 ml.	
4. Usar a mistura acetolítica [9 ml de anidrido acético ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$) + 1 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4)].	
5. Deixar as amostras em banho-maria entre 60-70°C por 1 minuto e meio.	
6. Centrifugar a 2000 rpm por 10 minutos.	
7. Para o caso do pólen de palmeiras, gramíneas e outras monocotiledôneas e pteridófitas, usa-se a acetólise láctica (ACLAC), empregando-se o ácido láctico ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) P.A.	

Figura 13. Protocolo de amostragem e preparação do pólen recente para a construção de coleção de referência (palinotecas) (adaptado de WODEHOUSE, 1935; ERDTMAN, 1960).

1.9. Amostragem de sedimentos para datações radiocarbônicas (^{14}C)

As datações radiocarbônicas (^{14}C) dos sedimentos orgânicos devem ser efetuadas para os mesmos níveis ou camadas em que se testará a recuperação polínica. A quantidade mínima de sedimentos recomendável pelos laboratórios é de 2-10 g, fazendo-se necessária uma coleta de maior quantidade de sedimentos (sugestão ca. 50-100g) para quaisquer eventuais perdas e/ou pesquisas futuras. No caso de se recuperar eventuais carvões, sementes, conchas ou outros elementos constituídos de carbono orgânico ou inorgânico, nos mesmos níveis amostrados para estudos arqueopalinolíticos, a datação convencional se torna menos custosa.

No caso das lagoas do semiárido nordestino, algumas possuem registro de indústrias líticas e depósitos da megafauna. No caso de perfil estratigráfico, contendo ou não materiais arqueológicos e/ou paleontológicos, coleta-se os sedimentos e possíveis outros materiais (i.e., ossos, dentes) visando a análises radiocarbônicas AMS, devido muitas vezes às baixas concentrações de carbono nesses materiais. E embora essas análises sejam mais custosas, são mais confiáveis do que as datações convencionais. No caso dos ossos, o ideal é datar o colágeno, por ser mais fiável, devido à remineralização óssea por parte a bioapatita. A seguir, apresenta-se o protocolo de coletas de sedimentos e outros materiais arqueológicos para eventuais datações radiocarbônicas (Figura 14).

PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS PARA DATAÇÕES RADIOCARBÔNICAS (^{14}C)
1. Para a coleta, exige-se um cuidado de esterilização do instrumento a ser manipulado, a fim de evitar contaminações. Uma vez coletados, os sedimentos são diretamente armazenados em bolsas <i>zip-lock</i> previamente identificadas. Outra observação importante seria a do contexto arqueológico a ser datado. 2. Caso as amostras de sedimentos sejam fracionadas em laboratório, exige-se um cuidado maior. E, dependendo do destino das análises outros métodos, como por exemplo o estudo de fitólitos (microarqueobotânica), alertamos para o cuidado de não armazenar os sedimentos em freezer, devido à alteração da sílica biogênica por solidificação (COE <i>et al.</i>, 2021). 3. Para os sedimentos, coletar entre 50-100 g, visando sempre a preocupação de uma maior quantidade de sedimentos, caso esteja em planejamento outras análises arqueobotânicas, zooarqueológicas, arqueométricas e geoarqueológicas do registro arqueológico. 4. Se nos mesmos níveis onde foram coletados os sedimentos para análises palinológicas for possível recuperar macrocarvões (acima de 2 mm ou maior que 2 g), estes podem ser considerados elementos potenciais para as datações radiocarbônicas convencionais, ainda que sua fiabilidade seja menor que a precisão das datações AMS. 5. Caso o contexto envolva remanescentes humanos, opte sempre por datar restos orgânicos aderidos ou do próprio esqueleto (i.e., tecido capilar, tecido epitelial, colágeno dos ossos), evitando os carvões dispersos que podem ter cronologias mais antigas e ser depositado contemporaneamente aos sepultamentos. O mesmo vale para as urnas cerâmicas. 6. Estas informações são extremamente importantes para se detectar as cronologias de ocupações humanas e inferirmos com fiabilidade as mudanças do clima, do ambiente e da vegetação de determinado local/região. Neste caso, data-se a matéria orgânica contida nos sedimentos (mg/ml de carbono orgânico ou inorgânico) por AMS (Accelerator mass spectrometry) ou fragmentos de macrocarvões recuperados dos mesmos.

Figura 14. Protocolo de amostragem de sedimentos para datações radiocarbônicas (^{14}C).

1.10. Identificação taxonômica e contagem dos palinomorfos

A boa preservação dos palinomorfos possibilita sua identificação taxonômica e suas afinidades botânicas com famílias e gêneros ocorrentes atualmente. A identificação em nível específico torna-se incerta em muitos casos, com exceção de espécies de plantas cultivadas ou plantas com pouca variedade específica (BRYANT; HOLLOWAY, 1983, p. 206). A má preservação polínica/palinológica não permite tais identificações, gerando grãos indetermináveis, muitas vezes condicionados ao ambiente deposicional. Mas apesar disso, de certa forma, tal situação torna-se dado relevante para as análises arqueopalinológicas a respeito das condições ambientais e tafonômicas, sendo, portanto, incorporado à soma polínica e incluído no palinodiagrama (BURJACHS *et al.*, 2000, p. 14). Devemos nos atentar para o fato de que os dados polínicos qualitativos também possuem relevância em contexto arqueológico, dado o seu caráter etnobiológico, ou seja, as múltiplas relações entre populações humanas e as plantas (HOLLOWAY; BRYANT, 1986).

Os grãos de pólen arqueológicos são morfologicamente similares aos produzidos pelas plantas atuais, o que garante sua classificação segura em níveis taxonômicos de família e gênero botânicos (SALGADO-LABOURIAU, 1973). Os valores de concentração polínica, número de táxons polínicos e os percentuais do pólen indeterminável são bons indicadores do potencial de análises palinológicas (DIMBLEBY, 1985; BAUERMANN; NEVES, 2005). As análises quantitativas esporo-polínicas em depósitos holocênicos fornecem a base para interpretação da comunidade vegetal em resposta às mudanças ambientais climáticas e antropogênicas. Isso permite uma reconstituição fiel da vegetação de determinada área ou região, o que contribui para o reconhecimento das áreas de ocupação e modo de vida de antigas populações humanas (HOLLOWAY; BRYANT, 1986). A seguir, apresenta-se uma breve súmula dos métodos de identificação e contagem dos palinomorfos aplicados à arqueopalinologia (Figura 15).

PROTOCOLO DE IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA E CONTAGEM DE PALINOMORFOS

1. Para as análises qualitativas e quantitativas dos palinomorfos, utiliza-se microscópio de luz transmitida em aumentos de 200x, 400x para contagens e identificação taxonômica e 1000x com óleo de imersão, para a tomada das fotomicrografias.
2. As descrições polínicas baseiam-se nos caracteres morfológicos como: polaridade, simetria, número, posição e caráter das aberturas, ornamentação exina, forma e tamanho. Para tais descrições morfológicas, são consultados catálogos e atlas polínicos e demais publicações sobre a ocorrência de palinofloras, nos biomas brasileiros e neotropicais (COLINVAUX *et al.*, 1999; ROUBIK & MORENO, 1991; SALGADO-LABOURIAU, 1973, dentre outros).
3. A validade amostral para os dados arqueopalinológicos quantitativos devem obedecer a um mínimo confiável estabelecido entre 150-200 grãos de pólen ou contagem mínima de 100 grãos de pólen e a presença mínima de 20 táxons polínicos (DIMBLEBY 1985: 27 e BURJACHS *et al.*, 2000: 14). Prous (1978) reitera essa soma de 150 grãos como sendo representativa para contextos arqueológicos.
4. Para o cálculo percentual dos palinomorfos, utilizamos a fórmula descrita por BAUERMANN & NEVES (2005: 103):

$$Y = NY \times 100 / SP,$$

em que **NY**= número de grãos de pólen do tipo Y, contados em determinada amostra; e **SP**= a soma polínica em uma determinada amostra.

5. A soma polínica deve incluir todos os palinomorfos terrestres (grãos de pólen, esporos de briófitas e pteridófitas, microalgas dulcícolas e microfungos).
6. O cálculo da concentração polínica deve ser incluído nas pesquisas arqueopalinológicas, uma vez que nos fornece uma estimativa dos grãos presentes por grama ou mililitro de sedimento. Este cálculo é baseado no número de *Lycopodium clavatum* ou outro elemento exótico introduzido na amostra, antes da preparação palinológica (REINHARD & BRYANT, 2008, p. 940). Bauermann & Neves (2005: 103) descrevem a fórmula para o cálculo da concentração polínica:

$$Y=NY \times NLCa / NLCc \times cm^3,$$

em que **NY**= número de grãos de pólen do tipo Y, contados em determinada amostra; **NLCa**= número de esporos de *Lycopodium clavatum* (ou outro marcador exótico) introduzidos à amostra; **NLCc**= número de esporos de *Lycopodium clavatum* (ou outro marcador exótico) contados em determinada amostra; e **cm³**= volume da amostra expressa em centímetros.

Figura 15. Protocolos de identificação e contagem de palinomorfos.

1.11. Apresentação dos dados polínicos/palinológicos

Se a amostragem foi realizada em um perfil sedimentar obedecendo a estratigrafia, pode-se dizer que os dados representam a evolução da paisagem, da vegetação e do clima de determinado local ou região, uma vez que os grãos de pólen são transportados pelo vento, água e polinizadores (insetos, pássaros, mamíferos voadores). Os dados brutos da contagem polínica devem ser transformados em percentuais para a confecção dos palinodiagramas e, quando da inclusão das pastilhas contendo esporos de *Lycopodium clavatum* ou qualquer outro marcador estatístico no início da preparação palinológica, pode-se obter a concentração polínica (STOCKMARR, 1974). Como nos interessa reconstruir paleoambientes de ocupação humana e as interações entre populações humanas e as plantas, para o caso do pólen estudado em perfis estratigráficos ou trincheiras, recomenda-se agrupar os tipos polínicos identificados taxonomicamente por associações vegetacionais (ou fitofisionomias) e/ou por seu hábitos ecológicos (*i.e.*, táxons arbustivo-arbóreos [AP], arbustivo-herbáceos [NAP], esporos de pteridófitas e briófitas, plantas aquáticas, plantas que sofreram polinização zoófila ou anemófila, microalgas dulcícolas, microfungos, outros microfósseis orgânicos e os palinomorfos indetermináveis) para observarmos a dinâmica temporal destes e também compreender as mudanças na vegetação e no ambiente ocorridas por processos naturais ou antrópicos (PROUS, 1978; DIMBLEBY, 1985; BURJACHS *et al.*, 2000). Os palinomorfos não-polínicos (*i.e.*, microalgas, microfungos e outros microfósseis) possuem alto valor paleoecológico e são frequentemente utilizados para detectar a influência antrópica na paisagem e mudanças climáticas (PROUS, 1978; CARRIÓN; NAVARRO, 2002).

Caso a análise polínica seja realizada em amostras pontuais de superfície ampla ou em materiais arqueológicos (*i.e.*, artefatos líticos e cerâmicos, remanescentes humanos, dentre outros vestígios), sem apresentar uma sequência estratigráfica definida, as mesmas regras de agrupamento palinoecológico devem ser seguidas, sendo apresentadas sob a forma de histogramas ou gráficos de distribuição (BURJACHS *et al.*, 2000; FREITAS *et al.*, 2015). Se as análises arqueopalinológicas incluem microcarvões, estes também podem ser expressos no palinodiagrama (BURJACHS *et al.*, 2000). Os palinodiagramas normalmente são produzidos através de programas como o C2 (JUGGINS, 2001) ou TILIA e TILIA GRAPHY (GRIMM, 1987); e os histogramas, no Excel.

Para uma maior confiabilidade cronológica das idades radiocarbônicas convencionais (^{14}C), estas necessitam ser calibradas. Scheel-Ybert (2019) alerta para que a aplicação das curvas de calibração esteja de acordo com cada material datável e suas distintas origens a fim de corrigir as idades radiocarbônicas de acordo com suas flutuações nos diferentes reservatórios ao longo do tempo. Um exemplo de programa de calibração de idades radiocarbônicas convencionais é o CALIB version 8.2 (STUIVER *et al.*, 2020).

DISCUSSÃO

O estabelecimento de protocolos de coleta em trabalhos de campo sobre a recuperação polínica são, sem dúvida, norteadores de uma melhor compreensão das atuais pesquisas em microarqueobotânica, mais especificamente sobre a palinologia arqueológica do Nordeste do Brasil. A padronização de coletas de macro e microvestígios bioarqueológicos são fundamentais, uma vez que as tornam comparáveis em diferentes contextos arqueológicos estudados sob interpretações paleoambientais e paleoetnológicas (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2006). Nesse mesmo trabalho, fica clara a relevância de usos de protocolos e seus desdobramentos para a interpretação dos modos de vida de populações pretéritas, com a indicação do uso de protocolos de amostragem,

de conservação e de preparação química de material biológico visando à construção de dados fiáveis em futuras interpretações dessas pesquisas (SCHEEL-YBERT *et al.*, 2006).

Almejamos, neste trabalho, a atualização e a padronização de metodologias diversas, buscando otimizar as análises dos resultados em palinologia arqueológica, quantificando-os quando possível e comparando-os nos diferentes ambientes de pesquisa.

Alguns estudos de caso em arqueopalinologia no Nordeste do Brasil apresentam dados tanto ambientais como culturais de antigas ocupações humanas (CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996; CHAVES, 2001, CHAVES; REINHARD, 2003, 2006; PARENTI *et al.*, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 2009; FREITAS *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2015; TEIXEIRA-SANTOS *et al.*, 2015) (Tabela 1). Os estudos arqueopalinológicos em outras regiões do Brasil focaram mais nas interpretações ambientais, com o potencial de reconstrução da vegetação e do clima no entorno de sítios arqueológicos. A exemplo, citamos as pesquisas desenvolvidas na Região Amazônia (IRIARTE *et al.*, 2012), no Centro-Oeste (LIMA-RIBEIRO; BARBERI, 2003), no Sudeste (ARAUJO *et al.*, 2005; BARTH *et al.*, 2009) e no Sul (BISSA *et al.*, 2009; VAL-PEÓN *et al.*, 2019).

As metodologias apresentadas neste trabalho foram testadas anteriormente em estudos arqueopalinológicos desenvolvidos na Região Nordeste por nosso Grupo de Pesquisa POLARQ. Para cada contexto e/ou material arqueológico foram utilizados protocolos de amostragem e preparação palinológica específicos. A exemplo dos depósitos sedimentares quaternários contendo indústrias líticas e ossos da megafauna nas Lagoas do Quari e Grande das Queimadas, no Sudeste do Piauí realizados por Parenti *et al.* (2003) e Chaves *et al.* (2006), foram seguidos os protocolos de amostragem e preparação palinológica de sedimentos lacustres de Dimbleby (1985) e Ybert *et al.* (1992) (Figuras 3 e 7; Tabela 1). A extração palinológica de fragmentos cerâmicos recuperados do Sítio Evaristo I, no Ceará (FREITAS *et al.*, 2015), e Sítio Aldeia do Baião, em Pernambuco (OLIVEIRA *et al.*, 2015), seguiu o protocolo de Girard e Renault-Miskovsky (1969) (Figuras 8 e 9; Tabela 1). Em contextos de remanescentes humanos do Sítio Toca da Baixa dos Caboclos, PN Serra da Capivara, no Sudeste do Piauí, Carvalho (2019) seguiu os protocolos de amostragem e preparação palinológica de sedimentos aderidos a remanescentes humanos de Dimbleby (1985) e Ybert *et al.* (1992), o mesmo utilizado para sedimentos lacustres (Figuras 5 e 7; Tabela 1). Em estudos de coprólitos humanos e de outros animais no Sítio Boqueirão da Pedra Furada e Toca do Sítio do Meio, PN Serra da Capivara, no Sudeste do Piauí (CHAVES, 2001; CHAVES; REINHARD, 2003, 2006), foram aplicados os protocolos de amostragem e preparação palinológica de Chaves e Renault-Miskovski (1996), (Figuras 10 e 11; Tabela 1). Já a amostragem e preparação do pólen recente possui duas metodologias aplicáveis de coleta e preparação: a) a coleta da chuva polínica, que segue os protocolos de Ybert *et al.* (1992) e Chaves (2013) (Figura 12) e b) a coleta de botões florais em exsiccatas depositadas em herbários, que seguem os protocolos de Wodehouse (1935), Erdtman (1960) e Freitas *et al.* 2018 (Figura 13). Estes dados palinológicos são apresentados e discutidos como estudos de caso a seguir.

Materiais arqueológicos	Sítios arqueológicos	Datações absolutas (convencionais)	Datações absolutas (calibradas)	Materiais datados	Métodos arqueopalinológicos	Recuperação arqueopalinológica
Sedimentos de subsuperfície	Lagoa do Quari	8770 ± 55 a 5425 ± 45 14C*	9944-9557 a 6308-6177 14C anos cal AP	sedimentos orgânicos	CHAVES e RENAULT-MISKOVSKY (1996) e YBERT <i>et al.</i> (1992)	boa; dados publicados em PARENTI <i>et al.</i> (2003); CHAVES <i>et al.</i> (2006)
Sedimentos de superfície e subsuperfície	Lagoa Grande das Queimadas	ND	ND	sedimentos orgânicos	CHAVES e RENAULT-MISKOVSKY (1996) e YBERT <i>et al.</i> (1992)	boa, ainda em teste
Fragmentos cerâmicos e sedimentos aderidos aos vasilhames	Sítio Evaristo I	670 ± 30 14C* / 530 ± 95 TL**	653-555 14C anos cal AP	carvão / fragmento cerâmico	CHAVES e RENAULT-MISKOVSKY (1996)	boa; dados publicados em FREITAS <i>et al.</i> (2015)
Fragmentos cerâmicos e sedimentos aderidos aos vasilhames	Aldeia do Baião	340 ± 150 14C* / 240 ± 30 TL**	533-54 14C anos cal AP	fragmentos cerâmicos	GIRARD e RENAULT-MISKOVSKY (1969)	boa; dados publicados em OLIVEIRA <i>et al.</i> (2015)
Sedimentos aderidos aos esqueletos humanos	Toca da Baixa dos Caboclos	450 ± 40 a 230 ± 50 14C	550-440 a 230-140 14C cal anos AP	carvão, pele aderida à cintura pélvica, cabelo, ossos	CHAVES e RENAULT-MISKOVSKY (1996) e YBERT <i>et al.</i> (1992)	boa; dados parcialmente publicados em CARVALHO (2019)
Coprólitos humanos e de outros animais	Boqueirão da Pedra Furada	8450 ± 80 a 7230 ± 80 14C*	8450-7750 14C anos AP	coprólitos	CHAVES e RENAULT-MISKOVSKY (1996)	boa; dados publicados em CHAVES e RENAULT-MISKOVSKI (1996); CHAVES (2001); CHAVES e REINHARD (2006)
Coprólitos humanos e de outros animais	Toca Sítio do Meio	13.900 ± 300 a 7240 ± 45 14C*	12.000-7000 14C anos AP	coprólitos	CHAVES e RENAULT-MISKOVSKY (1996)	boa; dados publicados em CHAVES (1997)
Pólen recente (chuva polínica)	Boqueirão da Pedra Furada e outras áreas do PN Serra da Capivara	recente	recente	grãos de pólen recentes sazonais	CHAVES (2013) e YBERT <i>et al.</i> (1992)	boa; dados publicados em CHAVES (2013)
Pólen recente (palinoteca)	Grãos de pólen de diversas famílias botânicas das angiospermas (Arecaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, dentre outras)	recente	recente	grãos de pólen extraídos de botões florais em pré-antese	WODEHOUSE (1935) e ERDTMAN (1960)	boa, dados parcialmente publicados em FREITAS <i>et al.</i> (2018)

*14C=radiocarbônica;
 **TL=Termoluminescência;
 ND=aguarda datação

Tabela 1. Natureza dos estudos arqueopalinológicos desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa POLARQ (Palinologia Arqueológica, Paleoambiente e Paleoetnobotânica) e suas localidades no Nordeste do Brasil.

Em dados arqueopalinológicos dos sedimentos quaternários da Lagoa do Quari (LAQ), provenientes de pesquisa realizada por Parenti *et al.* (2003) e Chaves *et al.*, (2006), expressa-se um número significativo de tipos polínicos, com associações típicas de uma vegetação de transição cerrado-caatinga durante Holoceno Inicial, entre 8770 ± 55 e 5425 ± 45 anos A.P. A assembleia polínica corresponde, em sua maioria, a tipos arbóreos: *Piptadenia moniliformis* (angico-de-bezerro), *Mimosa verrucosa* (jurema), *Bauhinia* sp. (pata-de-vaca), *Combretum* sp. (mofumbo), *Podocarpus* (pinheiro), *Mauritia* (buriti) e, em menor quantidade, os tipos herbáceos: Poaceae (gramíneas), Bromeliaceae (bromélias) e Amaranthaceae (*Puffia* sp.). *Podocarpus* e *Mauritia* indicam condições climáticas mais úmidas, como solos encharcados e uma diminuição da temperatura em relação à atual. *Podocarpus* é comum na flora submontana e montana de ambientes ecotonais, atestando a diversidade florística na região desde o Holoceno Médio (CHAVES *et al.*, 2006).

Estudos paleoclimáticos realizados na Região Amazônica nas últimas décadas apontam flutuações climáticas para o Pleistoceno tardio em altitudes elevadas, diretamente condicionadas pelo avanço e recuo dos glaciares andinos, interferindo nos índices de umidade e, conseqüentemente, no aspecto e na distribuição da vegetação. Para o Nordeste brasileiro, os dados paleoclimáticos ainda são limitados e, por conseguinte, escavações em ambientes úmidos, como os efetuados na LAQ, registraram flutuações ambientais em uma área que não parece estar "sincronizada" com as mudanças ocorridas na bacia Amazônica, onde, em vez disso, o clima era provavelmente mais árido (CHAVES *et al.*, 2006; PARENTI *et al.*, 2003).

Os elementos da macro e megafauna associados a uma rica indústria lítica da fase Serra Talhada (PARENTI, 2001) e registrados na Lagoa do Quari nos remete à história ambiental do Pleistoceno tardio e Holoceno Inicial (PARENTI *et al.*, 2003). Se, por um lado, a extinção da megafauna tem sido relacionada aos fenômenos culturais, com a chegada do *Homo sapiens sapiens* ao continente americano diante de um ambiente ainda inóspito e ecologicamente pouco atrativo, por outro, estas pesquisas, ainda que pioneiras à época, já indicavam uma paisagem bastante complexa (CHAVES *et al.*, 2006; PARENTI *et al.*, 2003).

Estudos polínicos em contexto arqueológico no Vale do Catimbau, Pernambuco, desenvolvidos por Nascimento *et al.* (2008) indicam uma dinâmica da vegetação durante o Holoceno culminando com os períodos de intensas ocupações humanas. Entre 8410 ± 40 e 5970 anos A.P., o ambiente era mais seco, com áreas abertas, passando a ser mais úmido e a ter maior disponibilidade hídrica entre 5970 e 1694 anos A.P. As condições climáticas atuais de aridez são retomadas a partir de 1694 anos A.P. Nota-se uma expressiva presença de palmeiras *Attalea speciosa* (babaçu) e microalgas lacustres ca. 4500 anos A.P., resultado de intervenções humanas como o uso da terra. Enquanto dado cultural, Oliveira (2006) registrou no Sítio Alcobaçaum conjunto de plantas de grande importância alimentícia e medicinal: palmeiras *Attalea speciosa* (babaçu), *Syagrus coronata* (ouricuri) e outras frutíferas como o cajá ou o *Spondias* sp. (umbu) e sabugos de *Zea mays* (milho). Tal diversidade é resultado de intenso manejo e processamento dessas plantas nos últimos 4000 anos A.P. (LIMA, 2009). Ainda em contexto regional, Menezes (2006) identifica no Sítio Furna do Estrago o mesmo conjunto de plantas anteriormente citado: *Syagrus coronata* (ouricuri), *Attalea speciosa* (babaçu), *Syagrus oleracea* (coco-católé) e *Spondias tuberosa* (umbu), datados de 1860 ± 50 a 1610 ± 70 anos A.P.

Análises arqueopalinológicas realizadas na face interna da pasta de um fragmento cerâmico do Sítio Aldeia do Baião, Chapada do Araripe, por Oliveira *et al.* (2015) indicam a presença de grãos de pólen de cf. *Zea mays* (milho), vegetação arbórea (Bignoniaceae e Anacardiaceae), herbácea (Amaranthaceae-Chenopodiaceae e Poaceae), microalgas lacustres (*Botryococcus*) e esporos de fungos (*Sporormiella*, *Gelasinospora*, Sordariaceae e *Tilletia*, Glomeromycota e *Alternaria*). Os esporos de fungos *Sporormiella*, *Gelasinospora* e Sordariaceae são comumente registrados em solos úmidos e são associados aos excrementos de animais herbívoros e à vegetação herbácea (VANGEEL; APTROOT, 2006). Batten e Grenfeel (1996) afirmam que as microalgas *Botryococcus* são oriundas de corpos hídricos de água doce (*i.e.*, lagos, pântanos, poças temporárias e solos úmidos). Nos vasilhames cerâmicos do Sítio Evaristo I, em Baturité, Ceará, Freitas *et al.* (2015) observaram que o estado de preservação dos palinomorfs em geral foi mais satisfatório nos sedimentos do que nos artefatos cerâmicos analisados, caracterizando uma preservação diferencial, comum em contexto arqueológico (DIMBLEBY, 1985). Ainda assim, a partir de dados qualitativos e quantitativos, foi possível inferir sobre atividades agrícolas e manejo de plantas, dieta e subsistência, o uso e função dos vasilhames

cerâmicos e o significado cultural das plantas úteis por parte de grupos humanos ceramistas que viveram em tempos pré-coloniais no local (FREITAS *et al.*, 2015).

Foram registrados grãos de pólen do tipo *Manihot* (mandioca), tipo *Ipomoea* (batata-doce), tipo *Gossypium* (algodão), palmeiras e frutíferas (caju) e microfungos patógenos do milho, do algodão e de alguns tubérculos, e o microfungo *Gelasinospora*, que atesta práticas agrícolas e o uso do fogo como combustível (FREITAS *et al.*, 2015). Os microfungos indicadores da presença humana e de outros animais registrados em ambos os Sítios confirmam intensas ocupações entre 670 e 530 anos A.P., enquanto o espectro polínico se refere ao uso e função dos vasilhames cerâmicos e a paisagem em que estavam essas populações. Os vasilhames, neste caso, eram utilizados tanto para o armazenamento quanto para o preparo de alimentos. Estas ocupações foram provavelmente contemporâneas, o que ainda não podemos afirmar, pela ausência de datações absolutas nas cerâmicas arqueológicas da Chapada do Araripe (CE-PE-PI) (OLIVEIRA *et al.*, 2015). As informações paleoecológicas e paleoetnobotânicas extraídas dos palinomorfos polínicos e não-polínicos recuperados dos vasilhames cerâmicos nos dá pistas sobre o padrão cultural das populações ceramistas em relação ao consumo e ao cultivo de plantas, o ambiente de ocupação e a área de captação de recursos para sua subsistência (DIMBLEBY, 1985). Os palinomorfos e matéria orgânica particulada contidos nas cerâmicas indicam o provável processamento e o armazenamento de plantas cultivadas (BRYANT; HOLLOWAY, 1983, p. 214).

Estudos integrados de microvestígios de plantas⁴ (grãos de pólen, fitólitos e grãos de amido) extraídos dos cálculos dentários e de sedimentos orgânicos aderidos dos esqueletos humanos do Sítio Toca da Baixa dos Caboclos-P e datados de 450 ± 40 e 230 ± 50 anos A.P. (GUIDON *et al.*, 1998) evidenciaram um intenso e diversificado uso de plantas alimentícias e medicinais. Foram identificados palinomorfos polínicos ou grãos de pólen de *Ilex* (mate-falso), Fabaceae (leguminosas), *Serjania* (tingui-da-mata, timbó), *Schinus* (aroeira), *Cedrela* (cedro-rosa), Malpighiaceae, Anacardiaceae, *Caryocar* (pequi), Bromeliaceae (bromélias), Poaceae (gramíneas), *Gomphrena* (capitão, perpétua), Asteraceae, Rhamnaceae (juazeiro), *Piptadenia* (jurema), *Anadenanthera* (angico- branco), *Mimosa* (jurema lisa), *Sida* (malva-benta), *Hyptis* (alfazema-de-caboclo), *Astronium* (aroeira) (Figura 6-J-O) e palinomorfos não polínicos: esporos de fungos coprófilos e parasitas de plantas (Sordariaceae e *Curvularia*), além de fitólitos de palmeiras (spheroid-echinate), bilobate e grãos de amido de *Capsicum* sp. (pimenta), *Zea mays* (milho), Fabaceae (leguminosas), *Ipomoea batatas* (batata-doce) e *Manihot* sp. (mandioca) (Figura 6-P-Q).

Ainda no Sítio Toca da Baixa dos Caboclos, os dados isotópicos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) obtidos a partir de fragmentos de costelas de dois indivíduos adultos evidenciam a ingestão de plantas C4, como o milho e outras gramíneas cultivadas; e o nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) marca a ingestão de proteína animal de alto nível trófico na cadeia alimentar (CARVALHO, 2019). Vale salientar que os grãos de pólen identificados neste contexto foram relacionados às plantas ocorrentes atualmente nos biomas cerrado e caatinga. Essas plantas encontravam-se em abundância nos períodos de ocupação do Sítio e provavelmente eram utilizadas na alimentação com finalidade medicinal e ritualística por

⁴ Os microvestígios de plantas extraídos de cálculos dentários refletem a dieta e economia de antigas populações humanas, a exemplo das sociedades sambaquieiras do Sul do Brasil. Wesolovski *et al.* (2010), Wesolovski (2013), Boyadjian *et al.* (2017) e Boyadjian (2020) identificaram diversos fitólitos e grãos de amido de plantas cultivadas nos cálculos dentários de esqueletos humanos nos sambaquis de Santa Catarina. Os resultados indicaram uma dieta mista, baseada no consumo de peixes e outros frutos do mar, tubérculos, milho e plantas frutíferas. Os microvestígios de plantas indicam a dieta das últimas horas a poucos dias, enquanto as análises isotópicas dos ossos revelam a dieta de até alguns meses antes da morte.

partes de grupo humano (CHAVES; REINHARD, 2006). Estas informações nos ajudam a compreender os padrões de subsistência e o clima e o ambiente na ocasião da morte dos indivíduos das populações humanas ali viventes ao longo de quatrocentos anos.

Os coprólitos são os achados mais seguros para a reconstrução da dieta de populações humanas do passado. No entanto, esses materiais nem sempre são preservados, dada as condições tafonômicas dos diferentes contextos deposicionais (PROUS, 1978). Os grãos de pólen provêm de alimentos ingeridos, do ar inalado, bem como da chuva de pólen contemporânea do depósito ou camada de ocupação em se encontravam os excrementos. Para o profissional em palinologia, ao elaborar suas considerações paleoambientais, alguns importantes fatores devem ser considerados: o conteúdo interno e o conteúdo externo (ou de superfície) do coprólito. Se os animais possuírem uma dieta carnívora, o conteúdo interno possuirá os restos das espécies que esses animais ingeriram. Pássaros e/ou insetos ingeridos por carnívoros podem refletir uma vegetação encontrada a muitos quilômetros de distância. Logo, o espectro polínico pode ser considerado um reflexo da vegetação tanto local quanto regional.

Em estudos de coprólitos do abrigo sob-rocha Boqueirão da Pedra Furada e Sítio do Meio, Parque Nacional Serra da Capivara-PI (PNSC), ambos datados de ca. 8000 anos A.P., Chaves (2001) registrou condições paleoclimáticas e do paleoambiente de ocupação humana, à época, a partir de 31 coprólitos humanos. As altas concentrações polínicas presentes nesses coprólitos refletem um intenso uso de plantas por antigas populações humanas. Há registro de plantas medicinais como: *Borreria* (cabeça-de-velho), *Sida* (malva-benta) e *Terminalia* (maçarico), *Anadenanthera* (angico), *Bauhinia* (miróro), *Caesalpinia* (pau-ferro), *Cecropia* (embaúba), *Croton* (marmeleiro), *Chenopodium* (mentruz); e plantas alimentícias: *Phaseolus* (feijão-bravo), *Anacardium* (cajuzinho) e alguns táxons das famílias Cucurbitaceae e Convolvulaceae. Os grãos de pólen de palmeiras também foram registrados, considerando relevante seus múltiplos usos e seu vasto registro em contextos arqueológicos (CHAVES, 2001). Shafer *et al.* (1989) e Reinhard *et al.* (1991) *apud* Reinhard e Bryant (2008) propuseram o uso da concentração polínica para identificar plantas medicinais nos coprólitos e nos enterramentos humanos. Para os autores, a descoberta de *Salix* (salgueiro), *Larrea* (creosoto) e *Ephedra* (chá-mormon) em porcentagens e em concentrações elevadas indicou o uso visando a tratamentos específicos. Um princípio estabelecido nesses trabalhos relacionou-se ao valor da concentração polínica para identificar o consumo intencional de plantas anemófilas (polinização pelo vento) e plantas entomófilas (polinização por insetos).

Através dos dados de concentração polínica, pode-se determinar se os tipos anemófilos foram agregados fortuitamente nos coprólitos ou consumidos intencionalmente com plantas medicinais ricas em grãos de pólen. O pólen extraído de coprólitos⁵ pode também indicar as relações paleoeconômicas e paleodietéticas, bem como as reconstruções dos paleoambientes de ocupação de antigas populações humanas

⁵ Diversos estudos a partir da identificação e contagem dos restos micro e macrobotânicos (grãos de pólen, epidermes, cutículas, sementes e restos florais) contidos nos coprólitos humanos possibilitou inferir sobre os usos alimentares e medicinais de plantas específicas (SOBOLIK; GERIK, 1992; REINHARD *et al.*, 1986; 1989, 1991; CHAVES, 1996, 2000, 2001; CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996). Os grãos de pólen encontrados na superfície de um coprólito podem indicar os tipos de plantas atuais ocorrentes no entorno do local onde o coprólito foi encontrado (PUTMAN, 1984). Existe uma gama de trabalhos relevantes sobre a farmacopeia indígena americana e brasileira (GONZALEZ, 1965; MARTIUS, 1939; PARDAL, 1937; VOGEL, 1973). Entretanto, a paleofarmacologia ainda está dando seus primeiros passos no que diz respeito ao uso pré-colonial de plantas medicinais (CHAVES; REINHARD, 2006).

(BRYANT; HOLLOWAY, 1983, p. 210; CHAVES; RENAULT-MISKOVSKY, 1996; CHAVES, 2001; CARRIÓN *et al.*, 2005).

Ainda na perspectiva da arqueobotânica, através de estudos antracológicos nos sítios arqueológicos Boqueirão da Pedra Furada e Sítio do Meio, Mota e Scheel-Ybert (2019) identificaram uma associação de carvões dispersos em níveis estratigráficos e concentrados em algumas fogueiras, situação bastante similar à identificada pelas análises palinológicas de Chaves e Renault-Miskovsky, 1996; Chaves, 2001 e Chaves e Reinhard, 2006. Foram registrados elementos arbóreos característicos dos biomas cerrado e caatinga – Combretaceae (*Combretum/Terminaria*), Anacardiaceae (*Anacardium*), Bignoniaceae e Apocynaceae –, refletindo a coleta seletiva por antigos grupos humanos que habitavam esses abrigos sob rocha.

Os coprólitos humanos do Sítio Furna do Estrago, em Pernambuco, estudados por Teixeira-Santos *et al.* (2015), datados de 1730 ± 50 e 1610 ± 70 anos A.P., evidenciaram um intenso consumo milenar de plantas de caráter alimentício e também medicinal – como *Stryphnodendron barbatiman* (barbatimão), *Croton* (marmeleiro), *Manihot* (mandioca), *Pseudobombax marginatum* (imbitatã), *Sida* (malva-benta), *Pisonia* (maria-mole) e *Fevillea* (gindiroba) –, que foram provavelmente utilizadas para tratar sintomas de infecções parasitárias e outras doenças. Conforme afirmam Chaves e Reinhard (2006), as concentrações polínicas em material fecal são evidências diretas da ingestão de plantas.

Estudos do pólen recente, através do método da chuva polínica – coletada entre 1998 e 2001 em duas formações geomorfológicas do Parque Nacional Serra da Capivara (a chapada e os canyons) –, possibilitou a Chaves (2013) a verificação de florações com sazonalidade climática bem marcada. No domínio das grandes chapadas foram registradas assembleias polínicas de Fabaceae–Mimosoideae–Sapindaceae e Fabaceae–Mimosoideae–Euphorbiaceae (mais de 14%) e também *Mimosa sensitiva* (dormideira), *Mimosa verrucosa* (jurema), *Piptadenia communis* (angico-branco), *Piptadenia moniliformis* (angico-de-bezerro) e *Croton* sp. (marmeleiro). Para as áreas de boqueirão, houve maior representatividade de tipos polínicos de Sapindaceae–Fabaceae–Myrtaceae, caracterizados por *Allophylus* sp. (fruta-de-pombo, бага-de-morcego), *Acacia piauhiensis* (rama-de-boi), *Piptadenia moniliformis* (angico-de-bezerro), *Combretum* sp. (mofumbo), *Astronium urundeuva* (aroeira), *Anadenanthera* sp. (angicos), *Myrcia*, *Myrciaria*, *Cassia orbiculata* (canafístula), *Serjania* (tingui-da-mata, timbó), *Zanthoxylum* sp. (mamica-de-cadela), *Mimosa verrucosa* (jurema) (mais de 20%) e *Stryphnodendron* sp. (barbatimão) (52,21%).

As informações morfológicas, ecológicas e etnobotânicas geradas a partir dos grãos de pólen recentes e arqueológicos, juntamente com outros microvestígios de plantas (*i.e.*, fitólitos e grãos de amido) recuperados e identificados nos sítios arqueológicos estudados pelo Grupo POLARQ - Palinologia Arqueológica, Paleoambiente e Paleoetnobotânica (DGP/CNPq), constituem o banco de dados microarqueobotânicos de plantas úteis e econômicas (FREITAS *et al.*, 2018). Faz-se importante ressaltar o intercâmbio do POLARQ com outras palinotecas brasileiras: a) Laboratório de Palinologia do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ (DB/MN/UFRJ) e b) Laboratório de Palinologia/Ecologia da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/FIOCRUZ) e sua recente filiação à RCPol (Rede de Catálogos Polínicos Online). Os dados arqueopalinológicos produzidos estão sendo eventualmente divulgados em eventos e periódicos científicos, nacionais e internacionais, além de nosso compromisso com a difusão midiática do conhecimento científico em microarqueobotânica (<https://palynology.org/publications/newsletters/>).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas arqueopalinológicas, quando favorecidas pelas condições tafonômicas do registro arqueológico, podem nos fornecer reconstruções fiáveis das atividades culturais e ambientais de antigas sociedades humanas. Em certa medida, os dados arqueopalinológicos refletem as variações paleoclimatológicas do Quaternário, a interferência humana na paisagem, as relações entre humanos e o meio vegetal, as condições geobotânicas e dos agentes polinizadores locais/ regionais. Outrossim, resulta imprescindível o trabalho multi-*proxies* em contexto arqueológico unindo, se possível, informações arqueobotânicas, zooarqueológicas, arqueométricas, sedimentológicas e paleontológicas.

Visando ao emprego das referidas análises, este manuscrito ressalta a importância de um controle e qualidade amostrais e da escolha dos métodos de preparação palinológica e de suas limitações no contexto arqueológico. Não obstante, pretende-se, diante dos protocolos aqui apresentados, atender à comunidade arqueológica em campo em suas possíveis aplicações aos distintos sedimentos e materiais arqueológicos, não só no Nordeste como em outras regiões do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq (bolsa de produtividade Sérgio Chaves, processo nº 301939/2017-9), PNPd/CAPES (pós-doc Aline Freitas, processo nº 1669583), CSF/CAPES (BEX nº 11757/13-2) e FAPEPI (Projeto FAPEPI/MCT/CNPq nº 007/2018-PPP, coordenado por A.L.M.L. Nascimento, com a participação de dois autores: Freitas e Chaves). Ao Herbário Graziela Barroso (TEPB/UFPI), por nos ceder os botões florais. Aos seguintes laboratórios, pela infraestrutura de preparações palinológicas e de outros microvestígios de plantas: a) Laboratório de Física dos Materiais (FisMat/UFPI), b) Laboratório Interdisciplinar de Materiais Avançados (LIMAV/UFPI), c) Laboratório de Química Analítica (UFPI), d) Laboratório de Palinologia (Departamento de Botânica, Museu Nacional/UFRJ), e) Laboratório de Palinologia/ Ecologia (ENSP/FIOCRUZ), f) Laboratório de Estudios Paleoambientales (Universidad de Murcia-UMU, Espanha), e g) Laboratorio de Prehistoria y Evolución, IIA (Universidad Autónoma de México-UNAM, México). À FUMDHAM e ao Laboratório de Estudos Arqueológicos (LEA/UFPE), por ceder os materiais arqueológicos para estudos arqueopalinológicos. À Danielle Samia, pela confecção mapa dos sítios arqueológicos correspondente à Figura 1, ao José Mateus Abreu, pelas revisões do idioma português, ao Igor Cunha Rocha, pelas revisões do resumo ao idioma inglês e ao Santiago Fernández, pelas revisões do resumo ao idioma espanhol. Ao Ângelo Corrêa, à Daniela Klökler e à Caroline Caromano, que contribuíram com a leitura crítica e sugestões do texto. Aos pareceristas anônimos, pelas substanciais contribuições para a melhoria deste manuscrito. Sérgio Chaves é Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA OCHOA, Guillermo; PEREZ MARTÍNEZ, Patricia; RIVERA GONZÁLEZ, Iran Irais. Metodología para el estudio del procesamiento de plantas em sociedades cazadoras-recolectoras: un estudio de caso. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas*, 8(3), pp. 377-392, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-81222013000300004>.
- ARAUJO, Astolfo; NEVES, Walter; PILÓ, Luis; ATUI, João Paulo. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the "Archaic Gap". *Quaternary Research*, 64, pp. 298-307, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2005.08.002>.

- BARTH, Ortrud Monika; MELHEM, Terezinha Sant'Anna. *Glossário ilustrado de Palinologia*. São Paulo: Editora da UNICAMP, 1988.
- BARTH, Ortrud Monika; BARROS, Márcia Aguiar; FREITAS, Fabio Oliveira. Análise palinológica em amostras arqueológicas de geoprópolis do vale do rio Peruaçu, Januária, Minas Gerais, Brasil. In: Prous, A.; Rodet, M. J. (Eds.), *Arqueologia do vale do rio Peruaçu e adjacências*. Minas Gerais, Belo Horizonte, Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, pp. 27-28 (Arquivos 19), 2009. <https://doi.org/10.4072/rbp.2020.1.02>.
- BATTEN, David; GRENFELL, Hugh. Green and blue-green algae: Botryococcus. In: Jansonius, J.; McGregor, D. C. (Eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v. 1, pp. 205-214, 1996. <https://doi.org/10.5772/47928>.
- BAUERMANN, Soraia Girard; NEVES, Paulo César Pereira. Métodos de estudos em Palinologia do Quaternário e de plantas atuais. *Cadernos La Salle XI*, 2(1), pp. 99-107, 2005.
- BERG, Gregory E. Last Meals: Recovering Abdominal Contents From Skeletonized Remains. *Journal of Archaeological Science*, 29, pp. 1349-1365, 2002.
- BERTA, Jean-Pierre; SALGADO-LABOURIAU, Maria Léa; BARTH, Ortrud Monika; LORSCHREITER, Maria Luísa; BARROS, Márcia Aguiar de; CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; LUZ, Cynthia Pinto da; RIBEIRO, Maira; SCHEEL, Rita; VICENTINI, Kátia Ferraz. Sugestão para padronização da metodologia empregada em estudos palinológicos do Quaternário. *Revista do Instituto de Geociências da USP*, 13(2), pp. 47-49, 1992. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-929X.19920009>.
- BISSA, Walter Mareschi; DIAS, Adriana Schmidt; CATHARINO, Eduardo Luís Martins. Reconstituição paleoclimática do vale do Rio Caí, nordeste do Rio Grande do Sul, com ênfase nas ocupações humanas. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 19, pp. 143-154, 2009. <https://doi.org/10.11606/issn.2448-1750.revmae.2009.89881>.
- BOTTEMA, Sytze. The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to Liguliflorae). *Palaeohistoria*, 17, pp. 17-35, 1975.
- BOYADJIAN, Célia. Plant micro-remains in dental calculus. In: Smith, C. (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology*. 2nd Edition. New York/EUA: Springer-Verlag, pp. 8662-8677, 2020.
- BOYADJIAN, Célia; EGGERS, Sabine; REINHARD, Karl. Dental wash: a problematic method for extracting microfossils from teeth. *Journal of Archaeological Science*, 34(10), pp. 1622-1628, 2007.
- BOYADJIAN, Célia; SCHEEL-YBERT, Rita; BARROS, Anelise; OLIVEIRA, Rodrigo; RODET, Maria Jacqueline; PROUS, André. Microarqueobotânica no Museu Nacional, UFRJ: Estado da Arte de uma disciplina inovadora e primeiros resultados de estudos recentes. *Revista de Arqueologia*, São Paulo, 25(2). Edição Especial: Museu Nacional, 1, pp. 84-103, 2019. <https://doi.org/10.24885/sab.v32i2.717>.
- BRYANT, JR. Vaughn; HOLLOWAY, Richard G. The role of palynology in archaeology, *Advances in Archaeological Method and Theory*, 6, pp. 191-224, 1983. <https://www.jstor.org/stable/20210068>.
- BRYANT, JR. Vaughn; HALL, Stephen A. Archaeological palynology in the United States: a critique. *American Antiquity*, 58, pp. 416-421, 1993. URL: <http://links.jstor.org/sici? sici=0002-7316%28199304%2958%3A2%3C277%3AAPITUS%3E2.0.CO%3B2-H>
- BURJACHS, Francesc. *Palinologia dels dòlmens de l'Alt Empordà i dels dipòsits quaternaris de la Cova de l'Abreda (Serinà, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa)*. *Evolució del paisatge vegetal i del*

- clima des le fa més de 140,000 ans al N.E. de la Península Ibérica*. Thesis. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona Press, 1991.
- BURJACHS, Francesc; RENAULT-MISKOVSKY, Josette. Paléoenvironnement et paléoclimatologie de la Catalogne durant pres de 30000 ans (du Würmien ancien au début de l'Holocène) d'après la palynologie du site de L'Arbreda (Gérone, Catalogne). *Quaternaire*, 3, pp. 75-85, 1992.
- BURJACHS, Francesc; LÓPEZ-SÁEZ, José Antonio; IRIARTE, María José. Metodología Arqueopalinológica. In: BUXÓ, R.; PIQUÉ, R. (Eds.), En la recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental. *Encuentro del grupo de trabajo de arqueobotánica de la Península Ibérica*, Barcelona/Bellaterra, pp. 9-16, 2020.
- BUSH, Mark Bennet; WENG, Chengyu. Introducing a new (freeware) tool for palynology. *Journal of Biogeography*, 34, pp. 377-380, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01645.x>.
- CAROMANO, Caroline Fernandes; CASCON, Leandro Matthews; NEVES, Eduardo Góes; SCHEEL-YBERT, Rita. Revealing fires and rich diets: macro- and micro- archaeobotanical analysis at the Hatarara Site, Central Amazonia. *Tipiti: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America*, 11(2), pp. 40-51, 2013. URL: <https://digitalcommons.trinity.edu/tipiti/vol11/iss2/5>.
- CARRIÓN, José Sebastián. Late Quaternary pollen sequence from Carihuela Cave, southeastern Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 71, pp. 37-77, 1992a.
- CARRIÓN, José Sebastián. A palaeoecological study in the western Mediterranean area. The Upper Pleistocene pollen record from Cova Beneito (Alicante, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 92, pp. 1-14, 1992b.
- CARRIÓN, José Sebastián; SCOTT, Louis. The challenge of pollen analysis in palaeoenvironmental studies of hominid beds: the record from Sterkfontein caves. *Journal of Human Evolution*, 36, pp. 401-408, 1999.
- CARRIÓN, José Sebastián; NAVARRO, Cristina. Cryptogam spores and other non- pollen microfossils as sources of palaeoecological information: case-studies from Spain. *Annales Botanici Fennici*, 39, pp. 1-4, 2002.
- CARRIÓN, José Sebastián; MUNUERA, Manoel; NAVARRO, Cristina; BURJACHS, Francesc; DUPRÉ, Michèle; WALKER, Michael J. The palaeoecological potential of pollen records in caves: the case of Mediterranean Spain. *Quaternary Science Reviews*, 18, pp. 1061-1073, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(98\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(98)00002-X).
- CARRIÓN, José Sebastián; GIL, Gabriela; FUENTES, Noemia; GARCÍA-ANTÓN, Mercedes; ARRIBAS, Antonio. Palynology of badger coprolites from Central Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 226, pp. 259-271, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.05.016>.
- CARVALHO, Luzia Maria de Sousa. *O que nos dizem os mortos? Aspectos alimentares inferem modos de vida dos povos pretéritos na Serra da Capivara*. Dissertação de Mestrado. Teresina, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal do Piauí, 2019.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda. Estudo palinológico de coprólitos pré-históricos holocenos coletados na Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada. Contribuições paleoetnológicas, paleoclimáticas e paleoambientais para a região sudeste do Piauí - Brasil.

- Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 10, pp. 103-120, 2001. <https://doi.org/10.11606/issn.2448-1750.revmae.2000.109380>.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda. Dados da Chuva Polínica no Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC), Piauí, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ*, 36, pp. 64-71, 2013. http://dx.doi.org/10.11137/2013_1_64_71.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda. Pollen Grains, Landscapes and Paleoenvironments. In: Ferreira, L. F.; Reinhard, K. J.; Araújo, A. (Eds.), *Foundations of Paleoparasitology*, pp. 205-222, 2014. <https://doi.org/10.7476/9788575415986.0016>.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; RENAULT-MISKOVSKY, Josette. Paléoenvironnement et paléoclimatologie au Piauí, Brésil: apport de l'étude pollinique de coprolithes humains recueillis dans le gisement préhistorique Pléistocène de "Pedra Furada". *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 322(IIa), pp.1053-1060, 1996.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; BRANCAGLIONE, Antonio Jr. Pollen Analysis from the resin used for embalming a mummy from the Roman period of I Century B.C: Museu Nacional (MN/UFRJ). *Brazil Journal of Biological Research*, 80(1), pp. 139-140, 2005.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; REINHARD, Karl Jan. Paleopharmacology and Pollen: Theory, Method, and Application. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(1), pp. 207-211, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762003000900030>.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; REINHARD, Karl J. Critical Analysis of Coprolite Evidence of Medicinal Plant Use, Piauí, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237, pp. 110-118, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.031>.
- CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; PARENTI, Fabio, GUÉRIN, Claude; FAURE, Martine, CANDELATO, Federica, RIODA, Vittorio, MENGOLI, Davide, FERRARI, Sonia; NATALI, Luca; SCARDIA, Giancarlo; OBERLIN, Christine. Palinological analysis of Quaternary lacustrine sediments from "Lagoa do Quari", NE Brazil (PI). *FUMDHAMentos*, 7, pp. 64-68, 2006.
URL:<http://www.fumdam.org.br/pesquisas/paleontologia/2008%20Chaves%20et%20al.pdf>.
- COE, Heloisa Helena Gomes; MACHADO, David Oldack Barcelos Ferreira Machado; Ricardo, Sarah Domingues Fricks; CHUENG, Karina Ferreira. Fitólitos de Sedimentos e Plantas - Métodos De Extração E Suas Aplicações. In: SALES, F.O. (Ed.), *Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3*. Editora Atena, Ponta Grossa, Paraná, Brazil, pp. 134-149, 2021. <https://doi.org/10.22533/at.ed.12321130111>.
- COLINVAUX, Paul; DE OLIVEIRA, Paulo Eduardo; PATINO, Jorge Enrique Moreno. *Amazon pollen manual and atlas*. Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 1999.
- DIMBLEBY, Geoffrey. W. *The palynology of archaeological sites*. Studies in Archaeological Science, London, 1985. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_897.
- ERDTMAN, Gunnar. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. An introduction to Palynology I*. Stockholm, Almqvist & Wiksell, 1960.
- ERDTMAN, Gunnar. *Handbook of palynology; morphology-taxonomy-ecology; an introduction to the study of pollen grains and spores*. Hafner Publ. Co. New York, NY, United States, 1969. <https://doi.org/10.1002/fedr.19710810815>.
- FAEGRI, Knut; IVERSEN, Johannes. *Text-Book of Pollen Analysis*. 4. ed. New York: John Wiley e Sons, 1989. <https://doi.org/10.1177/030913339001400311>.

- FREITAS, Aline Gonçalves; CARRIÓN, José Sebastián; FERNÁNDEZ, Santiago; PEDROZA, Igor; CAROMANO, Caroline Fernandez; CASCON, Leandro Matthews; BIANCHINI, Gina Faraco; SILVA, Sergio Francisco Serafim Monteiro da; GHETTI, Neuvania Curty; OLIVEIRA, Claudia Alves. Manejo y cultivo de plantas em sierras húmedas del NE de Brasil ca. 670-530 BP: evidencias del Yacimiento Evaristo I. Valencia, *Sagvntvm*, 7, pp. 203-231, 2015. <https://doi.org/10.7203/SAGVNTVM.47.6433>.
- FREITAS, Aline Gonçalves; NASCIMENTO, Ana Luisa Meneses Lage; LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; MORAES, Lucio Adriano; DA PAZ FILHO, Paulo Sergio; REIS, Robéria Lisboa; CARVALHO, Luzia Maria Sousa Carvalho; ALMEIDA, Danyel Douglas Miranda; BARROS, Roseli Farias Melo de; SOUSA, Gardene Maria; CASCON, Leandro Matthews; CAROMANO, Caroline Fernandez; BIANCHINI, Gina Faraco; CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda Chaves; MENDONÇA, Claudia Barbieri; GONÇALVES-ESTEVEZ, Vania. Piauí de plantas e gentes: construção de coleções de referência de plantas úteis / econômicas como base para estudos arqueobotânicos. *Revista Tarairiú*, ano VII, 1(14), pp. 83-116, 2018.
- FREITAS, Aline Gonçalves; GONÇALVES-ESTEVEZ, Vânia; MENDONÇA, Claudia Barbieri Ferreira; FERNÁNDEZ, Santiago; CARRIÓN, José Sebastián. First quaternary Brazilian cave pollen record: morphological descriptions, taxonomic and ecological data. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 23(1), pp. 32-47, 2020. <https://doi.org/10.4072/rbp.2020.1.02>
- GIRARD, Michel; RENAULT-MISKOVSKY, Josette. Nouvelles techniques de préparation en palynologie appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres, Bouches du Rhône), *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire*, 4, pp. 275-284, 1969. <https://doi.org/10.3406/quate.1968.1091>.
- GRIMM, Eric C. CONISS: a fortran 77 program for stratigraphically constrained analysis by the method of the incremental sum of the squares. *Pergamon Journal*, 13, pp. 13-35, 1987. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(87\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0098-3004(87)90022-7).
- GUIDON, Niède; VERGNE, Cleonice; VIDAL, Irma Asón. Sitio Toca da Baixa dos Caboclos. Um abrigo funerário do enclave arqueológico do Parque Nacional da Serra da Capivara. *Revista Clio, Série Arqueológica*, Recife, 1(13), pp. 127-144, 1998.
- GUIDON, Niède; FELICE, Gisele Daltrini; LOURDEAU, Antonie; MACEDO, Andréia Oliveira; LUZ, Maria de Fátima; VALLS, Marcela Pacini; AQUINO, Crisvanete de Castro. A Lagoa dos Porcos: escavações arqueológicas e paleontológicas no Sudeste do Piauí-Brasil. *FUMDHAMentos*, 15(2), pp. 3-31, 2018.
- HASTORF, Christine A. Recent research in paleoethnobotany. *Journal of Archaeological Research*, 7(1), pp. 55-103, 1999.
- HOLLOWAY, Richard G.; BRYANT, Jr. Vaughn. New directions of Palynology in Ethnobiology. *Journal of Ethnobiology*, 6(1), pp. 47-65, 1986.
- IRIARTE, José; POWER, Mitchell, J.; ROSTAIN, Stéphen; MAYLE, Francis E.; JONES, Huw; WATLING, Jennifer; WHITNEY, Browen S.; McKEY, Doyle, B. Fire-free land use in pre-1492 Amazonian savannas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(17), pp. 6473-6478, 2012. <https://doi.org/10.1073/pnas.1201461109>.
- JUGGINS, Steve. *C2 User Guide: Software for Ecological and Palaeoecological Data Analysis and Visualization*, version 1.7.7. Newcastle, University of Newcastle, 2001. URL: <https://www.staff.ncl.ac.uk/stephen.juggins/software/C2Home.htm>.
- LEROI-GOURHAN, Arlette; RENAULT-MISKOVSKY, Josette. La palynologie appliquée à l'Archéologie, In: *Approche écologique de l'Homme fossile*, chap. 3, Paléobotanique.

- Supplément au *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 47, pp. 35-49, 1977. <https://doi.org/10.3406/bspf.1957.8012>.
- LIMA, Manoel Gustavo Souto Maior. *Estudo arqueobotânico dos restos alimentares silvestres do Sítio Alcobaça, Buíque-PE*. Dissertação de Mestrado. Recife, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.
- LIMA-RIBEIRO, Matheus de Souza; BARBERI, Maira. Estudo palinológico em um sítio arqueológico na área de abrangência da UHE Guaporé/MT. *Canindé*, 3, pp. 135-149, 2003.
- LIMA-RIBEIRO, Matheus de Souza; BARBERI, Maira. Análise palinológica: fundamentos e perspectivas na pesquisa arqueológica. *Revista Habitus*, 3(2), pp. 261-290, 2005. <http://dx.doi.org/10.18224/hab.v3.2.2005.261-290>.
- MAYLE, Francis, E.; IRIARTE, José. Integrated palaeoecology and archaeology e a powerful approach for understanding pre-Columbian Amazonia. *Journal of Archaeological Science*, 51, pp. 54-64, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.08.038>.
- MENEZES, Ana Valeria Araújo. *Estudo arqueobotânico dos macro-restos vegetais do sítio arqueológico Furna do Estrago*. Dissertação de Mestrado. Recife, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, 2006.
- MOORE, Peter Dale; WEBB, J.A.; COLLINSON, Margareth E. *Pollen analysis*. England: Blackwell, 1991.
- MOTA, Leidiana Alves; SCHEEL-YBERT, Rita. Antracologia no Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí-Brasil): primeiros dados sobre a Toca do Boqueirão da Pedra Furada e Toca do Sítio do Meio. *Revista de Arqueologia*, São Paulo, 32(2), pp. 197-224, 2019. <https://doi.org/10.24885/sab.v32i2.698>
- NASCIMENTO, Luiz Ricardo da S.L.; DE OLIVEIRA, Paulo Eduardo; BARRETO, Alcina Magnólia. Evidências palinológicas do processo de ocupação humana na região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco. *Revista Clio, Série Arqueológica*, Recife, 24, pp. 147-155, 2009.
- NAVARRO CAMACHO, Cristina; CARRIÓN, José Sebastián; NAVARRO, José; MUNUERA, Manuel; PRIETO, Aldo R. An experimental approach to the palnology of cave deposits. *Journal of Quaternary Science*, 15(6), pp. 603-619, 2000. [https://doi.org/10.1002/1099-1417\(200009\)](https://doi.org/10.1002/1099-1417(200009)).
- OLIVEIRA, Ana Lúcia do Nascimento. O sítio arqueológico Alcobaça: sítio referência no Vale do Catimbau, Buíque - PE. *Revista Clio, Série Arqueológica*, Recife, 21(2), pp. 5-39, 2006.
- OLIVEIRA, Claudia Alves; FREITAS, Aline Gonçalves; CARRIÓN, José Sebastián; FERNÁNDEZ, Santiago; VALLE, Fátima; MIRANDA, Alencar; BIANCHINI, Gina Faraco; CAROMANO, Caroline Fernandez; CASCÓN, Leandro Matthews; GUETTI, Neuvânia Curty; ALBUQUERQUE, Marcos; BORGES, Lucila Ester. Investigações Arqueobotânicas Na Cerâmica Pré-Histórica de Araripina (Pernambuco): Aproximações Teórico-Metodológicas e Primeiros Resultados. *Revista Tarairiú*, Ano VI, 1(10), pp. 51-75, 2015.
- PARENTI, Fabio. *Le gisement quaternaire de Pedra Furada (Piauí, Brésil)*. Stratigraphie, chronologie, évolution culturelle. Paris: Ed. Recherches sur les Civilisations, 2001.
- PARENTI, Fabio; GUÉRIN, Claude; MENGOLI, Davide; FAURE, Martine; NATALI, Luca; CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; FERRARI, Sonia; VALENÇA, Lucia Mafra. *Sondagens da Lagoa do Quari, São Raimundo Nonato, Piauí: campanha 2002*. 2003.

- PEARSALL, Deborah M. *Paleoethnobotany a handbook of procedures*. Academic Press, New York, 1989. <https://doi.org/10.1002/gea.3340050307>.
- PEARSALL, Deborah M. *Palaeoethnobotany: a handbook of procedures*. 2nd ed., Academic Press, San Diego, 2000.
- PIOMBINO-MASCALI, Dario; ZINK, Albert, R.; HEINHARD, Karl Jan; LEIN, Melissa; PANZER, Stephanie; AUFDERHEIDE, Arthur, C.; RACHID, Rachel; DE SOUZA, Wanderley; ARAÚJO, Adauto; CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda; LeROY-TOREN, Sara; TEIXEIRA-SANTOS, Isabel; DUTRA, Juliana M.F. Dietary analysis of Piraino 1, Sicily, Italy: the role of archaeopalynology in forensic science. *Journal of Archaeological Science*, 40, pp. 1935-1945, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2012.11.002>.
- PIPERNO, Dolores R. *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. AltaMira Press. Lanham, 2006. <https://doi.org/10.1017/S0016756807003159>.
- PITTAU, Paola; LUGLIÈ, Carlo; BUOSI, Carla; SANNA, Ignazio; DEL RIO, Myriam. Palynological interpretation of the Early Neolithic coastal open-air site at Sa Punta (central-western Sardinia, Italy). *Journal of Archaeological Science*, 39, pp. 1260-1270, 2012. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.jas.2012.01.014>.
- PROUS, Pascale M. L. Condições da aplicação da Palinologia à Arqueologia. *Arquivos do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*. Volume III, pp. 343-394, 1978.
- PUNT, Wim; BLACKMORE, Stephen; NILSSON, Siwert; THOMAS, Annick Le. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143, pp. 1-81, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>.
- REINHARD, Karl Jan; BRYANT, JR. Vaughn. Burials: Dietary Sampling Methods. *Encyclopedia of Archaeology*, 2, pp. 937-944, 2008.
- REINHARD, Karl Jan; EDWARDS, Sherrian K.; DAMON, Teyona R.; MEIER, Debra K. Pollen concentration analysis of ancestral pueblo dietary variation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237, pp. 92-109, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.11.030>.
- ROUBIK, David W.; MORENO, Jorge Enrique. *Pollen and spores of Barro Colorado Island*. St. Louis, Missouri Botanical Garden, (Monographs in Systematic Botany 36), 1991.
- SALGADO-LABOURIAU, Maria Léa. Palinologia: fundamentos, técnicas e algumas perspectivas. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 23(4), pp. 695-717, 1961.
- SALGADO-LABOURIAU, Maria Léa. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1973.
- SÁNCHEZ-GOÑI, Maria Fernanda. The identification of European upper palaeolithic interstadials from cave sequences. In: DAVIS, O. K. (Ed.), *Aspects of archaeological palynology: methodology and applications*. pp. 161-182. AASP contribution series, Vol. 29, 1994.
- SCHEEL-YBERT, Rita. Arqueobotânica na América do Sul: Paisagem, subsistência e uso de plantas no passado. In: SCHEEL-YBERT, R. (Org.), *Dossiê Arqueobotânica na América do Sul. Cadernos do Lepaarq*, v. 13, n. 25, pp. 1-14, 2016.
- SCHEEL-YBERT, Rita. Calibração de datas radiocarbônicas em sítios costeiros. *Revista de Arqueologia*, São Paulo, 32, pp. 119-134, 2019.

- SCHEEL-YBERT, Rita; KLOKLER, Daniela Magalhães; GASPAR, Maria Dulce; FIGUTI, Levy. Proposta de amostragem padronizada para macro-vestígios bioarqueológicos: antracologia, arqueobotânica, zooarqueologia. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 15-16, pp.139-163, 2005-2006.
- SCOTT, Louis; BONNEFILLE, Raymonde. Search for pollen from the hominid deposits of Kromdraai, Sterkfontein and Swartkrans: some problems and preliminary results. *South African Journal of Science*, 82, pp. 380-382, 1986.
- STOCKMARR, Jens. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13(4), pp. 615-621, 1971. <https://doi.org/10.4236 / ajps.2013.47A1005>.
- STUIVER, Minze; REIMER, Paula, J.; REIMER, Ron W. 2020. *CALIB 8.2* [WWW program]. URL: <http://calib.org>
- TEIXEIRA-SANTOS, Isabel; SIANTO, Luciana; ARAÚJO, Adauto; REINHARD, Karl Jan; CHAVES, Sérgio Augusto de Miranda. The evidence of medicinal plants in human sediments from Furna do Estrago prehistoric site, Pernambuco State, Brazil. *Quaternary International*, 337, pp. 112-117, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.01.019>.
- TRAVERSE, Alfred. *Paleopalynology*, Second Edition. Springer, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-5610-9>.
- TYSON, Richard V. *Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies analysis*. London, Chapman & Hall, 1995. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-0739-6>.
- VAL-PEÓN, Cristina; CANCELLI, Rodrigo R.; SANTOS, Luís; SOARES, André L.R. Prehistoric occupation and palaeoenvironmental changes along Santa Catarina's Coastal Plain, Brazil: An integrated approach based on palynological data. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23, pp. 983-992, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.11.017>.
- VAN CAMPO, Madeleine; LEROI-GOURHAN, Arlette. Un paysage forestier rissien dans l'Yonne. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 103, pp. 285-286, 1956.
- VAN GEEL, Bas; APTROOT, André. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia*, 82(3-4), pp. 313-329, 2006. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2006/0082-0313>.
- VAN GEEL, Bas. A Palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25, pp. 1-20, 1978. [https://doi.org/10.1016 / 0034-6667 \(78\) 90040-4](https://doi.org/10.1016 / 0034-6667 (78) 90040-4).
- WESOLOWSKI, Verônica. Micro-vestígios vegetais: o que os olhos não vêem. In: GASPAR, Maria D.; Mendonça de Souza, S.M. (Ed.), *Protocolos para pesquisas de campo em sambaquis*. Erechin: Habilis, pp. 219-235, 2013.
- WESOLOWSKI, Verônica; MENDONÇA DE SOUZA, Sheila; REINHARD, Karl; CECCANTINI, Gregório. Evaluating microfossil content of dental calculus from Brazilian sambaquis. *Journal of Archaeological Science*, 37(6): 1326-1338, 2010.
- WODEHOUSE, Roger P. *Pollen grains - Their structure, identification and significance in science and medicine*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc, 1935.