

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
CURSO DE HISTÓRIA BACHARELADO

Patrick Silveira Ventura

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO
DE FITÓLITOS ORIUNDOS DE CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS**

Santa Maria, RS

2023

Patrick Silveira Ventura

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE
FITÓLITOS ORIUNDOS DE CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS**

Trabalho de Conclusão de Graduação
apresentado ao curso de História, da
Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para a
obtenção do título de **Bacharel em
História.**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Semíramis Corsi Silva

Santa Maria, RS

2023

Patrick Silveira Ventura

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE
FITÓLITOS ORIUNDOS DE CONTEXTO ARQUEOLÓGICO**

Trabalho de Conclusão de Graduação
apresentado ao curso de História, da
Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para a
obtenção do título de **Bacharel em
História**.

Aprovado em 14 de dezembro de 2023.

Semíramis Corsi Silva, Dr.^a (UFSM)
(Presidenta/Orientadora)

Rafael Corteletti, Dr. (UFPel)

Lia Raquel Toledo Brambilla Gasques, Dr.^a (UFMS)

Guilherme Galhegos Felipe, Dr. (UFSM) - Suplente

Santa Maria, RS

2023

Dedico para minha mãe, namorada, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha família, por todo o apoio dedicado ao longo desses anos de graduação, sempre me incentivando nos momentos mais desafiadores. Em especial, à minha mãe, Marieta, cuja atenção e encorajamento foram fundamentais em minha jornada.

À minha companheira, Sabrina, meu apoio constante em momentos difíceis e fonte de alegria em outros, durante toda essa etapa. Ela é minha principal inspiração como acadêmica e atualmente, como profissional da área da educação.

Agradeço imensamente a todos os amigos e amigas que conquistei antes e durante a graduação. Seu apoio e assistência nos momentos de dúvida foram essenciais, assim como as risadas e momentos felizes que tanto contribuíram para esta fase da minha vida.

Aos professores Dr.^a Lia Brambilla, Dr. Rafael Corteletti e Dr. Guilherme Galhegos, agradeço por aceitarem participar da banca de defesa deste Trabalho de Conclusão de Graduação e contribuírem com esta pesquisa.

À professora Dr.^a Semíramis Corsi Silva por aceitar me orientar nesta fase final da graduação e por acreditar no meu potencial, me incentivou muito.

Ao professor Dr. André Luis Ramos Soares, por me incentivar academicamente, confiar na minha competência durante a maior parte da graduação e oportunizar viver incríveis experiências junto ao LASCA.

A todos vocês, muito obrigado pelo apoio inestimável!

RESUMO

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE FITÓLITOS ORIUNDOS DE CONTEXTO ARQUEOLÓGICO

AUTOR: Patrick Silveira Ventura

ORIENTADORA: Semíramis Corsi Silva

A presente pesquisa tem como objetivo explorar as formas de extração de fitólitos por meio de pesquisa bibliográfica. Dessa forma, busca-se realizar uma análise das metodologias e abordagens de trabalho empregadas em pesquisas que visam analisar fitólitos oriundos de contextos arqueológicos. Com isso, o trabalho se propõe-se a identificar e analisar as metodologias presentes em fontes bibliográficas, tendo em vista as dificuldades e complexidades do processo de extração deste microvestígio. Essas partículas microscópicas, provenientes de plantas e compostas pelos fitólitos, estão presentes no interior dos sítios arqueológicos em grandes quantidades e possuem um grande potencial de conservação. Desta forma, acabam nos fornecendo vestígios da interação das comunidades com as plantas. Além disso, o processo de extração dos fitólitos, após sua coleta em sítios arqueológico, é uma das principais etapas deste tipo de estudo e que precisa da realização de rigorosos protocolos pelos pesquisadores que se dedicam nesta área de pesquisa. Neste sentido, foram analisadas 30 pesquisas publicadas com acesso livre na *internet*, realizadas na Argentina, Bolívia, Brasil e Colômbia, categorizadas em quatro grupos (cerâmica, solo, dentes e líticos), com base nos objetos de estudo utilizados para o desenvolvimento desses trabalhos. A partir disso, foram apresentados os pesquisadores responsáveis pelos estudos, os resultados obtidos e os métodos de extração dos fitólitos utilizados pelos pesquisadores. Assim, este trabalho busca reunir estudos que analisam fitólitos e as metodologias de extração encontradas nesses trabalhos, com o intuito de contribuir com pesquisas arqueológicas relacionadas à interpretação de vestígios de plantas encontradas em contextos arqueológicos, temática que, cada vez mais, se torna necessária para a compreensão das relações entre o ser humano e o meio em que ele vive e que ainda se percebe pouco explorada academicamente.

Palavras-chaves: Arqueobotânica. Fitólitos. Extração de fitólitos.

ABSTRACT

BIBLIOGRAPHICAL REVIEW ON THE EXTRACTION PROCESSES OF PHYTOLITHS FROM ARCHAEOLOGICAL CONTEXTS

AUTHOR: Patrick Silveira Ventura
ADVISOR: Semíramis Corsi Silva

The present research aims to explore the methods of phytolith extraction through bibliographic research. Thus, the goal is to perform an analysis of the methodologies and approaches employed in studies aimed at analyzing phytoliths originating from archaeological contexts. Therefore, the work aims to identify and analyze the methodologies present in bibliographic sources, considering the difficulties and complexities of the phytolith extraction process, a microscopic plant-derived particle abundantly present within archaeological sites and possessing significant conservation potential. Consequently, these particles provide evidence of the interactions between communities and plants. Moreover, the process of extracting phytoliths, subsequent to their collection in archaeological sites, constitutes one of the main stages of this type of study and requires researchers dedicated to this field to follow rigorous protocols. In this context, 30 openly accessible research studies conducted in Argentina, Bolivia, Brazil, and Colombia were analyzed, categorized into four groups (ceramics, soil, teeth, and lithics) based on the objects of study used in these works. Subsequently, the responsible researchers, obtained results, and phytolith extraction methods employed by the researchers were presented. Therefore, this work aims to compile studies that analyze phytoliths and the extraction methodologies found in these works, aiming to contribute to archaeological research related to interpreting plant remains found in archaeological contexts. This theme is increasingly essential for understanding the relationships between humans and their environment, an area that is still relatively underexplored academically.

keywords: Archaeobotany. Phytoliths. Phytolith extraction.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Exemplo de formas de fitólitos observados a partir de estudo em <i>Butia paraguayensis</i> e suas nomenclaturas.....	17
FIGURA 2 – Características gerais de uma célula vegetal.....	21
FIGURA 3 – Principais partes de uma planta.....	22

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 –	Distribuição dos 30 textos analisados nas categorias de tipos de materiais arqueológicos.....	36
GRÁFICO 2 –	Quantidades de produções por país dos 30 textos analisados.....	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Pesquisas de fitólitos em solo de sítios arqueológicos.....	38
QUADRO 2 – Pesquisas de fitólitos em artefatos cerâmicos.....	51
QUADRO 3 – Pesquisas de fitólitos em artefatos líticos.....	59
QUADRO 4 – Pesquisas de fitólitos em dentes humanos encontrados em sítios arqueológicos.....	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 FITÓLITOS	16
1.1 O QUE SÃO FITÓLITOS	16
1.2 FORMAÇÃO DOS FITÓLITOS NAS PLANTAS	19
1.3 PLANTAS NA RECONSTRUÇÃO DO PASSADO	23
2 FITÓLITOS NA ARQUEOLOGIA	27
2.1 APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE FITÓLITOS	27
2.3 ESTUDOS DE FITÓLITOS NA AMÉRICA DO SUL	31
3 ANÁLISE DAS METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO DE FITÓLITOS.....	35
3.1 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM SOLO	37
3.2 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM CERÂMICA	51
3.3 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM LÍTICOS	58
3.4 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM DENTES	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS	71

INTRODUÇÃO

O presente trabalho se propõe em identificar e analisar as metodologias de estudos arqueobotânicos a partir de trabalhos bibliográficos buscando entender as dificuldades e complexidades do processo de extração de microvestígios botânicos. Assim, na busca de colaborar com trabalhos de pesquisas arqueológicas vinculados com a interpretação de vestígios de plantas domesticadas encontradas em contextos arqueológicos, temática que, cada vez mais, se torna necessário para a compreensão das relações entre o homem e o meio em que ele vive e que ainda se percebe pouco explorada academicamente.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo realizar através da pesquisa bibliográfica, uma revisão das formas de extração de fitólitos, tendo em vista suas metodologias e formas de trabalho. E assim, identificar pesquisas a nível de artigos, trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações de mestrado e tese de doutorado que trabalhem diferentes formas de extração deste tipo de material microbotânico. A partir disso, visamos apresentar quais as metodologias utilizadas para a extração destes materiais, identificar quais os equipamentos que são utilizados para a realização desta importante etapa da pesquisa arqueobotânica. Além de constatar quais os diferentes processos que estas fontes bibliográficas podem apresentar e por fim observar os resultados obtidos a partir destas pesquisas analisadas, tendo em vista suas contribuições para a construção do conhecimento histórico sobre a relação dos seres humanos com as plantas.

Para isso, necessitamos compreender um pouco melhor o que é a Arqueologia. Desta forma, durante um certo tempo compreendeu-se esta como

[...] uma ciência humana, *mezzo* histórica *mezzo* antropológica, que visa a entender as sociedades humanas, muito especialmente aquelas do passado mais remoto, anteriores ao advento da escrita. Essas culturas anteriores à introdução da escrita só podem ser acessadas por meio dos vestígios materiais que essas deixaram nos locais em que viveram (chamados sítios arqueológicos), isto é, o que restou das coisas que as pessoas fabricaram e usaram ao longo da vida (DEBLASIS, 2014, p. 14).

Porém, a Arqueologia, depois da década de 60 do século XX, vem recebendo mudanças em sua perspectiva e ampliado sua visão para cultura material de qualquer época, seja do passado ou do presente. Deste modo, ela passa a estudar a totalidade material que entrou em contato com o ser humano, como parte de uma cultura total, material e imaterial, sem uma delimitação condicionada ao tempo. E assim, partindo da análise da cultura material, a

arqueologia visa compreender o funcionamento e transformações das sociedades humanas. (FUNARI, 1988).

Assim sendo, atualmente

[...] a maioria dos cientistas concorda que ela é uma ciência social, que tenta explicar o processo de formação e transformação de grupos humanos específicos, tanto no passado como no presente. Apesar de ser uma ciência independente, Arqueologia utiliza-se de outras ciências para realizar suas interpretações e, neste sentido, a História é vital (PEIXOTO, 2009, p. 91).

A partir disso, entende-se que a Arqueologia, inicialmente era considerada uma ciência secundária à História e à Antropologia, com o objetivo de recuperar material de povos que viveram no passado do solo. E assim, conforme a interdisciplinaridade empregada para a interpretação e explicação destes materiais passa a modificar o conceito de Arqueologia fazendo surgir novos campos de pesquisas na busca de entender o ser humano a partir de sua cultura material.

Com estes novos campos de pesquisas arqueológicas, segundo Luciana Peixoto (2009, p. 93)

[...] aproxima ainda mais a arqueologia de diversas outras ciências reforçando seu caráter transdisciplinar. Esta aproximação gera interações disciplinares que muitas vezes provocam a formação de novas ciências, tais como a Bioarqueologia, Zooarqueologia, Arqueobotânica, Geoarqueologia, Arqueo-organologia, entre outras, assim surgem, a todo momento, novas teorias e métodos de pesquisa. Percebe-se, a partir disso, que a Arqueologia é uma ciência dinâmica, em constante transformação.

Conforme a temática deste trabalho, a arqueobotânica é uma área da arqueologia que se dedica em interpretar vestígios de plantas em diferentes contextos arqueológicos, representados por macro e micro vestígios botânicos apresentados em contexto arqueológico (PEARSALL, 2000). Estes podem ser encontrados em solos ocupados, em resquícios de carvão utilizados para queima e até mesmo em vestígios de alimentos cozidos no interior de panelas de cerâmica.

Estes microvestígios botânicos, segundo pesquisadores (BOYADJIAN, 2012, 2019; PEREIRA, 2010, 2013; RASBOLD, 2011), podem trazer importantes contribuições para a interpretação da interação entre os seres humanos e as plantas que foram manejadas por populações passadas, como, por exemplo, a dieta, os rituais, os medicamentos, instrumentos de utilidade geral, etc. (ORTEGA, 2019).

No Brasil, estudos recentes vêm contribuindo na compreensão das relações das populações indígenas com a flora presente em seus territórios. Neste sentido, sabe-se que os estudos da arqueobotânica tem se dedicado em analisar vestígios de plantas do passado, sejam eles macrovestígios (madeira e endocarpo carbonizados, sementes, etc.) ou microvestígios (grãos de pólen, fitólitos, grãos de amido, dentre outros), encontradas em sítios arqueológicos que acabam nos trazendo importantes informações sobre estas plantas utilizadas pelos seres humanos (PEARSALL, 2000, p. 2).

Assim sendo, compreende-se que, por meio da arqueobotânica, a

[...] utilização de microindicador se tornou uma necessidade dentro da pesquisa, pois remete ao interior do sítio, a um microespaço que, até há pouco tempo, não era muito utilizado na pesquisa por ser invisível ao olho humano, mas que, com certeza, é uma das maiores fontes de informações (PEREIRA, 2013, p. 50).

A partir disso, os estudos arqueobotânicos nos apresentam fontes visíveis e invisíveis que colaboram para

Entender o homem, a partir de sua relação com o meio, pode fornecer informações que contribuam para reconstruir parte da cultura de determinado grupo humano, onde a utilização de determinado alimento, ou tipo de madeira, pode deixar marcas no solo, após a sua decomposição. Estes micro vestígios apresentam-se em grande quantidade, e são provavelmente o tipo de vestígio mais abundante nos sítios arqueológicos (PEREIRA, 2010, p. 88).

Neste sentido, conforme Scheel-Ybert (2010, p. 911) entende-se que “Ainda há uma grande escassez de estudos com estas abordagens no Brasil, tanto no que se refere a estudos paleoambientais quanto ao uso e consumo de vegetais no passado.” Sendo assim, esta torna-se uma área da Arqueologia que possibilita diversos estudos diante da grande quantidade de recursos existentes para a investigação.

Assim, identificados pelo termo

[...] “microvestígios botânicos/vegetais” se refere a partículas microscópicas provenientes de plantas que apresentam alto potencial de conservação e são excelentes indicadores ambientais e ecológicos. Eles constituem registros de grande importância para muitas disciplinas científicas (BOYADJIAN, 2019, p. 151).

Diante disso, o trabalho em questão visa realizar uma revisão bibliográfica sobre as metodologias de extração de fitólitos. E assim, buscar identificar e compreender as diferentes

formas de conseguir chegar nas fontes de informações necessárias para a identificação do mesmo. Além disso, acredita-se ser uma forma de se inserir, como pesquisador, no âmbito da arqueobotânica, mais especificamente, nos estudos sobre microvestígios.

Para melhor compreensão, torna-se necessário explicar que existem diversos micro indicadores, porém, neste trabalho, nos dedicaremos a investigar as metodologias de extração apenas dos fitólitos. Estes são pequenos vestígios minerais formados a partir da absorção da sílica dissolvida depositada no solo, que apresentam um grande potencial para identificação de plantas através dos “moldes” formados na célula vegetal, podendo servir para a definição da família botânica ou até mesmo gênero (MEDEANIC et al, 2008; RASBOLD et al, 2011; CHUENG et al, 2020).

Contudo, compreende-se que o processo realizado para extração de fitólitos acaba possuindo um certo grau de complexidade, exigindo um maior aprofundamento e proximidade com práticas, muitas vezes, relacionados à Biologia e à Química, motivada por meio do manejo de equipamentos e produtos químicos comumente utilizados pelos profissionais que trabalham nessas áreas.

Desta forma, por meio da pesquisa bibliográfica, tendo em vista suas metodologias e formas de trabalho, pretende-se investigar pesquisas que utilizam estes processos de extração.

Desse modo, o presente trabalho caracteriza-se quanto aos objetivos, com base em Gil (2002), como sendo uma pesquisa de caráter exploratória, tendo em vista que estas “[...] pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (Ibid., 2002, p. 41).

Por outro lado, tendo em mente que a pesquisa irá decorrer a partir de materiais já elaborados, ela se caracteriza, quanto aos procedimentos técnicos, como uma pesquisa bibliográfica (GIL, 2002). Tendo em vista que as análises irão utilizar artigos acadêmicos, monografias, dissertações, teses e livros, Gil (2002) destaca uma vantagem que este método acaba possibilitando ao investigador, que seria a realização da “[...] cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente” (Ibid., 2002, p. 45).

Sendo assim, vale salientar que algumas das fontes bibliográficas já estão previamente definidas, as quais foram encontradas por meio de estudos anteriores e outras serão selecionadas conforme a necessidade do desenvolver da pesquisa.

Diante disso, uma vez que as fontes estejam já definidas, a análise será realizada por meio de tabelas, quadros e gráficos que salientem as diferenças das técnicas de extração de

fitólitos utilizadas pelos pesquisadores, os materiais e utensílios empregados nos processos realizados e as principais dificuldades dispostas nos alternativos métodos.

Neste sentido, o presente trabalho é um resultado de uma pesquisa inicial na busca de familiarização com a temática proposta, e assim, apresenta a seguinte estrutura. O primeiro capítulo será dividido em três subcapítulos. No primeiro subcapítulo desenvolveremos o que são os fitólitos, quais as principais formas encontradas destes vestígios nos sítios arqueológicos. Depois disso, no segundo subcapítulo, buscaremos apresentar como funciona a formação deste micro vestígios no interior das plantas e qual sua utilidade durante a vida delas. Além disso, no terceiro subcapítulo, falaremos como surgem os primeiros estudos relacionando populações humanas e as plantas por meio da arqueobotânica. Na busca de entender como funcionam as análises destes materiais para a identificação de plantas, em quais contextos foram manejadas ou relacionadas ao ser humano e como foram utilizadas por meio de estudos arqueológicos.

No segundo capítulo, agora separado em dois subcapítulos. No primeiro subcapítulo, salientando como funcionam as metodologias de extração de fitólitos, na busca de compreender os materiais, equipamentos e produtos utilizados para a realização destas na pesquisa arqueobotânica. E por fim, em um segundo subcapítulo, falaremos um pouco dos estudos de usos de fitólitos realizados na América do Sul, salientando algumas pesquisas realizadas e as informações que estas pesquisas trouxeram para a história das populações autóctones da região sul do continente do continente americano.

No terceiro capítulo, falaremos sobre as metodologias de extração aplicadas para cada tipo de material arqueológico, agora separado em quatro subcapítulos, um para cada tipo de material estudado. Assim, as metodologias estarão separadas em sedimentos, dentes, cerâmica e lítico. Desta forma, buscando compreender e identificar as diferenças e formas de trabalhos aplicada no estudo de cada tipo de material.

1 FITÓLITOS

1.1 O QUE SÃO FITÓLITOS

“Os fitólitos são corpos microscópicos de sílica precipitados ao longo da vida, nos tecidos das plantas” (MEDEANIC et al, 2008, p. 2). Dessa forma, eles são formados inicialmente dentro e fora das células vegetais, a partir da absorção de água contendo sílica pelas raízes das plantas, sendo posteriormente transportada por todo seu sistema vascular, composta por sílica e outros minerais dissolvidos, retornando ao solo com a decomposição do vegetal (BERTOLDI DE POMAR, 1975; PIPERNO, 1991; LESPCH; PAULA, 2006, p. 186).

Esta sílica pode ser depositada na planta em espaços intracelulares, paredes celulares e em qualquer parte de algum órgão vegetal, tendo maior concentração de depósito de sílica nas folhas, frutos e brácteas de inflorescências e menor concentração nas raízes e outros órgãos subterrâneos. A composição elementar dos fitólitos de opala é o dióxido de silício, variando apenas a quantidade de água na sua composição ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$). Assim, eles possuem um tamanho microscópico (<60-100 μm) (PIPERNO, 1991; COE, 2009).

Com isso, sabe-se que a “sílica dissolvida em águas subterrâneas é a principal fonte para a deposição de opala biogênica (fitólitos) dentro da planta” (MEDEANIC et al, 2008, p. 2). Dependendo onde estão depositadas na planta, a sílica opalina serve para a estruturação e proteção da mesma ao longo de sua vida (MADELLA, 2005).

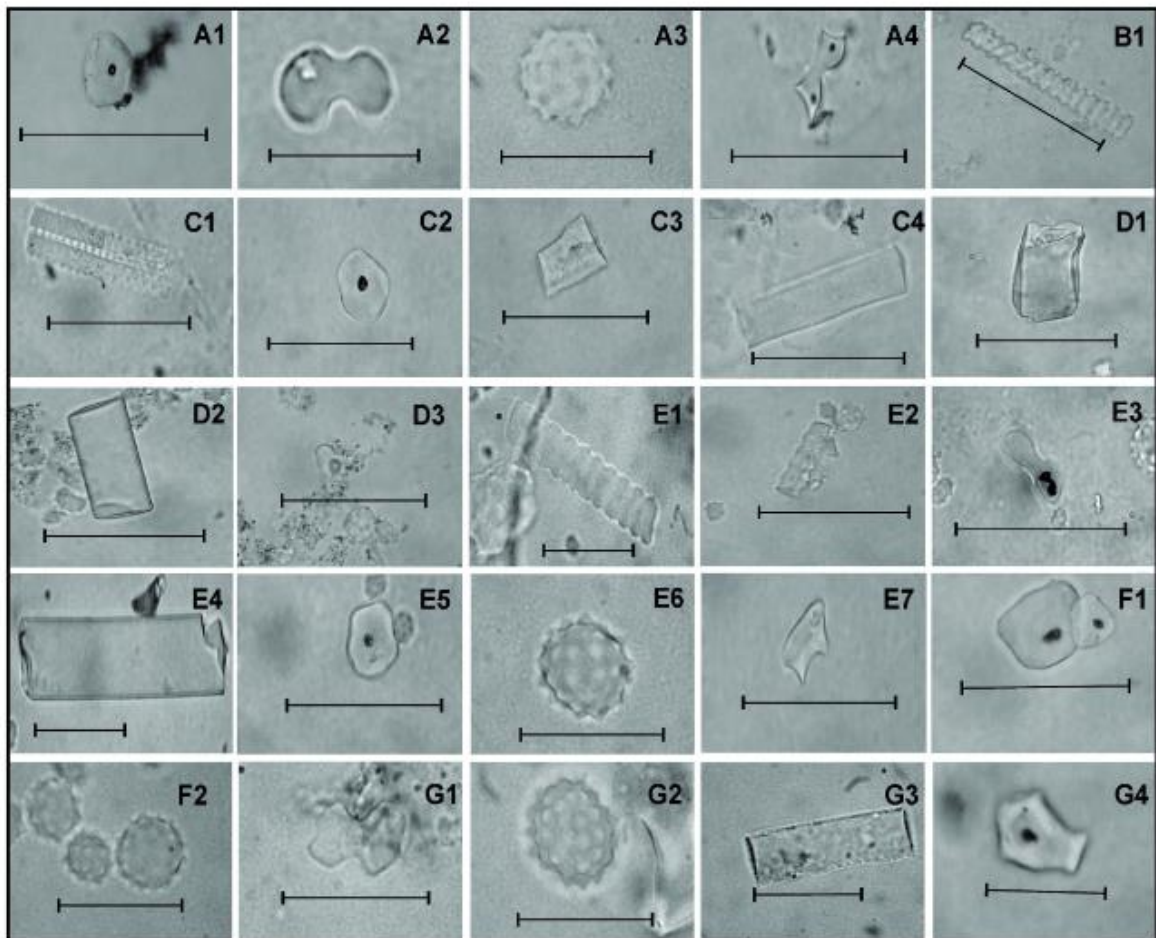
Neste sentido, estas

[...] micropartículas amorfas de sílica hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) precipitadas nos tecidos vegetais são conhecidos por vários nomes, como opala vegetal, fitólitos de opala, corpos vegetais de sílica, silicofitólitos ou simplesmente fitólitos. Eles permanecem dentro da planta viva até serem liberados no solo onde seus tecidos são digeridos por organismos em decomposição (LEPSCH, 2014, p. IX).

Além disso, por meio das formas de fitólitos encontradas, sabe-se que a “célula vegetal onde o fitólito é formado funciona como um ‘molde’ que vai determinar a forma dessas partículas” (CHUENG et al, 2020, p. 86). Isso, por sua vez, dependendo da “[...] quantidade e a morfologia dos fitólitos encontrados em plantas atuais é um referencial para a identificação taxonômica em sedimentos, que pode chegar a nível de família botânica, e por vezes de gênero” (RASBOLD et al, 2011, p. 266).

Conforme Dolores Piperno (1991, p. 157, tradução nossa) essas “pedras vegetais” são preservadas em uma ampla variedade de ambientes deposicionais e são os fósseis de plantas mais duráveis conhecidos pela ciência” (figura 1).

Figura 1 – Exemplo de formas de fitólitos observados a partir de estudo em *Butia paraguayensis* e suas nomenclaturas.



Fonte: RASBOLD et al, 2011, p. 268

Por meio da figura 1, pode-se observar os diferentes tipos de fitólitos os quais são nomeados de acordo com a indicação:

Raiz A1-A4. A1. “Papillae”; A2. “Bilobate”; A3. “Globular echinate”; A4. Indeterminado. Ráquila B1. “Cylindric sulcate tracheid”. Raque C1-C4. C1. “Cylindric sulcate tracheid”; C2. “Papillae”; C3. “Short cell”; C4. “Rectangle”. Folíodos D1-D3. D1. “Saddle”; D2. “Rectangle”; D3. “Papillae”. Bráctea E1-E7. E1. “Cylindric sulcate tracheid”; E2. “Trapeziform polylobate”; E3. “Bilobate”; E4. “Rectangle”; E5. “Papillae”; E6. “Globular echinate”; E7. “Collapsed saddle” Remanescente da base da folha F1, F2. F1. “Papillae”; F2. “Globular echinate”. Pedúnculo G1-G4. G1. “Bilobate”; G2. “Globular echinate”; G3. “Rectangle”; G4. “Papillae”. Barras = 25 µm. (RASBOLD et al, 2011, p. 268).

A partir disso, sabe-se que após a deposição da sílica no interior das plantas e a “moldagem” relacionada ao tipo de planta, temos os fitólitos. Deste modo, de acordo com Heloisa Coe em sua tese (2009), as classificações dos fitólitos possuem três abordagens gerais.

Taxonômica: relação direta entre um tipo de fitólito e um táxon de planta (ex: banana, arroz, etc.). É usada por muitos pesquisadores, especialmente em Arqueologia.

Tipológica: não há ligação direta entre um tipo de fitólito e uma planta. Os tipos são descritos de acordo com suas características visuais (ex: geometria, aparência geral, etc.)

Taxonômico-tipológica: a maioria das nomenclaturas usadas hoje. Utiliza-se informação taxonômica, quando conhecida, devido a sua utilidade. Os tipos que sabidamente pertencem a grupos específicos e os que são redundantes são freqüentemente descritos usando-se diferentes abordagens (COE, 2009, p. 33).

Neste sentido, entende-se que nem sempre esses microvestígios terão valor de identificação, ou seja, valor taxonômico. Portanto, devido

[..] à multiplicidade e redundância da produção de fitólitos pelas plantas, às vezes é difícil atribuir valor taxonômico a um único fitólito. Entretanto, é possível identificar grupos de tipologias com valor taxonômico ao nível de tipo de vegetação. Estes grupos são chamados assembleias fitolíticas. Uma assembleia fitolítica é constituída de um número estatisticamente válido de tipologias fitolíticas e representa a “produção média qualitativa e quantitativa” de fitólitos de uma vegetação em particular (COE., 2009, p. 33)

A partir disso, após definir quais fitólitos ou assembleias fitolíticas podem ter capacidade de identificação taxonômica, os estudos de paleobotânica nos permitem identificar informações que nos aproximam do conhecimento sobre o tipo de vegetação que esteve presente em certo local, sendo ele arqueológico ou não.

Sendo assim, conforme Marco Madella, Anne Alexandre e Terry Ball (2005), para melhorar a comunicação entre os grupos de pesquisa sobre fitólitos, torna-se necessário a criação de um grupo de trabalho encarregado de desenvolver um código para a padronização da nomenclatura dos fitólitos. Com isso, surge o International Code for Phytolith Nomenclature 1.0 (ICPN 1.0), no qual um primeiro grupo desenvolveu este trabalho:

1. Um protocolo padrão a ser usado durante o processo de nomeação e descrição de um novo (ou já conhecido) tipo de fitólito.
2. Um glossário de descritores (substantivos e adjetivos) a serem usados para nomear e descrever um tipo de fitólito. (MADELLA; ALEXANDRE; BALL, 2005, p. 253, tradução nossa).

Tornando, assim, mais fácil a realização de pesquisas e trabalhos com fitólitos em todo o mundo. Portanto, uma década mais tarde, as nomenclaturas e termologias para a análise de fitólitos precisam de novas alterações. Assim, em 2014, começam os trabalhos de um segundo comitê, o Comitê Internacional para a Taxonomia de Fitólitos (ICTP), que possuía novas tarefas a serem realizadas como a revisão e alteração de ICPN 1.0, a disponibilização de descritores e o desenvolvimento de uma plataforma para debater questões taxonômicas chamado PhytCore (NEUMANN et al, 2019, tradução nossa).

Dessa forma, surge em 2019 o International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0, que traz, em seu trabalho, uma revisão das nomenclaturas realizadas inicialmente, descrições completas dos morfotipos de fitólitos incluídos no ICPN 1.0 e outros três fitólitos que podem ser encontrados em assembleias de fitólitos oriundos de solo moderno, paleossolo, sedimentos de depósitos arqueológicos (NEUMANN et al, 2019)

Esses estudos fazem parte de estudos “microarqueobotânicos” (SCHEEL-YBERT, 2016, p. 121) de forma a tornar o trabalho com essa temática mais dinâmico e assertivo. Assim, a partir da identificação das formas dos fitólitos,

[...] a análise dessas micropartículas é de grande valia em áreas como a arqueologia, bioantropologia e paleoetnobotânica, já que permite a investigação do passado através da reconstrução paleoambiental ou do estudo das espécie (sic) vegetais utilizadas em sociedades pré-históricas. (BOYADJIAN, 2012, p. 27)

Deste modo, uma das partes que apresenta maior importância e cuidado no trabalho com fitólitos é sua extração. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é sistematizar as bibliografias a respeito da análise e interpretação de vestígios microbotânicos com foco na extração destes vestígios, de forma a reunir as diferentes maneiras como esta importante etapa dos estudos em questão têm sido desenvolvidas na América do Sul até o momento.

1.2 FORMAÇÃO DOS FITÓLITOS NAS PLANTAS

Neste subcapítulo, realizaremos uma breve explicação de como estes microvestígios são formados dentro da planta e os motivos relacionados a esse fenômeno, descobrindo de que modo eles chegam às células vegetais e as razões de assumirem formas identificáveis por meio de estudos científicos.

Inicialmente, acreditava-se que nem todas as plantas produziam fitólitos, apenas algumas poucas, como as chamadas plantas superiores, como gramíneas e ciperáceas. No entanto, devido à quantidade que produziam, ainda não podiam ser usados para identificação (PIPERNO, 1991).

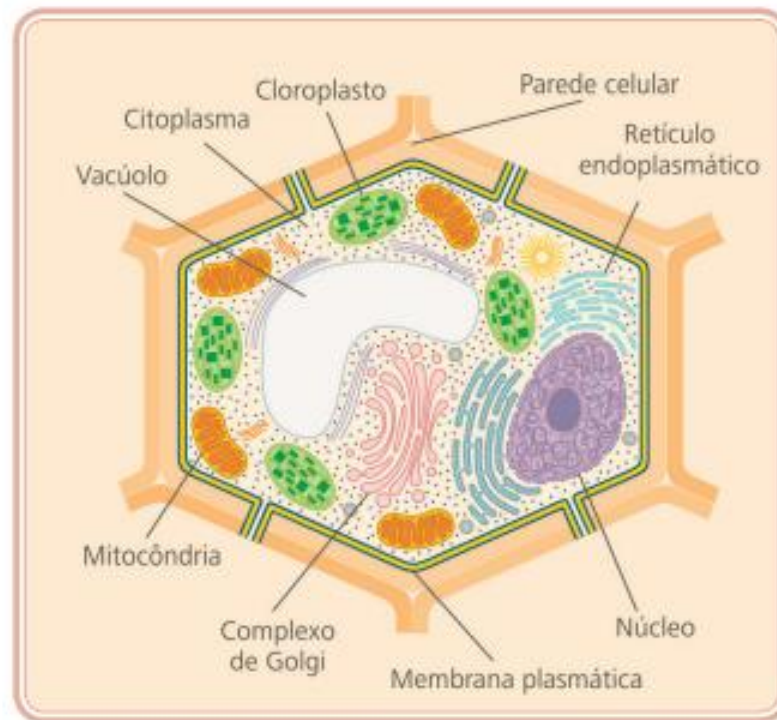
Neste sentido, recentemente entende-se que a

[...] produção de Si [sílica] opalina nos tecidos das plantas é influenciada por fatores genéticos e ambientais. Algumas razões pelas quais os fitólitos são depositados nas células das plantas são: 1- suporte mecânico para as células; 2- dão força aos órgãos e estruturas das plantas; 3- proteção contra herbívoros e parasitas; 4- neutralizar ânions e cátions “venenosos” para as plantas, como, por exemplo, o alumínio (COE, 2009, p. 31).

Com isso, a formação dos fitólitos opalinos ocorre quando a sílica hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) está dissolvida em águas subterrâneas e é absorvida pelas raízes das plantas. Essa sílica, desta forma, é transportada pelo sistema vascular da planta. Assim, a sílica dissolvida na água, pode ser depositada entre as células vegetais, nas paredes das células e nas cavidades que permitem a entrada de luz (lúmen), moldando-se a partir do formato de qualquer órgão da planta, havendo maior concentração nas estruturas aéreas das plantas, como folhas, frutos, brácteas, do que nas estruturas subterrâneas (PIPERNO, 1991).

A partir disso, considerando que todos os processos fisiológicos da planta ocorrem nas células, é válido apresentar algumas características gerais das células (figura 2). Para isso, de acordo com Luciano Pes e Marlon Arenhardt (2015, p. 16), além de membrana, do núcleo e do citoplasma, a célula vegetal é composta pela “**parede celular**, o que lhe confere maior rigidez; **cloroplasto**, que são estruturas diretamente relacionadas com a fotossíntese e o **vacúolo** de tamanho maior, cuja principal função é armazenar água e outras substâncias, atuando na regulação osmótica da célula”.

Figura 2 - Características gerais de uma célula vegetal.



Fonte: PES; ARENHARDT, 2015.

Conforme Heloisa Coe (2009, p. 28) estes são produzidos:

- 1- Nas folhas de gramíneas ou de plantas lenhosas: principalmente na epiderme, porque, se há evapotranspiração (ET), é na epiderme das folhas que a água evapora. A concentração de ácido monossilícico é tão grande que a Si não circula, se precipita.
- 2- No tronco de árvores ou de arbustos: podem ser bastante interessantes do ponto de vista das informações (taxonomia e tipo de tecido).
- 3- Nas raízes de gramíneas ou de plantas lenhosas: têm uma informação de tipo taxonômico ou ecológico muito baixa ou nula, morfotipo muito repetitivo, pouco característico. As células são muito uniformes, não há grande diferenciação morfológica. Não há ET nas raízes, apenas a função de absorção, por onde entra o ácido silícico. A maior parte da silicificação é no interior da célula (citoplasma). Nos espaços intercelulares, os fitólitos são muito difíceis de serem identificados, ou apresentam grau de silicificação baixo.

Sendo essas as partes básicas da maioria das plantas que conhecemos atualmente (Figura 3). Segundo Luciano Pes e Marlon Arenhardt (2015), as plantas são compostas por raiz, caule, folha, flor, fruto e semente. Essas partes desempenham as principais funções nas:

Raiz – fixação da planta no solo e absorção de água e nutrientes.

Caule – condução de água e nutrientes da raiz para a parte aérea e dos

produtos da fotossíntese da parte aérea para as raízes.

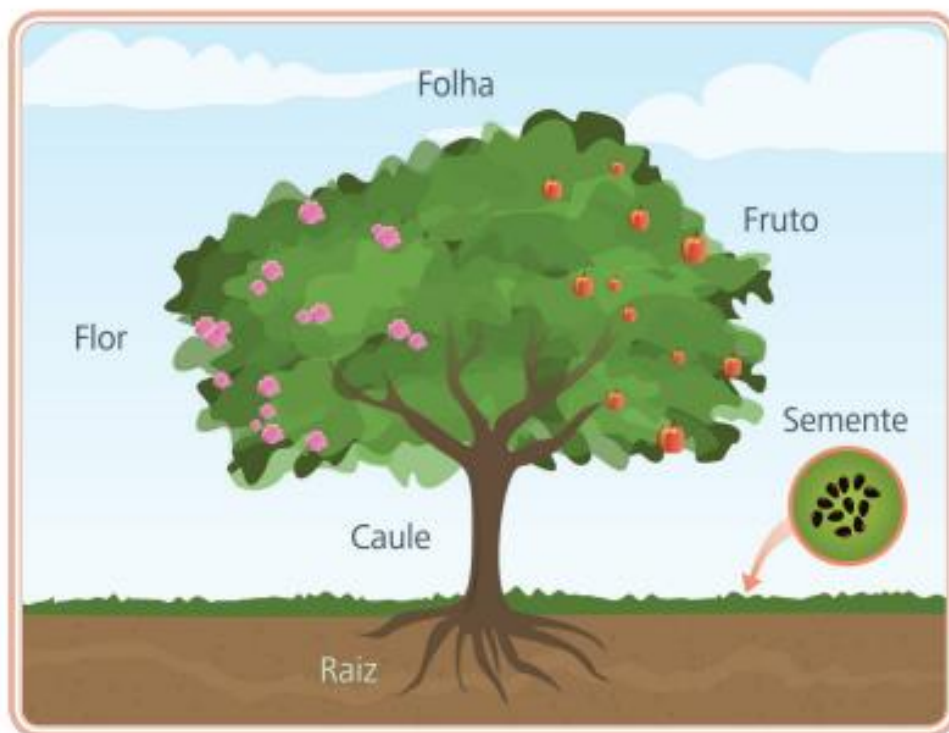
Folha – realização de fotossíntese e transpiração da planta.

Flor – reprodução da planta.

Fruto – proteção da semente e armazenamento de nutrientes.

Semente – propagação da planta. (PES; ARENHARDT, 2015, p. 17)

Figura 3- Principais partes de uma planta.



Fonte: PES; ARENHARDT, 2015.

Deste modo, com a planta viva e realizando todas as suas atividades vitais, como absorção de água e nutrientes, transpiração, condução da seiva e respiração, a sílica depositada no interior das plantas resulta na formação dos fitólitos a partir dos “moldes” dos locais onde estão alojados. Esses fitólitos mantêm suas formas quando retornam ao solo e nos sedimentos, muito tempo depois da morte da planta e da decomposição da matéria orgânica. Dessa forma, eles podem fornecer informações importantes sobre as condições paleoambientais de uma paisagem (LEPSCH, 2014).

1.3 PLANTAS NA RECONSTRUÇÃO DO PASSADO

A Arqueobotânica, tem nos últimos tempos, a partir dos fitólitos e diversos outros vestígios de plantas, contado a história das relações humanas com o meio ambiente, colaborando com muitas informações sobre agricultura e exploração vegetal de diferentes regiões do mundo (ARCHILA; GIOVANNETTI; LEMA, 2008).

A partir disso, o desenvolvimento da análise de plantas em contextos humanos tem duas origens distintas: uma européia, mais antiga, e outra norte americana. Neste sentido, os pesquisadores podem ser diferenciados pelo foco na descrição botânica precisa e no tratamento taxonômicos de restos mortais de plantas, especialmente de materiais cultivados, muitas vezes associados às pesquisas de origem europeia. Por outro lado, os norte-americanos têm uma abordagem antropológica, concentrando-se em aspectos culturais, como o uso e a presença de plantas em locais específicos (PEARSALL, 1989).

Dessa forma, conforme Pearsall (1989) a tradição em estudos de plantas em contextos arqueológicos surge na Europa e foi iniciada em 1826, a partir do estudo de tumbas egípcias e, posteriormente, outra pesquisa realizada em 1866, a qual analisou material alagado de comunidades suíças que viviam próximos a lagos. Dentre estes materiais, foram encontradas diversas variedades de cevada, trigo e milho, grande número de ervas daninhas comuns, vegetais como ervilha e lentilha, frutas e bagas como maçã, pêra, ameixa, uva e cereja, nozes, incluindo nozes e castanhas-d'água, e uma variedade de fibras, madeiras, musgos e táxons aquáticos, resultando na análise das conexões culturais, a sazonalidades das ocupações e as diferenças entre as plantas atuais e as antigas.

Posteriormente, os estudos de macroindicadores vegetais ocorreram no final do século XIX e primeira metade do XX em diversos locais, incluindo a Suíça, Alemanha, Itália, Grécia, Anatólia, Egito e no litoral do Peru. Além disso, durante esse período, em 1835, os fitólitos foram descobertos, e um ano depois, os grãos de pólen. Ambos passaram a ser objetos de pesquisas muito estudados por pesquisadores alemães, porém foram mantidos à margem da ciência devido à falta de conhecimento sobre eles na época (PEARSALL, 1989; PIPERNO, 1991).

Entende-se que o primeiro registro de células silícicas em plantas foi apresentado em 1804, destacando que essas células eram encontradas não apenas em gramíneas, mas também em muitas dicotiledôneas. Após isso, em 1814, outro pesquisador reivindicou a prioridade da observação, afirmando que ele as havia observado desde 1798 em plantas como aveia, trigo e várias outras espécies. Mais tarde, depois de 1835, pesquisadores investigaram a natureza

química da sílica e suas relações orgânicas com as paredes celulares (BERTOLDI DE POMAR, 1975, p. 174).

No entanto, ao longo do tempo, com o desenvolvimento dos estudos sobre essa temática foi somente nos últimos

[...] 50 anos, no entanto, que os arqueólogos realmente perceberam a riqueza de conhecimento que pode ser obtida a partir de uma coleta e estudo cuidadoso de restos botânicos antigos e desenvolveram técnicas analíticas e questões de pesquisa em conformidade. Isso levou ao surgimento de especialistas dentro da arqueologia que se concentram na paleobotânica (paleobotânicos ou arqueobotânicos), embora o aumento correspondente nas análises especializadas tenha contribuído para uma distinção entre “ciência” e “interpretação” nas percepções e publicações (DAY, 2013, p. 5805, tradução nossa)

A partir da metade do século XX, esses estudos passaram a incluir o Oriente Próximo, muitos deles realizados por Hans Helbaek com materiais de sítios escavados no Iraque e Irã. Esses estudos contribuíram significativamente para o fornecimento de evidências botânicas básicas para a compreensão de muitas culturas domesticadas nesta região. Além disso, na década de 1980, percebeu-se um aumento nos estudos paleobotânico na Europa, juntamente com a expansão desses estudos para as Américas. Isso também está relacionado ao desenvolvimentos de novas técnicas de análise, como a flotação, para a recuperação de macrorrestos, e à maior aplicação da análise de pólen em arqueologia (PEARSALL, 1989).

Neste sentido, conforme Luc Vrydaghs e Tim Denham (2007),

[...] as evidências da agricultura precoce na maioria das regiões do globo foram avaliadas em relação a sinais antecipados, em grande parte derivados da investigação sobre domesticações de cereais e animais na Eurásia. Em vez da dependência eurásiana dos microfósseis, os avanços nas técnicas de microfósseis (ou seja, fitólitos, pólen e grãos de amido) e moleculares (ou seja, análise de ADN) estão a abrir novos caminhos para a interpretação da utilização humana de plantas e animais no passado, em todo o mundo (VRYDAGHS; DENHAM, 2007, p. 8, tradução nossa).

Com isso, na América, inicialmente, os pesquisadores não demonstraram muito interesse em restos arqueológico de plantas até o entorno da década de 1930. A partir de algumas pesquisas importantes nas décadas de 1930 e 1940, a visão sobre os restos botânicos na América do Norte começou a mudar, e no final dos anos de 1950, houve uma ênfase maior na recuperação e análise de macrorrestos e pólen. Assim, com a expansão das pesquisas para outras regiões das Américas, focadas nas localidades com maior possibilidade de conservação de material arqueobotânicos proporcionado pela seca do solo, surgiram pesquisas relacionadas

ao cultivo de milho, cucurbitáceas (abóbora, melão, pepino, melancia etc.), feijão e algodão nas Américas (PEARSALL, 1989).

No decorrer no desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas nos Estados Unidos, as regiões e abordagens de pesquisas nas Américas se ampliaram consideravelmente, gerando um acúmulo de dados paleobotânicos provenientes dos novos projetos que surgiram até a década de 1980. Segundo Deborah Pearsall (1989, p. 8) entre as novas técnicas de estudos o “[...] desenvolvimento da análise de fitólitos, a identificação da sílica opalina vegetal, representa a maior adição à técnica nos últimos anos”.

Dessa forma, a pesquisa arqueológica voltada para vestígios de plantas se divide em duas formas diferentes. O estudo de macrofósseis, para materiais que podem ser vistos a olho nu, e os microfósseis, para materiais que requerem o uso de microscópio para serem analisados.

Assim, o estudo de macrofósseis possui como objeto de estudo os resquícios de plantas como

[...] carvão, sementes, cascas e grãos carbonizados ou queimados, raízes fundidas, impressões em argila, restos mineralizados e petrificados, e coprólitos (fezes mineralizadas ou dessecadas). No Mediterrâneo, a carbonização é a forma mais comum de preservação de material botânico antigo e varia desde grandes pedaços de carvão indicando destruição estrutural ou lenha até sementes carbonizadas (DAY, 2013, p. 5806, tradução nossa).

Desta forma, dependendo de quanto o material vegetal estiver inserido em contexto humano, maior a possibilidade de inferir dados referente à relação entre os seres humanos e a natureza. Já os microfósseis necessitam de ampliação microscópica e são complementados por estudos biomoleculares para serem analisado. Assim, temos os “[...] Fitólitos, ou esqueletos de sílica do tecido vegetal, sobrevivem após a morte de uma planta e sua análise pode fornecer informações valiosas sobre o uso do espaço dentro de uma estrutura ou local” (DAY., 2013, p. 5807, tradução nossa).

Além dos fitólitos, os grãos de pólen são importantes microindicadores devido à sua grande produção e variedades de formas por plantas espermatófitas, tornando-se essenciais para estudos de reconstrução da cobertura vegetal das paisagens do passado. No entanto, ao contrário dos fitólitos, nos estudos de pólen, geralmente, deve-se considerar o depósito de grãos de pólen mais recentes, que são transportados pelo vento, água, solo, etc. Portanto, esses só podem ser identificados até o nível de gênero, não fornecendo informações muito específicas sobre esses vestígios. Assim, são utilizados em pesquisas para obter um panorama da vegetação em escala regional (DAY, 2013).

Vale ressaltar que existem diversos outros microindicadores que podem fornecer uma variedade de informações sobre o ambiente no passado. Entre esses indicadores, incluem-se grãos de amido, espículas de esponja, esporos de fungos, entre outros. Além disso, com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas, bem como novas abordagens desses estudos, podemos compreender outras formas de utilização das plantas que não se restrinjam à subsistência, mas que envolvam também questões de status, identidade e rituais (DAY, 2013).

2 FITÓLITOS NA ARQUEOLOGIA

A partir do exposto, o objetivo deste capítulo é trazer exemplos de pesquisas com análise de fitólitos em solo, artefatos cerâmicos, artefatos líticos e dentes humanos realizadas na América do Sul. Sabemos que após a formação dos fitólitos na planta e a morte da mesma, um pesquisador coleta esse material e realiza a análise deste material, identificando os fitólitos presentes na amostra com base nas nomenclaturas estabelecidas pelo ICPN 1.0 e 2.0, levando em consideração sua forma e origem. Essa análise pode fornecer informações sobre a flora local, as práticas agrícolas, a dieta e o uso de plantas em culturas passadas. Os fitólitos podem ajudar os arqueólogos a compreenderem quais culturas eram cultivadas, como eram processadas e como eram utilizadas na alimentação, construção ou cerâmica.

2.1 APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE FITÓLITOS

A utilização de metodologias para pesquisas realizadas sobre a análise de fitólitos deve estar alinhada com o tipo de estudo a ser realizado. Com base nisso, é compreensível que as análises podem ser categorizadas em análise de sedimento de solo, de dentes, de cerâmica e de materiais líticos. Portanto, é possível observar que existem “[...] diferentes protocolos para obtenção dos microvestígios que estão relacionados à natureza do material analisado, às partes específicas das plantas a serem processadas e, também, ao tipo de micropartícula que se pretende obter” (BOYADJIAN, 2012, p. 142). Dessa forma, cada tipo de análise deve seguir uma metodologia adequada ao material a ser estudado.

Nesse contexto, no Brasil, podemos citar como exemplo a análise de solo realizada por Gilson Pereira (2013). Em sua dissertação, ele analisa dois sítios arqueológicos localizados no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, nomeadamente os sambaquis Marambaia I e Figueira II. Através da análise do sedimento escuro (paleossolo), o autor busca compreender o desenvolvimento da ocupação humana nestes locais. Como resultado, ele obteve importantes microvestígios que “estabelecem relação direta ao interior dos sítios em um período bem específico de tempo” (PEREIRA, 2013, p. 77).

Portanto, com base no que foi apresentado em seu trabalho, a análise realizada na camada anterior à camada de ocupação contribuiu para auxiliar na interpretação das condições do ambiente no início do processo de assentamento dessas populações. Isso,

[...] torna claro que os grupos de pescadores coletores estavam ocupando um ambiente em formação desde a última transgressão, em que as elevações se ofereciam como áreas mais estáveis neste ambiente que se modificava rapidamente. A grande quantidade de camadas de ocupação intercaladas por

camadas de sedimento escuro e também estéreis aponta para ocupações rápidas, como mostram as pesquisas apresentadas anteriormente (PEREIRA., 2013, p. 90).

Além disso, é importante observar que essas camadas de terra preta são constituídas por depósitos associados à queima, apresentando pouca espessura. Isso evidencia uma dinâmica de ocupação e abandono no território que abrigou grupos de caçadores coletores por um período específico (PEREIRA., 2013, p. 97).

A partir da análise de sedimentos e solo que tem interferência antropogênica em sua formação, precisamos compreender que os

[...] fitólitos são incorporados aos sedimentos arqueológicos através de um conjunto de processos semelhantes aos que atuam nos ambientes naturais, mas neste caso o insumo que define a assembleia de fitólitos é aquele proveniente das atividades antrópicas. Essas atividades antrópicas multiformes (por exemplo, exploração de materiais vegetais, processamento de colheitas, estábulos de animais, estruturas arquitetônicas, etc.) produzem assembleias de fitólitos que são normalmente muito maiores do que aquelas produzidas a partir da vegetação natural ou do banco de solo de fitólitos. Os processos de incorporação de fitólitos, porém, seguem o mesmo caminho: (1) necrólise (decomposição e desagregação da planta); (2) bioestratinomia (todos os processos que ocorrem após a morte da planta, mas antes do sepultamento dos fitólitos); (3) diagênese fóssil (os efeitos cumulativos dos processos físicos, químicos e biológicos que podem alterar ou destruir o registro fóssil e enterrado do fitólito) (MADELLA; LANCELOTTI, 2012, p. 79).

Portanto, a quantidade de informações que compõe uma assembleia de fitólitos originários de sedimento e solo em contextos arqueológicos dependerá dos tipos de atividades de subsistência que o grupo humano que habitou certo local realizava no seu cotidiano. Além disso, é crucial reconhecer a capacidade de destruição dos vestígios que o tipo de solo dos locais ocupados pode provocar, além da própria ação humana ou de outros animais do passado ou do presente. Podendo, assim, afetar a contribuição de informação que esse tipo de estudo pode nos oferecer (MADELLA; LANCELOTTI., 2012).

Para o exemplo da análise de fitólitos em dentes, temos a pesquisa de dissertação e tese de Célia Boyadjian (2007; 2012) na região de Santa Catarina e São Paulo em sua dissertação e somente Santa Catarina em seu doutorado. Nesse trabalho, a autora conduziu uma análise de microvestígios provenientes de cálculos dentários de 19 indivíduos, dos quais 9 eram homens, 7 mulheres e 3 não puderam ser identificados. Na maioria dos casos foi necessária à coleta de uma amostra de apenas um dente de cada pessoa. O trabalho realizado busca compreender a dieta dos povos que ocuparam aquela região e os materiais foram coletados nos sambaquis

Jabuticabeira II e Moraes. O sítio arqueológico Sambaqui Jabuticabeira II é localizado na região Sul de Santa Catarina e o Sambaqui Moraes, localizado na cidade de Miracatú no estado de São Paulo (BOYADJIAN, 2007; 2012).

Com a realização deste trabalho, a autora obteve resultados que contribuíram para o desenvolvimento de técnica alternativa de extração de microevidências de dentes “dental Wash”, interpretação da diversidade de plantas e a compreensão na dieta vegetal de homens e mulheres, na sua dissertação (BOYADJIAN, 2007). Em sua tese, os resultados obtidos contribuem para a compreensão de quais plantas eram utilizadas como alimento, como eram preparadas e quais as possibilidades de cultivo no sítio estudado. No entanto, foram observados um menor número de fitólitos nas análises da pesquisa, com a maior parte dos resultados sendo obtidos por meio da análise dos grãos de amido (BOYADJIAN, 2012). Isso pode indicar que, em alguns contextos arqueológicos, os grãos de amido são mais abundantes e informativos do que os fitólitos, e, portanto, podem ser uma escolha mais adequada para estudos dietéticos e de uso de plantas (BOYADJIAN, 2007, 2012).

A análise dos fitólitos encontrados pela pesquisadora supracitada indicou que o formato deles é característico das folhas de gramíneas. Essas plantas, por sua vez, não são consideradas muito palatáveis para os seres humanos, o que sugere que não eram consumidas como alimento principal. No entanto, a Boyadjian levanta outras possibilidades de uso. Por exemplo, as folhas de gramíneas poderiam ser utilizadas para fins medicinais em vez de serem ingeridas diretamente. Além disso, há a possibilidade de contaminação dos alimentos durante o preparo, caso as gramíneas fossem usadas para combustão e os fitólitos fossem acidentalmente ingeridos (BOYADJIAN, 2012).

Outra hipótese é que as folhas de gramíneas, ou suas cinzas, fossem utilizadas para a higiene bucal. Essa prática era comum nessas sociedades e pode estar relacionada à baixa presença de cáries encontrada nos indivíduos estudados, um tema que ainda é discutido academicamente (BOYADJIAN, 2012). Essas interpretações ressaltam a importância de considerar não apenas o aspecto alimentar, mas também outras funções e usos das plantas em contextos arqueológicos.

Além disso, a pesquisa realizada pela autora também revela que

[...] tubérculos do gênero *Calathea* sp., pertencente a família Maranthaceae, estavam presentes na dieta do grupo associado a Jabuticabeira II. Embora não tenha sido encontrada evidência de consumo desse gênero em outros sambaquis, sabe-se que uma de suas espécies (*Calathea allouia* – popularmente conhecido no Brasil como ariá ou leren) é consumida na região norte do Brasil e em outros países da América do Sul (BOYADJIAN, 2012 p. 135).

O estudo conduzido por María del Pilar Babot (2009) é um exemplo interessante de pesquisa que envolve a análise de material lítico na busca de fitólitos. Nesse caso, o foco da pesquisa é compreender a utilização de plantas na elaboração de alimentos, na confecção de bens tecnológicos e o uso psicoativo por meio da análise de materiais líticos utilizados para a trituração destas plantas pelos povos andinos. O estudo envolve a investigação de diferentes sítios arqueológicos nas regiões de La Puna, La Prepuna e da Área Valliserrana, região Noroeste da Argentina (BABOT, 2009).

Dessa forma, Babot obteve os resultados da análise atribuídos a 19 táxons entre gênero, espécie e família de plantas que foram submetidas à moagem. Entre eles, parte deles corresponde a tubérculos ou raízes de Soldaque (*Hypseocharis pimpinellifolia* J. Rémy, Ann), tubérculos de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), Batata comum (*Solanum tuberosum* L.), rizomas de Achira (*Canna edulis*), gênero Ipomoea. Outros pertencem a grãos de cereais ou pseudocereais de plantas domesticadas como o Milho (*Zea mays* L.), Quinoa (*Chenopodium* aff. *quinoa*), Cañigua (C. aff. *pallidicaule*). Também sementes de leguminosas como o Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e frutos silvestres como a Prosopis (*Juglans australis* griseb.), espécies do gênero *Opuntia*, casca do fruto Mate (BABOT, 2009).

Essas descobertas fornecem uma visão detalhada da diversidade de recursos vegetais utilizados pelas populações da região noroeste da Argentina, bem como suas práticas de processamento de alimentos e a importância dessas plantas em sua dieta e cultura. A análise de materiais líticos desempenha um papel crucial na identificação desses vestígios botânicos e na compreensão das antigas interações humanas com o meio ambiente.

Além disso, foi permitido analisar os danos causados pelas formas de processamento das plantas, podendo ser verificada a presença de quebras, fissuras e perdas das características originais dos microvestígios, dentre outras consequências relacionadas ao uso de moinhos, almofarizes e pilões. A partir disso, pode-se entender como e quais os processos eram realizados com essas ferramentas nas plantas antes do consumo por essas comunidades (BABOT, 2009).

Por fim, temos como exemplo de estudos de fitólitos extraídos de vasilhas cerâmicas o trabalho de Rodrigo Angrizani, María Colobig e Mariano Bonomo (2021), que buscam, através da análise das alterações tafonômicas de alguns microindicadores e plantas identificadas, discutir o uso funcional das vasilhas a partir da taxonomia funcional baseada na analogia etnohistórica.

Dessa forma, os autores realizaram o estudo em 20 vasilhas arqueológicas Guarani inteiras ou semi-inteiras que fazem parte da coleção do Museu Regional Aníbal Campas,

localizado em Misiones, Argentina. Assim, foram apresentados os usos e as funcionalidades destas vasilhas conforme a bibliografia, que as classifica a partir de sua morfologia, metragem, tratamento de superfície, relacionando-as depois com os resultados encontrados a partir da análise dos fitólitos e outros microvestígios botânicos (COSTA ANGRIZANI; COLOBIG; BONOMO, 2021).

Assim, conforme os resultados apresentados pelos pesquisadores, em 17 vasilhas foram quantificados 108 microvestígios, sendo a maioria deles correspondente a fitólitos, seguidos por espículas de espongiário e grãos de amido. Os fitólitos e grãos de amido permitiram a detecção de plantas no interior das vasilhas analisadas, sendo os fitólitos relacionados a família botânicas como Poaceae, às subfamílias Panicoideae e Pooideae, e elementos que podem ser relacionados à família Cyperaceae. Em alguns recipientes cerâmicos, foram encontradas espículas de esponja de água doce, indicando a presença de água no interior delas ou na composição da pasta para sua confecção, e os grãos de amido permitiram identificar a presença de amiláceos e, com maior precisão, grãos de frutos de *Zea mays* e *Cucurbita* sp. em uma das vasilhas (COSTA ANGRIZANI; COLOBIG; BONOMO, 2021).

Com este estudo, pode-se compreender o tipo de planta e as alterações sofridas pelos microindicadores, como, por exemplo a queima, moagem, limpeza, dentre outros processos de preparo, e assim relacioná-los com as vasilhas onde foram encontradas. Isso pode indicar um uso para o recipiente, conforme as condições em que foram encontrados, e comparar com os usos que a bibliografia apresenta para as comunidades Guaraní (COSTA ANGRIZANI; COLOBIG; BONOMO, 2021).

Portanto, percebe-se que as análises de fitólitos e outros microvestígios botânicos podem ser realizados de diversas formas, sendo seus resultados definidos pelos objetivos do pesquisador que se propõe a analisá-los. Assim, este tipo de estudo pode nos trazer informações importantes como os exemplos citados acima, contribuindo cada vez mais com os conhecimentos sobre as populações que ocuparam e ocupam a América do Sul e sua relação com o ambiente em que viviam e vivem.

2.3 ESTUDOS DE FITÓLITOS NA AMÉRICA DO SUL

Como já mencionado anteriormente, os estudos arqueobotânicos surgiram entre as décadas de 1820 e 1830 do século XIX na Europa. Posteriormente, com uma perspectiva de análise antropológica, os estudos se expandiram para as Américas durante o século XX, sendo somente após os anos de 1950 que o desenvolvimento de novas formas de análises

arqueobotânicas despertou maior interesse nos pesquisadores do continente americano, espalhando-se pelo continente, principalmente depois dos anos 1980 (DENHAM; IRIARTE; VRYDAGHS, 2007; PEARSALL, 1989; PIPERNO, 1991).

Os fitólitos apareceram em estudos no ano de 1804 e em 1835 foram descobertos e mais bem compreendidos, porém foram deixados de lado no que diz respeito as pesquisas arqueobotânicas, ocorrendo uma maior concentração em estudos de macrovestígios. Portanto, mais de 75% dos trabalhos sobre análise de fitólitos foram produzidos depois do ano de 1958 (BERTOLDI DE POMAR, 1975). Somente próximo à década de 1980 que os estudos de fitólitos passaram a desenvolver novas técnicas de análise e identificação de plantas nos Estados Unidos (PEARSALL, 1989).

Conforme Bertoldi De Pomar (1975), foram encontrados materiais com partículas de opala em 1936, as quais foram chamadas de “mascareignite” e que foram posteriormente reconhecidas como fitólitos, preservando-se abundantemente em solos de regiões vulcânicas nas Ilha da Reunião e Ilha Mascarenhas no Leste de Madagascar, África.

Além disso, a autora apresenta em seu trabalho uma tabela com publicações sobre fitólitos de 1800 até 1971, as quais mostram um enfoque na análise de plantas e sedimento, somando o total de 161 trabalhos publicados neste período. Dentre esses, a autora destaca que na década de 1960 desenvolveram-se estudos de fitólitos voltados para a agronomia na Argentina e, mais tarde, o governo brasileiro, em 1970, para um programa de investigação da reserva biológica de Água Emendadas, recomendou que praticassem estudos de fitólitos das gramíneas do “cerrado”, os quais resultaram em uma série de publicações entre 1966 e 1971 (BERTOLDI DE POMAR, 1975).

Dessa forma, compreende-se que entre as décadas de 1960 e 1980 o estudo dos corpos de sílica opalina passou a ser empregado na interpretação arqueológica na América do Sul e Central, com a realização, por exemplo, de estudos localizados no sítio Kotosh, Peru. Esses estudos foram bastante usados para identificar e compreender a expansão do milho e para a reconstrução do paleoambiente (PEARSALL, 1989).

Assim, com o avanço dramático dos estudos dessas análises na década de 1980, percebeu-se a capacidade de datação por termoluminescência e de carbono contido em alguns fitólitos. A relação dos resíduos contidos em ferramentas e a colaboração na interpretação do uso delas, o desgaste nos dentes de animais que pastam e a presença de fitólitos na arcada dentária podem colaborar com o estudo de interpretações das dietas desses animais e de comunidades, bem como os fitólitos contidos no interior de recipientes cerâmicos que podem ajudar a determinar o uso e a dieta preparada nestes recipientes (PEARSALL, 1989).

Muitos estudos se dedicaram a identificar e descrever fitólitos que correspondem às gramíneas relacionadas a 60 espécies de plantas, a *Canna edulis*, o gênero *Musa*, que correspondem às bananas, e as gimnospermas e pteridófitas. Com isso, destaca-se importantes trabalhos realizados que tornaram mais abrangente a compreensão sobre a natureza e produção de fitólitos, focados em táxons tropicais, estudaram detalhadamente 105 espécies de monocotiledôneas selvagens em vinte famílias para a região do Panamá, América Central. No entanto, esses estudos colaboram com a interpretação de plantas localizadas também na América do Sul.

Assim, com o aumento dos estudos e descrições dos fitólitos das vegetações existente, cada vez mais se torna possível identificar uma série de plantas cultivadas ou úteis às populações humanas no Sul da América, como o milho, a abóbora, cabaça, banana, araruta, achira (cana-índica, biri, cana-do-brejo, etc.), palmeiras e ciperáceas, e as pesquisas continuaram a desenvolver metodologias e para a identificação do trigo, arroz e outras plantas cultivadas (PEARSALL, 1989).

Com isso, a questão da denominação dos estudos sobre vestígios de plantas foi um objeto de debate na América do Sul. Ocorrendo em 2007, na Argentina, uma mesa de discussões teóricas que levou em consideração o debate sobre a temática do ponto de vista semântico, epistemológico, histórico e semiótico (SCHEEL-YBERT, 2016; ARCHILA, S.; GIOVANNETTI, M.; LEMA, V, 2008).

A partir disso, percebe-se que a arqueobotânica na América do Sul ainda tem muito a se desenvolver devido ao fato de muitos estudos realizados serem conduzidos por pesquisadores estrangeiros, sem que uma tradição de pesquisadores locais tenha se estabelecido até então. Neste sentido, no Noroeste do continente, o desenvolvimento da arqueobotânica, durante muito tempo, foi realizada por pesquisadores norte-americanos, sendo no Peru, mais recentemente, o destaque de pesquisas realizadas por colombianos (SCHEEL-YBERT, 2016).

Na região sul do continente, inicialmente, os trabalhos foram desenvolvidos por agrônomos e botânicos. Somente após 1970 o interesse dos arqueólogos se voltou para a região, e, assim, os trabalhos arqueobotânicos passaram a se desenvolver efetivamente após a década de 1980. Nos anos 1990 houve um aumento significativo de pesquisas na região, com um grande interesse na análise de microevidências, ocorrendo paralelamente, em outras áreas científicas, um aumento nas análises de fitólitos (SCHEEL-YBERT, 2016).

Até os anos 2000 raramente existiam estudos voltados para a análise de microevidências no Brasil. Os estudos de antracologia foram iniciados com maior determinação, seguidos das primeiras análises de microvestígios botânicos (SCHELL-YBERT, 2016). Sabe-se que nas

décadas de 1960 e 1970 houve no Brasil alguns poucos trabalhos que envolviam as análises de fitólitos, totalizando 6 publicações. No entanto, entre os anos de 1980 até 2001, apenas 2 trabalhos publicados. Depois disso, o cenário da pesquisa começou a mudar lentamente, e o número de pesquisas aumentou. Entre 2002 até 2013, quase uma década, foram publicados 46 trabalhos com análise de fitólitos (LUZ et al, 2015).

Dessa forma, conforme Rita Scheel-Ybert, acredita-se que

a Arqueobotânica da América do Sul no século XXI não se encontra mais na posição de uma mera técnica analítica, nem de uma “disciplina associada” da Arqueologia. Ela é, sim, integralmente uma especialidade arqueológica, no mais das vezes praticada por Arqueólogos, que buscam a partir dos vestígios biológicos responder a problemáticas arqueológicas, identificando as ações, motivações, e processos sociais que conduziram à presença destes vestígios em determinado contexto com vistas a compreender aspectos culturais (SCHEEL-YBERT, 2016, p. 124).

Neste sentido, em relação aos estudos microarqueobotânicos, podemos perceber que diferentes trabalhos vêm sendo realizados nos países sul-americanos, principalmente a partir da primeira década do século XXI. Assim, a utilização da análise de fitólitos e outros vestígios botânicos na investigação de cálculos dentários, em vasilhas cerâmicas, em sedimentos com alteração antropológica, entre outros materiais arqueológicos, está trazendo contribuições importantes para a compreensão dos povos que ocupavam a região.

3 ANÁLISE DAS METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO DE FITÓLITOS

Uma parte importante do estudo de fitólitos é a extração dos mesmos de plantas, sedimentos, solos, paleossolos, restos culturais e bioarqueológicos (CALEGARI; MUSAUBACH; HONAINÉ, 2016). Com isso, compreende-se que a “extração não é tarefa fácil quando é feita a partir de solos e de sedimentos, já que é necessário remover a matéria orgânica, argila e as diferentes frações de areia. Os fitólitos concentram-se na fração silte (2 a 50 μm)” (SANTOS, 2007, p. 71).

Para mais, Roseilton Santos (2007, p. 71) nos traz que a “[...] extração ou purificação é uma etapa de grande importância para qualquer estudo subsequente”. Dessa forma, esse procedimento segue rigorosos protocolos praticados pelos pesquisadores (PIPERNO, 1998; MADELLA et al, 1998; BABOT, 2007) e que, posteriormente, foram adaptados a outros contextos de análises (CALEGARI; MUSAUBACH; HONAINÉ, 2016).

Com isso, a

[...] finalidade do protocolo consiste em retirar o maior número possível de partículas orgânicas e inorgânicas que possam dificultar/inviabilizar a identificação e quantificação dos morfotipos de fitólitos e outras biomineralizações de sílica (espículas de esponjas e frústulas de diatomáceas) presentes nas amostras (COE et al, 2021, p. 136).

Consequentemente fazendo com que a

[...] eficácia dos processos de extração e identificação de fitólitos depende de um bom método, e este pode se adequar conforme a necessidade de cada pesquisa, sendo o material determinante da metodologia. A utilização de um método adequado para se chegar a uma observação que nos permita visualizar a morfologia dos corpos de sílica é extremamente importante, pois é desta forma que o fitólito se tornará acessível à pesquisa (PEREIRA, 2013, p. 65).

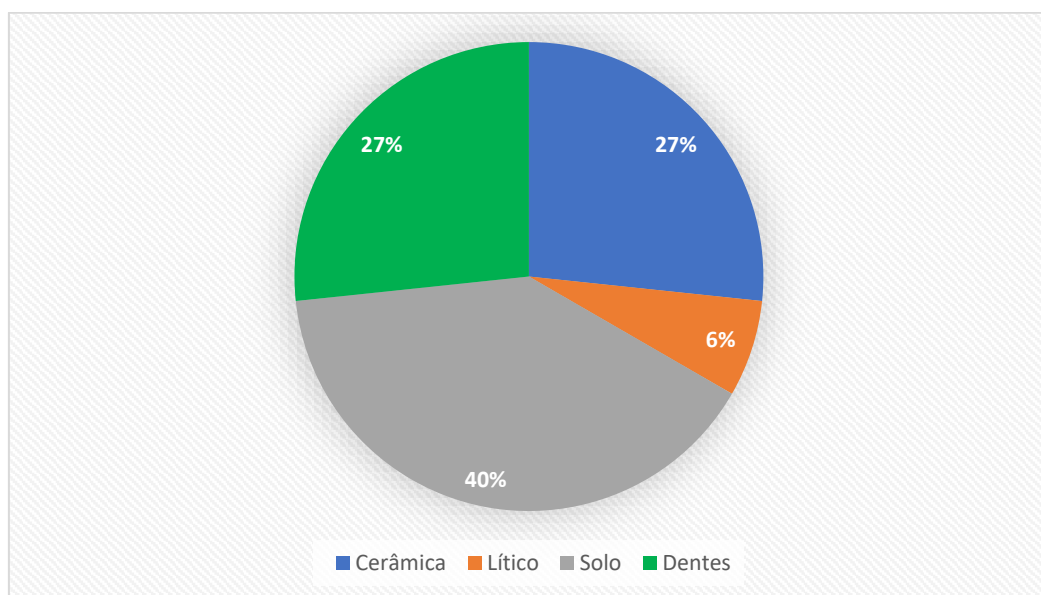
Assim, compreende-se que o procedimento de extração é uma das principais fases do estudo arqueobotânico, e que vai determinar o decorrer da pesquisa podendo nos trazer resultados válidos ou não. Esse fator torna-se central neste trabalho, buscando identificar os principais protocolos de extração realizados na América do Sul.

Neste sentido, serão apresentadas pesquisas realizadas em alguns países sul-americanos. Para isso, torna-se importante destacar que estabelecemos palavras-chave para definir os textos que serão analisados, as quais foram pesquisadas em português, espanhol e inglês. Desta maneira, foram realizadas buscas em plataformas fechadas de bibliografia acadêmica (*SciELO-Scientific Electronic Library Online*, *Google Acadêmico*, *Academia.Edu*, entre outros) e no

Google como plataforma aberta. Foram utilizadas as palavras-chave arqueobotânica, fitólitos e América do Sul, combinadas com alguns dos possíveis locais de ocorrência de fitólitos, tais como: cerâmica, lítico, solo e dentes.

Portanto, foram selecionadas pesquisas publicadas online e que estão disponíveis em acesso livre na *Internet*. Os textos encontrados tornam-se objeto de estudo desta pesquisa, e juntos podem ser uma importante forma de iniciar ou até mesmo compreender um pouco mais sobre a análise de plantas em contextos arqueológicos na região. Além disso, foram obtidos o total de 30 textos, os quais foram divididos em categorias (conforme gráfico 1) como cerâmica, artefatos líticos, sedimento de solo e dentes. É importante ressaltar que trabalhos que analisaram mais de uma dessas categorias simultaneamente e que são de regiões de fora da América do Sul foram excluídos desta pesquisa.

Gráfico 1 – Distribuição dos 30 textos analisados nas categorias de tipos de materiais arqueológicos.

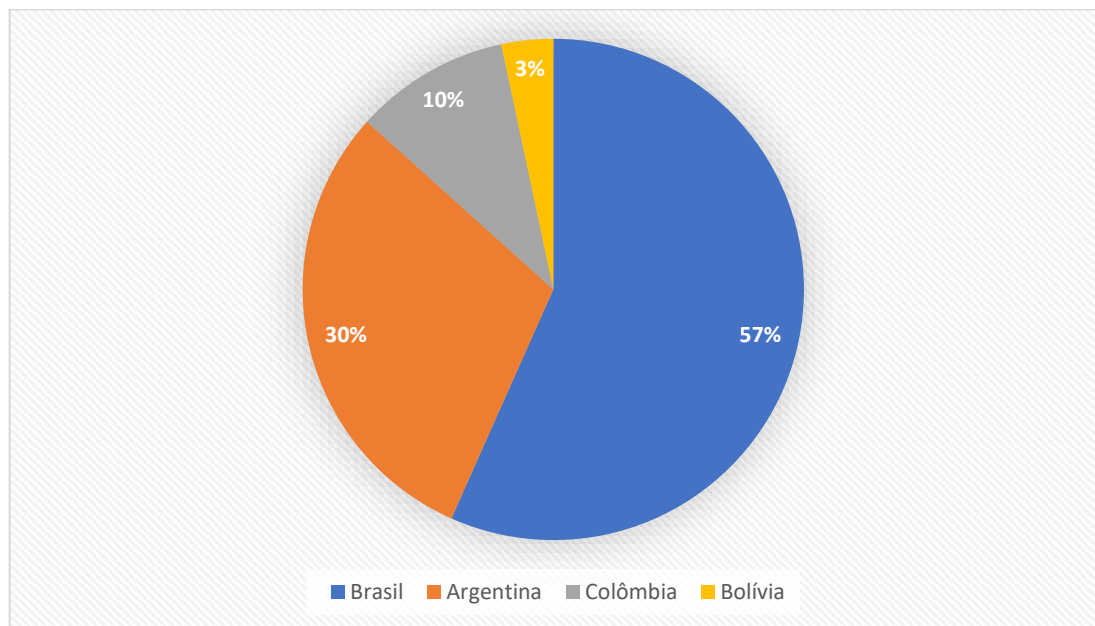


Fonte: O autor.

A partir disso, percebe-se que, de acordo com as 30 pesquisas encontrados por meio da busca realizada, a maioria dos estudos se concentraram em análises de solo com 12 estudos, seguidos por trabalhos voltados para análise de cerâmica e estudos realizados a partir dos cálculos dentários humanos, ambos com 8 pesquisas. Por fim, os estudos focados na análise de fitólitos em material lítico representaram apenas 2 trabalhos.

Outro fator considerado importante para esta pesquisa é a distribuição geográfica das bibliografias encontradas nos seus países de origem (Gráfico 2). Dessa forma, o gráfico a seguir apresenta informações sobre a quantidade de produções por país, de acordo com a pesquisa realizada neste trabalho. Assim, foram encontradas investigações no período de 2007 até o ano de 2023.

Gráfico 2 – Quantidades de produções por país dos 30 textos analisados.



Fonte: O autor.

Neste sentido, o Brasil possui 17 trabalhos com análise de microvestígios, seguido pela Argentina com 9 publicações. Em seguida, com 3 publicações temos a Colômbia e, depois, a Bolívia com 1 trabalho publicado. Salienta-se que estes números se referem a pesquisas que se enquadram nas características citadas anteriormente e que foram selecionadas para esta investigação.

3.1 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM SOLO

As 12 pesquisas publicadas encontradas (Quadro 1) para a análise de metodologias de extração de fitólitos em solo oriundos de contextos arqueológicos foram realizadas na Argentina, Brasil e Colômbia. E com isso, tiveram seus resultados para a interpretação de microvestígios de plantas em solo de sítios arqueológico, sendo obtidos informações para

reconstrução ambiental desses sítios, compreensão sobre cultivo desenvolvidos, tipo de vegetação presente no passado, datação dos sítios, tempo de ocupação, entre outros resultados aqui salientados (CHUENG et al., 2020b, 2020a, 2019, 2018; COE et al., 2020; COLOBIG et al., 2017; FLORES, 2021; LEFEBVRE et al., 2021; LOMBARDO et al., 2020; MACHADO et al., 2022; PEREIRA, 2013; POSADA; PARRA, 2010).

Quadro 1 – Pesquisas de fitólitos em solo de sítios arqueológicos.

(continua)

Nº	Ano	Tipo de pesquisa	Título da pesquisa	Autores
1	2010	Artigo	Microscopía de pedocomponentes en un sitio arqueológico del occidente de Antioquia. Énfasis en arqueobotánica Y paleoecología	William Posada e Luís Norberto Parra
2	2013	Dissertação	Ocupação pré-histórica do litoral norte gaúcho: um olhar sobre o invisível	Gilson Laone Pereira
3	2017	Artigo	Restos arqueobotánicos del sitio arqueológico fuerte <i>Sancti Spiritus</i> , Santa Fe, Argentina.	María Colobig, Alejandro Zucol, Mariana Brea, Jimena Franco, Esteban Passegi, Gabriel Cocco e Ibán Sánches-Pinto
4	2018	Artigo	Reconstituição Paleoambiental da Área Arqueológica de Serra Negra, Face Leste do Espinheiro Meridional (Minas Gerais), através da Análise de Fitólitos	Karina Chueng, Heloisa Coe, Marcelo Fagundes, Alessandra Vasconcelos e Sarah Ricardo

Quadro 2 – Pesquisas de fitólitos em solo de sítios arqueológicos.

(continua)

5	2019	Artigo	Aplicações de estudos de fitólitos para reconstituição paleoambiental em sítios arqueológicos: estudos de caso no Brasil	Karina Chueng, Heloisa Coe, Rosa Souza, Marcelo Fagundes, Alessandra Vasconcelos, Sarah Ricardo, Dione Bandeira, Raphaella Dias e David Machado
6	2020	Artigo	Early Holocene crop cultivation and landscape modification in SW Amazonia	Umberto Lombardo, José Iriart, Lautaro Hilbert, Javier Ruiz-Pérez, José Capriles e Heinz Veit
7	2020	Capítulo de livro	Reconstituição paleoambiental através de fitólitos no Sambaqui Casa de Pedra, São Francisco do Sul-SC, Brasil	Heloisa Coe, Dione Bandeira, Giliane Rasbold, Rosa Souza, Karina Chueng, Raphaella Dias, David Machado, Jessica Ferreira, Celso Voss e Julio Sa

Quadro 2 – Quadro de pesquisas de fitólitos em solo de sítios arqueológicos.

(continua)

Nº	Ano	Tipo de pesquisa	Título da pesquisa	Autores
8	2020	Capítulo de livro	Utilização de fitólitos para inferências paleoambientais na área arqueológica de Serra Negra, Minas Gerais	Karina Chueng, Heloisa Coe, Cátia Santos, Marcelo Fagundes, Alessandra Vasconcelos, Sarah Ricardo, David Machado
9	2020	Capítulo de livro	Reconstituição paleoambiental em sítios arqueológicos através da análise de fitólitos: estudos de caso no Brasil	Karina Chueng, Heloisa Coe, Rosa Souza, Marcelo Fagundes, Alessandra Vasconcelos, Sarah Ricardo, Dione Bandeira, Raphaella Dias e David Machado
10	2021	Artigo	Caracterización fitolítica de las secuencias sedimentarias del sitio arqueológico El Pichao (Noroeste Argentino): cambios ambientales y antrópicos durante el Holoceno superior	María Lefebvre, María Colobig, Alejandro Zucol e María Vattuone
11	2021	Tese	Aporte da análise de microvestígios botânicos à determinação do uso de plantas domesticadas em Lapa Grande de Taquaraçu (MG)	Rodrigo Flores

Quadro 2 – Quadro de pesquisas de fitólitos em solo de sítios arqueológicos.

(conclusão)

Nº	Ano	Tipo de pesquisa	Título da pesquisa	Autores
12	2022	Artigo	Paleoenvironmental Reconstruction Through Phytolith Analysis in the Casa Da Pedra Shellmound Archaeological Site, São Francisco Do Sul, Santa Catarina, Brazil	David Machado, Heloisa Coe, Dione Bandeira, Rosa Souza, Giliane Rasbold, Karina Chueng, Raphaella Dias, Jessica Ferreira, Celso Voss e Julio Sa

Fonte: O autor.

Por meio desta pesquisa percebeu-se a ocorrência da utilização de diversas metodologias de extração. Portanto, busca-se expor trabalhos que desenvolvam em seus textos os processos que os autores realizaram em suas pesquisas e as bibliografias que referenciam esta parte do processo arqueobotânico. Além disso, para o desenvolvimento da pesquisa foram criados critérios para a definição da bibliografia analisada. Neste sentido, buscou-se trabalhos que realizassem a análise somente em solo, com isso em vista, salienta-se que algumas pesquisas importantes ficaram fora desta análise.

A partir disso, o primeiro texto sobre análise de solo em contexto arqueológico a ser analisado foi uma pesquisa desenvolvida por William Posada e Luís Norberto Parra (2010), a qual busca compreender as relações humanas com o meio ambiente por meio de estudo do sítio arqueológico UMP 31, localizado na bacia do Rio Musinga, na Colômbia. Deste modo, a pesquisa consiste na análise do solo para identificar e quantificar os componentes microscópicos orgânicos, inorgânicos e biominerais presente nas amostras, os quais podem colaborar na interpretação de condições ambientais específicas (POSADA; PARRA, 2010).

Neste sentido, o trabalho realizado obteve como resultado uma variedade microfóssil que permitiu reconstruir o paleoambiente presente nesse sítio antes da ocupação humana no local, os quais revelaram identificadores de plantas úteis e comestíveis nos períodos pré-

colombianos. Assim, foram encontrados identificadores de coníferas, *Moraceas*, *Fabaceas*, e outras plantas, além de Diatomáceas, *Tecamebas*, *Chrysoficeae*, *Pseudoschizeae* e outros componentes de corpos d'água permanentes (POSADA; PARRA, 2010)

A partir disso, os autores realizam um método adaptado de extração, o qual é descrito inicialmente com a saturação da

[...] amostra de solo em solução de amônia e isopropanol 1:2 e dispersá-la mecanicamente usando um misturador a 5 rpm. por 2 minutos.

Cada amostra foi passada através de um conjunto de malhas -140 +635, que reteriam separadamente duas frações de material: uma para o sedimento de mais de 106 μ (-140) que serviria para uma análise menor e complementar dos detritos orgânicos e eventuais microartefatos, e outro para o sedimento entre 106 μ e 20 μ (+635), que seria o objeto final de observação ao microscópio.

Por fim, a montagem foi realizada em Naphrax™ e as placas foram lidas no microscópio petrográfico de luz transmitida, contando um total de 300 componentes sob a objetiva de 40X (POSADA; PARRA, 2010, p. 21).

O autor baseou-se no protocolo desenvolvido no trabalho de María Tereza Flóres (2000) chamado “*Génesis de paleosuelos ándicos a partir del estudio de pedocomponentes: Tesis de Maestría*”¹, desenvolvido na *Universidad Nacional de Colombia*.

Gilson Pereira (2013) desenvolveu em sua dissertação, já citada no segundo capítulo, um estudo de paleossolo de dois sambaquis do litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul. Agora apresentaremos a metodologia de extração utilizada neste trabalho.

Nesta pesquisa, o pesquisador realiza, em um de seus capítulos, a descrição de diversas metodologias de trabalhos realizados até aquele momento. Porém, a partir do estudo dos métodos descritos, optou por trabalhar com uma modificação de um procedimento proposto por Liovando Costa, Roseilton Santos, Carlos Schaefer, Ana Maria Moreau e Maurício Moreau (2010) (COSTA et al, 2010). A partir deste texto, temos que

[...] as amostras coletadas são secas em temperatura ambiente para obtenção da terra fina, por peneiramento. Após esse procedimento, 5 g de solo foram acondicionados em cadinho de porcelana e permaneceram na mufla a 500 °C por 5 h, para remoção da matéria orgânica. O material então foi tratado com HCl 10 cL L⁻¹, durante 1 h, para eliminação das impurezas contidas nas cinzas (relação 1:2,5 – cinza:solução). Em seguida, centrifugou-se a 1.300 g por 5 min. Essa etapa foi repetida mais duas vezes com HCl (10 cL L⁻¹) e duas lavagens com H₂O destilada. Em cada uma dessas etapas o sobrenadante foi descartado. Após o procedimento descrito, removeu-se a fração areia, passando as amostras de solo em peneira de malha entre 0,053 a 2,000 mm. A

¹ Este trabalho não pode ser encontrado no manancial da Universidad Nacional de Colombia, porém foi encontrado um outro trabalho com mesmo título de Mária Flóres e Luís Parra (2001) em publicação realizada na *Revista Facultad de Ingeniería*, no link: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/325948/20783245>

fração silte foi separada da argila por sedimentação e a remoção desta foi feita por sifonamento, a partir de 10 agitações a cada 10 min, com descarte do sobrenadante. O silte foi seco em estufa com ventilação forçada a 105–110 °C. A identificação dos corpos silicosos foi realizada em lâminas com amostras de silte, utilizando óleo de imersão para facilitar a visualização em microscópio óptico Olympus CX31 (com aumentos de 100 e 400 vezes). Foram escolhidos cinco campos para observação e contagem dos corpos silicosos em cada amostra de solo (COSTA et al, 2010, p. 874)

A próxima pesquisa foi realizada por María Colobig, Alejandro Zucol, Mariana Brea, Jimena Franco, Esteban Passegi, Gabriel Cocco e Ibán Sánchez-Pinto (2017) e se propunha analisar o forte espanhol de *Sancti Spiritus* na confluência dos rios Carcarañá e Coronda, o qual foi estabelecido entre maio e agosto de 1527 na Argentina (COLOBIG et al., 2017).

Com isso, por meio de microevidências encontradas no sítio, foram encontrados dois momentos de ocupação do forte pelos colonizadores. A partir disso, foram identificadas informações que indicam a presença de vegetação típica de ambiente ribeirinho, porém foram encontradas formas relacionadas à vegetação não nativa, notada pela presença da planta tritíceas. Além disso, ocorre uma variação na quantidade e composição de fitólitos nas amostras estudadas, podendo indicar o momento de ocupação a abandono do assentamento, evidência presente também na quantidade e variedade da cultura material encontrada durante a escavação (COLOBIG et al., 2017).

Neste segundo momento da ocupação, por meio do estudo dos fitólitos, pode-se identificar a presença de formas relacionadas às Maideas, tritíceas, plantas características da primeira fase, associadas as populações originárias, dados que podem indicar o uso dessas plantas pelos colonizadores, podendo também estar relacionada às condições locais do meio ambiente (COLOBIG et al., 2017).

Para a realização da extração das microevidências foram processadas 20 g de amostra de solo para a realização do protocolo, sendo realizada a

[...] secagem, moagem e peneiramento grosso do material do campo, eliminação de sais solúveis (com água destilada fria e depois quente), carbonatos, cimentos e vernizes (com ácido clorídrico quente e frio) e de matéria orgânica (adição de 100 volumes de peróxido de hidrogênio a 30%); dispersão de argila (usando hexametáfosfato de sódio); separação granulométrica para obtenção de três frações (diâmetro fino entre 5 e 53 µm-, diâmetro médio entre 53 e 250 µm- e diâmetro grosso maior que 250 µm-), separação densimétrica (com politungstato de sódio como líquido pesado em uma densidade de 2,345 gr/cm³) e, por fim, sua montagem em preparações microscópicas fixas (bálsamo do Canadá) e líquidos (óleo de imersão) (COLOBIG et al., 2017).

Segundo os autores, o processo foi baseado no protocolo de Zucol et al (2010)², porém, em comparação com outras pesquisas que utilizam este mesmo protocolo, percebe-se que até a fase de dispersão da argila, os procedimentos seguidos estão de acordo com Alejandro Zucol e Margarita Osterrieth (2002), metodologia mais bem descrita no texto para extração de fitólitos de materiais cerâmicos, onde foi citado diretamente pela bibliografia analisada. Assim, nota-se a adição da técnica de separação granulométrica para a obtenção de diâmetros variáveis na amostra de solo, seguido da montagem da lâmina de visualização em microscópio (COLOBIG et al., 2017; ZUCOL; OSTERRIETH, 2002).

O trabalho a seguir foi inicialmente conduzido por Karina Chueng, Heloisa Coe, Marcelo Fagundes, Alessandra Vasconcelos e Sarah Ricardo (2018), trabalho em que foi realizado no sítio arqueológico Cabeças 4, localizado na face leste da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), em Minas Gerais. Esta pesquisa busca contribuir com os trabalhos arqueológicos realizados na região na reconstrução paleoambiental por meio da análise de solo presente no sítio citado (CHUENG et al., 2018).

Dessa forma, foram coletadas do sítio arqueológico as amostras de solo de 5 em 5 cm e uma amostra de cada camada do perfil das proximidades do sítio para a realização do estudo de fitólitos, sendo possível identificar a presença do material em todas as amostras analisadas.

Sendo assim, as sílicas opalinas extraídas do Sítio Cabeças 4

[...] apresentaram predominância de fitólitos de gramíneas (entre 58 e 70%), principalmente dos tipos de Poaceae de regiões temperadas ou tropicais de altitude, como rondel (8 a 18%) e trapeziform (de 4 a 7%), de Poaceae de ambientes úmidos como bilobate (de 6 a 17%) e cross (de 3 a 10%), porém com estresse hídrico, já que o tipo bulliform representa de 17 a 19% dos fitólitos classificáveis. Além desses tipos, foram observados fitólitos produzidos por Arecaceae, o tipo globular echinate (de 13 a 18%) e por dicotiledôneas lenhosas, o tipo globular granulate (de 8 a 13%), além de uma considerável quantidade do tipo elongate (de 9 a 16%), produzido principalmente por Poaceae mas que também pode ser observado em dicotiledôneas lenhosas (CHUENG et al., 2018, p. 2268).

Conforme Chueng et al (2018, p. 2267), as amostras foram analisadas

[...] seguindo o Protocolo de Extração de Fitólitos de Sedimentos e Solos adaptado daquele utilizado pela equipe do Prof. Dr. Mauro Parolin, da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (FECILCAM), Paraná. A preparação inicial consistiu em secar e peneirar a 2mm 10g de amostra e eliminar carbonatos (com HCl), óxidos de ferro (com Citrato e Diotinito de Sódio), a matéria orgânica (com ácido nítrico, ácido sulfúrico e H₂O₂) e a fração argila (por decantação). Tomou-se uma alíquota de 25 µl do material (precipitado) e confeccionam-se lâminas para microscopia em óleo de

² Bibliografia não encontrada.

imersão (temporárias) e Entellan® (permanentes), nas quais foi realizada a determinação de seu conteúdo, a descrição dos principais morfotipos de fitólitos e estado de alteração das partículas.

A pesquisa realizada por Karina Chueng, Heloisa Coe, Rosa Souza, Marcelo Fagundes, Alessandra Vasconcelos, Sarah Ricardo, Dione Bandeira, Raphaella Dias e David Machado (2019; 2020) estende, nestas pesquisas, a análise de fitólitos para reconstrução ambiental para mais dois sítios arqueológicos além do Sítio Cabeças 4 (CHUENG et al., 2019; 2020).

Neste sentido, os autores realizaram o estudo de fitólitos para o Sambaqui Tarioba, localizado em Rio das Ostras, Rio de Janeiro. E para o Sambaqui Casa de Pedra, localizado no lado Leste da Ilha de São Francisco do Sul, no nordeste do estado de Santa Catarina (CHUENG et al., 2019; 2020).

O Sambaqui Tarioba apresenta resultados que indicam um período de ocupação de cerca de 500 anos, a presença de vegetação florestal e um forte estresse hídrico neste local durante esse tempo, tendo o seu entorno indícios de floresta seca há, pelo menos, 3500 anos. O estudo do sítio Cabeças 4 já teve seus resultados apresentados anteriormente (CHUENG et al., 2019; 2020).

Os estudos do Sambaqui Casa de Pedra obtiveram como resultados principalmente fitólitos produzidos por Poaceae (gramíneas) e a predominância de vegetação aberta. Este também apresentou idade entre 5900 anos e 4800 anos cal AP e quantidade de microevidências utilizáveis para a reconstrução paleoambiental (CHUENG et al., 2019; 2020).

Os autores nos trazem que a

[...] extração de fitólitos foi realizada nos laboratórios do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (UERJ-FFP). A preparação inicial consistiu em secar e peneirar a 2mm 10g de amostra e eliminar carbonatos (com HCl), óxidos de ferro (com Citrato e Ditionito de Sódio), a matéria orgânica (com ácido nítrico, ácido sulfúrico e H₂O₂) e a fração argila (por decantação, com solução de EDTA e Hexametáfosfato de Sódio). Tomou-se uma alíquota de 25 µl do material (precipitado) e confeccionaram-se lâminas para microscopia em óleo de imersão (temporárias) e Entellan® (permanentes), nas quais foi realizada a determinação de seu conteúdo, a descrição dos principais morfotipos de fitólitos e estado de alteração das partículas (CHUENG et al., 2019).

Torna-se necessário esclarecer que juntos o estudo do Sítio Cabeças 4, Sambaqui Tarioba e Sambaqui Casa de Pedra tiveram seus resultados e metodologias apresentadas em duas publicações distintas, uma primeira publicada em um artigo no ano de 2019 e um capítulo de livro em 2020.

A pesquisa realizada por Umberto Lombardo, José Iriart, Lautaro Hilbert, Javier Ruiz-Pérez, José Capriles e Heinz Veit (2020) tem como objetivo compreender o desenvolvimento do cultivo de plantas na região sudeste da Amazônia. Essa compreensão foi obtida por meio da análise de vestígios botânicos selvagens encontrados, os quais estão mais próximos das plantas domesticadas. Entre estes vestígios foram identificados fitólitos que indicam a presença de ancestrais selvagens de plantas como a mandioca, abóbora, feijão, pimenta, entre outros. Com isso, essa região tem sido proposta como um dos primeiros centros de domesticação de plantas (LOMBARDO et al., 2020).

Os resultados obtidos por meio deste estudo microbotânico indicou a presença de plantas selvagens antepassadas da abóbora, mandioca e do milho. Para comparação, foram realizados estudos de amostras de solos modernos, paleossolos e do Holoceno inicial e tardio, em condições variadas na mesma região da Amazônia, e em nenhum destes contextos foram encontrados fitólitos de mandioca e abóbora, indicando que nestes dois casos os fitólitos encontrados na região são resultados diretos das atividades humanas e não ocorrência aleatória destes parentes passados (LOMBARDO et al., 2020).

A partir disso, autor nos traz que sua metodologia de extração é baseada em Lombardo (2016). Com a leitura desta metodologia de extração percebe-se que ela segue uma metodologia estabelecida por Madella, Powers-Jones e Jones (1998) (LOMBARDO et al., 2020; LOMBARDO; RUIZ-PÉREZ; MADELLA, 2016; MADELLA; POWERS-JONES; JONES, 1998). Lombardo (2016) salienta, por meio de testes, que

[...] a sonicção decompõe micro e macroagregados do solo, aumentando a eliminação de argila e matéria orgânica do solo da fração mineral. Isto resulta num aumento da quantidade e qualidade: mais fitólitos são extraídos e estes são mais puros. A sonicção é uma ferramenta fácil de usar, barata e segura, mesmo para os sedimentos mais difíceis de tratar (LOMBARDO; RUIZ-PÉREZ; MADELLA, 2016, p. 5).

Assim, a metodologia estabelecida por Marco Madella, Alix H. Powers-Jones e Martin K. Jones (1998) segue os seguintes processos:

- (1) Coloque 2–4 g de sedimento em um copo limpo de 100 ml e adicione 25 ml de uma solução de ácido clorídrico (HCl) a 7%.
- (2) Coloque o béquer com a amostra em banho de areia a uma temperatura de 40°C até que o líquido seja reduzido para cerca de 5 ml. Retire o copo do banho de areia e deixe esfriar.
- (3) Transfira o líquido restante para um tubo de laboratório de 15 ml com torneira de rosca e adicione água destilada até 15 ml.
- (4) Agite suavemente a suspensão com um agitador de tubos e depois centrifugue durante 3 min a 1000 rpm.
- (5) Após centrifugar descartar cuidadosamente o sobrenadante, adicionar água destilada até 15 ml, agitar suavemente e centrifugar por 3 min a 1000 rpm (repetir esta etapa mais uma vez se o segundo sobrenadante ainda estiver

amarelado). (6) Descarte o sobrenadante, adicione a 15 ml uma solução a 5% em peso de hexametáfosfato de sódio ((NaPO₃)₆) e deixe durante a noite. (7) Agitar suavemente e centrifugar a amostra durante 3 min a 1000 rpm e descartar o sobrenadante. Repita este passo duas vezes. (8) Adicione peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 33% em volume, agite suavemente e deixe durante a noite ou por pelo menos 8 horas a uma temperatura de 30°C. Não sele o tubo para permitir a liberação do gás. (9) Agite suavemente e centrifugue por 3 min a 1000 rpm e descarte o sobrenadante. Repita este passo duas vezes. (10) Adicionar 10 ml de uma solução de politungstato de sódio (Na₆(H₂W₁₂O₄₀)H₂O) com gravidade específica de 2,35 g/cm³, agitar suavemente e centrifugar por 3 min a 1000 rpm. (11) A fração flutuante é recuperada com pipeta Pasteur ou automática e transferida para um novo tubo. Agite suavemente e centrifugue a suspensão restante durante 3 min a 1000 rpm e recupere novamente. (12) Adicione água destilada à fração flutuante recuperada até 15 ml e centrifugue por 3 min a 1500 rpm. (13) Despeje o sobrenadante deixando apenas o resíduo no fundo. (14) Adicione metanol, agite suavemente e centrifugue por 3 min a 1500 rpm. Descarte o sobrenadante. Repita este passo duas vezes. A amostra está pronta para ser montada ou armazenada (MADELLA; POWERS-JONES; JONES, 1998, p. 802, tradução nossa).

No estudo seguinte, realizado por Heloisa Coe, Dione Bandeira, Giliane Rasbold, Rosa Souza, Karina Chueng, Raphaella Dias, David Machado, Jessica Ferreira, Celso Voss e Julio Sa (2020), é realizado um estudo microbotânico no Sambaqui Casa de Pedra, Santa Catarina. Este trabalho já foi citado anteriormente. Portanto, será apresentado somente a metodologia de extração de fitólitos realizada para a análise (CHUENG et al., 2019; 2020; COE et al., 2020).

Dessa forma, Coe et al (2020, p. 68) descreve os procedimentos para a extração. Assim, a

[...] preparação inicial consistiu em secar e peneirar a 2mm 10g de amostra. Em seguida é feita a decarbonatação com ácido clorídrico 1N. Após essa fase, passa-se à eliminação da matéria orgânica com Ácido Nítrico (65%) e Peróxido de Hidrogênio. A eliminação dos óxidos de ferro é feita com Citrato de Sódio (C₆H₅Na₃O₇) e Ditionito de Sódio (Na₂S₂O₄). Em seguida é feita a remoção de argilas, com o uso de defloculante Hexametáfosfato de Sódio (NaPO₃)_n e EDTA (C₁₀H₁₆N₂O₈). Após essas etapas, os fitólitos são separados por densidade através do uso de Politungstato de Sódio (com 2,3 g/cm³ de densidade), obtendo-se, dessa forma, apenas a fração da amostra com biomineralizações de sílica dessa densidade (fitólitos e espículas de esponjas).

Além disso, os procedimentos citados foram realizados nos laboratórios do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (UERJFFP). Assim, os processos foram baseados em Medeanic et al. (2008) com o Protocolo de Extração de Fitólitos de Sedimentos e Solos desenvolvido pela autora (COE et al., 2020; MEDEANIC et al., 2008).

Este próximo trabalho, realizado por Karina Chueng, Heloisa Coe, Cátia Santos, Marcelo Fagundes, Alessandra Vasconcelos, Sarah Ricardo, David Machado (2020), também

tem como foco o estudo de vestígios microbotânicos na área arqueológica de Serra Negra em Minas Gerais, no Sítio Cabeça 4. Este assunto já foi citado anteriormente, onde foram apresentados os trabalhos desenvolvidos e o protocolo seguido pela equipe de pesquisadores (CHUENG et al., 2018; CHUENG et al., 2020).

A seguir, temos o trabalho realizado por María Lefebvre, María Colobig, Alejandro Zucol e María Vattuone (2021). Tal pesquisa desenvolveu estudos de fitólitos retirados de sequências pedossedimentaria de terraços de cultivo em El Pichao, Argentina. Assim, foram realizados sete levantamentos estratigráficos, sendo seis deles retirados do campo de cultivo, estabelecendo a retirada de amostras de 10 em 10 cm, obtendo 55 amostras para processamento de extração de fitólitos (LEFEBVRE et al., 2021).

A partir das análises dos fitólitos extraídos, nas

[...] amostras das seções inferiores dos perfis mostram a presença de uma flora caracterizada pela presença de elementos micro e megatérmicos como poóides, panicóides e dantoníoides ligados a condições ambientais mais frias que as atuais. Em direção às camadas superiores observa-se uma tendência de diminuição desses elementos, enquanto outros, como os fitólitos panicóides e cloridóides, aumentam em direção ao topo do perfil, assim como as dicotiledôneas. Observa-se um aumento de diatomáceas, especialmente onde a superfície de exploração agrícola foi estabelecida, o que explicaria a presença intencional de irrigação. Além disso, é aqui que surge um morfotipo (Ch01 e Ch02) ligado às Maideas, o que permite interpretar que as condições, naturais ou subsidiadas, eram mais adequadas ao desenvolvimento das culturas (LEFEBVRE et al., 2021, p. 17).

Com isso, conforme Lefebvre et al (2021) o protocolo de extração utilizado está de acordo com o de Zucol et al (2010)³, já citado anteriormente. Neste sentido, o procedimento de extração inicia a partir da eliminação de

[...] qualquer substância que provoque aglomeração de elementos micropaleontológicos, a fim de liberá-los para facilitar sua extração. Consiste na eliminação de sais solúveis por lavagem com água destilada, carbonatos com ácido clorídrico 1 N, matéria orgânica com água oxigenada a 30% em volume e vernizes e/ou cimentos com ácido clorídrico 1 N quente. Após a neutralização final do material remanescente ou “amostra limpa”, foi realizada a desagregação química com hexametáfosfato de sódio. Nesta amostra foi realizada uma separação granulométrica em três frações granulométricas nas quais se concentraram os estudos fitolíticos. As frações grossas (>250 µm de diâmetro) e média (entre 53 e 250 µm de diâmetro) foram separadas por peneiramento úmido, enquanto a fração fina (entre 4 e 53 µm de diâmetro) foi separada por sifonagem da suspensão da amostra dispersa em água destilada. As frações média e fina foram submetidas à separação densimétrica com solução de politungstato de sódio (densidade de 2,345 g/cm³) pela técnica de centrifugação. Desta forma, foi extraído o material leve (incluindo fitólitos) presente em cada fração. Este material concentrado foi montado para

³ Bibliografia não encontrada.

observação microscópica em preparações permanentes com Bálsamo do Canadá (LEFEBVRE et al., 2021, p. 8, tradução nossa).

O Sítio Lapa Grande Taquaraçu foi objeto de estudo de Rodrigo Flores (2021) em sua tese, onde o pesquisador procurou, por meio da pesquisa arqueobotânica, identificar a presença de plantas domesticadas a partir da análise fitolítica presente no solo do sítio. Dessa forma, foram usados 100 gr de sedimento de materiais escavados anteriormente para a realização da extração de microevidências (FLORES, 2021).

A partir da extração dos dados microbotânicos realizados no sedimento do solo, o autor encontrou a presença de fitólitos em quase todas as amostras analisadas. Assim sendo, conforme Flores (2021), torna-se possível notar a presença dominante de fitólitos de plantas lenhosas, devido à quantidade de fitólitos que a família das Poaceae produz, indicando a possível utilização desta vegetação como combustível de fogueiras. Além disso, percebe-se que os conjuntos de sílica opalina acontecem junto das camadas antropogênicas presentes no sítio arqueológico. Das cinco camadas estudadas foi possível verificar a identificação de fitólitos pertencentes a folha de *Musa* sp.⁴ (FLORES, 2021).

A partir de certa camada, foi possível identificar uma grande presença de fitólitos de *Arecaceae* e ainda maior de *Zingiberales*, usadas medicinalmente e para o armazenamento de alimentos. Também de plantas relacionadas a utilização na construção de artesanatos e usos cotidianos, como as canáceas (FLORES, 2021).

Neste sentido, para o procedimento de extração dos fitólitos, o autor segue o protocolo da Universidade de Exeter, o qual se baseia no protocolo apresentado por Piperno (2006). Assim, as amostras passam pelos processos de autoclavagem, defloculação, lavagem de argila mediante sedimentação por gravidade, fracionamento do sedimento, remoção dos carbonatos, remoção do material orgânico, flotação de fitólitos, secagem dos fitólitos e a montagem das lâminas para a observação (PIPERNO apud CASCON, 2009; FLORES, 2021).

Conforme Dolores Piperno⁵ (2006, apud CASCON, 2009), o protocolo de extração de fitólitos é conduzido em várias etapas. Inicialmente é escolhido o tamanho da amostra, entre 5 e 50 gramas de sedimento, que posteriormente é agitada em uma solução de hexametáfostato de sódio, $\text{Na}_6[(\text{PO}_3)_6]$, por 24 horas. Posteriormente, é realizada uma etapa de peneiramento para separar areia, silte e argila, utilizando peneiras de 250 e 53 microns. Com isso, a argila é removida deixando o silte decantar e despejando o sobrenadante até clarear a amostra.

⁴ Folha da bananeira, originária do continente asiático.

⁵ Para melhor compreensão recomenda-se a bibliografia PIPERNO, D.R. **Phytoliths**: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists. Lanham: AltaMira Press, 2006.

Em seguida, os carbonatos são removidos com HCl diluídos 10% e a matéria orgânica (MO) removida com Ácido Nítrico e Clorato de Potássio ($\text{HNO}_3/\text{KClO}_3$), ou Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) a 30%. Além disso, se desejado o silte pode ser subdividido por decantação e separação do sobrenadante, enquanto os ácidos húmicos podem ser removidos com KOH a 10%, aquecido levemente por 10 minutos (PIPERNO, 2006 apud CASCON, 2009).

Dessa forma, para separar a fração leve, é adicionada uma solução densa (CdI_2/KI , ZnBr_2 ou *Sodium Polytungstate* [SPT]) com uma gravidade específica de 2.3, fazendo com que esta fração leve seja localizada no topo do tubo. Essa fração é retirada com uma pipeta e armazenada dentro de um tubo limpo. Essa etapa de flotação é repetida para assegurar a remoção da maioria dos fitólitos. Em seguida, é adicionado água em uma proporção 2.5:1 para baixar a densidade da solução para $<1\text{g/cc}$ (PIPERNO, 2006 apud CASCON, 2009).

Para finalizar, a amostra é desidratada usando acetona, etanol 100%, ou um forno em baixa temperatura, seguindo para a montagem da lâmina em *permount* ou benzoato de benzila (PIPERNO, 2006 apud CASCON, 2009).

Este último trabalho apresentado para a análise de metodologias de extração de fitólitos em sedimento do solo foi realizado por David Machado, Heloisa Coe, Dione Bandeira, Rosa Souza, Giliane Rasbold, Karina Chueng, Raphaella Dias, Jessica Ferreira, Celso Voss e Julio Sa (2022). O trabalho realizado por esta equipe de pesquisadores em Santa Catarina no Sambaqui Casas de Pedra já foi apresentado anteriormente, onde salientamos as análises microbotânicas e os resultados obtidos (CHUENG et al., 2019; CHUENG et al., 2020a; CHUENG et al., 2020b; COE et al., 2020; MACHADO et al., 2022).

Dessa forma, será realizado a apresentação do protocolo utilizado pelos pesquisadores, este

consiste em secar e peneirar (2mm) 10g da amostra, eliminando carbonatos (com HCl), óxidos de ferro (com citrato de sódio e ditonito de sódio), matéria orgânica (com ácido nítrico, ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio) e a fração argila (por decantação), além do branqueamento das amostras (com hipoclorito de sódio). Foram confeccionadas lâminas delgadas temporárias e permanentes com uma alíquota de 25 μl do material (precipitado), nas quais foi realizada a determinação do teor, com descrição dos principais morfotipos dos fitólitos e do estado de alteração das partículas (MACHADO et al., 2022, p. 4).

O autor salienta que os processos seguem o protocolo publicado por Coe et al. (2021) e este segue os procedimentos estabelecidos por Heloisa Coe (2009) em seu doutorado, sendo nestes dois estudos, descrito os processos detalhadamente (COE, 2009; COE et al., 2021).

3.2 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM CERÂMICA

As 8 pesquisas encontradas (Quadro 2) sobre as metodologias de extração de fitólitos em artefatos cerâmicos foram realizadas na Argentina, Brasil e Bolívia. Assim, tiveram seus resultados voltados para a interpretação do uso de plantas no preparo e consumo de alimentos, nos tipos de cultivo, nas preferências alimentares, no uso em atividades cotidianas, em práticas ritualísticas e em outras atividades vinculadas às populações que habitaram os países citados (BONOMO; COLOBIG; MAZZI, 2012; CAPPARELLI; VÁZQUEZ, 2021; CAPUCHO, 2021; CORTELETTI et al., 2016; COSTA ANGRIZANI; COLOBIG; BONOMO, 2021; MUSAUBACH; BERÓN, 2017; SCHNEIDER et al., 2016; YOUNG, 2020)

Quadro 2 – Pesquisas de fitólitos em artefatos cerâmicos.

Nº	Ano	Tipo de pesquisa	Título da pesquisa	Autores
1	2012	Artigo	Análisis de residuos orgánicos y microfósiles silíceos de la “cuchara” de cerámica del sitio arqueológico Cerro Tapera Vázquez (Parque Nacional Pre-Delta, Argentina)	Mariano Bonomo, María Colobig e Natalia Mazzi
2	2016	Artigo	Análise de grãos de amido e fitólitos nas terras altas do Sul do Brasil: repensando a economia e mobilidade dos grupos proto-Jê meridionais	Rafael Corteletti, Ruth Dickau, Paulo DeBlasis e José Iriarte
3	2016	Artigo	Arqueobotânica Guarani: a presença de grão de amido, fitólitos e endocarpos carbonizados no sítio RS-T-114, Bacia do Rio Forqueta, Rio Grande do Sul, Brasil.	Fernanda Schneider, Rafael Corteletti, Neli Machado e Simone Stülp
4	2017	Artigo	Food residues as indicators of processed plants in huntergatherers’ pottery from La Pampa (Argentina)	Gabriela Musaubach e Mónica Berón
5	2020	Artigo	Paleoethnobotanical Analysis of Starch Grains and Phytoliths from Pre-Columbian Ceramic Residues in the Bolivian Amazon	Danielle Young
6	2021	Artigo	Taxonomia Funcional e análise de microvestígios botânicos em vasilhas arqueológicas Guarani na Argentina	Rodrigo Angrizani, Mariano Bonomo e María Colobig
7	2021	Monografia	O uso de plantas no sítio Morro Grande (Araruama, RJ)	Taís Cristina Capucho
8	2021	Artigo	Registro arqueobotánico del sitio Arenal Central, Isla Martín García (Argentina). Uso y explotación de recursos silvestres y domesticados	María Capparelli e Florencia Vázquez

Fonte: O autor.

A partir dos textos, percebe-se a utilização de diversas metodologias de extração, as quais não serão abordadas em sua totalidade neste trabalho. Dessa forma, busca-se destacar estudos que os autores desenvolvam em seus textos os processos que realizaram em suas pesquisas e as bibliografias que referenciam esta parte do processo arqueobotânico. Além disso, devido aos critérios escolhidos para a definição da bibliografia, foram escolhidos somente trabalhos que analisassem materiais cerâmicos.

Um exemplo é a pesquisa conduzida por Mariano Bonomo, María Colobig e Natalia Mazzi (2012), que se baseou na análise de uma colher de cerâmica encontrada no sítio arqueológico Cerro Tapera Vázquez, na Argentina. Este estudo buscou compreender a utilização da colher por meio da análise dos vestígios aderidos ao artefato e outros estudos que colaboraram na interpretação do material (BONOMO; COLOBIG; MAZZI, 2012).

Para a extração dos fitólitos, foi empregada a metodologia descrita por Alejandro Zucol e Margarita Osterrieth (2002), que consiste em cinco fases. Na primeira etapa é realizada a preparação da amostra, que consiste na secagem da amostra em temperatura ambiente e em local higienizado e afastado de contaminantes, com a utilização de estufa ou secador em temperatura máxima de 60°C. Após isso, o material cerâmico deve ser moído para evitar torrões e facilitar os processos subsequentes (ZUCOL; OSTERRIETH, 2002).

A segunda fase, denominada tratamento preliminar, inicia-se com a eliminação de sais solúveis. A amostra retirada é lavada com água destilada muitas vezes e, se necessário, é realizada a utilização de Ácido Clorídrico (HCl) diluído em 10%, somente se o material apresentar carbonatos e, ao não serem eliminados, este processo deve ser repetido até a ausência de carbonatos. Com isso, pode-se realizar a eliminação da matéria orgânica por meio de ataques químicos com oxidantes que não agredem os minerais (ZUCOL; OSTERRIETH, 2002).

Na terceira fase, é necessário realizar uma separação granulométrica, a qual, o modo de separação, dependerá do tipo de análise a pesquisa se propõem, podendo ser realizada por meio da sifonagem ou peneiramento. Posteriormente, na quarta fase, é realizada a separação densimétrica, técnica utilizada para a separação de materiais de diferentes densidades, para evitar ocorrer a mistura de outros minerais com os fitólitos (ZUCOL; OSTERRIETH, 2002).

Na quinta fase, os materiais são preparados para visualização no microscópio, sendo essencial a adequação da metodologia de montagem com o Índice de Refração (IR) e os objetivos da pesquisa para melhor serem visualizados (ZUCOL; OSTERRIETH, 2002).

Outra metodologia de extração foi realizada por Rafael Corteletti, Ruth Dickau, Paulo DeBlasis e José Iriarte (2016) em pesquisa direcionada para a análise de 14 fragmentos

cerâmicos encontrados em contexto de cocção doméstica de uma casa semi-subterrânea dos Proto-Jê Meridionais no sítio arqueológico Bonin, Santa Catarina (CORTELETTI et al., 2016).

Através da análise desses fragmentos, por meio da identificação de fitólitos e grãos de amido, obtiveram como resultados a presença de mandioca (*Manihot esculenta*), feijão (*Phaseolus sp.*) e possíveis vestígios de cará (cf. *Dioscorea sp.*), milho (*Zea mays*) e abóbora (*Cucurbita sp.*), dados inéditos até aquele momento (CORTELETTI et al., 2016). Com isso, o protocolo de extração utilizado para esse trabalho foi baseado em Dolores Piperno (2006), metodologia já descrita anteriormente.

Neste sentido, os

[...] carbonatos foram dissolvidos com ácido clorídrico a 10% (HCl), a matéria orgânica foi oxidada utilizando ácido nítrico (HNO₃), e os fitólitos foram flotados com brometo de zinco (ZnBr₂) preparado com uma densidade de 2,3g/cm³. Os fitólitos extraídos foram enxaguados quatro vezes para remover vestígios de ZnBr₂ e secos com a utilização de acetona, para, em seguida, serem montadas lâminas finas com Entellan (CORTELETTI et al., 2016, p. 173).

A metodologia mencionada também foi empregada no estudo realizado por Fernanda Schneider, Rafael Corteletti, Neli Machado e Simone Stülz (2016), o qual realizou uma análise arqueobotânica em 6 fragmentos de cerâmica associados à Tradição Arqueológica Guarani. Os fragmentos foram encontrados no sítio arqueológico RS-T-114, no Rio Grande do Sul.

A partir da pesquisa, Schneider et al (2016) obtiveram como resultado preliminar

[...] à utilização conjugada de plantas nativas, encontradas próximas a área do sítio (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman e *Butia capitata* (Mart.) Beccari), típicas de Mata Atlântica; e plantas domesticadas para o cultivo de roça, como indica o possível grão de amido de *Zea mays* L (SCHNEIDER et al, 2016, p. 1003).

O trabalho realizado Gabriela Musaubach e Mónica Berón (2017) realizou uma análise dos resíduos carbonizados aderidos a paredes internas e externas de 23 fragmentos cerâmicos vinculados à população caçadora-coletora do Oeste argentino, no Sítio Arqueológico Tapera Moreira. Com isso, por meio deste estudo, entende-se que foi utilizado um protocolo de múltiplos estágios, sendo, os materiais inicialmente observados e fotografados em microscópio e em seguida observados as faces onde os materiais estavam depositados (interna e externa), coloração, textura, espessura e quantidade, presença de carbonatos ou outras impurezas (MUSAUBACH; BERÓN, 2017).

Assim, conforme as pesquisadoras, foram utilizados os protocolos para a extração dos microfósseis seguindo três diferentes métodos. O método para extração de grãos de amido baseou-se em Babot (2006), enquanto a extração de grãos de pólen, grãos de amido e fitólitos seguiu abordagem proposta por Holst et al (2007), também Loy e Fullagar (2006)⁶. Entre as referências consultadas pelas pesquisadoras, somente o trabalho de Irene Holst, Enrique Moreno e Dolores Piperno trata sobre fitólitos e sua extração. Neste sentido, Holst et al (2007) referenciam o método de extração de Dolores Piperno (2006) já descrito anteriormente a partir da tradução de Cascon (2009) (PIPERNO, 2006 apud CASCON, 2009; HOLST; MORENO; PIPERNO, 2007; BABOT, 2006).

O próximo estudo apresentado foi realizado por Danielle Young (2020), nesta pesquisa foram analisados 55 fragmentos de cerâmica arqueológica encontrados na região Llanos de Mojos, localizado no sudeste da Amazônia boliviana. Tendo em vista que as plantas cultivadas na região contribuíram para grande parte da culinária local atual, a pesquisadora busca nos fragmentos cerâmicos indícios de vegetais presentes nestes fragmentos (YOUNG, 2020).

Como resultado de sua pesquisa, Young confirmou a identificação de diversas plantas mencionadas na bibliografia etnohistórica, como a arracacia (batata-baroa ou mandioquinha), o feijão, a mandioca, a batata-doce e possíveis indicadores de cabaça. Além disso, o estudo revelou outros táxons que não foram citados na bibliografia, como a achira, araruta, inhame e urucu, e outros vestígios que não puderam ser identificados (YOUNG, 2020).

Por meio deste estudo, pode-se identificar a descrição dos processos utilizados. Neste sentido a

[...] extração de grãos de amido e fitólitos começa com a colocação das amostras na centrífuga por cinco minutos a 3.000 RPM. Isso é feito para concentrar a amostra no fundo do tubo de ensaio. Feito isso, a água restante é decantada e uma solução de hexametáfosfato de sódio a 10% é adicionada às amostras para deflocular o amido e os fitólitos da matriz circundante. As amostras são então colocadas em uma plataforma giratória por pelo menos duas horas, mas as amostras podem permanecer por mais tempo antes de continuar as etapas seguintes. Após repouso, as amostras são enxaguadas com água destilada e centrifugadas por cinco minutos a 3.000 RPM. O enxágue é repetido conforme necessário até que o hexametáfosfato de sódio esteja completamente diluído das amostras.

As amostras devem ter o mínimo de sobrenadante possível para evitar a redução da gravidade específica do líquido pesado, de modo que os grãos de amido possam flutuar quando forem adicionados à amostra. Se necessário, as amostras devem ser centrifugadas novamente para concentrar a amostra. Em seguida, pipete cuidadosamente o sobrenadante, deixando o mínimo de água possível, mas sem perturbar a amostra no fundo do tubo. O líquido pesado

⁶ O texto referenciado de Loy e Fullagar de 2006, com seu protocolo de extração de microfósseis não puderam ser encontrados.

(LMT, neste caso) é preparado com gravidade específica de 1,6, pois é esta a gravidade na qual os grãos de amido permanecerão suspensos na solução e outras partículas mais pesadas precipitarão no fundo do tubo de ensaio. Depois de preparado, 10mL de líquido pesado são adicionados a cada amostra. Em seguida, as amostras são agitadas em vórtice e centrifugadas por cinco minutos a 3.000 RPM. Após centrifugar as amostras, o sobrenadante contendo grãos de amido flutuantes é pipetado para novos tubos de ensaio. Esses tubos de ensaio contêm o extrato de amido, enquanto os tubos de ensaio antigos contêm o restante.

Após a conclusão desse processo, os tubos de ensaio de extração de amido são enxaguados com água destilada e centrifugados por cinco minutos a 3.000 RPM, pipetando cuidadosamente o líquido pesado. Água destilada é adicionada para reduzir a gravidade específica do sobrenadante, permitindo que os grãos de amido se assentem no fundo do tubo de ensaio. Após cada ciclo de enxágue, mais sobrenadante é pipetado, à medida que o líquido pesado é diluído na parte superior e os grãos de amido são concentrados na parte inferior. Este processo é repetido três a cinco vezes ou quantas vezes forem necessárias para remover o LMT. Terminada a lavagem, os extratos de amido são montados em lâminas com glicerol para análise. Um Zeiss Axio Imager.A2 com polarização em uma potência objetiva de microscópio de 400x foi utilizado para esta análise, e as imagens foram capturadas usando o software de análise de imagens ZEN2 (YOUNG, 2020, p. 27, tradução nossa).

É importante destacar que este procedimento foi único método de extração presente no texto analisado. Além disso, é possível perceber que este protocolo descrito fala sobre fitólitos até certo momento e depois descreve somente sobre a extração do amido. Esta metodologia utilizada é baseada em procedimentos já estabelecidos por Neil Duncan, Deborah Pearsall e Robert Benfert (2009), conforme descrito em um artigo publicado na *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Além disso, o processo também é baseado na tese de Sonia Zarillo (2012) (DUNCAN et al, 2009; ZARILLO, 2012).

A pesquisa seguir, desenvolvida Rodrigo Angrizani, Mariano Bonomo e María Colobig (2021), esta já foi brevemente apresentada no segundo capítulo. Dessa forma, neste caso, somente apresentaremos o protocolo utilizados por esses pesquisadores neste estudo.

Neste sentido, o protocolo descrito no trabalho

[...] estabelece o seguinte procedimento: 1. Limpeza da superfície a de amostragem com escova de cerdas macias; 2. Raspagem e eliminação de 1 mm da camada superficial da área a ser amostrada com instrumento de aço inoxidável previamente lavado; 3. Raspagem de uma superfície de aproximadamente 1 cm² na zona previamente limpa nos passos 1 e 2; e 4. O material extraído no passo 3 é guardado em um tubo tipo ependorf com seu correspondente rótulo de identificação da amostra. Durante o processo de extração se utilizaram luvas de nitrila livres de talco. Uma vez obtidas, as amostras foram processadas e analisadas no Laboratório de Paleobotânica do CICYTTP (CONICET, UADER, Prov. de E. R.), o qual obedece rigorosos padrões de limpeza para evitar a contaminação durante esta etapa do trabalho. Estas precauções reforçam as garantias de que os microvestígios detectados se

depositaram durante a vida útil das vasilhas (COSTA ANGRIZANI; COLOBIG; BONOMO, 2021, p. 430).

Esta metodologia de extração dos fitólitos foi realizada de acordo com o protocolo estabelecido por Maria Gabriela Musaubach (2017), em um trabalho publicado no evento chamado *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XLII* (MUSAUBACH, 2017).

Conforme Musaubach (2017, p. 382, tradução nossa) foram

[...] definidos três tipos de protocolos de “baixo impacto”, que incluem extração múltipla de microrestos. Os protocolos foram adequados para cada tipo de suporte, com o objetivo de recuperar toda a variabilidade de tipos de microrestos preservados. Os critérios metodológicos utilizados foram adaptados da proposta metodológica de Babot (2007).

Com isso, para a análise de material cerâmico a metodologia proposta por Musaubach (2017, p. 382, tradução nossa)

é dividida em duas escalas que incluem o seu exame macroscópico e microscópico. As RMUs (Resíduo Macroscópico de Uso) são observadas e fotografadas *in situ* com lupa estereoscópica. São registradas e avaliadas as seguintes variáveis: posição na face interna-externa, presença de clastos ou precipitados, características de cor, textura, espessura e porcentagem da superfície que cobre na face interna/externa do caco. Posteriormente, os potes selecionados são limpos com água destilada e uma escova macia para remover sedimentos superficiais aderidos. Utilizando uma ponta metálica, as duas amostras de RMU correspondentes ao mesmo ponto do setor amostrado são extraídas tanto da face interna quanto externa dos fragmentos. A amostra 1 consiste nos primeiros milímetros de espessura da RMU. A amostra 2 corresponde às RMUs localizadas imediatamente abaixo da amostra anterior. Se a RMU estiver presente com uma cor diferente, as amostras serão extraídas separadamente. Aproximadamente 2 g de RMU são recuperados de cada faceta dos fragmentos. 80% da RMU é preservada em recipiente estéril como material de controle. Os outros 20% são suavemente triturados pressionando-se com um pilão de vidro sobre a lâmina para homogeneizar a amostra e facilitar a observação do preparo ao microscópio.

A partir desta metodologia entende-se que o estudo microbotânico é desenvolvido a partir de uma análise macrobotânica, sendo realizado um prévio exame nos fragmentos para uma identificação de localização e características da deposição dos resíduos vegetais. Posteriormente é realizado a extração de microevidência com uma adaptação do protocolo para a extração de grãos de amido proposto em Babot (2007).

A pesquisa realizada por Taís Cristina Capucho (2021) em sua monografia busca, por meio de artefatos cerâmicos, compreender o uso e processamentos de plantas pelos Proto-Tupinanbá. O estudo foi realizado a partir de materiais cerâmicos coletados, na década de 1990,

no sítio arqueológico Morro Grande, localizado no Rio de Janeiro. Foram analisados cinco artefatos cerâmicos armazenados em Reserva Técnica.

Os resultados obtidos revelaram 60 fitólitos presentes em três vasilhas, porém estes não foram identificados devido ao tempo necessário para a entrega do trabalho, sendo optado pela autora a identificação somente de grãos de amido (CAPUCHO, 2021).

A partir disso, a autora destaca que foram seguidas as recomendações do protocolo estabelecido por Linda Perry (2010), publicadas no *site* de sua autoria *The FARM*. Neste sentido, Capucho (2021) nos traz que, no caso dos materiais analisados, como não possuíam sedimentos aderidos em nenhuma das paredes, aplicou uma metodologia para amostragens pontuais. Este método “consiste no gotejamento de água ultrapura em regiões selecionadas do artefato, agitação desta água com uma agulha esterilizada para remoção dos microvestígios das paredes e coleta com o uso de uma micropipeta com ponteiros descartáveis, evitando contaminação” (CAPUCHO, 2021, p. 47)

Por fim, o último estudo realizado em materiais cerâmicos selecionado para esta pesquisa, foi conduzido por María Capparelli e Florencia Vázquez (2021). No trabalho realizado, as autoras analisaram vestígios microbotânicos provenientes do sítio arqueológico Arenal Central, localizado na Isla Martín García, Argentina (CAPPARELLI; VÁZQUEZ, 2021).

Com isso, foram estudados dez fragmentos cerâmicos de materiais vinculados aos povos Guarani, sendo selecionados as partes pertencentes ao fundo, paredes médias e bordas das vasilhas, considerados pelas autoras as partes que apresentam maior fertilidade de microvestígios botânicos (CAPPARELLI; VÁZQUEZ, 2021).

Através da análise realizada, as pesquisadoras obtiveram como resultados a identificação do milho (*Zea mays*), do feijão (*Phaseolus vulgaris*) e abóboras (*Curcubita* sp), plantas possivelmente cultivadas por esta população. Além disso, não foram encontrados indícios de materiais pertencentes a plantas silvestres nas amostras analisadas (CAPPARELLI; VÁZQUEZ, 2021).

Dessa forma, tendo em vista a obtenção de variáveis microevidências optou-se por metodologias que atendessem esse objetivo. Assim, conforme as autoras, foram utilizados os protocolos os de Coil et al (2013) e Babot (2007)⁷.

Assim, por meio do texto de James Coil, Alejandra Korstanje, Steven Archer e Christine Hastorf (2003), pode-se identificar uma tabela com os processos dos protocolos descritos. Deste

⁷ Acredita-se que nestes dois textos citados houve problemas na referência, o primeiro é referenciado com o ano de 2003 e o segundo não consta na lista de referência. Desta forma, consideraremos apenas o primeiro texto.

modo, inicialmente ocorre a preparação da amostra, dependendo da densidade dos microvestígios e dos tipos de solo ou sedimento, varia a quantidade de amostra necessária para os processos seguintes, geralmente usa-se de 1 a 100g. Com a imersão das amostras em água, pode-se melhorar as etapas que vem depois (COIL et al., 2003).

A desagregação e defloculação de amostras podem ser separadas em dois métodos principais: desagregação mecânica, que consiste na trituração, moagem e agitação, para ajudar na quebra de agregados maiores, porém pode danificar os microfósseis; e desagregação química, realizada através da destruição de componentes húmicos e carbonatos, podendo, também, prejudicar a amostra e a defloculação para separação de argila (COIL et al., 2003).

A remoção de materiais orgânicos ou minerais indesejados pode ser realizada por meio da destruição química (oxidação de produtos orgânicos, dissolução de argilas com ácidos fortes e quentes). A separação baseada no tamanho e densidade é outra forma de atingir este objetivo, sendo realizada por gravidade ou centrifugação, com decantação usada para remover partículas indesejadas. O uso de peneiras ou filtros permite reter e remover partículas de praticamente qualquer tamanho. Além disso, a digestão por microondas pode destruir componentes orgânicos e minerais indesejados, preservando os microfósseis de sílica. Entretanto, os efeitos desse método em outros tipos de microfósseis permanecem desconhecidos (COIL et al., 2003).

A separação ou concentração de partículas de interesse se realiza conforme a separação de tamanho/densidade, peneiramento com a utilização de peneira simples ou ultrafina, dependendo de qual o material se objetiva separar ou concentrar. Além disso, a técnica de flotação em líquidos pesados, consiste que os microfósseis com menor gravidade flutuem e partículas minerais mais pesadas afundem (COIL et al., 2003).

E, por fim, questões sobre a montagem de lâminas de visualização em microscópio são consideradas. Nesta etapa recomenda-se que a coloração pode melhorar a análise a visibilidade de alguns microvestígios, a preservação da mobilidade por meio da utilização de líquido viscoso na montagem da lâmina e que tenha um índice de refração que permita a visualização, por fim uso de microscópio com luz transmitida, pois fornecem uma melhor visualização para o pesquisador (COIL et al., 2003).

3.3 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM LÍTICOS

Em relação às 2 pesquisas publicadas (Quadro 3) que foram selecionadas para a análise de metodologias de extração de fitólitos em material lítico, cumpre destacar que as mesmas foram realizadas na Argentina e no Brasil. É importante salientar que a pesquisa realizada para

encontrar a bibliografia não resultou em um número satisfatório de trabalhos que utilizassem somente a análise de material lítico para a pesquisa arqueobotânica, tendo como resultado duas pesquisas encontradas com estas características. Assim, foram achados outros estudos que analisavam em conjunto com o material lítico outros materiais arqueológicos, sendo este o motivo de não serem selecionados para este trabalho.

Com isso, as pesquisas encontradas tiveram resultados que colaboram para uma melhor compreensão dos usos de instrumentos lítico no trabalho com a vegetação, na preparação de alimentos, em usos medicinais, usos destes instrumentos, confecção de bens tecnológicos e outros resultados obtidos citados (BABOT, 2009; ORTEGA, 2019).

Quadro 3– Pesquisas de fitólitos em artefatos líticos.

Nº	Ano	Tipo de pesquisa	Título da pesquisa	Autores
1	2009	Artigo	La cocina, el taller y el ritual: explorando las trayectorias del procesamiento vegetal en el noroeste argentino	María Babot
2	2019	Dissertação	Microvestígios botânicos em artefatos líticos do Sítio Lapa do Santo (Lagoa Santa, Minas Gerais)	Daniela Ortega

Fonte: O autor.

Neste sentido, o primeiro trabalho apresentado foi desenvolvido por María Babot (2009) através da análise de material arqueológico do nordeste argentino. Tendo em vista que essa pesquisa já foi previamente apresentada no segundo capítulo, nesta parte do trabalho busca-se apresentar a metodologia de extração empregada para a análise dos fitólitos aderidos em materiais líticos.

Com isso, a metodologia empregada para a extração dos microvestígios de Babot (2009) é baseada em Babot (2007). Assim, o procedimento de extração inicia com uma inspeção a olho nu, com o auxílio de lupa ou microscópio de luz refletida, na busca de locais com vestígios visíveis ou irregularidades nas superfícies, como poros ou rachaduras, pois nestes locais pode haver uma acumulação maior de microfósseis (BABOT, 2007).

A partir disso, existem duas diferentes estratégias para a construção de uma amostra, as que ocorrem a seco e a úmido, porém a autora salienta que a amostragem a seco é recomendada para amostras macroscópicas. Já as amostragens úmidas existem as que são realizadas de forma

não invasiva e as que procedem pela lavagem da amostra, como desincrustação, banho ultrassônico, secagem, separação/concentração e centrifugação (BABOT, 2007).

As amostragens a seco devem ser limpas com escova limpa para retirada de possíveis contaminantes, em uma primeira amostra, onde devem ser evidenciadas os contaminantes e os vestígios relacionados às plantas depositadas posteriormente. Com isso, a amostragem seguinte deve ser realizada de forma mais cuidadosa, sendo separadas as partículas de interesse do material onde está depositado com instrumento cortante. Recomenda-se a raspagem do material durante a separação diretamente sobre as lâminas, para evitar perda de amostras e serem montadas com glicerina para preparações semipermanente, pois ela oferece melhor meio de visualização dos microvestígios (BABOT, 2007).

Para casos que não se pode aplicar o método a seco, as superfícies analisadas devem ser umedecidas com água destilada administrada por pressão com uma pisseta plástica, sendo o líquido resultante desse processo, contendo micropartículas, extraído com o auxílio de pipetas Pasteur e colocados em frascos para evaporação, de modo a secar as amostras. O resíduo seco deve ser retirado do frasco com pequenas quantidades de álcool para a posterior montagem das lâminas e visualização (BABOT, 2007).

No caso realizado por Babot (2009), a

maioria dos casos foi utilizada amostragem seca, que consiste na raspagem da microtopografia da(s) parte(s) ativa(s) dos artefatos com instrumento cortante diretamente sobre lâminas limpas. Para os artefatos fixados no espaço – almofariz – foi utilizada amostragem úmida que incluiu lavagem das áreas ativas com água destilada e recuperação desses extratos com pipeta, que foram transferidos para frascos para secagem. Utilizou-se uma ou duas gotas de água destilada ou álcool para levantar os resíduos secos e montá-los em glicerina ou óleo de imersão, como no caso anterior. Previamente, as áreas a serem amostradas foram limpas, preservando esse sedimento como amostra controle (BABOT, 2009, p. 15).

Neste segundo trabalho, realizado por Daniela Ortega (2019) em sua dissertação, a pesquisadora realiza estudos no sítio em abrigo Lapa do Santo, em Minas Gerais. Os materiais líticos analisados foram 21 lascas, com e sem retoque, fragmentos de lasca e peças do córtex e negativos (ORTEGA, 2019).

A partir deste material analisado foi obtido como resultado informações que indicam a utilização dos líticos como instrumento de processamento (cortam e raspam) de plantas cruas, sendo identificada a presença de plantas amiláceas. Além disso, em alguns líticos, nota-se a especialização de uso, estes apresentam evidências de uso somente em plantas macias e outros somente em plantas rígidas. Segundo Ortega (2019, p. 204), a

[...] função dos líticos poderia ser mais ampla, uma vez que este estudo só buscou identificar microvestígios botânicos, em detrimento de outros resíduos como lipídios (gordura) e sangue. Esses resíduos não foram detectados a olho nu e seu estudo requer outros métodos que seriam necessários em estudos futuros para averiguar se há a preservação de outros microvestígios nos líticos, que possam indicar mais funções.

Com isso, segundo a autora, foram realizados a aplicação de três protocolos de extração dos microvestígios, tendo, os dois primeiros, demonstrados resultados insatisfatórios, sendo o terceiro protocolo aplicado o que melhor funcionou na pesquisa. Desta forma, o protocolo utilizado foi baseado em métodos apresentados por Madella et al. (1998) e Lombardo, Ruiz-Pérez e Madella (2016), sendo estas duas metodologias já descritas anteriormente (LOMBARDO; RUIZ-PÉREZ; MADELLA, 2016; MADELLA; POWERS-JONES; JONES, 1998; ORTEGA, 2019).

Além desses dois métodos, a autora comenta mais duas outras metodologias, porém uma delas, a de Barton e Torrence (2006), é voltada para pesquisa em grãos de amido, e a outra pesquisa citada não foi encontrada nas referências, motivo pelo qual não pôde ser analisada (BARTON, 2006; ORTEGA, 2019).

A partir disso, as amostras foram pesadas e inicialmente secas em um forno de 40° C, após isso, foi aplicado *Sodium Hexametaphosphate*, (Calgon) em concentração 5% para a realização da limpeza das amostras. Seguidamente, é realizada uma dispersão inicial dos sedimentos, sendo separados amidos, fitólitos e outros componentes e removidos, processo repetido até quanto for necessário. O material é enxaguado com água destilada e centrifugado para posteriormente ser seco e pesado depois da aplicação do Calgon novamente (ORTEGA, 2019).

Após a retirada do amido com o uso de *Sodium Polytungstate* (SPT), para a preparação dos fitólitos, foi realizada a limpeza do SPT dos tubos originais com água destiladas e centrifugação, processo repetido quatro vezes. Com isso, foi realizada a eliminação dos carbonatos para a realização da flotação dos fitólitos, sendo aplicada, com a amostra seca, ácido clorídrico (HCl) 10%, que deve ser limpo com água destilada e centrifugação (ORTEGA, 2019).

Posteriormente, foi realizada a eliminação da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio (H₂O₂), passada no agitador e colocada em tubos abertos sem tampa em banho de ultrassom durante 30 minutos a 60°C. Se necessário, realizar a aplicação de H₂O₂ novamente. Após a finalização deste processo, torna-se necessário realizar a limpeza do H₂O₂ dos tubos, sendo aplicada a água destilada e centrifugação, adicionado *sodium hexametaphosphate* 5%,

banho ultrassom a 60°C seguido de outra centrifugação e retiradas de resíduos com pipeta até o necessário. Com a finalização secar a amostra em forno (ORTEGA, 2019).

Assim, foi realizada a etapa de flotação dos fitólitos com SPT em gravidade específica 2.3 g/cm, seguido de acondicionamento, secagem e pesagem dos fitólitos. Neste sentido, os fitólitos são acondicionados em frascos pequenos, por meio de um jato de água destilada de uma garrafa, deslocando o material do tubo para o frasco. Com este novo frasco, deve-se secar no forno e posteriormente pesar os frascos com os fitólitos sem tampa (ORTEGA, 2019).

Para finalizar, as amostras com fitólitos são utilizadas com Entellan[®] para a preparação das lâminas para a visualização em microscópio petrográfico com luz plana polarizada e luz polarizada cruzada (ORTEGA, 2019).

3.4 METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO EM DENTES

As 8 pesquisas publicadas e por nós encontradas (Quadro 4) para a análise de metodologias de extração de fitólitos em dentes humanos achados em contextos arqueológicos foram realizadas na Argentina, Brasil e Colômbia. Dessa forma, os estudos analisados, tiveram seus resultados voltados para a interpretação de microvestígios botânicos aderidos ao tártaro dental de indivíduos escavados em sítios arqueológicos. Assim, foram obtidas informações que contribuem com a compreensão das relações dos seres humanos e a vegetação que os cercavam, sendo possível identificar a dieta, variedades de plantas que faziam parte da alimentação, utilização da boca e dentes como instrumento de construção de artefatos, cultivo de plantas, entre outras resultados sobre as utilidades cotidianas das plantas para estes povos estudados (BOYADJIAN, 2007, 2012; BRAMBILLA; CAMPOS; DUARTE, 2022; FLENSBORG et al., 2023; LOPEZ, 2011; MUSAUBACH, 2012; WESOŁOWSKI, 2008; WESOŁOWSKI et al., 2007).

Quadro 4 – Pesquisas de fitólitos em dentes humanos encontrados em sítios arqueológicos.

(Continua)

Nº	Ano	Tipo de pesquisa	Título da pesquisa	Autores
1	2007	Dissertação	Microfósseis contidos no cálculo dentário como evidência do uso de recursos vegetais nos sambaquis de Jabuticabeira II (SC) e Moraes (SP).	Célia Boyadjian

Quadro 4 – Pesquisas de fitólitos em dentes humanos encontrados em sítios arqueológicos.

(Conclusão)

Nº	Ano	Tipo de pesquisa	Título da pesquisa	Autores
2	2007	Artigo	Grânulos de amido e fitólitos em cálculos dentários humanos: contribuição ao estudo do modo de vida e subsistência de grupos sambaquianos do litoral sul do Brasil.	Veronica Wesolowski, Sheila Souza, Karl Reinhard e Gregório Ceccantini
3	2008	Tese	Cáries, desgaste, cálculos dentários e micro-resíduos da dieta entre grupos pré-históricos do litoral norte de Santa Catarina: é possível comer amido e não ter cárie?	Veronica Wesolowski
4	2011	Dissertação	Fitólitos en cálculo dental de poblaciones Tempranas del valle geográfico del río Cauca (500 a.C. – 500 d.C.). Aproximación a la paelodieta.	Blanca Lopez
5	2012	Tese	Análise e identificação de microvestígios vegetais de cálculo dentário para a reconstrução de dieta sambaqueira: estudo de caso de Jabuticabeira II, SC.	Célia Boyadjian
6	2012	Artigo	Potencialidad de estudios arqueobotánicos sobre tártaro dental de cazadores recolectores de la provincia de la Pampa, Argentina.	María Musaubach
7	2022	Artigo	Resultados preliminares del análisis de microfósiles extraídos de cálculos dentales de dos esqueletos de Guarani pre coloniales recogidas en diferentes yacimientos arqueológicos de Mato Grosso do Sul – Brasil.	Lia Brambilla, Carlos Campos e Laura Duarte
8	2023	Artigo	Análisis arqueobotánico en el tártaro dental de restos humanos asignables al Holoceno Tardío de la transición pampeano-patagónica oriental	Gustavo Flensburg, María Colobig, Alejandro Zucol e Gustavo Martinez

Fonte: O autor.

Para metodologias de extração de fitólitos em cálculos dentários, iniciamos com o trabalho desenvolvido por Célia Boyadjian (2007; 2012), pesquisa já apresentada no Capítulo 2. Nestes dois trabalhos, a autora desenvolveu metodologias diferentes para os processamentos dos cálculos dentários.

Com isso, em sua dissertação, Boyadjian (2007) utiliza duas metodologias para a realização do tratamento da amostra. A primeira é uma técnica tradicional descrita em Reinhard et al (2001),

[...] consiste, basicamente, na dissolução da matriz do cálculo dentário através da ação de HCl a 10% e a lavagem com água destilada e centrifugação da solução repetidas vezes. Após a última centrifugação, a água destilada é descartada e substituída por etanol. A solução final consiste, portanto, dos

microfósseis (grãos de amido, fitólitos e outros) imersos em etanol (BOYADJIAN, 2007, p. 41).

E o segundo método, o qual foi desenvolvido por Célia Boyadjian, Sabine Eggers e Karl Reinhard (2007), consiste na retirada das microevidências com lavagem direta dos dentes com solução de ácido clorídrico a 2%, sendo os cálculos dentários dissolvidos e os microfósseis vegetais se desprendam do dente, seguido de lavagem com água destilada e centrifugações repetidas resultando na amostra pronta para a montagem das lâminas (BOYADJIAN; EGGERS; REINHARD, 2007; BOYADJIAN, 2007).

Já na sua tese (2012), a autora utiliza uma metodologia análoga à utilizada por Veronica Wesolowski (2007), estudo que será trazido posteriormente, o qual consistiu em “retirada do cálculo com cureta de dentista; sua dissolução com HCl à 10%; centrifugação das amostras; duas lavagens com água destilada; e substituição da água por etanol na transferência das amostras para vidros devidamente etiquetados” (BOYADJIAN, 2012, p. 50).

O estudo realizado por Veronica Wesolowski (2007), em sua tese, visa relacionar a dieta com o estado de saúde e doença por meio das condições patológicas encontradas nos dentes e na boca (WESOLOWSKI, 2007; 2008). Com isso, para a extração de microvestígios, foram analisados 39 cálculos de 32 indivíduos, proveniente de esqueletos recuperados nos sambaquis de Morro do Ouro, Enseada 1, Forte Marechal 1 e no sítio Itacoara, sendo todos sítios arqueológicos relacionados a pescadores-coletores pré-históricos do litoral norte de Santa Catarina (WESOLOWSKI, 2007, 2008).

Conforme a pesquisadora “a parte inicial da pesquisa seguiu um desenho experimental voltado ao desenvolvimento e teste de um método eficaz para a recuperação de microvestígios vegetais em cálculos dentários humanos”(WESOLOWSKI, 2008, p. 157).

Como resultado desta parte inicial, a metodologia desenvolvida e empregada para a extração de vestígios nesta pesquisa consiste na

dissolução do cálculo dentário em ácido clorídrico a 10%, de modo a eliminar a matriz de carbonato de cálcio e liberar os micro-vestígios vegetais nela incluídos. Para calcular a concentração de micro-vestígios por grama de cálculo e, assim, possibilitar a comparação entre os indivíduos foi acrescentado a cada amostra de cálculo, no momento da sua dissolução, um tablete contendo esporos de *Lycopodium*. O material recuperado com a dissolução foi lavado, desidratado e montado em lâmina para observação ao microscópio de luz (WESOLOWSKI, 2008, p. 158).

A partir disso, Wesolowski (2008) salienta que a metodologia desenvolvida nesta pesquisa gerou resultados positivos para a recuperação de microvestígios vegetais em cálculos dentários muito pequenos e pouco densos e se mostrou eficiente em evitar a contaminação dos microvestígios retirados de contexto arqueológicos com similares modernos.

Com isso, todas as amostras apresentaram como resultado fitólitos de gramíneas (Poaceae), porém o tipo possivelmente relacionado ao pinhão esteve presente somente em amostras dos sítios Itacoara e Enseada1. Isso pode indicar uma diferença na seleção vegetal utilizada por estas comunidades. Além disso, os sítios que apresentaram fitólitos relacionadas a sementes de araucária angustifolia sugerem que estes grupos mantiveram contato com o planalto utilizando-se deste recurso que está disponível no inverno (WESOLOWSKI, 2008).

Outra pesquisa que utiliza desta mesma metodologia apresentada, foi realizada por Wesolowski, Sheila Souza, Karl Reinhard e Gregório Ceccantini, com análise de cálculos dentários humanos, sendo publicada em 2007. O estudo tem como foco a compreensão das relações mantidas entre grãos de amido e cáries, e entre fitólitos e desgaste dentário. Dessa forma, foram estudados materiais provenientes dos mesmos sítios arqueológicos citados anteriormente, os sambaquis Morro do Ouro, Enseada 1 e Forte Marechal Luz e o sítio Itacoara (WESOLOWSKI et al., 2007).

Assim, por meio da análise arqueobotânica, em todas as amostras foram encontrados grãos de amido, fitólito, areia e fragmentos escuros (FGE). Sendo, quanto aos fitólitos encontrados, a maioria é de Poaceae, presente em todas as análises, formas que sugerem a presença de Arecaceae e a semente da *Araucária angustifolia* (pinhão). Por meio destes novas informações obtidas sobre o uso de planta por essas populações e outras evidências, pode-se compreender um contato entre as populações que habitaram os sambaquis e o planalto, reforçando a hipótese arqueológica existente sobre a temática, e que pode ser ainda mais ampliada a partir destes estudos (WESOLOWSKI et al., 2007)

A seguinte pesquisa foi desenvolvida por Blanca Lopez (2011), onde a autora, em sua dissertação, realiza um estudo de cálculos dentários de populações humanas que habitaram o Valle del Cauca, Colômbia. Assim, buscou-se compreender as atividades cotidianas destes grupos por meio desses pequenos depósitos nos dentes, os quais mantiveram armazenados as preferencias alimentares de cada indivíduo estudado nos sítios arqueológicos Altamira, Santa Bárbara, El Estadio Deportivo Cali e El Cerrito (LOPEZ, 2011).

A partir disso, com as análises de microvestígios pode-se identificar a presença de plantas das famílias Poaceae, Cucurbitácea, Fabaceae e Marantácea. A presença simultânea dessas famílias faz parte dos agrossistemas característicos das comunidades nativas das

Américas. Essas plantas são utilizadas para melhorar os resultados das colheitas, promovida pela troca de nutrientes com o solo e outros benefícios que podem ser melhores analisados com estudos arqueobotânicos do solo presente nesta região (LOPEZ, 2011).

Com isso, faziam parte das atividades cotidianas destas populações o cultivo do milho e outras plantas que eram parte do ambiente onde viviam, de forma a complementar sua alimentação com proteína vegetal manejada de forma simultânea. Além disso, por meio das análises de grãos de amido e fitólitos, é possível ver que estas comunidades possuíam uma economia diversificada, a qual incluía o cultivo de plantas, a recolha de plantas, o processamento do alimento, caça e pesca, não possuindo diferenciação de consumo vegetal entre homens e mulheres (LOPEZ, 2011).

O processo inicia com a extração mecânica do tártaro dentário com curetas sobre os cadinhos já identificados, onde a amostra será preparada individualmente, sendo retirada uma amostra de cada indivíduo estudado. Após isso, as amostras devem ser maceradas suavemente, provocando a fragmentação dos cálculos, seguido da aplicação de ácido acético glacial a 10% durante 4 a 5 horas para dissolver os cálculos. Nesse período os cadinhos devem permanecer fechados e isolados com suas respectivas tampas (LOPEZ, 2011).

Depois disso, as amostras devem ser peneiradas e transferidas para tubos plásticos identificados para serem centrifugados com água destilada. Com a limpeza da amostra deve ser removido o líquido sobrenadante e a amostra é desidratada com etanol. Assim, as amostras foram transferidas para tubos de microcentrífuga ou frascos com etanol, também identificados, para repouso (LOPEZ, 2011).

Neste sentido, a autora salienta que o procedimento laboratorial empregado na pesquisa foi uma adaptação entre o protocolo estabelecido por Middleton (1994) para a análise de microevidência de cálculo dentário em herbívoros e a metodologia apresentado por Zucol (2003) para a extração de microvestígios botânicos em humanos (LOPEZ, 2011; MIDDLETON; ROVNER, 1994; ZUCOL, 2003).

Esta próxima investigação foi realizada por María Musaubach (2012). Buscou-se fazer uma pesquisa para a análise de cálculo dental e a avaliação de técnica de extração adequada que originasse uma maior variedade e quantidade de microevidências. Com isso, foram analisados mais de um indivíduo escavado no sítio arqueológico Chengue I, localizado no Parque Nacional Lihué Calel, na Argentina (MUSAUBACH, 2012).

Neste sentido, a pesquisadora analisou nove dentes permanentes, sendo cinco incisivos e quatro molares. Estes não estão associados a nenhum sepultamento ou concentração particular e são relacionados a mais de um indivíduo. Os resultados obtidos a partir dos silicofitólitos

extraído dos tártaros dos dentes indicou a manipulação de gramíneas silvestres (*Poaceae*) com os dentes. Porém, ainda não se sabe os motivos que foram utilizadas, e se esses fitólitos ficaram presos durante a ingestão/preparação de alimento ou com a utilização dos dentes como ferramenta (MUSAUBACH, 2012).

Para a extração dos microvestígios, inicialmente, com a utilização de luvas sem pó e máscara, foi realizada a limpeza com escova de cerdas macias e água destilada para a remoção do sedimento aderido. No local onde foi encontrado maior depósito de tártaro, este foi extraído com uma ponta de metal, raspando ou perfurando o local selecionado. O tártaro retirado é colocado diretamente sobre a lâmina. Além disso, quando os fragmentos retirados eram maiores que 2 mm, eles eram triturados suavemente e diretamente na lâmina, evitando a perda da amostragem (MUSAUBACH, 2012).

Percebe-se que nestes procedimentos realizados nas amostras não foi utilizado nenhum material químico para sua extração ou posterior tratamento, somente a utilização de óleo de imersão para visualização em microscópio.

A partir disso, em relação à extração dos microvestígios, a autora salienta o trabalho de Dolores Piperno (2006), já citado anteriormente, e uma técnica desenvolvida por Amanda Henry e Dolores Piperno (2008), a qual consiste na retirada do material do tártaro sem causar danos ao esmalte do dente, que permite uma ampla variedade nos microvestígios extraídos (HENRY; PIPERNO, 2008; MUSAUBACH, 2012).

A pesquisa a seguir foi desenvolvida por Lia Brambilla, Carlos Campos e Laura Duarte (2022), nela buscou-se analisar dentes de dois crânios escavados em dois sítios arqueológicos diferentes e distantes. Os materiais estudados estão relacionados às ocupações realizadas pelas populações Tupi-Guarani, sendo coletados no sítio Urucum 8 (UR8) e o sítio Ivinhema 1 (VN1) os quais possuíam 700 Km de distância um do outro, no Mato Grosso do Sul (BRAMBILLA; CAMPOS; DUARTE, 2022).

O estudo realizado obteve como resultado da extração de microvestígios dos cálculos dentários a presença de grãos de amido, alga, micro carbonos, fungos, fibras vegetais, pelos de animais e de humanos e fitólitos. Dessa forma, pode-se pontuar como os principais achados nesta pesquisa a interação entre plantas e humanos a partir da manipulação destas por meio da domesticação e cultivo. Além disso, informações que indicam o cozimento, a utilização da boca para a construção de artefatos, entre outras informações que colaboram com a compreensão das atividades de interação humana com as plantas (BRAMBILLA; CAMPOS; DUARTE, 2022).

Assim, a metodologia empregada na pesquisa supracitada foi a aplicação da técnica de extração de cálculos dentários realizada no Laboratorio de Análisis Arqueológico de la

Universidad Autónoma de Barcelona, na Espanha. Esta técnica consiste na coletada das amostras para a realização das análises por meio da remoção da placa de tártaro mineralizada e do esmalte protetor do dente com palito metálico, sendo tomados os devidos cuidados para evitar a contaminação das amostras. Depois disso, as amostras retiradas foram pesadas e limpas com água destilada até a remoção do vestígio do sedimento. Com a precipitação da água, ocorreu a limpeza das amostras a cada dez minutos e, posteriormente, foram colocadas na centrífuga até a dissolução do material, permitindo a limpeza do material para que ficasse livres de contaminantes (BRAMBILLA; CAMPOS; DUARTE, 2022).

A seguir foi aplicado no cálculo dentário uma solução fraca de HCl diluído a 4% com 8,25 ml de água destilada para a extração das microevidências presentes nos dentes. Dessa forma, as amostras foram centrifugadas e o excesso de água foi removido com pipeta e posteriormente montadas em lâminas 50:50 de glicerol e água destilada (BRAMBILLA; CAMPOS; DUARTE, 2022).

A última pesquisa tem como foco a análise de microvestígios botânicos em cálculos dentários humanos foi realizada por Gustavo Flensburg, María Colobig, Alejandro Zucol e Gustavo Martinez (2023). Esta pesquisa dedicou-se a analisar 15 amostras retiradas de 10 indivíduos adultos de ambos os sexos, os quais foram encontrados em quatros sítios arqueológicos diferentes, os sítios Em Puma 2, Zoko Andí 1, La Petrona e o Paso Alsina 1 distribuídos no curso do Rio Colorado, Argentina (FLENSBORG et al., 2023).

Com isso, entre as 15 amostras analisadas, apenas 8 apresentaram microevidências contidas nos tártaros dentários de 4 pessoas. Os autores consideram, em comparação com outros trabalhos realizados nas regiões vizinhas, uma concentração baixa ou nula de microfósseis nos cálculos dentários de maiores dimensões, sendo composto, em sua maior parte, por minerais. Tendo em vista as características das amostragens, os grãos de amido e fitólitos extraídos tiveram baixo valor taxonômicos, sendo possível identificar por meio dos fitólitos, elementos relacionados a folhas e talos de gramíneas (FLENSBORG et al., 2023).

Neste sentido, de acordo com os autores, o processo iniciou com a limpeza dos dentes utilizando pincel a seco e, para a extração dos cálculos dentais, foi utilizado uma ponta metálica limpa para raspar e perfurar o local onde ocorre maior concentração de tártaro. O material obtido foi colocado diretamente em uma capsula de plástico livre de ácido. A etapa de extração e tratamento da amostra não utilizou substâncias químicas. O material retirado do dente foi moído suavemente e, posteriormente, montado em uma lâmina com glicerina e selado com parafina a 52°C para a visualização em microscópio (FLENSBORG et al., 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, foi proposta a realização, através da pesquisa bibliográfica, de uma revisão das formas de extração de fitólitos, tendo em vista suas metodologias e formas de análise. Para que assim pudessem ser identificados, a partir das bibliografias que foram selecionadas por meio de critérios de pesquisa escolhida, as metodologias e protocolos utilizadas para a extração destes materiais, e com isso identificar os equipamentos utilizados para a realização desta importante etapa das pesquisas. Visamos constatar os diferentes processos que as fontes bibliográficas podem apresentar e, por fim, observar os resultados obtidos a partir destas pesquisas, tendo em vista suas contribuições para a construção do conhecimento histórico sobre a relação dos seres humanos com as plantas.

Com isso, procurou-se reunir os principais assuntos que os estudos de fitólitos desenvolveram até o momento na América do Sul, baseados na cultura material das populações que habitaram a região. E, assim, reunimos as suas formas de trabalho empregadas para a realização da análise microbotânica, mais especificamente dos fitólitos.

Neste sentido, através dos critérios de pesquisa, foram selecionados trabalhos realizados no Brasil, Argentina, Colômbia e Bolívia. Tais pesquisas apresentam estudos de fitólitos encontrados em material cerâmico, solos de sítios arqueológicos, dentes humanos e material lítico. Esses estudos foram apresentados brevemente, de modo a descrever os objetivos, os materiais analisados, os resultados alcançados e, foco desta pesquisa, os protocolos de extração de fitólitos empregados nas análises.

Assim, foi verificada uma grande quantidade de protocolos e métodos empregados para a extração de fitólitos. Surgindo também, nestes últimos anos, novos protocolos e adaptações de protocolos já existentes que apresentam novas técnicas e formas da realização de procedimentos, tornando a análise de fitólitos cada vez mais ampliada.

A partir disso, destaca-se o protocolo desenvolvido em Piperno (2006), sendo este trabalho muito citados entre as metodologias de extração de fitólitos em diferentes análises de contexto arqueológico. Notou-se a presença deste protocolo em análise de solo, materiais cerâmicos e dentes humanos, os quais sofrem algumas adaptações dependendo dos objetos da pesquisa em que este protocolo foi empregado.

Também, vale destacar o protocolo desenvolvido por Coil et al (2013) e Babot (2007), os quais têm a característica de obtenção de diversos microvestígios. Outra importante metodologia é a desenvolvida por Lombardo, Ruiz-Pérez e Madella (2016), a qual segue metodologia estabelecida por Madella, Alix Power-Jones e Martin K. Jones (1998) adicionando

uma técnica de ultrassom, a qual melhora a limpeza da amostra e proporciona um aumento de fitólitos na extração com maior facilidade.

Outro fator interessante, é que foi possível perceber um maior desenvolvimento de novos protocolos e adaptações de metodologias existentes na extração de fitólitos de cálculos dentários. A partir desses estudos surgem protocolos desenvolvidos por Boyadjian, Eggers e Reinhard (2007), Wesolowski (2007), Henry e Piperno (2008) e a metodologia de Flensburg, Colobig, Zucol e Martinez (2023), sendo esta última, caracterizada por não utilizar nenhum produto químico na extração dos fitólitos.

A pesquisa para a reconstrução paleoambiental, através da análise do solo, compreendeu a maior parte dos estudos encontrados. Além disso, os resultados das pesquisas analisadas contribuem para a compreensão da relação entre os seres humanos e as plantas, como dieta, cultivo, usos medicinais e ritualísticos, etc. Além disso, estes estudos podem contribuir também para a compreensão dos modos de preparo do alimento, usos e desusos dos instrumentos confeccionados por estes povos, organização social, relação entre gêneros e várias outras formas de ver estas informações.

Para mais, este tipo de estudo pode ser ainda mais colaborativo, tendo em vista as variedades de trabalhos que ficaram fora desta análise devido aos critérios estabelecidos para a pesquisa e seleção das bibliografias. Sendo assim, a presente pesquisa aponta apenas parte das possibilidades de análises a serem desenvolvidas, deixando oportunidades para possíveis estudos que continuarão seguindo na compreensão dos métodos de extração de fitólitos dos variados materiais arqueológicos na América do Sul e fora dela.

Dessa forma, por meio deste estudo, acredita-se que foi possível colaborar com novos trabalhos de pesquisas arqueológicas vinculados com a interpretação de vestígios de plantas encontradas em contextos arqueológicos, temática que, cada vez mais, se torna necessária para a compreensão das relações entre ser humano e meio ambiente, assunto que ainda se percebe pouco explorado academicamente.

REFERÊNCIAS

- ARCHILA, S.; GIOVANNETTI, M.; LEMA, V. **Arqueobotánica y teoría arqueológica: discusiones desde Suramérica**. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, CESO, Ediciones Uniandes, 2008, p. 282.
- BABOT, M. P. La cocina, el taller y el ritual: explorando las trayectorias del procesamiento vegetal en el noroeste argentino. **Darwiniana, nueva serie**, v. 47, n. 1, p. 7-30, jun. 2009.
- BABOT, M. P. Granos de almidón en contextos arqueológicos: posibilidades y perspectivas a partir de casos del noroeste argentino. *In*: MARCONETTO, M. P. **Paleoetnobotánica del Cono Sur: estudios de casos y propuestas metodológicas**, pp. 95–125, 2007
- BABOT, M. P. Damage on starch from processing Andean food plants. *In*: TORRENCE, R.; BARTON, H (eds) **Ancient starch research**. Left Coast Press, Walnut Creek, California, pp 66–67, 70, Plates 31–32, 2006
- BARTON, R. T., Huw (ED.). **Ancient Starch Research**. New York: Routledge, 2006.
- BERTOLDI DE POMAR, H. **Los silicofitolitos**: sinopsis de su conocimiento. *Darwiniana* 19:173-206, San Isidro, 1975.
- BONOMO, M.; COLOBIG, M.; MAZZI, N. Análisis de residuos orgánicos y microfósiles silíceos de la “cuchara” de cerámica del sitio arqueológico Cerro Tapera Vázquez (Parque Nacional Pre-Delta, Argentina). **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 22, p. 31-50, 26 nov. 2012.
- BOYADJIAN, C. H. C. **Análise e identificação de microvestígios vegetais de cálculo dentário para a reconstrução de dieta sambaquieira**: estudo de caso de Jabuticabeira II, SC. Doutorado em Biologia — São Paulo: Universidade de São Paulo, 26 jun. 2012.
- BOYADJIAN, C. H. C.; EGGERS, S.; REINHARD, K. Dental wash: a problematic method for extracting microfossils from teeth. **Journal of Archaeological Science**, v. 34, p. 1622-1628, 1 out. 2007.
- BOYADJIAN, C. H. C. **Microfósseis contidos no cálculo dentário como evidência do uso de recursos vegetais nos sambaquis de Jabuticabeira II (SC) e Moraes (SP)**. Mestrado em Biologia—São Paulo: Universidade de São Paulo, 6 dez. 2007.
- BOYADJIAN, C. H. C.; SCHEEL-YBERT, R.; BARROS, A.; OLIVEIRA, R.; RODET, M. J.; PROUS, A. **Microbotânica no Museo Nacional, UFRJ**: estado da arte de uma disciplina inovadora e primeiros resultados de estudos recentes. *Revista de Arqueologia*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 149-177, set 2019.

BRAMBILLA, L. R. T.; CAMPOS, C. E. C.; DUARTE, L. R. P. Resultados Preliminares del Análisis de Microfósiles extraídos de cálculos dentales de los esqueletos de guarani pre colonialies recogidas en diferentes yacimientos arqueológicos de Mato Grosso do Sul - Brasil. In: Luis Filipe Bantim de Assumpção, Angelo Ferreira Monteiro, Bruno Brandão Augusto. (Org.). **Para Além do Vale do Café**. 1ed. Vassouras, RJ: Editora Universidade de Vassouras, 2022, p. 89-111.

CALEGARI, M. R.; MUSAUBACH, M. G.; HONAINÉ, M. F. Protocolos de muestreo y extracción de fitolitos y almidones utilizados por grupos de investigación em sudamérica. In: ZUCOL, A. F.; PATTERER, N. I.; COLOBIG, M. M.; MOYA, E. (eds.). **Taller de Micropaleobotánica**. Relevancia de una Red Interdisciplinaria de Investigaciones en Fitólitos y Almidones, Diamante, Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica a la Producción, 2016, p. 222.

CAPPARELLI, M. I.; VÁZQUEZ, F. **Registro arqueobotánico del sitio Arenal Central, Isla Martín García (Argentina)**. Uso y explotación de recursos silvestres y domesticados. Revista de Antropología del Museo de Entre Ríos 6 (2): 64-69, 2021.

CAPUCHO, T. C. J. P. **O uso de plantas no sítio Morro Grande (Araruama, RJ)**. Trabalho de conclusão de curso (especialização) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Geologia do Quaternário, 2021.

CASCON, L.M. **Pequenas Grandes Permanências: métodos e técnicas para a construção de coleções de referência e extração de fitólitos, grãos de amido e outros microvestígios de diversos contextos**. Monografia apresentada à Especialização em Geologia do Quaternário com concentração em Arqueologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

CHUENG, K. F.; COE, H. H. G.; SOUZA, R. C. C. L.; FAGUNDES, M.; VASCONCELOS, A. M. C.; RICARDO, S. D. F.; BANDEIRA, D. da R.; DIAS, R. R.; MACHADO, D. O. B. F. Reconstituição paleoambiental em sítios arqueológicos através da análise de fitólitos: estudos de caso no Brasil. In: COSTA, L. R. F. **Geografia física: estudos teóricos e aplicados**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020a. p. 84- 97.

CHUENG, K. F.; COE, H. H. G.; SOUZA, R.; FAGUNDES, M.; VASCONCELOS, A. M. C.; RICARDO, S. D. F.; BANDEIRA, D.; DIAS, R. R.; MACHADO, D. O. B. Aplicações de estudos de fitólitos para reconstituição paleoambiental em sítios arqueológicos: estudos de caso no Brasil. In: **Simpósio brasileiro de geografia física aplicada**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, jun. 2019.

CHUENG, K. F. COE, H. H. G.; FAGUNDES, M.; VASCONCELOS, A. M. C. RICARDO, S. D. F. **Reconstituição Paleoambiental da Área Arqueológica de Serra Negra, Face Leste do Espinhaço Meridional (Minas Gerais), através da Análise de Fitólitos**. Revista brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 7, pp. 2260-2275, 2018.

CHUENG, K. F.; COE, H. H. G.; SANTOS, C. P.; FAGUNDES, M.; VASCONCELOS, A. M. C.; RICARDO, S. D. F.; MACHADO, D. O. B. F. Utilização de fitólitos para inferências paleoambientais na área arqueológica de Serra Negra, Minas Gerais. In: MAGESTE, L. E. C.;

AMARAL, A. M.; CARDOSO, R. A. **Arqueologia e Patrimônio: experiência, método e teorias.** São Raimundo Nonato: Univasf, 2020b.

COE, H. H. G. **Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios/Cabo Frio, RJ, durante o Quaternário.** Tese de Doutorado: UFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 301p. 2009.

COE, H. H. G; MACHADO, D. O. B. F; RICARDO, S. D. F; CHUENG, K. F. **Fitólitos de Sedimento e Plantas** – método de extração e suas aplicações. *In: SALES, F.O. Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3.* Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 134-150.

COE, H. H. G.; BANDEIRA, D. R.; RASBOLD, G. G.; SOUZA, R. C. C. L.; CHUENG, K. F.; DIAS, R. R.; MACHADO, D. O. B. F.; FERREIRA, J.; VOSS, C. V. SÁ, J. C. Reconstituição paleoambiental através de fitólitos no sambaqui Casa de Pedra, São Francisco do Sul-SC, Brasil. *In: COSTA, L. R. F. D. (Ed.). Paleontologia Contemporânea: Diferentes Técnicas e Análises.* 1. ed. Atena Editora, 2020. p. 61-85.

COE, H. H.; OSTERRIETH, M. **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina).** Nova Science Publishers, New York, 2014.

COIL, J.; KORSTANJE, M. A.; ARCHER, S.; HASTORF, C. A. Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. **Journal of Archaeological Science**, v. 30, n. 8, p. 991-1008, ago. 2003.

COLOBIG, M. M.; ZUCOL, A.; BREA, M.; FRANCO, M. J.; PASSEGGI, E.; COCCO, G.; SÁNCHEZ-PINTO, I. Restos Arqueobotânicos del sitio arqueológico fuerte *Sancti Spiritus*, Santa Fe, Argentina. **Comechingonia**, v. 21, n. 2, p. 1-10, dez. 2017.

CORTELETTI, R.; DICKAU, R.; DEBLASIS, P.; IRIATE, J. **Análises de grãos de amido e fitólitos nas terras altas do sul do Brasil:** repensando a economia e mobilidade dos grupos Proto-Jê Meridionais. *Cadernos do LepaArq*, v. XIII, n. 25, 2016.

COSTA ANGRIZANI, R.; COLOBIG, M. D. L. M.; BONOMO, M. Taxonomia funcional e análise de microvestígios botânicos em vasilhas arqueológicas Guarani na Argentina. **Revista Habitus** - Revista do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia, v. 18, n. 2, p. 421, 26 fev. 2021.

COSTA, L. M. DA; SANTOS, R. F. DOS; SCHAFFER, C. E. G. R.; MOREAU, A. M. S. DOS; MOREAU, M. S. Ocorrência de corpos silicosos em horizontes superficiais de solos de diferentes ecossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 871–879, jun. 2010.

DAY, J. **Botany meets archaeology: people and plants in the past.** *Journal of Experimental Botany*, v. 64, n. 18, p. 5805-5816, 1 dez. 2013.

DEBLASIS, P. O que é arqueologia. In: VASCONCELLOS, C. de M. (Org). **Recursos pedagógicos no Museu de Arqueologia e Etnologia da USP**. São Paulo: Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, 2014, p. 14-19.

DENHAM, T.; IRIARTE, J.; VRYDAGHS, L. (EDS.). **Rethinking agriculture: archaeological and ethnoarchaeological perspectives**. Walnut Creek, CA: Left Coast Press, 2007.

DUNCAN, N. A.; PEARSALL, D. M.; BENFER, R. A. **Gourd and squash artifacts yield starch grains of feasting foods from preceramic Peru**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 106, n. 32, p. 13202–13206, ago. 2009.

FLENSBORG, G.; COLOBIG, M. M.; ZUCOL, A.; MARTÍNEZ, G. Análisis arqueobotánico en el tártaro dental de restos humanos asignables al holoceno tardío de la transición pampeano-patagónica oriental. **Magallania**, v. 51, 18 jan. 2023.

FLORES, R. A. **Aporte da análise de microvestígios botânicos à determinação do uso de plantas domesticadas em Lapa Grande de Taquaraçu (MG)**. Doutorado em Arqueologia—São Paulo: Universidade de São Paulo, 23 ago. 2021.

FLÓREZ, M. T. **Génesis de paleosuelos ándicos a partir del estudio de pedocomponentes**: Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2000.

FUNARI, P. P. A. **Arqueologia**. São Paulo: ATICA, 1988.

GIL, A. N. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HENRY, A. G.; PIPERNO, D. R. **Using plant microfossils from dental calculus to recover human diet**: a case study from Tell al-Raqā'i, Syria. *Journal of Archaeological Science*, v. 35, n. 7, p. 1943–1950, jul. 2008.

HOLST, I.; MORENO, J. E.; PIPERNO, D. R. Identification of teosinte, maize, and *Tripsacum* in Mesoamerica by using pollen, starch grains, and phytoliths. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 45, p. 17608-17613, 6 nov. 2007.

LEFEBVRE, M. G. et al. Caracterización fitolítica de las secuencias sedimentarias del sitio arqueológico El Pichao (Noroeste Argentino). Cambios ambientales y antrópicos durante el Holoceno superior. **Estudios Atacameños**, v. 67, p. 4481, nov. 2021.

LEPSCH, I. F; PAULA, L. M. A. **Fitólitos em solos sob cerradões do Triângulo Mineiro: relações com atributos e silício adsorvido**. *Caminhos de Geografia (UFU)*, v. 6, p. 185, 2006.

LEPSCH, I. F. Preface. *In*: COE, H. H. G.; OSTERRIETH, M. **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. Nova Science Publishers, New York, 2014.

LOMBARDO, U.; IRIARTE, J.; HILBERT, L.; RUIZ-PÉREZ, J.; CAPRILLES, J. M.; VEIT, H. **Early Holocene crop cultivation and landscape modification in SW**. *Nature* 581, 190–193, 2020.

LOMBARDO, U.; RUIZ-PÉREZ, J.; MADELLA, M. Sonication improves the efficiency, efficacy and safety of phytolith extraction. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 235, p. 1–5, dez. 2016.

LOPEZ, B. E. G. **Fitólitos en cálculo dental de poblaciones Tempranas del valle geográfico del río Cauca (500 a.C. – 500 d.C.)**. Aproximación a la paelodieta. Maestría en Antropoligía: Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2011.

LUZ, L. D.; KALINOVSKI, E. C. Z.; PAROLIN, M.; FILHO, E. E. DE S. **Estágio atual do conhecimento sobre fitólitos no Brasil**. *Terrae Didactica*, v. 11, n. 1, p. 52, 22 jun. 2015.

MACHADO, D. O. B. F.; COE, H. H. G.; BANDEIRA, D. R.; SOUZA, R.; RASBOLD, G. G.; CHUENG, K. F.; DIAS, R. R. FERREIRA, J.; VOSS, C. V.; AS, J. C. **Paleoenvironmental Reconstruction Through Phytolith Analysis in the Casa Da Pedra Shellmound Archaeological Site, São Francisco Do Sul, Santa Catarina, Brazil**. [s.l.] *In Review*, 7 set. 2022.

MADELLA, M.; LANCELOTTI, C. Taphonomy and phytoliths: A user manual. **Quaternary International**, v. 275, p. 76-83, out. 2012.

MADELLA, M.; POWERS-JONES, A. H.; JONES, M. K. A Simple Method of Extraction of Opal Phytoliths from Sediments Using a Non-Toxic Heavy Liquid. **Journal of Archaeological Science**, v. 25, n. 8, p. 801-803, ago. 1998.

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. **International Code for Phytolith Nomenclature 1.0**. *Annals of Botany*, 96(2) 253-260. 2005.

MARCONETTO, M. P. **Paleoetnobotánica del Cono Sur: estudios de casos y propuestas metodológicas**, pp. 95–125, Córdoba, 2007

MEDEANIC, S.; CORDAZZO, C. V.; CORRÊA, I. C. S.; MIRLEAN, N. **Os Fitólitos em Gramíneas de Dunas do Extremo Sul do Brasil: Variabilidade Morfológica e Importância nas Reconstruções Paleoambientais Costeiras**. *Gravel*, 6(2):1-14. 2008.

MIDDLETON, W. D.; ROVNER, I. Extraction of Opal Phytoliths from Herbivore Dental Calculus. **Journal of Archaeological Science**, v. 21, n. 4, p. 469-473, jul. 1994.

MUSAUBACH, M. G. **Microrrestos vegetales en residuos arqueológicos**. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires, v. XLII, n. 2, p. 379-388. 2017.

MUSAUBACH, M. G. Potencialidad de estudios arqueobotánicos sobre tártaro dental de cazadores recolectores de la provincia de la pampa, Argentina. **Revista Argentina de Antropología Biológica**. v. 14, n. Especial, p. 105-113, dez. 2012.

MUSAUBACH, M. G.; BERÓN, M. A. Food residues as indicators of processed plants in hunter-gatherers' pottery from La Pampa (Argentina). **Vegetation History and Archaeobotany**, v. 26, n. 1, p. 111-123, jan. 2017.

NEUMANN, K.; STRÖMBERG, C. A. E.; BALL, T.; ALBERT, R. M.; VRYDAGHS, L.; CUMMINGS, L. S. **International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0**. Annals of Botany 2019, 124 (2), 189-199.

ORTEGA, D. D. **Microvestígios botânicos em artefatos líticos do sítio Lapa do Santo (Lagoa Santa, Minas Gerais)**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Arqueologia), Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2019.

PEARSALL, D. M. **Paleoethnobotany: a handbook of procedures**. San Diego: Academic Press, 1989.

PEARSALL, D. M. **Paleoethnobotany: a handbook of procedures**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2000.

PEIXOTO, L. da S. Cultura material e memória social. In: Pedro Paulo Abreu Funari; Fábio Vergara Cerqueira; Chimene Kuhn Nobre. (Org.). **Arqueologia Histórica, Memória e Patrimônio em Perspectivas Multidisciplinar: Contribuições da Arqueologia, História, Literatura, Arquitetura e Urbanismo**. Pelotas: IMP, LEPAARQ/UFPEL, Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural/UFPEL, 2009, p. 91-103.

PEREIRA, G. L. **Identificação de fitólitos a partir de fragmentos de carvão**. Cadernos do LEPAARQ, v. 7, p. 87, 2010.

PEREIRA, G. L. **Ocupação pré-histórica do litoral norte gaúcho: um olhar sobre o invisível**. 2013. 2 f. Dissertação (Mestrado em História) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia vegetal**. [s.l.] CTISM - Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2015.

PERRY, L. **Starch Extraction Protocol**. 2010. Disponível em: <<http://fossilfarm.org/Methods/Methods/Protocol.html>>, Acesso em: 23 de novembro de 2023.

PIPERNO, D. R. **Phytolith analysis: an archaeological and geological perspective**. Academic Press. p. 280. 1998.

PIPERNO, D. R. **The status of phytolith analysis in the American tropics.** *Journal of World Prehistory*, v. 5, n. 2, p. 155–191, jun. 1991.

POSADA, W. A; PARRA, L. N. **Microscopía de pedocomponentes en um sitio arqueológico del occidente de Antioquia.** Énfasis em arqueobotânica y paleoecología. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 14(1), 17–40, 2010.

RASBOLD, G.G.; MONTEIRO, M. R.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G.; PESSEDA, L. C. R. **Caracterização dos tipos morfológicos de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (Arecaceae).** *Iheringia. Série Botânica*, v. 66, p. 265-270, 2011.

REINHARD, K. J.; MENDONÇA DE SOUZA, S. F.; RODRIGUES, C.; KIMERLE, E.; DORSEY-VINTON, S. Microfossils indental calculus: anewperspectiveondiet anddental disease. *In: WILLIAMS, E. (Ed.), Human remains: Conservation, retrieval and analysis. Proceedings of a conference held in Williamsburg, VA, nov. 1999. BAR International Series 934, Oxford, pp. 113–118. 2001.*

SANTOS, R. F. **Termodecomposição, estudos de carbonização e silicificação da matéria orgânica e corpos silicosos em ecossistemas terrestres no Brasil e na Antártica.** 2007. Tese (doutorado) - Programa de Pós- Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SCHEEL-YBERT, R. Arqueobotânica na América do Sul: Paisagem, subsistência e uso de plantas no passado. *In: Dossie Arqueobotânica na America do Sul*, Sheel-Ybert, R. (Org.). *Cadernos do Lapaarq*, 13(25), p. 1-14. 2016.

SCHEEL-YBERT, R.; CAROMANO, C.F.; CASCON, L.M.; BIANCHINI, G.F.; BEAUCLAIR, M. Estudos de paleoetnobotânica, paleoambiente e paisagem na Amazônia Central. *In: Pereira, E.; Guapindaia, V. (Org.). Arqueologia Amazônica.* Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010, v. 2, p. 909-935.

SCHNEIDER, F.; CORTELETTI, R.; MACHADO, N. T. G.; STÜLP, S. **Arqueobotânica Guarani:** a presença de Grãos de Amido, Fitólitos e Endocarpos Carbonizados no Sítio RS-T-114, Bacia do Rio Forqueta, Rio Grande Do Sul, Brasil. *In: XIX Congresso Nacional de arqueologia Argentina, San Miguel de Tucumán, ago. 2016.*

VRYDAGHS, L.; DENHAM, T. Rethinking Agriculture: Introductory Thoughts. *In: DENHAM, T.; IRIARTE, J.; VRYDAGHS, L. (EDS.). Rethinking agriculture: archaeological and ethnoarchaeological perspectives.* Walnut Creek, CA: Left Coast Press, 2007.

WESOLOWSKI, V.; SOUZA, S. M. F. M. DE.; REINHARD, K.; CECCANTINI, G. Grânulos de amido e fitólitos em cálculos dentários humanos: contribuição ao estudo do modo de vida e subsistência de grupos sambaquianos do litoral sul do Brasil. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 17, p. 191, 3 dez. 2007.

WESOLOWSKI, V. **Cáries, desgaste, cálculos dentários e micro-resíduos da dieta entre grupos pré-históricos do litoral norte de Santa-Catarina:** É possível comer amido e não

ter cárie? 2007. Tese de doutorado, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro. 192 p.

WESOLOWSKI, V. **Cáries, desgaste, cálculos dentários e micro-resíduos da dieta entre grupos pré-históricos do litoral norte de Santa Catarina: é possível comer amido e não ter cárie?**. Revista de Arqueologia, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 157–159, 2008

YOUNG, D. **Paleoethnobotanical Analysis of Starch Grains and Phytoliths from Pre-Columbian Ceramic Residues in the Bolivian Amazon**. Electronic Theses and Dissertations, 2020. p. 156.

ZARRILLO, S. **Human Adaptation, Food Production, and Cultural Interaction during the Formative Period in Highland Ecuador**. PhD Dissertation, Department of Archaeology, University of Calgary, Calgary, Alberta. 2012

ZUCOL, A. F.; OSTERRIETH, M. Técnicas de preparación de muestras sedimentarias para la extracción de fitolitos. **AMEGHINIANA** (Rev. Asoc. Paleontol. Argent.) - 39 (3): 379-382. Buenos Aires, 2002.

ZUCOL, A. F. Análisis comparativo metodológico y estudio de la fertilidad fitolítica en tártaro de dientes humanos de sitios arqueológicos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). **FITOLÍTICAS** (GEFACS), v. 5, 2003.

ZUCOL, A.; PASSEGGI, E.; BREA, M.; PATTERER, N.; FERNÁNDEZ PEPI, M.; COLOBIG, M. **Phytolith analysis for the Potrok Aike Lake Drilling Project: sample treatment protocols for the PASADO Microfossil Manual**. In: CORBELLA H.; MAIDANA, N. (eds.). 1º Reunión Internodos del Proyecto Interdisciplinario Patagonia Austral y 1er Workshop Argentino del Proyecto Potrok Aike Maar Lake Sediment Archive Drilling Project, pp. 81-84. Proyecto Editorial PIPA, Buenos Aires. 2010