The background of the entire page is a repeating pattern of hand-drawn sketches of various botanical micro-remains, such as pollen grains, starch grains, and plant fragments. These sketches are rendered in black outlines on a light background, with some elements highlighted in a light brown or orange color. The sketches are scattered across the page, creating a textured, scientific aesthetic.

MUSEU DE ARQUEOLOGIA E  
ETNOLOGIA (MAE-USP)

**Aporte da análise de microvestígios botânicos à  
determinação do uso de plantas domesticadas em  
Lapa Grande de Taquaraçu (MG)**

Tese de doutorado

Rodrigo Angeles Flores

Astolfo Gomes de Mello Araujo (orientador)

Gregório Ceccantini (coorientador)

São Paulo 2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
MUSEU DE ARQUEOLOGIA E ETNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA

**RODRIGO ANGELES FLORES**

**APORTE DA ANÁLISE DE MICROVESTÍGIOS BOTÂNICOS À  
DETERMINAÇÃO DO USO DE PLANTAS DOMESTICADAS EM LAPA  
GRANDE DE TAQUARAÇU (MG)**

São Paulo

2021

**RODRIGO ANGELES FLORES**

**APORTE DA ANÁLISE DE MICROVESTÍGIOS BOTÂNICOS À  
DETERMINAÇÃO DO USO DE PLANTAS DOMESTICADAS EM LAPA  
GRANDE DE TAQUARAÇU (MG)**

**CONTRIBUTION OF BOTANICAL MICRORREMAIN ANALYSIS TO DETERMINE  
THE USE OF DOMESTIC PLANTS IN LAPA GRANDE DE TAQUARAÇU (MG)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Arqueologia.

Área de Concentração:

Arqueologia

Orientador: Prof. Dr.

Astolfo Gomes de Mello Araujo

Co-orientador: Prof. Dr.

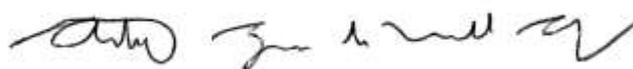
Gregório Cardoso Tápias Ceccantini

Linha de pesquisa: Espaço, Sociedade e Processos de Formação do Registro Arqueológico

Versão corrigida

A original encontra-se na biblioteca do Museu de Arqueologia e Etnologia

São Paulo 2021



Autorizo a reprodução e divulgação integral ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação, MAE/USP,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Angeles Flores, Rodrigo  
Aporte da análise de microvestígios botânicos à  
determinação do uso de plantas domesticadas em Lapa  
Grande de Taquaraçu (MG) / Rodrigo Angeles Flores;  
orientador Astolfo Gomes de Mello Araujo;  
coorientador Gregório Ceccantini. -- São Paulo, 2021.  
314 p.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em  
Arqueologia) -- Museu de Arqueologia e Etnologia,  
Universidade de São Paulo, 2021.

1. arqueobotânica. 2. domesticação. 3. fitólitos.  
4. grãos de amido. 5. Lagoa Santa. I. Araujo,  
Astolfo Gomes de Mello, orient. II. Ceccantini,  
Gregório, coorient. III. Título.

Bibliotecária responsável:  
Monica da Silva Amaral - CRB-8/7681

## **Agradecimentos**

São muitas pessoas de diversos países as quais direta ou indiretamente me ajudaram nesta pesquisa de doutorado e quisera agradecer neste espaço. Peço desculpas para aquelas pessoas cujo nome esqueci de escrever em esta seção, erro devido a uma mente distraída e não à ingratidão. Também é necessário sinalizar que embora a ajuda que tive, os erros que o leitor pudesse achar neste trabalho são exclusivamente meus.

Son muchas las personas de diversos países quienes directa o indirectamente me ayudaron en esta investigación de doctorado y quisiera agradecer en este espacio. Pido disculpas para aquellas personas cuyo nombre me olvidé de escribir en esta sección, una falta debida a una mente distraída y no a la ingratitud. También es necesario señalar que a pesar de la ayuda que tuve, los errores que el lector pudiera encontrar en este trabajo son exclusivamente míos.

There are many people from different countries who directly or indirectly helped me in this PhD research and would like to thank in this space. In order for the acknowledgments to reach their receiver easily. I apologize to the people whose name I forgot to write in this section, a mistake due to a distracted mind and not to ingratitude. It is also necessary to point out that despite the help I had, the errors that the reader could find in this work are exclusively my own.

*Instituto de Biociências na USP (IB-USP)*

À Mestre Marina Milanello Amaral por me ajudar a identificar tentativamente alguns grãos de pólen.

À doutoranda Annelise Frazão Nunes, por me ensinar como usar o programa Xper3, embora não tenha sido usado na versão final.

Ao doutorando Rafael Zucharelli por responder muitas das minhas dúvidas sobre o algodão.

Para el personal del laboratorio de Genomics and Transposable Elements (GaTe Lab ), especialmente a la Maestra Vania Sedano por ayudarme con dudas técnicas y por ayudarme a autoclavar mi material siempre que lo necesitaba.

À Eglee Silva Gonçalves Igarashi do Laboratório de Fisiologia Ecológica de Plantas. Por me permitir usar a centrífuga e o banho de ultrassom sempre que precisei.

Ao Prof. Marcelo J. Pena Ferreira do Laboratório de Fitoquímica e a Aline Cruz do mesmo laboratório por gentilmente me permitir usar a mufla, mesmo em tempos de pandemia.

À Dra. Mercedes Okumura, diretora do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos (LEEH-USP), e ao Max Ernani da mesma instituição; por ter tido as portas abertas do laboratório para realizar as análises com o material arqueológico.

Ao pessoal do Laboratório de Anatomia Vegetal do Depto de Botânica, por me permitir usar esse lab. desde o mestrado até hoje oferecendo-me recursos como materiais de consumo e auxílios esporádicos diversos. Em específico à Profa Dra. Veronica Angyalossy, Profa Dra. Gladys Flávia de Pinna, Prof Dr. Diego Demarco e as Técnicas Biólogas Gisele Costa, Tássia Santos e Paula Alecio.

Ao pessoal do Laboratório de Proteínas e Biologia Redox, chefiado pelo Prof. Luis Netto, e ao técnico Thiago G. P. Alegria, por ajudar a esterilizar a vidraria que usei durante a pandemia.

Ao Dr. Luis López Franco e à Dra. Célia Boyadjan do Laboratório de Antropologia Biológica, por me deixar usar o microscópio quando precisei.

Para a Carmen Nicole de Sousa, pela sua inigualável ajuda na descrição de grãos de amido no estudo de referência.

*University of Exeter*

Al Dr. José Iriarte, por aceptar ser mi supervisor durante mi estancia en el laboratorio de arqueobotánica en la Universidad de Exeter, así como pacientemente guiarme por el mundo de los fitiolitos y del asado uruguayo.

To Dr. Mark Robson from the University of Exeter, for being a great office partner and kindly answer my questions regarding archaeobotany and Exeter's pubs.

Ao Dr. Rafael Milheira por me ajudar me integrar na vida na cidade de Exeter e por chegar todos os dias no laboratório falando indistintamente em espanhol, português ou inglês; promovendo assim um ambiente cosmopolita.

A la Maestra María López Rojas por ayudarme con la gran cantidad de problemas que tuve durante el inicio de mi estadía en Exeter.

To Dr. Regina Gonda, from University of Exeter for her patience while teaching me the techniques necessary to phytolith extraction from archaeological sediments

Ao Felipe do Nascimento Rodrigues por ter me emprestado um lugar onde morar nas primeiras semanas da minha estadia em Exeter, mesmo sem me conhecer.

Al personal Latinoamericano de la Universidad de Exeter: David, Rubén, Henry, Constanza, Adrián; a los europeos Alice, Dory, João y al personal de otras nacionalidades cuyos nombres se me escapan, por hacerme sentir como en mi casa e invitarme a las noches del jueves en el Imperial.

A los miembros de la comunidad mexicana en Exeter, en especial a Alicia y a Carolina por la ayuda que prestaron para mi y mi familia.

#### *Outras instituições*

À Dra. Aline Freitas da Universidade Federal do Piauí por me ajudar direta e indiretamente com vários dados que precisei para a minha pesquisa, especialmente com os pólenes.

À Dra. Myrtle Shock da Universidade Federal do Oeste de Pará, por me ajudar com a identificação da semente de *Gossypium barbadense*.

À Dra. Maria Ester, por ter me ajudado no processo do doutorado, mesmo quando ela estava passando mais dificuldades do que eu.

À Dra. Priscilla Denise Almeida da Silva, por me ajudar a identificar a diatomácea presente no material arqueológico

A la Doctora Gabriela Vázquez Hurtado del INECOL en Xalapa y a la Dra. Margarita Caballero del Laboratorio de Paleolimnología, del Instituto de Geofísica, UNAM; por ayudarme con la identificación de diatomeas, aún cuando las fotos no estaban en la calidad ideal.

Ao Dr. Fábio de Oliveira Freitas, por servir de ligação com o grupo de pesquisa da Universidade de Warwick, U.K e por responder as minhas dúvidas no que diz respeito ao algodão.

À Raphaella Dias, da Universidade Federal Fluminense, por ter me ajudado com umas dúvidas respeito aos fitólitos nas plantas do Cerrado.

Ao Dr. Astolfo Gomes de Mello Araújo e ao Dr. Gregório Ceccantini, por ter aceitado mais uma vez ser o meu orientador e co-orientador respetivamente. Além de ser compreensivos com a carga de trabalho e o tempo da pesquisa em época de pandemia, mas sem deixar de ser assertivos.

Ao mestre Marcelo da Costa, Dra. Marianne Sallum e Dr, Franciso Noelli, por amavelmente ter usado o tempo deles para revisar algumas partes do texto.

À Samara Konno, primeiro filtro do portunhol no texto (porém, ela não faz milagres), por ser corajosa o suficiente para se casar comigo e amorosa o suficiente para engendrar a nossa filha.

À Dra. Jennifer Watling e a sua família por ter me ajudado tanto académica quanto pessoalmente nos tempos mais difíceis.

Para a CAPES, que permitiu a realização dessa pesquisa mediante uma bolsa emergencial (PDSE, processo 88881.188612/2018-0) e uma PRDOUTORAL, mesma que foi renovada durante a pandemia de Covid-19.

“hablar como un árbol  
con mi sombra hacia ti”

*-Silvio Rodríguez- De la ausencia y de ti, Velia*

“It’s the evolution, baby”

*-Pearl Jam – Do the evolution*

Para Cássia

Por llevar parte de mis genes y recibirme siempre con una sonrisa al llegar a casa

## Resumo

No Brasil, as análises de microvestígios botânicos têm evidenciado a presença de plantas domesticadas em períodos cada vez mais próximos da transição Pleistoceno –Holoceno e trabalhos recentes na microrregião de Lagoa Santa parecem seguir essa corrente. Para testar a presença de plantas domesticadas nesta microrregião foi feita uma análise de fitólitos nos sedimentos do sítio Lapa Grande de Taquaraçu. Este, se trata de um abrigo calcário na beira do rio de topônimo, com o registro de ocupações humanas entre 11.360 ±110 a 1.100 ±80 anos cal AP, com um hiato ocupacional entre 9.000±70 a 1.100 anos cal AP. Em paralelo às pesquisas microarqueobotânicas, foram desenvolvidos: 1) estudos morfológicos de grãos de amido e fitólitos de espécies de plantas atuais, sob a forma de coleções de referência (amidoteca, fitoliteca) e 2) a detecção das alterações da morfologia dos grãos de amido nos diversos processos de produção de plantas tuberosas. O primeiro estudo de referência mostrou ser pioneiro na descrição de grãos de amido de algumas espécies, porém não foi possível definir tipos diagnósticos na análise de fitólitos. No segundo, foi constatada a perda de características morfológicas diagnósticas na maioria dos grãos de amido mesmo quando são expostos ao calor por pouco tempo. Na maioria dos sedimentos arqueológicos foram recuperados uma grande quantidade de fitólitos, que correspondiam predominantemente a plantas lenhosas e gramíneas. Em duas amostras o conjunto de fitólitos correspondem possivelmente a áreas de atividade não definidas. Alguns dos fitólitos são parecidos com o milho ou com feijão, mas é necessário um estudo de referência detalhado com espécies da área para afirmar a presença destas e outras plantas. O achado fortuito de uma semente de *Gossypium barbadense var. brasiliense* nos sedimentos do sítio é a evidência mais direta de domesticação. Porém, é necessário complementar com estudos de ADN (os mesmos já estão sendo feitos Universidade de Warwick, U.K.) e de datação direta. A revisão das imagens dos grãos de amido, permitiu identificar um grão de *Dioscorea sp.*, o que a converte na evidência mais antiga do uso deste gênero nas Américas.

**Palavras-chave:** arqueobotânica; domesticação; fitólitos; grãos de amido; Lagoa Santa.

## Abstract

In Brazil, the analysis of botanical microremains has shown the presence of domesticated plants in periods closer to the Pleistocene – Holocene transition and recent work in the Lagoa Santa microregion seems to follow this current. To test the presence of domesticated plants in this microregion, a phytolith analysis was carried out in the sediments of the Lapa Grande de Taquaraçu site. This is a limestone shelter on the riverside of the same name, with an occupation of  $11,360 \pm 110$  to  $1,100 \pm 80$  cal AP, with a gap in its occupation of  $9,000 \pm 70$  to  $1,100$  cal AP. In parallel with the microarchaeobotanical researches, the following were developed: 1) morphological studies of starch grains and phytoliths of current plant species, in the form of reference collections (amidothek, phytolithotheca) and 2) the detection of changes in the morphology of starch grains in the various production processes of tuberous plants. The first reference study proved to be a pioneer in the description of starch grains of some species, however, it was not possible to define diagnostic types in the analysis of phytoliths. In the second, a loss of morphological diagnostic characteristics was found in most starch grains even when they were exposed to heat for a short amount of time. In most archaeological sediments, a large amount of phytoliths were recovered, which corresponded predominantly to woody and grass plants. In two samples the set of phytoliths possibly corresponds to undefined areas of activity. Some of the phytoliths are similar to those related with corn or beans, but a detailed reference study with species in the area is necessary to confirm the presence of these and other plants. The fortuitous finding of a seed of *Gossypium barbadense* var. *brasiliense* in the sediments of the site is the most direct evidence of domestication. However, it is necessary to complement with DNA studies (they are already being done at Warwick University, U.K.) and direct dating. The review of the images of the starch grains allowed to identify a grain of *Dioscorea* sp, which makes it the oldest evidence of the use of this genus in the Americas.

**Key words:** *archaeobotany, domestication, phytoliths, starch grains, Lagoa Santa*

## **Apresentação**

Originalmente este trabalho visava comparar os recursos vegetais usados pelos grupos paleoíndios em dois abrigos rochosos a través da análise de grãos de amido e fitólitos em artefatos líticos. Seria uma maneira de complementar e ampliar as análises de micro e macrovestígios feitos no mestrado com a ajuda de uma nova ferramenta: a análise de fitólitos.

Porém, a ocorrência de dois eventos levou a uma mudança de foco na pesquisa, que passou a se concentrar mais na identificação de espécies domesticadas. Estes eventos foram: 1) O achado de uma semente, identificada tempo depois como *Gossypium barbadense var. brasiliense*. Essa semente foi encontrada nos sedimentos do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu, analisados pela então mestranda em arqueologia Eliane Chim. 2) A pesquisa de mestrado de Daniela Ortega feita no Sítio de Lapa do Santo que apresenta um caso forte para o uso de plantas domesticadas, incluído o milho.

A princípio planejava-se criar um estudo de referência para Sítios arqueológicos assentados em diferentes biomas (Mata Atlântica e Cerrado). Para tal, foram procuradas espécies que pudessem estar em ambos biomas. Porém, as permissões para trabalhar em um desses Sítios (Abrigo de Maximiano-SP) não estiveram prontas a tempo, impossibilitando o trabalho de campo no mesmo. O resultado disto, é que as espécies de plantas atuais usadas nas coleções de referência ocorrem em mais de um bioma (Cerrado, Mata Atlântica). Outro fator que influenciou na escrita desta tese foi a pandemia de Covid-19, que tornou difícil o acesso aos laboratórios usados para as análises nesta pesquisa. Mesmo assim, as análises microarqueobotânicas foram realizadas dentro das possibilidades disponíveis.

A tese está estruturada no seguinte modelo: no capítulo 1 são introduzidos alguns preceitos e modelos teóricos relacionados com a domesticação de plantas, com ênfase nas usadas na microrregião de Lagoa Santa. Este capítulo também trata da conceituação dos microvestígios de plantas abordados nesta pesquisa: os fitólitos e grãos de amido e de sua importância na arqueologia. O capítulo 2

descreve a vegetação circundante ao Sítio Lapa Grande de Taquaraçu, a partir de levantamentos florísticos e fitossociológicos feitos no Rio das Velhas. O capítulo 3 está focado nos antecedentes arqueológicos e arqueobotânicos, com uma breve apresentação do histórico das pesquisas na área, e uma pequena seção para os estudos de fitólitos no bioma Cerrado. O capítulo 4 está centrado no Sítio arqueológico foco desta pesquisa, fazendo uma descrição do Sítio, e as diferentes publicações derivadas das escavações arqueológicas anteriores. Os capítulos 5 e 6 estão dedicados a apresentar as hipóteses e objetivos respectivamente. No capítulo 7 são descritos os materiais e métodos utilizados nas análises de fitólitos e grãos de amido, tanto recentes (coleções de referência) quanto arqueológicos (extraídos de solos/ sedimentos e materiais recuperados). No capítulo 8 são apresentados os resultados da pesquisa arqueobotânica. Os resultados são discutidos detalhadamente no capítulo 9, com destaque nas questões pós-deposicionais relacionadas à preservação dos fitólitos no registro arqueológico do Sítio Lapa Grande do Taquaraçu, comparando esses resultados com outros trabalhos da área de estudo. O conjunto de fitólitos recuperados foi interpretado com base em estudos anteriores feitos no mesmo Sítio. Também foi feita uma revisão comparativa entre os dados apresentados na minha dissertação de mestrado e os dados da atual pesquisa. Neste mesmo capítulo há uma discussão sobre a presença de plantas domesticadas no Sítio, bem como sobre a importância das coleções de referência em microarqueobotânica, a partir de espécimes atuais, alguns deles descritos pela primeira vez no Brasil. As conclusões são apresentadas no capítulo 10.

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>18</b>
1.1	<i>Arqueologia evolutiva .....</i>	19
1.1.1	<i>Ecologia Comportamental Humana .....</i>	21
1.2	<i>Fitólitos.....</i>	27
1.2.1	<i>Breve história das análises de fitólitos na arqueologia .....</i>	29
1.3	<i>Grãos de amido.....</i>	30
1.3.1	<i>Breve história da pesquisa de grãos de amido na arqueologia .....</i>	31
1.3.2	<i>Análise de grãos de amido em contexto arqueológico no Brasil.....</i>	32
1.4	<i>É possível distinguir as plantas domesticadas usando microvestígios? ..</i>	33
<b>2</b>	<b>Vegetação.....</b>	<b>35</b>
2.1	<i>Cerrado .....</i>	41
2.1.1	<i>Formações Florestais .....</i>	45
2.1.2	<i>Formações savânicas.....</i>	46
2.1.3	<i>Formações campestres .....</i>	48
2.2	<i>Fitofisionomias próprias da Mata Atlântica.....</i>	51
2.2.1	<i>Floresta Estacional Semidecidual.....</i>	51
2.2.2	<i>Floresta Estacional semi decidual aluvial .....</i>	51
2.3	<i>Paleovegetação em Lagoa Santa no Pleistoceno Final e Holoceno Inicial</i> <i>51</i>	
<b>3</b>	<b>Trabalhos arqueológicos em Lagoa Santa .....</b>	<b>53</b>
3.1.1	<i>Antecedentes de estudos arqueobotânicos em Lagoa Santa.....</i>	59
3.1.2	<i>Estudos de fitólitos no Cerrado.....</i>	61
<b>4</b>	<b>Lapa Grande de Taquaraçu.....</b>	<b>64</b>
4.1	<i>Pesquisas derivadas das escavações.....</i>	71
<b>5</b>	<b>Hipótese e Objetivos .....</b>	<b>81</b>
5.1	<i>Hipótese .....</i>	81
5.2	<i>Objetivos .....</i>	81
5.2.1	<i>Geral.....</i>	81
5.2.2	<i>Específicos .....</i>	81
<b>6</b>	<b>Materiais e Métodos.....</b>	<b>82</b>
6.1	<i>Coleções de referência .....</i>	82
6.1.1	<i>Coleção de referência de grãos de amido.....</i>	94

6.1.2	Coleção de referência de fitólitos.....	99
6.1.3	Coleção de referência para a detecção de mudanças morfológicas nos grãos de amido nos processos de produção e consumo de plantas.....	101
6.1.4	Cuidados de limpeza com o material usado em laboratório .....	102
6.2	Sedimentos arqueológicos .....	102
6.2.1	Protocolo para a preparação de fitólitos em sedimentos arqueológicos	111
6.3	Tipologia de fitólitos empregada .....	119
<b>7</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>127</b>
7.1	Coleção de referência, grãos de amido.....	127
7.1.1	N.P.: Mandioca, macaxeira, aipim. N.C.: <i>Manihot esculenta</i> Crantz, Euphorbiaceae.....	127
7.1.2	N.P.: Jatobá, jataí. N.C: <i>Hymenaea courbaril</i> . L., Fabaceae (polpa)	139
7.1.3	N.P: Croá, melão-caboclo.N.C: <i>Sicana odorifera</i> Vell. Naudin, Cucurbitaceae (polpa).....	152
7.1.1	N.P.:Algodão, N.C. <i>Gossypium hirsutum</i> , Malvaceae (substancia mucilaginoso).....	169
7.1.2	N.P: Jenipapo, N.C.: <i>Genipa americana</i> L, Rubiaceae (polpa de fruto imaturo).....	184
7.1.3	N.P.: Leiteiro vermelho, timbó. N.C.: <i>Euphorbia cotinifolia</i> , Euphorbiaceae (látex da folha) .....	193
7.1.4	N.P.: Taquari, taquarinha, bambuzinho, N.C.: <i>Chusquea</i> sp., Poaceae.....	199
7.2	Coleção de referência, fitólitos e cristais de cálcio.....	201
7.2.1	N.P.: Rim-de-boi, N.C. <i>Gossypium barbadense</i> var. <i>brasiliense</i> , Malvaceae (semente carbonizada). .....	201
7.2.2	N.P.: Espinheira Santa, N.C. <i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek, Celastraceae (folha).....	203
7.2.3	N.P.: Acumã, coco-babão. N.C.: <i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc, Arecaceae (folíolo).....	203
7.2.4	N.P.: Jarobá, jeribá.N.C.: <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman, Arecaceae (polpa) .....	205
7.2.5	N.P.:Cará, Inhame, N.C.: <i>Dioscorea trifida</i> L. Dioscoreaceae (casca)	207
7.2.6	IDEM N.C.: <i>Genipa americana</i> L. Rubiaceae (folha) .....	207

7.3	<i>Coleção de referência para a detecção de mudanças morfológicas nos grãos de amido nos processos de produção e consumo de plantas.....</i>	209
7.4	<i>Sedimentos arqueológicos.....</i>	212
7.4.1	<i>Fitólitos contados.....</i>	214
7.4.2	<i>Elementos não contados.....</i>	227
7.5	<i>Ráfides.....</i>	238
7.6	<i>Semente de algodão.....</i>	239
7.7	<i>Gráficos estratigráficos.....</i>	239
<b>8</b>	<b>Discussão.....</b>	<b>245</b>
8.1.1	<i>Fitólitos contados.....</i>	245
8.1.2	<i>Elementos não contados.....</i>	256
8.2	<i>O que o conjunto de fitólitos nos fala?.....</i>	260
8.2.1	<i>Fitólitos queimados?.....</i>	266
8.2.2	<i>Por quê se preservaram os fitólitos dos sedimentos de Taquaraçu? 266</i>	
8.2.3	<i>A dissolução de fitólitos.....</i>	271
8.2.4	<i>Tricomas e base de tricomas.....</i>	272
8.2.5	<i>Diatomáceas.....</i>	272
8.3	<i>Ráfides.....</i>	273
8.4	<i>Dioscorea.....</i>	275
8.5	<i>Considerações sobre os estudos de referência.....</i>	277
8.5.1	<i>Estudo de referência para detectar mudanças nos grãos de amido.....</i>	277
8.5.2	<i>Grãos de amido e fitólitos.....</i>	278
8.5.3	<i>Grãos de amido em látex.....</i>	281
8.6	<i>Plantas domesticadas em Taquaraçu?.....</i>	287
8.6.1	<i>Feijão?.....</i>	287
8.6.2	<i>Algodão?.....</i>	288
8.6.3	<i>Milho?.....</i>	295
<b>9</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>298</b>
<b>10</b>	<b>Referências.....</b>	<b>300</b>

## Índice de tabelas

<i>Tabela 1 Plantas reportadas por Scotti e Stehmann (Scotti; Stehmann, 2005) no Médio-Baixo Rio das Velhas.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 2 Vegetação na UTE 10: Rio Taquaraçu (Hinata, 2014) .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 3 Algumas espécies representativas das fitofisionomias apresentadas, de acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012).....</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 4: Datas calibradas para Lapa Grande de Taquaraçu. Reproduzida de Araujo et al (2012) que usaram o programa INTCAL 04 Radiocarbon Age Calibration. ....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 5 Espécimes de espécies de plantas atuais para a confecção das coleções de referência de fitólitos e grãos de amido, a partir de dados provenientes da Flora do Brasil 2020 (“Flora do Bras. 2020”, [s.d.]). .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabela 6 Formas de grãos de amido usadas para definir morfotipos nesta pesquisa. ....</i>	<i>96</i>
<i>Tabela 7 Amostras sedimentares analisadas por nível, facies (no latim não se acentua) e camadas de ocupação do Sítio Lapa Grande do Taquaraçu, MG.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 8 Relação nível/facies em Lapa Grande de Taquaraçu, quadra G7. ....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela 9 Descrição das facies arqueológicas analisadas, baseada nas notas de campo .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabela 10 Camadas de ocupação do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu, segundo Chim (2018).....</i>	<i>106</i>
<i>Tabela 11 Tipologia de fitólitos usada nesta pesquisa .....</i>	<i>120</i>
<i>Tabela 12 Fitólitos contados na fração “a” por nível/ facies .....</i>	<i>212</i>
<i>Tabela 13 Fitólitos contados na fração “c” por nível/ facies.....</i>	<i>213</i>
<i>Tabela 14 Tecidos contados nos sedimentos arqueológicos. O “A’ ” corresponde a um tecido com estômatos registrado na Figura 125 A. ....</i>	<i>243</i>
<i>Tabela 15 Medidas de pH nos sedimentos do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu.....</i>	<i>268</i>
<i>Tabela 16 Presença de grãos de amido no látex de Euphorbiaceae. Modificado de Demarco, Castro e Ascensão (2013).....</i>	<i>282</i>
<i>Tabela 17 Euforbiáceas brasileiras possíveis produtoras de látex reportadas nos biomas da Mata Atlântica e no Cerrado. Dados recuperados de Flora do Brasil 2020, exceto onde indicado. ....</i>	<i>283</i>

## **Índice de figuras**

<i>Figura 1 Localização do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu (círculo amarelo) dentro das regiões da Bacia do Rio das Velhas. Mapa feito usando o programa Velhasmap (“VelhasMap”, [s.d.]).</i>	37
<i>Figura 2 Solos na Bacia do Rio das Velhas (A) e próximo abrigo (B). Tamanho da barra: A, 148km; B, 5km. A localização do abrigo está indicada com um círculo amarelo. Mapas feitos usando o programa Velhasmap (“VelhasMap”, [s.d.]).</i>	38
<i>Figura 3 Vegetação na Bacia do Rio das Velhas (A) e próximo abrigo (B). Tamanho da barra: A, 145km; B, 5km. A localização do abrigo está indicada com um círculo amarelo. Mapas feitos usando o programa Velhasmap (“VelhasMap”, [s.d.]).</i>	40
<i>Figura 4 Principais biomas do Brasil. Mapa criado pelo programa SOMABrasil (EMBRAPA, [s.d.]). Tamanho da barra: 500 km</i>	41
<i>Figura 5 Esquema das principais fitofisionomias do Cerrado, modificado de Ribeiro e Walter (2008, fig. 2).</i>	44
<i>Figura 6 Localização do Sítio arqueológico Lapa Grande de Taquaraçu em relação com o APA de Lagoa Santa. Reproduzida de Angeles Flores et al (2016), por sua vez modificada de Araujo, Neves e Kipnis (Araujo; Neves; Kipnis, 2012).</i>	64
<i>Figura 7 Sítio arqueológico Lapa Grande de Taquaraçu, localizado à margem do rio Taquaraçu</i>	65
<i>Figura 8 Mapa topográfico que mostra a localização das unidades de escavação em Lapa Grande de Taquaraçu. Abreviações: Nm- norte magnético. Desenho de Astolfo Araujo, 2015</i>	66
<i>Figura 9 Imagem da quadra G8 mostrando o sedimento acizentado nas paredes laterais, os blocos do calcário perto do fundo e o solo vermelho arqueologicamente estéril no fundo. Reproduzida de (Araujo, 2007)</i>	68
<i>Figura 10 Fotografia composta da escultura. A: tirada por Baeta em 1993, antes da depredação (Baeta, 2011, p. 166). B: tirada pela mesma autora, já depredada (Prous; Baeta; Rubbioli, 2003, p. 109).</i>	70
<i>Figura 11 Processo para a extração de fitólitos de plantas atuais. .A: Adição de ácido nítrico nas amostras. B: Mistura com Permout. C: Montagem de lâminas.</i>	100
<i>Figura 12 Perfil Oeste das quadras G7 e G8 com localização aproximada das amostras usadas para datação (idades não calibradas). Em algumas delas é indicado o número usado para as amostras desta pesquisa. Modificado de Chim (2018, fig. 17).</i>	104

<i>Figura 13 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7 (níveis 1 e 2). Desenho de Letícia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (*).</i>	107
<i>Figura 14 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7 (níveis 3 -5). Desenho de Letícia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (*).</i>	108
<i>Figura 15 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7(níveis 6-9). Desenho de Letícia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (*).</i>	109
<i>Figura 16 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7 (níveis 10-14). Desenho de Letícia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (*).</i>	110
<i>Figura 17 Sedimentos sendo agitados automaticamente</i>	112
<i>Figura 18 A: Amostras antes de ser lavadas e decantadas. B: Uma amostra depois de várias lavagens e decantações sucessivas.</i>	113
<i>Figura 19 A frascos de plástico etiquetados onde foi colocado o sedimento restante do peneiramento úmido. B e C, ampliação do sedimento presente nos mesmos frascos, fração grossa (B) e fina (C).</i>	114
<i>Figura 20 Amostras com ácido nítrico (HCO<sub>3</sub>) sendo aquecidas</i>	116
<i>Figura 21 Fitólitos secos no fundo dos tubos de ensaio na grade.</i>	118
<i>Figura 22 A-B: Vista geral dos grãos de amido de Manihot esculenta. Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B). C-D: raíz tuberosa. Tamanho da Barra em A e B: 50 µm.</i>	127
<i>Figura 23 Boxplot de tamanhos nos tipos de grãos registrados em mandioca, Manihot esculenta.</i>	128
<i>Figura 24 Frequência de tipos em mandioca, Manihot esculenta.</i>	128
<i>Figura 25 Exemplos de grãos do Tipo A em mandioca, Manihot esculenta. Note-se a diversidade na forma das fissuras e o laminado em A.</i>	130
<i>Figura 26 Exemplos de grãos do tipo B em mandioca, Manihot esculenta. Note-se o laminado em A e B.</i>	131
<i>Figura 27 Exemplos de grãos do tipo C em mandioca, Manihot esculenta. A-C: sob luz transmitida não polarizada, e D: sob luz transmitida polarizada.</i>	132
<i>Figura 28 Grãos do tipo D em mandioca, Manihot esculenta. A: sob luz transmitida não polarizada, laminado, B: Sob luz transmitida polarizada.</i>	133

<i>Figura 29 Exemplos de grãos do tipo E em mandioca, Manihot esculenta. Note-se a depressão na parte mesial em A. Escala: A,B e D:2 µm, C: 5 µm.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 30 O Grão tipo F em mandioca, Manihot esculenta. A: sob luz transmitida não polarizada, sob luz transmitida polarizada. ....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 31 Grão tipo G em mandioca, Manihot esculenta. A: sob luz transmitida não polarizada, B: sob luz transmitida polarizada. ....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 32 Grãos tipo H em mandioca, Manihot esculenta. A-C: sob luz transmitida não polarizada, D: sob luz transmitida polarizada. ....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 33 A-B: Vista geral dos grãos de amido de jatobá, Hymenaea courbaril. Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B), tamanho da barra: 50 µm ; C: Fruto, fotografia tomada do portal G1 (“Jatobá tem usos medicinais e é árvore que ajuda no reflorestamento”, [s.d.]). ....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 34 Boxplot de tamanhos dos tipos de grãos achados em jatobá, Hymenaea courbaril. ....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 35 Frequência de tipos em jatobá, Hymenaea courbaril .....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 36 Grão tipo A em jatobá, Hymenaea courbaril. L.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 37 Grãos tipo B em jatobá, Hymenaea courbaril. L.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 38 Grãos tipo C em jatobá, Hymenaea courbaril. L. B: sob luz transmitida não polarizada; A, C e D: sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo fechado em B.....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 39 Grãos tipo D em jatobá, Hymenaea courbaril. L. B: sob luz transmitida polarizada; A, C e D: sob luz transmitida não polarizada. Em A e B é visível a faceta de pressão..</i>	<i>146</i>
<i>Figura 40 Grãos tipo E de jatobá, Hymenaea courbaril L. A, B e D: sob luz direta; C: sob luz transmitida polarizada.....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 41 Grãos tipo F em jatobá, Hymenaea courbaril L. A, C: sob luz transmitida não polarizada; B,D: sob luz transmitida polarizada.....</i>	<i>148</i>
<i>Figura 42 Grãos tipo G em jatobá, Hymenaea courbaril L. ....</i>	<i>149</i>
<i>Figura 43 Grãos tipo H em jatobá, Hymenaea courbaril L, sinalizados como uma seta. Sob luz transmitida não polarizada. ....</i>	<i>150</i>
<i>Figura 44 Grão Tipo I em jatobá, Hymenaea courbaril L. A: sob luz transmitida não polarizada; B: sob luz transmitida polarizada. ....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 45 Sicana odorifera e grãos de amido. A: grãos de amido sob luz transmitida polarizada; B; fruto de Sicana odorifera, tamanho da barra: 25,4 cm; C: Sicana odorifera cortada transversalmente.....</i>	<i>152</i>
<i>Figura 46 Boxplot de tamanhos dos tipos de grãos achados em croá, Sicana odorifera.</i>	<i>152</i>

Figura 47	Frequência de tipos em croá, <i>Sicana odorifera</i> .....	153
Figura 48	Grãos do tipo A de croá, <i>Sicana odorifera</i> . A, B e D sob luz transmitida não polarizada, C sob luz transmitida polarizada; note-se o laminado em B.....	154
Figura 49	Grãos tipo B de croá, <i>Sicana odorifera</i> . A e C: sob luz transmitida polarizada; B e D sob luz transmitida não polarizada .....	155
Figura 50	Grãos tipo C de croá, <i>Sicana odorifera</i> . A: sob luz transmitida polarizada; B: sob luz transmitida não polarizada .....	156
Figura 51	Grãos tipo D de croá, <i>Sicana odorifera</i> . A-C: sob luz transmitida polarizada; B-D: sob luz transmitida não polarizada.....	157
Figura 52	Grãos tipo E de croá, <i>Sicana odorifera</i> sob luz transmitida não polarizada .....	158
Figura 53	Grão tipo F de croá, <i>Sicana odorifera</i> sob luz transmitida não polarizada .....	159
Figura 54	Grão tipo G de croá, <i>Sicana odorifera</i> sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B).....	160
Figura 55	Grãos tipo H de croá, <i>Sicana odorifera</i> sob luz transmitida não polarizada....	161
Figura 56	Grão tipo I de croá, <i>Sicana odorifera</i> sob luz transmitida polarizada. ....	162
Figura 57	Grãos tipo J de croá, <i>Sicana Odorifera</i> . A, B e D sob luz transmitida não polarizada e C sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo aberto em A. ....	163
Figura 58	Grãos tipo K de croá, <i>Sicana odorifera</i> . Sob luz transmitida polarizada (A) e sob luz transmitida não polarizada (B).....	164
Figura 59	Grãos tipo L de croá, <i>Sicana odorifera</i> . Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B). ....	165
Figura 60	Grão tipo M de croá, <i>Sicana odorifera</i> sob luz transmitida não polarizada .....	166
Figura 61	Grão tipo N de croá, <i>Sicana Odorifera</i> . Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B).....	167
Figura 62	Grão tipo O de croá, <i>Sicana Odorifera</i> . Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B).....	168
Figura 63	<i>Gossypium hisutum</i> . A: a planta coletada; B: fruto aberto mostrando as fibras; C: substancia mucilaginosa amostrada colada em algumas fibras; D: grãos de amido sob luz transmitida não polarizada e E: sob luz transmitida polarizada. Tamanho da barra em D e E: 20 $\mu$ m .....	169
Figura 64	Boxplot de tamanhos dos tipos de grãos achados em algodão, <i>Gossypium hisutum</i> .....	169
Figura 65	Frequência de tipos em algodão, <i>Gossypium hisutum</i> .....	170

<i>Figura 66 Grãos tipo A de algodão, Gossypium hirsutum. A, C e D: sob luz transmitida não polarizada; B: sob luz transmitida polarizada. Note-se os hilos em A e C .....</i>	<i>171</i>
<i>Figura 67 Grãos tipo B de algodão, Gossypium hirsutum. A: sob luz transmitida polarizada; B-D: sob luz transmitida não polarizada. Note-se o hilo e as margens irregulares em B. 172</i>	<i>172</i>
<i>Figura 68 Grãos do tipo C de algodão, Gossypium hirsutum .....</i>	<i>173</i>
<i>Figura 69 Grão do tipo D de algodão, Gossypium hisrutum .....</i>	<i>174</i>
<i>Figura 70 Grão tipo E de algodão, Gossypium hirsutum sob luz transmitida não polarizada (A) e sob transmitida polarizada (B).....</i>	<i>175</i>
<i>Figura 71 Grãos tipo F de algodão, Gossypium hirsutum;. A: sob luz transmitida polarizada, B-D: sob luz transmitida não polarizada.....</i>	<i>176</i>
<i>Figura 72 Grãos tipo H de algodão, Gossypium hirsutum. A: sob luz transmitida polarizada; B: sob luz transmitida não polarizada. Note-se as denticões em A-C. A, B e D são fotos do mesmo grão ao ser girado. ....</i>	<i>177</i>
<i>Figura 73 Grãos tipo H em algodão, Gossypium hirusutum. A-C: sob luz transmitida não polarizada; D: sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo aberto e laminado em A... 178</i>	<i>178</i>
<i>Figura 74 Grãos tipo I em algodão, Gossypium hirsutum. A: sob luz transmitida polarizada e B: sob luz transmitida não polarizada.....</i>	<i>179</i>
<i>Figura 75 Grãos tipo J de algodão, Gossypium hirsutum. A: sob luz transmitida não polarizada; B: sob luz transmitida polarizada. ....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 76 Grão tipo K de algodão, Gossypium hirsutum .....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 77 Grãos tipo L de algodão, Gossypium hirsutum. A: sob luz transmitida polarizada; B-D: sob luz transmitida não polarizada. Notem-se o hilo aberto em C e as facetas de pressão aparentes em A e D. ....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 78 Grãos do tipo N de algodão, Gossypium hirsutum. A, B e D sob luz transmitida não polarizada; C: sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo em A e Be o laminado em A.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 79 Fruto imaturo e grãos de amido de jenipapo, Genipa americana. A-B: Fruto em corte tangencial (A) e sem cortar (B). C: vista geral de grãos de amido, a maioria deles embedidos em tecido; D: grupo de grãos de amido colorados com lugol. Escalas: A e B, 5 cm; C: 20 µm .....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 80 Boxplot de tamanhos nos tipos de grãos achados em jenipapo, Genipa americana. A: comprimento, B: largura .....</i>	<i>185</i>
<i>Figura 81 Frequência de tipos em jenipapo, Genipa americana .....</i>	<i>185</i>
<i>Figura 82 Grãos tipo A de jenipapo, Genipa americana.....</i>	<i>186</i>

Figura 83 Grãos tipo B em jenipapo, <i>Genipa americana</i> .....	187
Figura 84 Grãos tipo C de jenipapo, <i>Genipa americana</i> .....	188
Figura 85 Grãos tipo D de jenipapo, <i>Genipa americana</i> .....	189
Figura 86 Grãos tipo E de jenipapo, <i>Genipa americana</i> .....	190
Figura 87 Grãos tipo G de jenipapo, <i>Genipa americana</i> .....	191
Figura 88 Grãos tipo G de jenipapo, <i>Genipa americana</i> .....	192
Figura 89 A: Folhas de timbó, <i>Euphorbia cotinifolia</i> ; B: grãos de grãos de amido embedidos no látex da folha, tingidos com lugol. Tamanho da barra: 20 $\mu$ m. ....	193
Figura 90 Elementos desconhecidos embedidos no látex de timbó, <i>Euphorbia cotinifolia</i> , sob luz direta (A) e transmitida polarizada (B). Tamanho da barra: 20 $\mu$ m.....	194
Figura 91 Boxplot de tamanhos nos tipos de grãos achados em timbó, <i>Euphorbia cotinifolia</i> . A: comprimento, B: largura .....	194
Figura 92 Frequência de tipos em timbó, <i>Euphorbia cotinifolia</i> .....	195
Figura 93 Grãos de amido tipo A de timbó, <i>Euphorbia cotinifolia</i> .....	196
Figura 94 Grãos de amido tipo B de timbó, <i>Euphorbia cotinifolia</i> .....	197
Figura 95 Grãos de amido tipo B de timbó, <i>Euphorbia cotinifolia</i> .....	198
Figura 96 Elementos microscópicos achados em um broto de bambú, <i>Chusquea</i> sp. A-B: Grão de amido; C-D: elemento não identificado.....	200
Figura 97 Cristais não identificados em sementes de rim-de-boi, sob luz transmitida polarizada (A) e sob luz transmitida não polarizada (B). ....	201
Figura 98 Cristais não identificados nas sementes do <i>Gossypium barbadense</i> var. <i>brasiliense</i> . A-B: tipo I sob luz transmitida não polarizada (A) e luz transmitida polarizada (B). C-D: Tipo II, sob luz transmitida não polarizada (C) e sob luz transmitida polarizada (D). E, F: Tipo III, vista lateral (E) e vista axial (F). G: Tipo IV. Tamanho da barra: 20 $\mu$ m. ....	202
Figura 99 Drusa, possivelmente de oxalato cálcio registradas nas sementes de “rim-de-boi”. A: sob luz transmitida não polarizada, algumas drusas estão sinalizadas com a seta. B: sob luz transmitida polarizada. Tamanho da barra: 20 $\mu$ m.....	202
Figura 100 Fitólitos extraídos da folha de <i>Maytenus ilicifolia</i> . A: foto das folhas coletadas. B e D: base de tricoma. C: tricoma.....	203
Figura 101 Partes coletadas de <i>Syagrus flexuosa</i> . A: folíolo. B: frutos (coquinhos, não analisados nesta pesquisa). C: elementos parecidos com os achados no “rim-de-boi”. D: cristais retangulares.....	204

<i>Figura 102 Feixes de ráfides achados no folíolo de Syagrus flexuosa sob luz transmitida não polarizada, alguns deles sinalizados com setas (A) e sob luz transmitida polarizada (B e C). D: elemento não identificado. Tamanho da barra: 20 µm. ....</i>	<i>204</i>
<i>Figura 103 Alguns fitólitos achados no folíolo de Syagrus flexuosa. A: esferoide psilato. B: esferoide psilato com aspecto de queimado. C-D: conjunto de esferoide equinado em tecido. Tamanho da barra: 20 µm. ....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 104 Syagrus romanzoffiana coletada perto da cidade de Ribeirão Preto, SP. A: pé. B e C: ráfides encontradas na polpa do fruto sob luz normal e sob luz transmitida polarizada e respectivamente. Tamanho da barra: 100 µm. ....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 105 Syagrus romanzoffiana coletada perto da cidade de Ribeirão Preto, SP (continuação). A-B: elementos não identificados, possivelmente gotas de óleo sob luz normal e luz transmitida polarizada respectivamente. C: Feixe de ráfides. D: ráfide do tipo I. E: ráfide do tipo II. F: elemento cristalino não identificado Tamanho da Barra: D-F, 20 µm; D-F: 5 µm.....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 106 Fitólitos e outros elementos extraídos da casca de Dioscorea trifida L. A-B: alongado com margem. C: elemento desconhecido. D: tecido. Tamanho da barra: 20 µm. ....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 107 Fitólitos extraídos da folha de Genipa americana. A: folha usada neste trabalho. B: tecido silicificado. C e D: polilobado em diferentes orientações. E: esferoide queimado. F: esferoide granuloso, aspecto de queimado. G: esferoide psilado. Tamanho da barra: 20 µm. ....</i>	<i>208</i>
<i>Figura 108 Fitólitos achados na folha de Genipa americana (continuação). A: tecido com fitólitos traqueidais B: tecido com fitólitos traqueidais e possivelmente papilares (PAPILLATE, sinalizado com a seta). C: elemento desconhecido. Tamanho da barra: 20 µm .....</i>	<i>208</i>
<i>Figura 109 Cristais, possivelmente de oxalato de cálcio em Manihot esculenta (B, fervido uma hora). Tamanho da barra: A, 200 µm. B, 100 µm .....</i>	<i>210</i>
<i>Figura 110 Mudança nos grãos de amido de diferentes espécies vegetais ao serem submetidas a diferentes processos de produção e consumo. Tamanho da barra: A, B, F-H, P, U-V: 50 µm. C-E, J, N, T, W-Y: 200 µm. I, M, R-S: 100 µm. K-L, Q: 20 µm. O: 500 µm. ....</i>	<i>211</i>
<i>Figura 111 Fitólitos tipo Bilobado. Ba, Bb, Em: Ehrhartoideae. Ck-Co e Dg: Aristidoideae. Os tipos restantes foram registrados dentro de Panicoideae. N e Ca: aspecto de queimado. Tamanho da barra: 20 µm. ....</i>	<i>214</i>

Figura 112 Fitólitos tipo bilobado quebrado. Tamanho da barra: 20 µm.....	215
Figura 113 Fitólitos trilobados e polilobados. Tamanho da barra: 20 µm .....	215
Figura 114 Fitólitos tipo montura. A, M-P: monturas altas, A em tecido. B, D, F, H, I, L: monturas colapsadas. G, J: monturas de <i>Arundinella</i> . C, E, O-P: monturas parecidas como os de <i>Chloridoideae</i> . K: montura quebrada. Tamanho da barra: 20 µm .....	215
Figura 115 Fitólitos tipo rondel. Tamanho da barra: 20 µm. A: tipo desconhecido. B, D-E: rondel com paredes onduladas. C,G, J, Q-R,U: rondel cracado.K: parecido com “half-decorated <i>Zea mays</i> rondel” (Pearsall, 2016, fig. 5.31) e com “rondel –trapezoid epidermal cell” (Lizztez-Szabó et al., 2015, fig. 4b.2). L: rondel alto. W-X: parecido com “rondel-trapezoid epidermal short-cell” descrito por Lizztez-Szabó e colaboradores (Lizztez-Szabó et al., 2015, fig. 4). .....	216
Figura 116 Fitólitos tipo Cruz. A, E, I, N, R, S, X, Ad, Ae, Af, Ah, Am: Variante 1 (Piperno 2006b). Ao-Ap, Au, Ay: variante 5 ou 6. Tamanho da barra: 20 µm. ....	217
Figura 117 Fitólitos bulliformes recuperados de sedimentos arqueológicos. B-E: bulliform em forma de leque. C-D: com desgaste parecido ao reportado como “with wide etch figures” (Alexandre et al., 1999, fig. 3). A, F, H: com coloração vermelho-marrom, H com textura translúcida. ....	218
Figura 118 Fitólitos tipo esferoide recuperados de sedimentos arqueológicos. Ornamentados A, B, E, F, G-M, P-Z Aa-AJ, Am-An, Aq-Av, Bb-Bc, Bj. Psilatos: C, D, I, N, O, S, T, Ak Al, Ao-Ap, Aw -Ba, Bc- Bi. Lenhosa: C, D, F, G, I, L, N, Z, Aa-Ab, Ad, Af, Ah-Aj, An-Aq, Av-Bj. Zingiberales: A, B, E, H, M, O-W, Y, Ac, Ae, As-Au. Marantaceae: J, K, X, Ar. Poaceae?: Am. Pooideae: Ag. Tamanho da barra: 20 µm. ....	219
Figura 119 Fitólitos que indicam madeira recuperados de sedimentos arqueológicos. A: traqueal B-G: esclereíde. H: traqueide facetada terminal (Piperno, 2006a, fig. 2.6 b). I: agregado nodular, diagnóstico de madeira (Collura; Neumann, 2017, fig. 3).J: granular, diagnóstico de madeira (Collura; Neumann, 2017, fig. 3). K-L: em bloco cavado e fimbriato, diagnóstico de casca (Collura; Neumann, 2017, fig. 7 g). ....	222
Figura 120 Bases de tricoma recuperados de sedimentos arqueológicos A-D: com um cystólito no centro. E: base de tricoma com um pedaço de tricoma ainda colado. F: embedida em tecido silicificado, a base de tricoma está sinalizada com a seta1. G-H: de aspecto granular e bordas onduladas no corpo. I: tricoma com um cystólito como base. J: formada por uma célula circular segmentada na metade e rodeada de células poliédricas. K: formada por varias células circulares. L: com uma parte de tricoma ainda visível. M-N: com células circulares ao redor de um centro..Em M, a base de tricoma está sinalizada com a seta2.O:	

com uma fissura irregular no centro. P: centro circular rodeada por células poliédricas..  
 Q: formada por quatro células circulares. Tamanho da barra: 20 µm..... 223

Figura 121 Tecidos diversos. Com células alongado sinuado (A-E, G,I, J) e serrado (F,H).  
 Em "E" é possível ver elementos circulares (um deles indicado pela seta), possivelmente  
 sejam ronds. Tamanho da barra: 20 µm..... 224

Figura 122 Fitólitos miscelâneos achados nos sedimentos arqueológicos. A-G: drusa. H:  
 fitólito de Bambusoideae, I: cone de Musa sp. J-K: com canais. .L-N: diatomaceas O:  
 poliédrico facetado. P: alongado facetado. Q-W: bulbo agudo. Tamanho da barra: 20 µm.  
 ..... 227

Figura 123 Tricomas achados nos sedimentos arqueológicos. A: tricoma grande,  
 intemperizado. B: tricoma segmentado, com base. C-D: tricoma armado. E: tricoma com  
 base. F: tricoma segmentado. G, I: tricoma segmentado, granulado H: tricoma com base.  
 J-K: tricoma segmentado. L-M: tricoma unicelular. N: tricoma segmentado. O: tricoma  
 unicelular. P: tricoma segmentado. Q: tricoma com base. R: tricoma segmentado. S: tricoma  
 unicelular, granulado, com aparência de queimado. V: tricoma segmentado. W-X: tricoma  
 unicelular., granulado. Y-Af: tricoma unicelular. Ag-Ap: tricomas incinados. Tamanho da  
 barra: 20 µm ..... 228

Figura 124 Grãos de pólen e microvestígios similares. A-J, L-M, O-W, Y, Aa: elementos  
 indeterminados, mas que pelas suas características lembram a grãos de pólen ou  
 microvestígios similares. E: elemento que lembra a um pólen de Arecaceae. K: grão de  
 pólen de Podocarpus N: grão de pólen de Malpighiaceae.S: grão de pólen triporado  
 aspidoto. X: grão de pólen de Myrtaceae. Z: crysophite cyst Tamanho da barra: 20 µm.229

Figura 125 Estômatos embedidos em tecidos. As setas sinalizam estes elementos onde  
 podem ser difíceis de ver. Tamanho da barra: 20 µm. .... 230

Figura 126 Cistólitos achados nos sedimentos arqueológicos Tamanho da barra: 20 µm.  
 ..... 231

Figura 127 Possíveis elementos de vaso e fibras achados nos sedimentos arqueológicos.  
 A: elemento parecido com fibra. B-D, F: paredes de elementos de vaso. E: conjunto de  
 elementos de vaso. Tamanho da barra: 20 µm. .... 231

Figura 128 Alongados achados nos sedimentos arqueológicos . A: segmentado e corrugado,  
 lembra a um elemento de vaso. B: vacular (VACULATE). C: psilato, lembra a um elemento  
 de vaso. D: superfície rugosa, com algumas projeções vaculadas. E: vaculado,  
 intemperizado. F: segmentado, rugoso, com elementos circulares sinalizados pela seta. G:

parecido com o alongado bulbous achado em <i>Pinus halepensis</i> (Pinaceae) (“PhytCore DB”, [s.d.]). H: vaculado, intemperizado. I: equinado. J: sinuate. Tamanho da barra: 20 µm.	232
Figura 129. A: com uma inclusão de aparência granulada e queimada, muito parecido com o reportado para <i>Ichnanthus goyasensis</i> (Panicoideae) (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 6). B: com um esferoide tubercular (TUBERCULATE) no interior, sinalizado pela seta. C-D: velado (VELLOATE). E: facetado. F: granular. Tamanho: 20 µm.	234
Figura 130 Fitólitos parecidos como tipo papilar. A: trapeziforme. B: plano, semicircular com duas projeções saindo de ambas caras opostas. C: elemento embedido em um tipo de tecido: D: rugoso com uma projeção com aparência de estourada. E: circular com uma projeção em uma das caras. F: parecido com os “salt gland phytoliths” reportados em <i>Distichlis humillis</i> (Chloridoideae) (Zucol et al., 2019 Plate I, 4d). G: trapeziforme com uma borda ondulada. Tamanho da barra: 20 µm.	235
Figura 131 Fitólitos miscelâneos. A: parecido com um buliform, mas com o tamanho muito maior. B-C: as formas lembram a frutos. D: possível enchimento vascular. E: ovalar (OVATE), muito silicificado, lembra aos fitólitos encontrados em rizomas de <i>Calathea latifolia</i> (Marantaceae), que podem ser diagnósticos de gênero ou família (Piperno, 2006a, fig. 2.8 g) . F: possivelmente areia (Watling, 2019, informação pessoal), a decoração é parecida também com a presente no pecíolo de <i>Triticum aestivum</i> (Poaceae) (Neumann et al., 2019a, fig. 4T) . G: elementos granulados em forma discoide. H: elemento com forma de meia lua segmentada, com uma “casca”. I: elemento similar com H, mas sem a “casca”.	236
Figura 132 Possíveis ráfides achadas no sedimento do nível 03/ facies 09 (A-B) e na peça 2081 (C-D). Tamaho da barra: A-B, 20 µm; ,C, 100 µm; D, 50 µm.	238
Figura 133 A e B: semente achada em Lapa Grande de Taquaraçu, C: Algumas sementes cultivadas no Nordeste do Brasil (Pickersgill; Barrett; De Andrade-Lima, 1975). Note as sementes fusionadas no material arqueológico e no “rim de boi” em C. Tamanho das linhas em A e B: 1mm	239
Figura 134 Frequência de fitólitos contados na fração “a” nos sedimentos arqueológicos. O eixo X indica a porcentagem e o Y o nível/facies. O “x” nos gráficos indica um valor menor do que 1% .	240
Figura 135 Frequência de fitólitos contados na fração “c” nos sedimentos arqueológicos. O eixo X indica a porcentagem e o Y o nível/facies. O “x” nos gráficos indica um valor menor do que 1% .	241

<i>Figura 136</i> Peso da madeira e sementes carbonizadas achadas na quadra G7. SC: semente carbonizada; MC: Madeira carbonizada. *= nível/ facies estudados analisados para fitólitos em esta pesquisa.....	242
<i>Figura 137</i> Facies 13 e facies 15 nas quadras G7 e H7. G7: desenho de Letícia Correa, recuperado d de Chim (2018, fig. 18). H7: desenho recuperado das fichas de escavação do Sítio. ....	264
<i>Figura 138</i> Grão do tipo C extraído de Angeles Flores (2015) . B; Dioscorea registrada por Pagán Jiménez (2015).....	276
<i>Figura 139</i> Alguns fitólitos presentes em <i>Cenchrus echinatus</i> L. PANICOIDEAE. Note-se as medidas nas cruzes: 30,6 $\mu\text{m}$ e 25,3 $\mu\text{m}$ . Modificado de Leone Figueredo – Ribeiro e Handro (1971, fig. 3).....	297

## 1 Introdução

No final do Pleistoceno e princípios do Holoceno, surgiram em várias partes do mundo plantas domesticadas pela humanidade. Muitas das quais teriam importância mundial milhares de anos depois. Hoje em dia, pelo menos 11 regiões no mundo são reconhecidas como berços da agricultura, alguns deles sendo centros de origem de plantas domesticadas (Larson et al., 2014, p. 6140).

Inicialmente, os grandes centros de domesticação de plantas americanos pareciam vir de ambientes secos (Iriarte, 2007; Smith, 2000). Porém, isto mostrou ser um viés de preservação que permitia a arqueologia estudar somente os macrovestígios botânicos provenientes desse tipo de ambientes, já que o uso de técnicas microbotânicas (análises de grãos de pólen, grãos de amido e fitólito), reconstruía o manejo de solos e dos recursos vegetais em ambientes de climas mais úmidos. Isto permitiu que, nas Américas, as evidências de plantas domesticadas recuassem paulatinamente para a transição do Pleistoceno para o Holoceno (Iriarte, 2007; Piperno, 2011).

Trabalhos de subsistência no Brasil Central e na região de Lagoa Santa, têm evidenciado a dependência numa dieta generalizada entre os grupos paleoíndios da região. Segundo o modelo apresentado por Kipnis (2002) os primeiros colonizadores da região, na transição Pleistoceno / Holoceno, enfrentaram uma carência de alimentos de alto nível energético, tais como animais de grande porte ou megafauna. Para superar este problema empregaram uma estratégia de coleta generalizada e caça oportunista, com a inclusão de uma grande diversidade de plantas de baixo nível energético.

Na microrregião de Lagoa Santa, trabalhos recentes têm reforçado esse modelo de subsistência, destacando um modo de vida baseado: 1) na coleta de plantas tuberosas, frutas e sementes (Angeles Flores, 2015; Da Gloria; Larsen, 2014; Hermenegildo, 2009; Nakamura; Melo Junior; Ceccantini, 2010; Neves; Cornero, 1997); 2) na pesca e caça de pequenos mamíferos (Chim, 2018; Kipnis; Bissaro Júnior; Prado, 2010; Mingatos; Okumura, 2016). Além disso, o trabalho

recente de Ortega (2019) parece abrir a possibilidade do manejo de plantas domesticadas na região.

Neste quadro, o Sítio de Lapa Grande de Taquaraçu apresenta-se como uma grande oportunidade à prática das técnicas de análise de microvestígios e conferir as inferências sobre o uso, manejo e processamento de plantas domesticadas pelos povos antigos de Lagoa Santa.

No entanto, para falar de domesticação de plantas é necessário dar uma visão geral sobre as bases teóricas que embasam este processo. Isso será tratado nas seções seguintes.

### 1.1 *Arqueologia evolutiva*

A associação das palavras “evolução” e “cultura” é algo comumente evitado nas ciências humanas, possivelmente devido ao estigma do “evolucionismo unilinear”<sup>1</sup> promovido por Edward Burnett Tylor, Herbert Spencer e Lewis Henry Morgan na antropologia do século XIX. A palavra “evolução” também é associada com o neoevolucionismo de Leslie White e Julian Steward dos anos 60 do século XX. White foi criticado por o seu determinismo tecnológico e Steward pelo seu determinismo ecológico (Trigger, 2004, p. 284):

O que distingue os vários enfoques materialistas da antropologia norte-americana da década de 1960 dos esquemas evolucionistas do século XIX é a concepção de causalidade. White adotou uma forma muito estreita de determinismo tecnológico que refletia a fé na tecnologia como fonte de progresso social, ao passo que Steward abraçou o determinismo ecológico menos estrito [...]

Além disso, no imaginário geral e em boa parte da academia o termo “evolução” é usado como sinônimo de “progresso” e, que quando relacionado a grupos humanos vem carregado de implicações etnocêntricas, xenófobas e racistas.

---

<sup>1</sup> De fato, como Harris (1996, p. 147) sinala, os estágios de “selvagismo, barbárie e civilização” descritos por Tylor e Morgan não formavam um caminho obrigatório que todos os grupos humanos deveriam de seguir e Spencer especifica que a evolução por ele descrito não era lineal. O caráter unilineal parece vir de Julian Steward, quem adjudicou o termo “unilineal” para contrastar o evolucionismo “multilineal” que ele propunha.

Em que pese o fato de tais modelos teóricos serem associados frequentemente com a evolução, nenhum deles usa conceitos darwinianos para descrever as mudanças culturais. Os estágios culturais descritos pela(o)s antropóloga(o)s do século XIX eram descritivos e não prescritivos ou explicativos, enquanto os da arqueologia dos anos de 1960 usavam diferentes perspectivas, centradas na questão de tecnologias ou de ecologia para explicar as mudanças culturais.

O darwinismo tem sido aplicado na arqueologia só recentemente. A arqueologia evolutiva surgiu formalmente com o artigo: *Evolutionary Theory and Archaeology* (Dunnell, 1980). Para Dunnell, a não conexão entre teoria evolutiva e a arqueologia deve-se ao fato de que a fonte usada tem sido a antropologia sociocultural e não a biologia.

O objetivo principal da arqueologia evolutiva é explicar e examinar as mudanças do registro material, a partir da teoria evolutiva. Para Lima (2006, p. 127) “[...] a teoria evolutiva é utilizada para examinar e explicar a variação no registro arqueológico, as formas como essa variação é transmitida e porque algumas variáveis passam a funcionar melhor que outras em determinadas circunstâncias” Para distingui-la dos modelos de Tylor e Morgan ou de White e Spencer alguns autores (Ex.: Lima, 2006) preferem chama-la de “arqueologia darwiniana”.

Os princípios do Darwinismo são (Lima, 2006, p. 128):

- “Há variação nos organismos
- Essa variação é transmitida através da herança
- Algumas variantes funcionam melhor em certas circunstâncias que outras, e nisto consiste o processo de seleção natural, a persistência diferencial de variação”

A arqueologia evolutiva tenta explicar o registro arqueológico nos termos evolutivos descritos por Darwin, a saber: herança, mutação, seleção e deriva (Mesoudi; Whiten; Laland, 2006; Shennan, 2008)

O fato de aceitar a evolução com algo aplicável aos estudos sobre a cultura leva à necessidade de parar de usar o conceito de cultura como algo independente do mundo natural, e sim como algo não-exclusivo do ser humano. Como Dunne (1980, p. 84) afirma: “*Cultural development and the operation of cultural systems must be viewed as part of the natural world [...]*”.

Na arqueologia evolutiva é usada geralmente a definição de Richerson e Boyd (1984, p. 430) sobre cultura, referida como informação que é transmitida por aprendizagem ou imitação capaz de afetar o fenótipo, geralmente o comportamento. Porém, nesta pesquisa será usada a definição de Araujo (2019, p. 84): “comportamento aprendido e compartilhado”, por ser o comportamento mais evidente no registro arqueológico.

Já o fenótipo seria (Lima, 2006, p. 128) :

A totalidade das características observáveis num indivíduo, tanto físicas quanto comportamentais [...]. Essas características resultam da interação entre o genótipo e o ambiente, ou seja, são devidas não apenas a fatores hereditários (genótipo), mas também às modificações estimuladas pelo meio ambiente. É no fenótipo que opera a seleção natural, e o registro arqueológico é entendido na arqueologia darwiniana como as partes duras do fenótipo humano

Entendida desta maneira, a cultura apresenta-se como algo presente em todos os seres vivos. De fato, trabalhos recentes têm reportado cultura em organismos não-humanos (Whiten et al., 1999; Whiten, 2018).

Sendo a cultura um fenômeno natural, estaria sujeita a mudanças ao longo do tempo, susceptíveis aos mecanismos de evolução, ou seja, as culturas evoluem. Sendo assim, a evolução cultural seria: “*the change over time in the attitudes, skills, habits, beliefs and emotions that human acquire by teaching or imitation*”(Richerson et al., 2012, p. 389).

### 1.1.1 Ecologia Comportamental Humana

Shennan (2008) divide o estudo da arqueologia darwiniana em duas tradições: 1) modelo de herança dupla; 2) ecologia comportamental humana. À primeira olha à herança cultural e à genética como co-evolutivas, focando-se na

transmissão cultural. A segunda está mais relacionada com a subsistência e a relação humano – meio ambiente e por isso mesmo, está mais relacionada com esta pesquisa.

A ecologia comportamental humana está preocupada com: “ [...] *the adaptative plasticity of the human phenotype in response to variation in its particular ecological and social environment.* [...]” (Piperno, 2011, p. S464). As hipóteses são baseadas nas decisões adaptativas tomadas por indivíduos, por sua vez associadas com a obtenção de alimentos, uso de terra, regulação da população e cooperação (Prentiss, 2019, p. 11). Dentro dos modelos da ecologia comportamental humana está a teoria do forrageiro ótimo , onde é afirmado que as decisões tomadas por humanos buscarão maximizar o retorno de energia líquida em atividades associadas com dieta, localização do forrageamento, tempo de forrageamento, tamanho do grupo de forrageamento e localização de assentamentos (Bettinger, 1991, p. 84). A teoria do forrageiro ótimo tem gerado vários modelos explicativos, entre os quais estão os modelos: modelo da amplitude de dieta, modelo de escolha de manchas, teorema do valor marginal e local central de forrageamento (Bettinger, 1991, p. 84).

O modelo de amplitude de dieta tem sido um dos mais aplicados para questões de subsistência dentro da área desta pesquisa (Kipnis, 2002; Mingatos; Okumura, 2016). Esse modelo usa a energia (geralmente calorias) para medir os custos e benefícios dos alimentos (que incluem a procura e o processamento dos mesmos), assumindo que os grupos humanos teriam o objetivo em otimizar a quantidade de energia no consumo do recurso com respeito ao trabalho usado para consumi-lo (Piperno et al., 2017). No modelo de amplitude de dieta é feita uma classificação de recursos baseada no retorno energético / trabalho, independentemente da sua abundância no meio ambiente. O argumento usado é de que um forrageiro preferirá os recursos com maior classificação deixando passar os de menor. Quando atuarem, fatores como sobreexploração e os recursos com melhor classificação não forem encontrados, o forrageiro seria obrigado a diversificar a dieta com recursos de menor classificação (geralmente plantas).

Tais modelos são comuns em arqueozoologia, mas raramente em arqueobotânica, influenciados por modelos de ecologia comportamental humana inicialmente construídos considerando presas móveis. Os problemas são: o consumo de plantas muitas vezes requer de processamentos complexos (Ex.: plantas tuberosas) diferentes dos requeridos para animais; procedimentos como a agricultura ou o armazenamento de sementes atrasam o consumo de calorías e colocam mais um fator temporal para ser levado em conta. Além disso, quantificar o número de plantas consumido num contexto arqueológico é mais complicado quando comparado com as inferências feitas a partir de ossos de animais (Ex.: sobre-representação pelo número de propágulos nas sementes de arecaceae, relação entre o número de microvestígios e número de plantas) (Gremillion, 2019, p. 258).

Isto não tem sido um impedimento para que o modelo de amplitude de dieta tenha sido usado em estudos arqueobotânicos (Piperno, 2011; Piperno et al., 2017). Para Gremillion (2019) ajustes nos modelos, focados na exploração de manchas ecológicas que incluem variáveis como os custos energéticos de viagens de ida e volta a essas manchas podem responder a essas dificuldades.

#### 1.1.1.1 Nicho ecológico e domesticação de plantas

Estudos recentes sobre domesticação de plantas coincidem com que é um processo coevolutivo precedido por uma modificação consciente ou inconsciente do meio ambiente pelos organismos que o habitam. Essa modificação é chamada de “construção de nicho” (Clement et al., 2021; Laland; Matthews; Feldman, 2016; Riede, 2019; Smith, 2006, 2007). Exemplos de construção de nicho podem ser (Laland; Matthews; Feldman, 2016, p. 192): *“the building of nests, burrows, mounds, and other artifacts by animals; the alteration of physical and chemical conditions; the creation of shade, influencing wind speed; and the alteration of nutrient cycling by plants”*.

Quando esta modificação altera as pressões seletivas dos organismos presentes e das gerações futuras, assim como de outros organismos, pode-se falar de evolução por meio da construção de nicho. A criação destes nichos pode levar a mudanças genéticas e de comportamento, incluídas mudanças culturais (Rowley-Conwy; Layton, 2011). De acordo com Smith (2007, p. 191) a persistência destas mudanças através de gerações é feita por genética, transmissão cultural ou herança ecológica. Este último termo faz referência à construção de condições ecológicas favoráveis para a descendência (Laland; Matthews; Feldman, 2016, p. 192).

O modelo de construção de nichos coloca aos organismos como agentes ativos na sua evolução, não só se adaptando passivamente às mudanças do meio ambiente, mas modificando-o consciente ou inconscientemente. Os axiomas que regem à teoria da construção de nicho são (Laland; Matthews; Feldman, 2016, p. 192):

- 1) Os organismos modificam o seu ambiente de maneira não aleatória, modificando também as pressões seletivas e influenciando diretamente sobre a sua própria evolução.
- 2) A herança ecológica influencia fortemente as dinâmicas evolutivas e contribuem para a similaridade entre prole e progenitor.
- 3) Caracteres adquiridos e subprodutos se tornam evolucionariamente significativos afetando ambientes seletivos de maneira sistemática
- 4) A adaptação ao meio ambiente pode ser alcançada mediante a construção de nichos.

Para diversos pesquisadores (Clement et al., 2021; Larson et al., 2014; Rowley-Conwy; Layton, 2011; Smith, 2007) a domesticação de plantas pela humanidade inicia-se com a adaptação das plantas a um nicho antropogênico. As sociedades forrageiras constroem nichos mediante a concentração de plantas selvagens (por exemplo, lugares de descarte de lixo), cultivo em pequena escala (horticultura), queimas controladas e várias formas de caça (Rowley-Conwy; Layton, 2011, p. 849).

Outro exemplo de nicho antropogênico seriam os bosques culturais formados pelos caminhos na floresta: “as atividades durante as caminhadas promovem mudanças na distribuição e na abundância das espécies desejadas, para que essas plantas estejam distribuídas ao longo das rotas de movimento humano” (Shock; Moraes, 2019, p. 274). Essas trilhas seriam usadas tanto por populações sedentárias, como por populações com alta mobilidade.

As plantas estariam adaptadas inicialmente a esses nichos criados por seres humanos e, eventualmente, como preferências dos mesmos humanos (Larson et al., 2014, p. 6140). Estes nichos não seriam necessariamente criados para o benefício das plantas, mas as plantas se aproveitariam de tais nichos antropogênicos (Clement et al., 2021, p. 6). Com o tempo, a população destes nichos estaria formada principalmente por plantas úteis para o ser humano. Esses eventos fundariam o que é chamado de domesticação da paisagem (Clement et al., 2021, p. 6).

Quando foram inicialmente estabelecidas, não poderia se esperar que as relações de domesticação fossem diferentes do que em outras plantas (Smith, 2007, p. 196), nem que as plantas fossem morfologicamente diferenciadas. De fato, pode ser que o processo de domesticação em plantas não fosse, pelo menos ao começo, uma relação co-evolutiva: “[...] *as they have needs that humans must satisfy if the humans hope to benefit from their relationships with these non- humans*” (Clement et al., 2021, p. 3).

Spengler (2020) exemplifica isso com a domesticação de gramíneas. Como qualquer processo evolutivo, a domesticação é movida pelo fluxo genético e a dispersão de sementes é um mecanismo que facilita isso. Para facilitar a dispersão, as plantas desenvolveram uma variedade de traços para recrutar aos humanos como dispersores (Spengler, 2020, p. 345):

*Humans did not domesticate the grass, nor did the grass domesticate the human; they coevolved in unison [...]. The grass morphologically evolved in a way that allowed a tighter mutualistic relationship to form from a formerly predatory relationship of heavy seed predation. The new traits of tough rachises, loss of dormancy, thinner seed coats, and nondehiscent pods increased fitness for both the plants and the human seed dispersers*

Para Larson e colaboradores (2014, p. 6141), além de dispersores de sementes, a humanidade atuou como agente de seleção e modificador de ecossistemas. Conforme Clement e colaboradores (Rindos, 1984 apud Clement et al., 2021), os comportamentos humanos que influenciariam diretamente a domesticação de plantas não seriam só a seleção, mas também o cuidado e acumulação.

A permanência destes comportamentos pode provocar algo conhecido como “síndrome de domesticação”, que, dependendo da planta pode se apresentar como uma grande variedade de características, incluindo (Larson et al., 2014, p. 6141):

*a reduced ability to disperse seeds without human intervention, reduction in physical and chemical defenses, reduction in unproductive side-shoots, reduction in seed dormancy, bigger seeds, more predictable and synchronous germination, and in some seed-propagated species, bigger and more inflorescences.*

Para Harlan (apud Clement et al, 2021), uma espécie completamente domesticada, além de apresentar essa “síndrome”, dependeria completamente das pessoas para sua manutenção e reprodução. Segundo Harlan, um cultivo de tipo vegetativo seria uma domesticação automática, já que por definição dependeria do ser humano para ocorrer.

Para Smith (2006), os comportamentos relacionados com o processo de domesticação seriam arqueologicamente visíveis em modificações ambientais relacionadas com a dependência do cultivo de plantas, como são: clareiras feitas para o cultivo, canais de irrigação, estruturas para estocar alimentos, etc. Para o mesmo autor, se poderia falar de domesticação desde a aparição do resultado de tais comportamentos no registro arqueológico. Porém, nesta pesquisa serão seguidas as definições de Piperno (2011) e de Fuller e colaboradores (2014), segundo as quais uma espécie domesticada é aquela que tem sido alterada por seleção artificial de tal modo que as suas características fenotípicas são distintas das espécies selvagens. Como será visto mais adiante, as mudanças fenotípicas ocorridas durante o processo de domesticação estão relacionadas com mudanças nos microvestígios (fitólitos e grãos de amido). Por isso, nesta pesquisa um vestígio

botânico será referido como “domesticado” só quando a sua morfologia estiver diretamente associada pela seleção humana e o processo de domesticação será associado às relações entre humanos e plantas; embora esse processo não seja exclusivo da espécie humana<sup>2</sup>.

A teoria de construção do nicho geralmente é apresentada como antagonista do forrageiro ótimo e do seu “filho”, o modelo de amplitude de dieta, (Ex.: Shock; Moraes, 2019; Smith, 2015). Porém, outros pesquisadores (Ex.: Gremillion, 2019; Piperno et al., 2017), acham as críticas de Smith infundadas e que a construção do nicho e o forrageiro ótimo correspondem ao mesmo processo evolutivo. Neste caso, se adotam as teorias de ecologia comportamental humana em uma escala microevolutiva e a construção do nicho ecológico em escala macroevolutiva (Gremillion, 2019, p. 269):

*Microeconomic models are not well suited to investigating how evolutionary processes, such as plant domestication, unfold over time, but they can help in identifying the decision criteria that initiate and maintain those processes*

## 1.2 Fitólitos

Os fitólitos são células silicificadas de plantas ou impressões silicificadas de algum tecido delas. Formam-se quando o ácido monossilícico  $\text{Si}(\text{OH})_4$  é absorvido pelas raízes das plantas, trocando a estrutura orgânica de partes dela com a do

---

<sup>2</sup> Insetos domesticaram plantas e fungos milhões de anos antes da aparição de nosso antepassado mais remoto (Branstetter et al., 2017; Mueller et al., 2005). Formigas do género *Atta*, térmitas da subfamília *Macrotermitinae*, escaravelhos da espécie *Xyleborine ambrosia* e abelhas têm domesticado independentemente diversas espécies de fungos, criando uma relação simbiótica com eles e algumas vezes com sistemas de agricultura mais eficientes do que os humanos (Branstetter et al., 2017; Mueller et al., 2005).

sílice. A formação de sílica também pode acontecer em outros organismos como diatomáceas, esponjas e protozoários (Piperno, 1988a)<sup>3</sup>.

São vários os fatores que influenciam a produção de fitólitos numa planta, como o ambiente climático de crescimento, a natureza do solo, a quantidade de água no solo, a idade e a afinidade taxonômica da planta, e a senescência (Piperno, 1988a, p. 12). As causas para determinadas plantas produzirem fitólitos são variadas, desde a impressão accidental de alguns tecidos, suporte estrutural, defesa contra herbívoros, ou como mecanismos para mitigar o estresse, como por exemplo regular a transpiração em folhas (De Albuquerque; Braga; Vieira, 2013; Welle 1976 apud Dias et al., 2020)<sup>4</sup>.

Quando as plantas morrem, os fitólitos formados nelas permanecem no solo, onde eventualmente se reconvetem em sílica (Mercader et al., 2009, p. 91). No entanto, como os fitólitos são praticamente inorgânicos, sendo menos susceptíveis à degradação do que outros vestígios botânicos, podem ser encontrados em sedimentos com milhares ou milhões de anos (ex. Strömberg, 2004). Nem todas as plantas produzem fitólitos e as plantas produtoras nem sempre o fazem na mesma quantidade, além disso, muitas plantas diferentes produzem o mesmo tipo de fitólitos (fenômeno conhecido como “redundância”). Porém, as plantas também podem produzir fitólitos específicos para um tipo de família, gênero ou parte de uma planta, ou seja, os fitólitos podem ser taxonomicamente diferenciáveis. Tudo isso faz com que este tipo de microvestígio botânico seja uma ferramenta muito importante para estudos paleobotânicos e/ou arqueobotânicos.

---

<sup>3</sup>Alguns pesquisadores usam o termo “fitólito” fazendo referencia a cristais de oxalato de cálcio (Ex.: Jones; Bryant, 1992), mas neste trabalho o termo será usado para se referir exclusivamente às formações de sílica opalina em plantas, seguindo o consenso científico.

<sup>4</sup> WELLE, B. J. H. On the occurrence of silica grains in the secondary xylem of the Chrysobalanaceae. **Lawa Bulletin.**, v.2, p.19-29, 1976

### 1.2.1 Breve história das análises de fitólitos na arqueologia

A pesquisa dos fitólitos começou com os trabalhos de cientistas alemães a finais do século XIX e princípios do XX. A primeira observação dos cristais nas plantas foi registrada em 1835 pelo botânico Struve. No entanto, a primeira referencia direta aos cristais de sílica em plantas é de 1854, por Christian Ehrenberg, quem usou o termo “phytolitaria”. Além de ser o autor do primeiro sistema classificatório de fitólitos, reconhecendo a diferenciação taxonômica deles pelo menos a nível de família (Zucol; Brea; Passeggi, 2008, fig. 4). O mesmo cientista também é famoso por ter analisado amostras de pó que o Charles Darwin recolheu durante a sua viagem no *Beagle* (Piperno, 1988b, p. 3).

Em 1900 Netolzky (apud Sendulsky; Labouriau, 1966, p. 161)<sup>5</sup> usou o valor diagnóstico dos fitólitos nas gramíneas para diferenciar fragmentos isolados de glumas de *Triticum* e de *Hordeum*. Na Rússia, o trabalho pioneiro foi o de Ruprecht em 1866 (Fedotova, 2010), para demonstrar o caráter de estepe do chernozom (uma tipo de “terra preta” russa), analisando os fitólitos presentes neste tipo de solo e identificando-os como plantas do gênero *Stippa* e comparando-os com fitólitos de amostras modernas queimadas. Um dos primeiros usos em contexto arqueológico foi o Schellenberg (1908), que analisou carvões e um tijolo provenientes do Sítio Anau, no Turquistão. Na cinza presente ao quebrar o tijolo ele identificou fitólitos correspondentes as espécies *Triticum vulgare* (trigo) e *Hordeum distichum* (cevada). A razão desta identificação tão pontual foram os macrovestígios dessas plantas no mesmo tijolo. Mais adiante, cientistas em sua maioria alemães, aprofundaram os estudos de fitólitos a partir de um foco botânico. Foi até os anos 1955 e 1975 (Piperno, 2006a) que o estudo dos fitólitos foi usado para analisar a história ambiental. Destacam-se neste período, o estudo de Twiss e colaboradores (1969) que fundaram as bases para a análise de fitólitos de gramíneas e cuja classificação continua sendo usada, com modificações, até os dias atuais. A partir de 1978 começa o que Piperno (2006a) chamou de “período moderno das

---

<sup>5</sup> Os autores não colocam o artigo nas referências, mas muito provavelmente trate-se de “Mikroskopische Untersuchung gänzlich verkohlter vorgeschichtlicher Nahrungsmittel aus Tirol” publicado em “Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs-und Genußmittel, sowie der Gebrauchsgegenstände”. Não foi consultado.

pesquisas arqueológicas e paleoambientais” quando os estudos de fitólitos foram voltados para os trópicos, sendo cada vez mais usados na arqueobotânica. As questões sobre alimentação foram influenciando o foco das análises de fitólitos. Frutos e sementes foram analisados para sua identificação em contextos paleo e arqueobotânicos, incluídos cultivos importantes para o continente americano como *Cucurbita* spp. e *Zea mays*.

#### *1.2.1.1 Estudos de fitólitos em contextos arqueológicos no Brasil*

No Brasil, as primeiras análises de fitólitos estavam centradas na sua descrição morfológica nas plantas atuais. Começaram no Cerrado com estudos de Laboriau e outros pesquisadores (De Campos; Labouriau, 1969; Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971; Sendulsky; Labouriau, 1966; Söndahl; Labouriau, 1970a, 1970b) e paralelamente na Amazônia (Cavalcante, 1968). No entanto, estudos de fitólitos em pesquisas paleoambientais não começaram até os anos 1990 na Amazônia (Piperno; Becker, 1996) e no Cerrado (Alexandre et al., 1999). As análises relacionadas com contextos arqueológicos começaram tardiamente, associados com a análise de microvestígios no tártaro de sepultamentos em sambaquis (Boyadjian; Eggers; Reinhard, 2007; Wesolowski, 2007). A partir dos anos 2010 análise de fitólitos em contextos arqueológicos têm sido realizados em diversas partes do Brasil, (Chueng et al., 2020; Corteletti, 2012; Corteletti et al., 2015; Ortega, 2019), estando concentrados na Amazônia (Cascon, 2009, 2010; Hilbert et al., 2017; Watling et al., 2017, 2018). A análise de fitólitos na arqueologia do Brasil, embora recente, está sendo cada vez mais usada nos estudos arqueobotânicos.

### *1.3 Grãos de amido*

Durante o processo de fotossíntese algumas plantas guardam compostos necessários para a formação de glucose (ou glicose, necessária para vários processos fisiológicos da planta) em estruturas semicristalinas em forma de grãos dentro unidades especiais chamadas de amiloplastos. Essas estruturas semicristalinas são os grãos de amido de reserva, chamados assim porque, ao ser

insolúveis, podem ser guardados por um tempo longo e usados pela planta quando ela requer glucose. (Gott et al., 2006, p. 35). Os grãos estão formados entre 98% e 99% por dois polímeros de glucose: amilose e amilopectina, com o restante de lipídios minerais e fosfatos (Copeland et al., 2009). Outro tipo de grão pequeno (1µm de diâmetro aprox.) pode ser formado nos cloroplastos durante o dia para ser convertidos em glucose durante a noite. Este tipo de grão de amido é conhecido como “transitório” (Gott et al., 2006, p. 35).

Dos dois tipos de grãos de amido mencionados, os de reserva parecem ser os taxonomicamente diferenciáveis. Este tipo de grão tem uma tendência a ficar concentrado em tecidos de reserva das plantas (raízes tuberificadas, frutos, sementes) (Gott et al., 2006), que geralmente são consumidos por humanos; isso faz a análise de fitólitos e grãos de amido complementares, já que geralmente as partes das plantas que produzem grãos de amido diagnósticos não produzem fitólitos.

Os grãos de amido podem ser degradados por vários fatores como: altas temperaturas, fungos, enzimas e bactérias. Porém, alguns microambientes próprios de contextos arqueológicos como a superfície dos artefatos líticos e o tártaro dos dentes parecem contribuir para a conservação dos grãos por milhares de anos (Barton; Matthews, 2006; Haslam, 2004). A prova disso é que grãos de amido têm sido encontrados em contextos arqueológicos de até 200 mil anos AP (Torrence, 2006, tabela 1.1). As características dos grãos de amido serem taxonomicamente diferenciáveis, capazes de sobreviver por muito tempo, relacionado com dieta humana, complementares das análises de fitólitos, fazem com que a análise desses grãos de amido seja uma ferramenta tão importante quanto a dos fitólitos para a arqueobotânica.

### *1.3.1 Breve história da pesquisa de grãos de amido na arqueologia*

Uma das primeiras descrições de grãos de amido em várias plantas foi feita por Reichter (1913). No entanto, o primeiro estudo aplicado na arqueologia foi feito por Briuer (1976), que detectou a presença de grãos de amido em artefatos líticos

mediante iodeto de potássio. Porém, o nível de análise não permitiu a descrição de grãos de amido. Ugent e colaboradores (1982) foram os primeiros que descreveram grãos de amido em um contexto arqueológico, quando identificam os grãos de amido de batatas arqueológicas perto da cidade de Casma no Peru. Posteriormente, Loy, Matthews e Wicler (1992) recuperaram grãos de amido em artefatos líticos datados em contextos de 28 mil anos AP, o que colocava em evidência a utilidade das análises de grãos de amido para contextos muito antigos. Grandes possibilidades foram abertas quando essas análises foram aplicadas em regiões úmidas pela primeira vez por Piperno e Holst (1998).

### *1.3.2 Análise de grãos de amido em contexto arqueológico no Brasil*

Freitas e Martins (2000) foram os primeiros a fazer análises de grãos de amido em material arqueológico no Brasil. Os autores usaram o microscópio eletrônico de varredura para analisar os grãos de amido achados em espigas de milho e estruturas tuberificadas de mandioca nos Sítios arqueológicos: Lapa do Boquete e Lapa da Hora no Vale do Peruaçu, na região de Januária (MG). Para os grãos de amido de milho, foi detectada grande variedade em morfologia e tamanho nas amostras arqueológicas, variabilidade pelo menos duas vezes maior do que nas amostras de referência analisadas (21 acessos), isto foi interpretado como indicativo de uma grande variedade de raças de milho no material arqueológico, visível também nas características macroscópicas das espigas (Freitas, 2004).

A partir daí, a maioria dos estudos de grãos de amido arqueológicos têm sido realizados junto a análise de fitólitos (Boyadjian, 2007, 2012; Cascon, 2010; Corteletti, 2012; Corteletti et al., 2015; Ortega, 2019; Watling et al., 2018; Wesolowski, 2007; Wesolowski et al., 2010). No entanto, os estudos feitos exclusivamente com análise de amido também continuam sendo feitos (Angeles Flores, 2015; Gardiman, 2014; Prous et al., 2012).

#### 1.4 É possível distinguir as plantas domesticadas usando microvestígios?

A produção de fitólitos em espécies domesticadas tem demonstrado ser muito frutífera. Uma das espécies mais estudadas nesse aspecto é *Zea mays*. Os fitólitos tipo cruz var.1 com uma largura média entre 12,7 e 15 µm têm sido relacionados com as folhas dessa espécie (Iriarte, 2003; Piperno, 2006a). A produção de fitólitos em *Zea mays* parece estar regida pelo *locus* genético: *teocinte glume architecture* (Tga1). Este *locus* faz com que a espiga do teosinto seja mais silicificada do que o milho, provocando rondeis mais decorados e em maior número no primeiro do que no segundo (Piperno, 2006a, p. 61–64). Isso não quer dizer que as espigas de milho não produzam rondeis decorados, já que o tipo “*wavy-top rondel*” é diagnóstico dessa parte da planta (Piperno, 2006a, p. 64).

As cascas dos frutos de *Cucurbita* spp. produzem fitólitos esferoides com marcas profundas na superfície (“*scalloped*”), sendo os das espécies domesticadas maiores do que as não domesticadas (Piperno, 2006a, p. 66). A formação desses fitólitos também está sob controle genético e parece existir uma relação entre o tamanho deste tipo de fitólito e o tamanho do fruto onde foram formados.

Outro gênero de plantas com os fitólitos de espécies domesticadas bem definidos é *Oryza* spp. A casca dos grãos produz fitólitos diagnósticos cujas medidas podem ser usadas como indicativos diretos de domesticação (Hilbert et al., 2017).

Pesquisas focadas em identificação de espécies domesticadas partindo de análises de grãos de amido não são tão comuns quanto as de análise de fitólitos. Isto provavelmente seja porque alguns autores acham que as mudanças acontecidas em plantas com reprodução vegetativa (como são as tuberosas e frutos que geralmente são as que produzem um número maior de grãos de amido), não são tão facilmente distinguíveis quanto as que acontecem nas plantas com reprodução por sementes (Fuller et al., 2014). Isto é porque (segundo o mesmo argumento) não existe um mecanismo claro de seleção evolutiva para as plantas que foram cultivadas vegetativamente. As práticas de cultivos tradicionais deste tipo de plantas baseiam-se em reprodução clonal e baixo investimento de trabalho, o

que não colocaria muita força seletiva neles e não os obrigaria a desenvolver uma mudança fenotípica (Spengler, 2020, p. 346).

Outros estudos contradizem o escrito no parágrafo anterior e mostram que os grãos de amido presentes nas partes subterrâneas de espécies domesticadas parecem ser distinguíveis das espécies não domesticadas. Em um dos primeiros trabalhos com grãos de amido arqueológicos, Ugent e colaboradores (1982) distinguem entre os grãos de amido de batata domesticada e não domesticada pelo tamanho e forma. Perry (2002) estudou os grãos de amido de vestígios de *Manihot esculenta* (mandioca, Euphorbiaceae) e *Ipomoea batatas* (batata doce, Convolvulaceae) provenientes de diversos Sítios do Peru, com datas entre 3000 ao 600 AP. As relações entre o tamanho e forma dos grãos de amido não são tão mecânicas como poderia se esperar. A autora notou que, em geral, os grãos das espécies modernas são maiores do que as amostras arqueológicas. Porém, exceções acontecem e algumas amostras arqueológicas apresentam grãos tão grandes quanto as amostras modernas. No entanto, uma diferença mais clara em tamanho foi perceptível entre a *Manihot esculenta* e a espécie proposta como antecessor não domesticada *Manihot flabellifolia*, sendo os grãos da primeira significativamente maiores do que a segunda. Uma correlação parece também acontecer entre o tamanho das plantas tuberosas e a variabilidade de grãos de amido, ou seja, a maior tamanho maior variabilidade de grãos.

Piperno (2006b) fez também um estudo comparando os grãos de amido de *Manihot esculenta* com espécies selvagens, incluída a *M. flabellifolia*. A pesquisadora detecta diferenças macroscópicas entre a mandioca e as espécies “selvagens”, já que a primeira pode ser diferenciada das segundas por ser rica em grãos de amido e não ser lenhosa em seus estágios mais desenvolvidos (Piperno, 2006b, p. 49). A pesquisadora distingue entre *esculenta* e *flabellifolia* pelas características dos grãos truncados (“*dumbbells*”).

Holst e colaboradores (2007) conseguem diferenciar entre os grãos de amido de milho e de teosinto, notando que os primeiros são maiores, com formas mais irregulares e com ausência de “*dumbbells*” (presentes em teosinto).

## 2 Vegetação

Trabalhos anteriores realizaram a descrição da vegetação do Sítio arqueológico a partir de referências advindas de estudos da APA de Lagoa Santa, já que essa área é considerada bastante estudada em termos geoambientais. No entanto, para esta pesquisa, levamos em consideração o levantamento florístico de caráter regional publicado para a Bacia do Rio das Velhas, área de inserção do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu.

Segundo a classificação do Scotti e Stehmann (2005) o Sítio Lapa Grande de Taquaraçu estaria dentro do Médio e Baixo Rio das Velhas, onde os solos dominantes são os de horizonte B latossolos e cambiosolos, com baixa fertilidade, ácidos (pH 4,0 a 5,0 ) e alto teor de alumínio (Scotti; Stehmann, 2005, p. 638). O Bioma dominante da região é o Cerrado. Os autores distinguem dois tipos de vegetação na região: o Cerrado na depressão do São Francisco e o Campo Rupestre na Serra do Espinhaço. O abrigo está entre essas duas formações.

No bioma Cerrado, os autores distinguem as Florestas Estacionais, especialmente a Floresta Estacional Semidecidual (domínio da Mata Atlântica) e no Campo Rupestre as Florestas Ombrófilas de Montanhas (*idem*), junto aos capões e beiras de rios

Junto as áreas mais campestres, podem ocorrer as veredas caracterizadas pela presença dominante de *Mauritia flexuosa* (Scotti; Stehmann, 2005, p. 642). Nos afloramentos rochosos calcários ocorre a Floresta Estacional Decidual (Mata seca), a tabela a seguir apresenta as espécies características de acordo com os autores.

Tabela 1 Plantas reportadas por Scotti e Stehmann (Scotti; Stehmann, 2005) no Médio-Baixo Rio das Velhas.

Vegetação	Família	Nome científico	Nome comum
Cerrado	ANNONACEAE	<i>Annona crassifolia</i>	Pinha
	MORACEAE	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Mama-cadela
	FABACEAE	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Sucupira-preta
	MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Murici
	CARYOCARACEAE	<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi

Vegetação	Família	Nome científico	Nome comum
	FABACEAE	<i>Copaifera langsdorffi</i>	Pau-d'óleo, copaíba
	DILLENACEAE	<i>Curatella americana</i>	Lixeira
	FABACEAE	<i>Dimorphandra millis</i>	Faveiro
	ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum suberosum</i>	
	APOCYNACEAE	<i>Hancornia speciosa</i>	Mangaba
	FABACEAE	<i>Hymenaea stignocarpa</i>	Jatobá
	CALOPHYLLACEAE	<i>Kielmeyera coriacea</i>	Pau -santo
	RUBIACEAE	<i>Palicourea rigida</i>	
	VOCHYSIACEAE	<i>Qualea grandiflora</i>	Pau -terra
	VOCHYSIACEAE	<i>Qualea multiflora</i>	
	VOCHYSIACEAE	<i>Qualea parviflora</i>	
	PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i>	Carne-de-vaca
	VOCHYSIACEAE	<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	
	FABACEAE	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	barba-timão
	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia aurea</i>	Ipê amarelo
	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia ochracea</i>	Ipê amarelo
	RUBIACEAE	<i>Tocoyena formosa</i>	
	VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia rufa</i>	Pau-de-tucano
<b>Vereda</b>	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i>	Buriti
<b>Mata Seca</b>	FABACEAE	<i>Anadenathera colubrina</i>	Angico
	ANACARDIACEAE	<i>Myacrodruon urundeuva</i>	Gonçalo-alves
	MALVACEAE	<i>Pseudobombax longiflorus</i>	Imburuçu
	MALVACEAE	<i>Ceiba speciosa</i>	Paineira
	CACTACEAE	<i>Cereus jamacaru</i>	Mandacaru
	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha urens</i>	Cansanção
	URTICACEAE	<i>Ureca baccifera</i>	Urtiga
	BROMELIACEAE	<i>Encholirium spectabile</i>	Gravatá
<b>Campos rupestres</b>	IRIDACEAE	<i>Pseudotrimezia sp.</i>	
	CACTACEAE	<i>Cipocereus sp.</i>	
	VELLOZIACEAE	<i>Burlemarxia sp.</i>	

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Das Velhas (CBH), traz uma classificação um pouco diferente da observada, na qual o Sítio ficaria localizado no Médio Alto Rio das Velhas, sinalizado na figura seguinte.

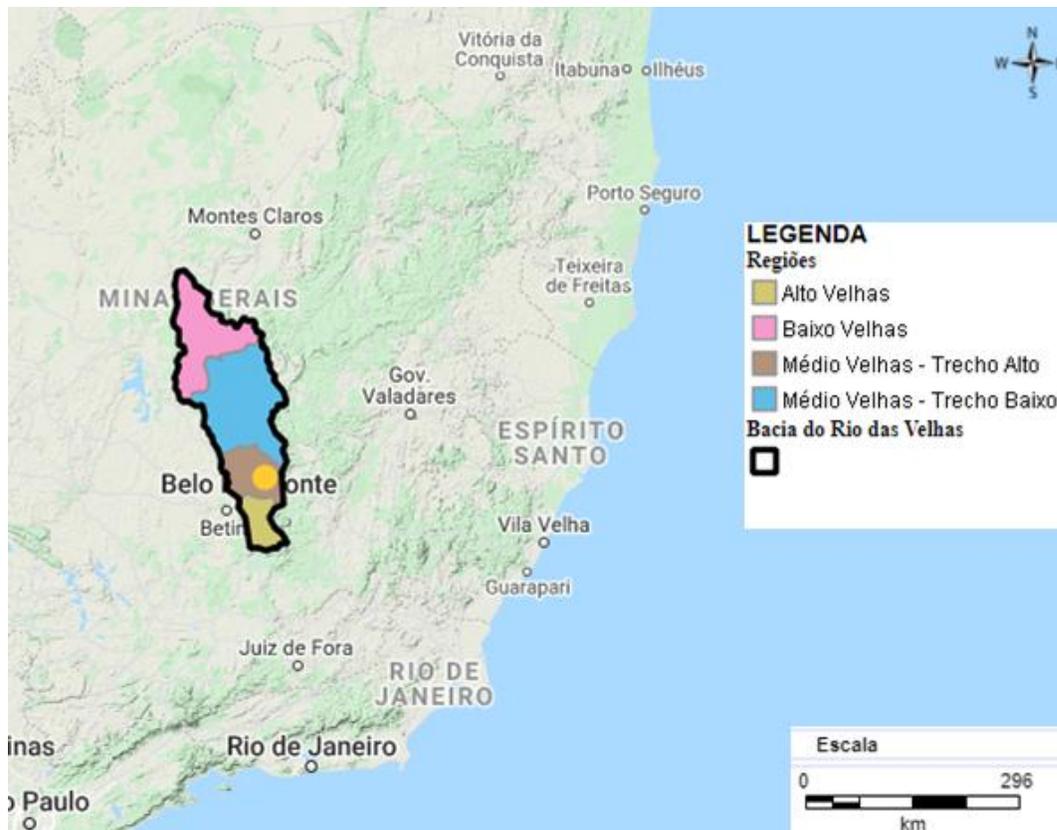


Figura 1 Localização do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu (círculo amarelo) dentro das regiões da Bacia do Rio das Velhas. Mapa feito usando o programa Velhasmap (“VelhasMap”, [s.d.]).

A CBH subdivide essas regiões em diferentes UTEs (Unidades Territoriais Estratégicas) estando o Sítio arqueológico dentro da UTE 10: Rio Taquaraçu, que abrange total ou parcialmente os municípios de Caeté, Jaboticatubas, Nova União, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas Sedes (Hinata, 2014, p. 209). Predominam nesta UTE o Argissolo Vermelho-Amarelo com solos alíticos, alumínicos, distróficos e eutróficos e uma pequena porção de Argissolo vermelho com predominância de solos eutróficos (Hinata, 2014, figura a seguir).

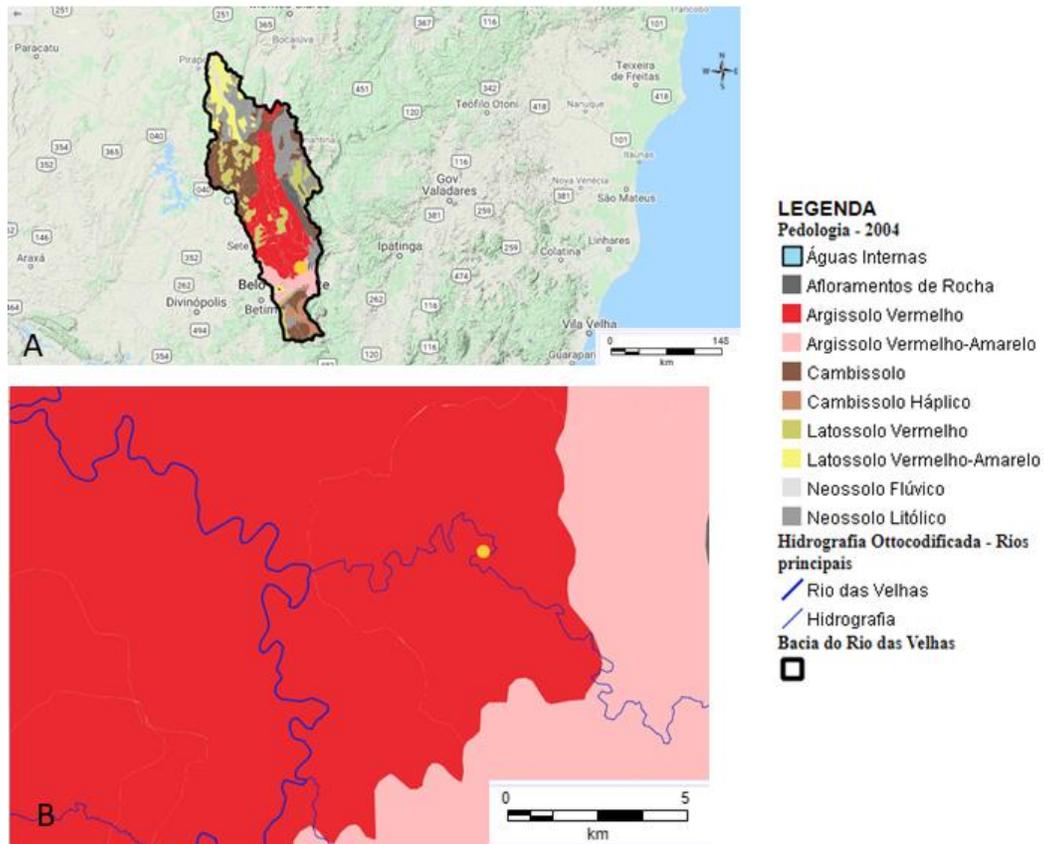


Figura 2 Solos na Bacia do Rio das Velhas (A) e próximo abrigo (B). Tamanho da barra: A, 148km; B, 5km. A localização do abrigo está indicada com um círculo amarelo. Mapas feitos usando o programa Velhasmap ("VelhasMap", [s.d.]).

Os principais tipos de vegetação para essa UTE são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 2 Vegetação na UTE 10: Rio Taquaraçu (Hinata, 2014)

Classes	ha	%
Floresta Estacional Semidecidual	4.374,86	5,41
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	270,31	0,33
Influência Urbana	131,78	0,16
Pecuária (pastagem)	9.487,12	11,74
Reflorestamento	3.464,01	4,29
Savana	1.825,81	2,26
Savana Arborizada com Floresta de Galeria	700,17	0,87
Savana Florestada	17.784,39	22,01
Savana Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria	5.500,40	6,81
Savana Parque com Floresta de Galeria	37.274,98	46,12

Ao redor do Sítio prevalecem diferentes tipos de fitofisionomias do bioma Cerrado e algumas formações da Mata Atlântica como Floresta Estacional Semidecidual visível na figura a seguir. Isto coincide em geral com o tipo de vegetação descrito para a APA de Lagoa Santa (Brina, 2020; Freire, 2011).

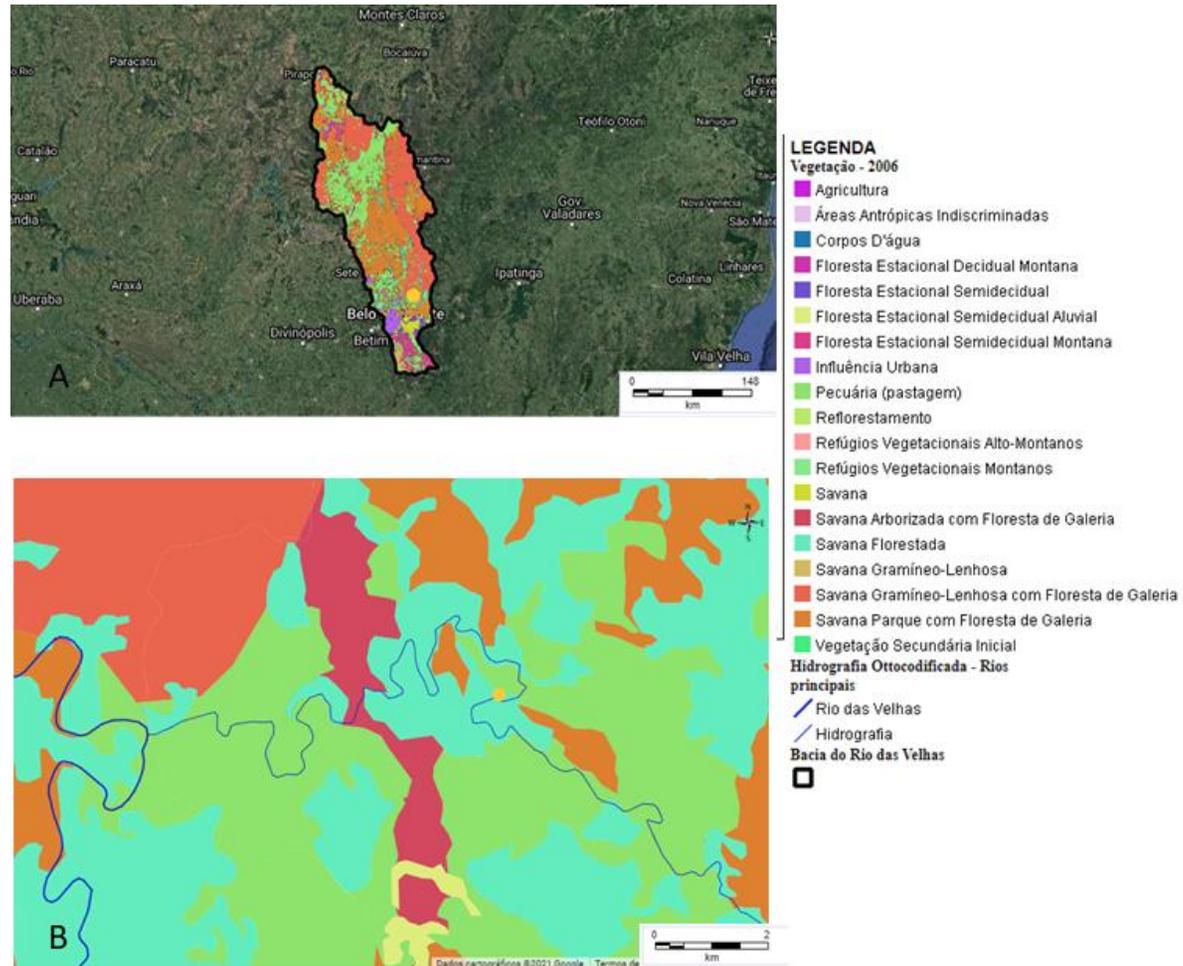


Figura 3 Vegetação na Bacia do Rio das Velhas (A) e próximo abrigo (B). Tamanho da barra: A, 145km; B, 5km. A localização do abrigo está indicada com um círculo amarelo. Mapas feitos usando o programa Velhasmap ("VelhasMap", [s.d.])

As fitofisionomias mencionadas são descritas a seguir.

## 2.1 Cerrado

Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma mais presente no Brasil, compreendendo 25% do território brasileiro (Brito, 1997, p. 11). Como mancha contínua, abrange os estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, assim como partes da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí Rondônia e São Paulo; também pode ser achado em “manchas” ou ilhas nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima “[...] é conceituada como uma vegetação xeromorfa, que ocorre sob distintos tipos de clima. Reveste solos lixiviados aluminizados[...]” (IBGE, 2012, p. 109, figura a seguir).

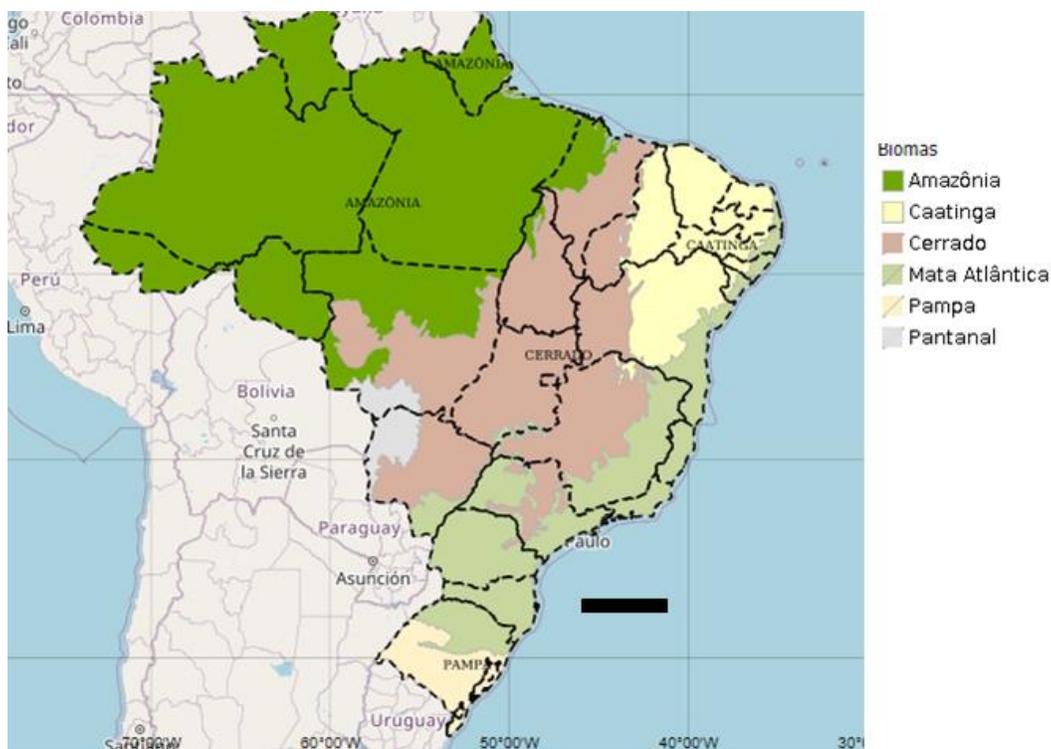


Figura 4 Principais biomas do Brasil. Mapa criado pelo programa SOMABrasil (EMBRAPA, [s.d.]). Tamanho da barra: 500 km

O Cerrado brasileiro é considerado a savana com maior diversidade no mundo (Lepsch et al., 2014, p. 77), Mendonça e colaboradores (2008, tabela 1) registram

11.627 espécies nativas divididas em 193 famílias e 1.521 gêneros. Muitas dessas espécies são utilizadas para a alimentação, Kuhlmann ([s.d.]) lista 330 espécies de plantas frutíferas para o Cerrado das quais 179 são comestíveis.

O clima característico é tropical chuvoso: verão quente, inverno seco: isto é, Aw (Cwa) segundo a classificação de Köppen. A temperatura média é de 21°C, com uma pluviosidade média de 1300 a 1600 mm (Ribeiro; Walter, 2008). Os períodos seco e chuvosos são bem definidos, com chuvas concentradas entre os meses de outubro e março (Ribeiro; Walter, 2008)

O ambiente seco e com pouca vegetação arbórea nas fitofisionomias savânicas do Cerrado faz com que focos de incêndio naturais ocorram com facilidade. A vegetação do Cerrado tem se adaptado a esta situação de diversas maneiras: algumas árvores têm desenvolvido cascas duras e grossas e troncos sinuosos e suberosos (Castro Souza et al., 2018, p. 12); algumas gramíneas formam uma espécie de “túnica” com folhas velhas ou mortas que protegem a parte germinada da perda de umidade e do fogo (Edwards, 1956; Rawistscher, 1948); já as folhas de algumas plantas (Castro Souza et al., 2018, p. 14):

[..]são mais grossas e duras, por causa da presença de uma cutícula espessa, que diminui a perda de água para a atmosfera. Também é comum a presença de folhas muito brilhantes - que auxiliam na reflexão dos raios solares - ou tricomas, principalmente nas folhas mais jovens e gemas, que podem ser brilhantes ou lanosos. Através de cortes anatômicos, observa-se também que as folhas de algumas espécies apresentam estômatos apenas na face inferior, o que diminui a perda de água [...]

Uma adaptação muito interessante nas plantas deste bioma é o desenvolvimento da biomassa abaixo da superfície, que pode chegar até o 71% da fitomassa total (vegetação acima + vegetação embaixo da superfície) (De Castro; Kauffman, 1998, p. 264) . Esta característica traz como resultado a formação de vários sistemas subterrâneos de armazenamento como rizomas, bulbos, tubérculos e xilopódios. Estes sistemas subterrâneos podem alcançar grandes tamanhos e desenvolver redes complexas, que obedecem ao armazenamento de água, açúcares, carboidratos ou à necessidade de alcançar o lençol freático que pode encontrar-se a dezenas de metros de profundidade. Por exemplo, Rawscitscher (1948) reporta num estudo de Campos Cerrados em Pirassununga (SP) onde as

raízes de *Andira humilis* podem chegar a 18m de profundidade; Já a *Jacaranda decurrens* (Bignoniaceae), pode desenvolver sistemas horizontais debaixo da terra, formando uma “copa” subsuperfície que pode atingir 20 m de diâmetro ou 380 m<sup>2</sup> (Alves et al., 2013). Vemos, portanto, que pelo menos no Cerrado “sensu stricto” existe uma grande floresta subterrânea, não tão estudada quanto a existente na superfície, e pelo mesmo motivo, ausente na maioria dos modelos de subsistência dos grupos humanos da região.

Na superfície, o Cerrado conta com várias espécies economicamente importantes. No dia de hoje, “[...]existem mais de 58 espécies de frutas nativas dos Cerrados conhecidas e utilizadas pela população da região e de outros estados [...]” (Avidos; Ferreira, 2000, p. 37).

O Cerrado conta, portanto, com vários recursos de plantas ricas em água, açúcares e carboidratos, tanto subterrâneos quanto sobre a superfície, e é muito provável que os grupos humanos do passado consumissem pelo menos alguns deles.

O bioma Cerrado é composto por diversas comunidades vegetais: a) Formações Florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Floresta Seca e Cerradão); b) Formações Savânicas (Cerrado sensu stricto e Veredas) e c) Campo Rupestre (Mendoza et al., 2008; Ribeiro; Walter, 2008; UNESCO, 2002).

O Cerrado é considerado um *hotspot* de biodiversidade, com diversas áreas prioritárias para a conservação da flora (UNESCO, 2002). Na seção a seguir e na figura 5, é apresentada de maneira resumida a classificação feita por Ribeiro e Walter (2008); os quais incluem as fisionomias presentes em regiões ribeirinhas.

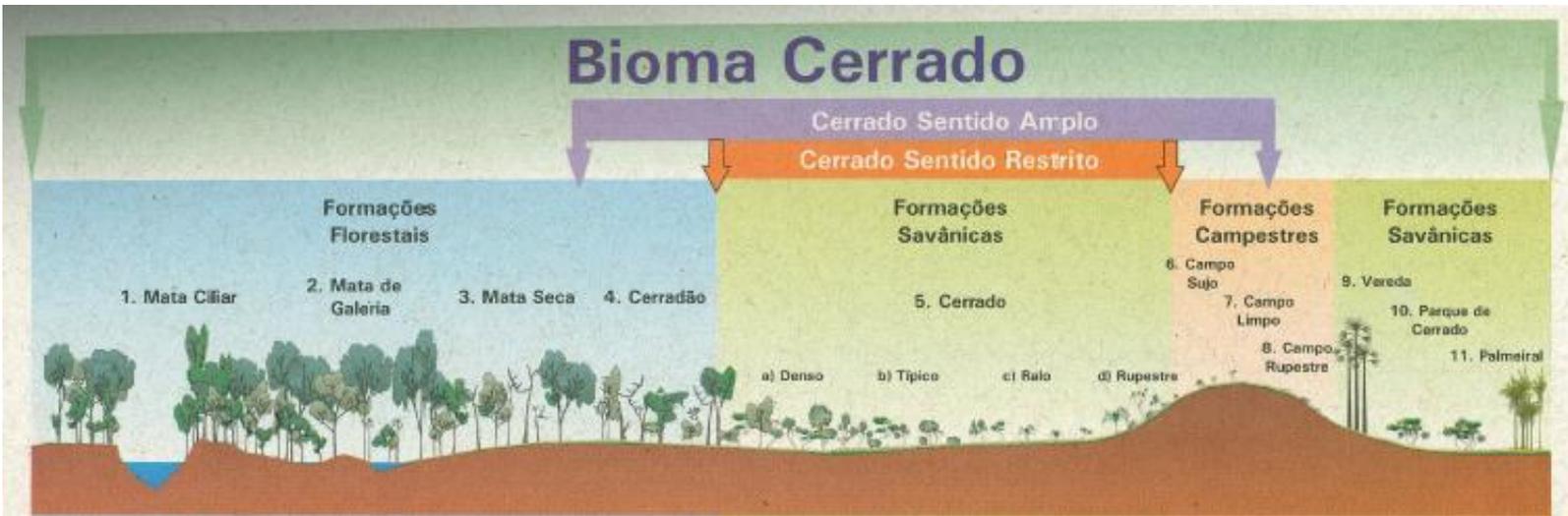


Figura 5 Esquema das principais fitofisionomias do Cerrado, modificado de Ribeiro e Walter (2008, fig. 2).

### 2.1.1 *Formações Florestais*

Correspondem aos tipos de vegetação com predominância de espécies arbóreas e a formação de dossel contínuo.

#### 2.1.1.1 *Mata ciliar*

Vegetação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte. Estreita, geralmente não ultrapassa os 100m de largura em cada margem. Ocorre geralmente sobre terrenos acidentados, podendo ocorrer transição entre fitofisionomias florestais. As árvores variam em altura de 20m a 25m, sendo a maioria delas caducifólias na temporada seca, com algumas espécies sempre verdes (Mendoza et al., 2008; Ribeiro; Walter, 2008).

#### 2.1.1.2 *Mata de Galeria (Floresta de Galeria)*

Vegetação que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos, formado corredores fechados sobre cursos d'água. Diferencia-se da Mata ciliar por ser perenifólia. Quase sempre é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens. A altura média do estrato arbóreo varia entre 20m e 30 m, apresentando uma superposição entre as copas, o que faz com que a umidade relativa no seu interior seja alta mesmo na época mais seca do ano. De acordo com a topografia e variações do lençol freático esta fitofisionomia pode ser subdividida em (Mendoza et al., 2008; Ribeiro; Walter, 2008):

- a) Não inundável: quando o lençol freático não se mantém próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos o ano todo, mesmo na estação chuvosa.
- b) Inundável: quando o lençol freático se mantém próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos o ano todo, mesmo na estação seca.

### 2.1.1.3 *Mata seca*

Formações florestais que não possuem associação com cursos de água. De acordo com a queda de folhas durante o período seco, subdivide-se em: Mata Seca Sempre-Verde, Mata Seca Semidecídua e Mata Seca Decídua. Os dois primeiros subtipos ocorrem em solos de alta e média fertilidade; já a Mata Seca Decídua acontece principalmente em solos rochosos ou calcários, diferenciando-se também pelo grande número de espécies espinhosas ou urticantes (Mendoza et al., 2008; Ribeiro; Walter, 2008) .

A altura média do estrato arbóreo varia entre 15m e 25m e a cobertura pode passar de 70% a 95% na época de chuva para menos do 50% na época de seca (Mendoza et al., 2008; Ribeiro; Walter, 2008) .

### 2.1.1.4 *Cerradão*

Chamado também de Savana Florestada (IBGE, 2012, p. 109) é uma “[...] fisionomia florestal com aspectos xeromórficos, com diversas espécies caducifólias, incluindo árvores de grande porte com troncos retilíneos, intercaladas com árvores com troncos um pouco mais retorcidos, formando um dossel mais ou menos contínuo [...]” (Castro Souza et al., 2018, p. 21).

A altura média do estrato arbóreo varia de 8m a 15m com um padrão geral semidecíduo.

## 2.1.2 *Formações savânicas*

### 2.1.2.1 *Cerrado sensu-stricto*

Caracteriza-se pela presença dos estratos arbóreo e arbustivos definidos, sobre árvores distribuídos aleatoriamente sobre o terreno “[...] não há um dossel e as árvores, embora predominem, são mais baixas inclinadas e tortuosas do que no cerradão [...]” (Castro Souza et al., 2018, p. 21).

As árvores são baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Algumas espécies e arbustos apresentam órgãos subterrâneos perenes que permitem a rebrota após a queima ou corte. Os troncos das plantas lenhosas

geralmente possuem cascas com cortiça espessa, fendida ou sulcada, com as gemas apicais de muitas espécies protegidas por densa pilosidade.

Esta fitofisionomia pode ser subdividida em

- Cerrado Denso: predominantemente arbóreo, com cobertura de 50% a 70% e altura médias de 5m a 8m
- Cerrado Típico: predominantemente arbóreo-arbustivo, com cobertura arbórea de 20% a 50% e altura média de 3m a 6m
- Cerrado Ralo: vegetação arbóreo arbustiva com cobertura de 5 a 20% e altura média de 2 a 3m.
- Cerrado Rupestre: como o nome dele indica, acontece em ambiente rupestres, geralmente sobre afloramento de rocha. Cobertura variável (dependendo de volume do solo) de 5% a 20% e altura média de 2m a 4m.

#### 2.1.2.2 *Parque de Cerrado*

Caraterizada pela presença de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno conhecidas como “murundus” ou “monchões”, formados provavelmente pela ação de cupins. As árvores possuem uma altura média de 3m a 6m. A cobertura arbórea é dispersa entre 5% a 20%. Nas depressões predomina a flora herbácea, com gramíneas e ciperáceas.

#### 2.1.2.3 *Palmeiral*

Caracterizada pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea, encontrados geralmente em solos bem drenados. Está subdividida de acordo com o nome da palmeira dominante, da seguinte forma:

- Macaubal: Dominada pela macaúba (*Acrocomia aculeata*), com dossel descontínuo.
- Guerobal: Dominada pela gueroba (*Syagrus olerace*), com dossel descontínuo. Árvores com altura média de 8m a 15m
- Babaçual: Dominado pelo Babaçu (*Attalea speciosa*). Geralmente associada com áreas antropizadas. Dossel contínuo. Árvores com altura média de 8 a 15m e uma cobertura variável de 30%
- Buritizal: Dominado pelo buriti (*Mauritia flexuosa*). Presente em solos mal drenados Dossel descontínuo com árvores de 12m a 20m de altura e uma cobertura variável de 40% a 70%.

#### 2.1.2.4 *Vereda*

Fitofisionomia dominada pelo buriti, mas com agrupamentos mais ou menos de espécies arbustivo-herbáceas. A diferença com relação ao buritizal é que esta não forma dossel. Árvores com altura média de 12m a 15m e cobertura de 5% a 10%. Ocupam vales pouco íngremes ou áreas planas, alagados, ferrolíticos e com solo orgânico e hidrosol sendo também são comuns em áreas próximas as nascentes.

#### 2.1.3 *Formações campestres*

##### 2.1.3.1 *Campo sujo*

Tipo fisionômico exclusivamente arbustivo herbáceo, com arbustos e subarbustos esparsos. Pode se subdividido em

- Campo sujo seco: Quando o lençol freático é profundo
- Campo sujo úmido: Quando o lençol freático é alto
- Campo sujo com Murundus: Quando associado com este tipo de formação.

O Manual técnico da vegetação brasileira (IBGE, 2012, p. 113) considera também o Cerrado do pantanal como um subtipo desta vegetação, presente em áreas encharcadas de depressões periodicamente inundadas.

##### 2.1.3.2 *Campo limpo*

Fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Da mesma forma do que o campo sujo, pode subdividir-se em:

- Campo limpo seco: quando o lençol freático é profundo
- Campo limpo úmido: quando o lençol freático é alto
- Campo limpo com Murundus: quando associado com este tipo de formações.

##### 2.1.3.3 *Campo rupestre*

Tipo fitofisionômico predominantemente herbáceo-arbustivo, ocorre geralmente em Neossolos litólicos ou nas frestas dos afloramentos. Algumas das plantas podem crescer diretamente sobre rochas, sem presença de solo.

As espécies características de algumas destas fitofisionomias são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 3 Algumas espécies representativas das fitofisionomias apresentadas, de acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012).

Tipo de fitofisionomia	Família	Espécie
<b>Cerradão</b>	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess
	Vochysiaceae	<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.
	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth
	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.
	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart
	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg
	Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc
<b>Cerrado sensu-stricto</b>	Vochysiaceae	<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L
	Apocynaceae	<i>Himatanthus sucuubus</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson
	Fabaceae	<i>Parkia platycephala</i> Benth
	Clusiaceae	<i>Platonia insignis</i> Mart
	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth
	Fabaceae	<i>Stryphnodendron</i> <i>adstringens</i> (Mart.) Coville
<b>Campo sujo</b>	Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes
	Bignoniaceae	<i>Handroanthus aureus</i>
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC
<b>Campo limpo</b>	Fabaceae	<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth
	Fabaceae	<i>Chamaecrista</i> spp
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> spp
	Fabaceae	<i>Bauhinia</i> spp
	Arecaceae	<i>Attalea</i> spp
	Arecaceae	<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze
	Arecaceae	<i>Orbignya eichleri</i> Drude
	Poaceae	<i>Axonopus</i> spp
	Poaceae	<i>Andropogon</i> spp
	Poaceae	<i>Aristida pallens</i> Cav
	Poaceae	<i>Echinolaena inflexa</i> Chase
	Poaceae	<i>Paspalum</i> spp.
	Poaceae	<i>Trachypogon spicatus</i> (L. f.) Kuntze
	Poaceae	<i>Schizachyrium</i> spp
Poaceae	<i>Tristachya</i> spp.	

## 2.2 Fitofisionomias próprias da Mata Atlântica

### 2.2.1 Floresta Estacional Semidecidual

Própria da Mata Atlântica e adaptada à seca. Este tipo de vegetação é associado na zona tropical à região marcada por acentuada seca hiberna e por intensas chuvas de verão. A porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal está entre 20% e 50%. Possui dominância de gêneros amazônicos de distribuição brasileira, como: *Parapiptadenia*; *Peltoporum*; *Cariniana*; *Lecythis*; *Handroanthus*; *Astronium* (IBGE, 2012).

### 2.2.2 Floresta Estacional semi decidual aluvial

Está sempre presente nas planícies e em alguns terraços mais antigos dos leitos dos rios. Algumas espécies próprias desta formação são: *Handroanthus*, *Calophyllum brasiliense* Cambess., *Tapirira guianensis* Aubl., *Inga* sp., *Podocarpus sellowii* Klotzsch ex Endl., *Cedrela lilloi* C. DC., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (IBGE, 2012).

## 2.3 Paleovegetação em Lagoa Santa no Pleistoceno Final e Holoceno Inicial

De maneira geral, o final do Pleistoceno (entre 11.000 e 17.000 anos AP) está caracterizado nas latitudes maiores pelo final da Glaciação, e nos trópicos por um aumento na umidade (Ledru, 2004, p. 243).

No Nordeste do Brasil, os grãos de pólen dos sedimentos marinhos indicaram a permanência da Caatinga sem mudanças significativas desde 42.000 a 8.500 AP; porém, períodos curtos e intensos de chuva foram registrados em 40.000, 33.000 e 24.000 AP e também entre 15.500 e 11.800, sendo este último o período com mais precipitação (Behling et al., 2000; Pessenda et al., 2010). Já a partir do 10.000 até 3.000 AP estaria caracterizado pela expansão do Cerrado (Ledru et al., 2006; Pessenda et al., 2010).

Adicionando sítios fora do Nordeste, Ledru (Ledru, 2002) distingue entre 10.000 e 7.000 anos AP, um hiato na sedimentação que indicaria um clima seco sem sazonalidade (Ledru, 2002, p. 44). O espectro polínico de Lagoa do Caçó parece indicar o contrário, já que a presença de *Mauritia* indica sazonalidade e um aumento

de temperaturas, Ledru explica essa discrepância no fato de que a lagoa está localizada perto da bacia do Amazonas e da influência do equador meteorológico (Ledru, 2002, p. 44)

Em Lagoa Santa (MG) o paleoclima indica períodos mais secos, por ausência da sedimentação entre ca. 7500 a 2000 anos AP em quase todos os registros arqueológicos da Região (exceto no Sítio Lapa Vermelha IV), esse fenômeno é conhecido como o “hiato do Arcaico”. A razão para esse fenômeno foi hipotetizada como uma época de seca na qual os Sítios foram abandonados (Araujo et al., 2005).

Como será mencionado no capítulo 3, para verificar isso, vários estudos paleoclimáticos foram realizados durante o projeto “*Origens e Microevolução do Homem na América: Uma Abordagem Paleoantropológica I e II*”, entre os quais estava um análise de grãos de pólen em sedimentos de duas lagoas da região: Lagoa Olhos D’Água e Lagoa dos Mares (Raczka et al., 2013). Os resultados indicam uma dominância de tipos polínicos arbóreos e herbáceos indicadores de florestas secas e de altitude, desde 15.000 anos AP até o Holoceno inicial, sendo substituídos por taxa de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, até 6000 anos AP. No entanto, essa mesma taxa, junto com os correspondentes às plantas aquáticas e samambaias indicaram um incremento de instabilidade climática durante o “hiato do Arcaico”<sup>6</sup>. A partir do 2.000 AP, a vegetação permaneceu similar com a vegetação do presente. Parece que teve uma razão climática para o “hiato do Arcaico”, mas não foi um grande evento de seca e sim de instabilidade climática que provavelmente tenha feito emigrar à maioria dos habitantes de Lagoa Santa para lugares com mais preditibilidade climática (Araujo, 2014).

---

<sup>6</sup> Curiosamente, esta instabilidade não é detetada na lagoa de Lagoa Santa (Parizzi; Salgado-Labouriau; Kohler, 1998).

### 3 Trabalhos arqueológicos em Lagoa Santa

As cavidades cársticas da região de Lagoa Santa têm sido exploradas desde princípios do século XIX, pois aproveitava-se o salitre contido nelas, usado tanto como fertilizante quanto como material para os arsenais das minas de ouro, muito numerosas no Estado de Minas Gerais (Prous, 1975, p. 11). Nessas escavações, eram encontradas ossos grandes que eram interpretados como pertencentes a gigantes (Holten; Sterll, 2016, p. 23). Desta forma, podemos inferir que, pelo menos desde inícios deste século vários Sítios arqueológicos e paleontológicos foram depredados inadvertidamente na região.

O mesmo acontecia a finais do século XIX, quando o naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund chegou a Lagoa Santa. Lund não foi o primeiro científico em explorar a região, mas certamente foi o mais prolífico, e mais metódico do que seus predecessores, tentando sempre contextualizar estratigráfica e tafonomicamente os seus achados. Assim, ele explorou mais de 800 cavernas, e os resultados dessas explorações tiveram repercussões no cenário científico mundial na época até os dias de hoje.

Uma dessas cavernas foi a Gruta do Sumidouro. Por estar normalmente inundada, Peter Lund esvaziou a gruta e foi visível uma aparente associação de restos humanos com megafauna extinta (Holten; Sterll, 2016, p. 23). Esta associação e subseqüentes descobrimentos fizeram com que ele propusesse a contemporaneidade dos primeiros habitantes da América com a megafauna, uma teoria que colocava oposições aos modelos catastrofistas da época.

No Sítio Lapa da Escrivânia V Lund fez uma das primeiras tentativas para datar a sedimentação contando o número de ossos de pequenos mamíferos recuperados nas escavações. Ele inferiu o número de animais a partir desses ossos (Holten; Sterll, 2016, p. 24):

[...] Lund conhecia bem as corujas brancas que moram nas grutas, um casal em cada gruta, e sabia que cada casal captura e come quatro camundongos por dia e depois regurgita os ossos no chão, se as corujas tivessem ocupado a gruta ininterruptamente, seriam necessários 5.137 anos para devorarem e regurgitarem os 7.5 milhões de camundongos.

Lund também foi pioneiro na descrição dos sedimentos geológicos (Auler; Piló, 2016, p. 43):

Lund foi pioneiro ao identificar os dois tipos de solo existentes na região cárstica de Lagoa Santa, o solo amarelo (inferior) e o solo vermelho (superior), além de propor que o solo que recobre o relevo cárstico de Lagoa Santa tem sua origem a partir da alteração da camada de filitos atualmente ausente em boa parte da área [...] Esta hipótese foi corroborada por estudos geoquímicos modernos

Após os trabalhos de Lund, vários pesquisadores exploraram a região com o objetivo de testar ou complementar os achados do naturalista dinamarquês. Entre as décadas de 1920 e 1930 o Museu Nacional desenvolveu um plano de pesquisa para o Município de Lagoa Santa. A exploração mais bem sucedida foi a liderada pelo Padre Jesuíta Padberg-Drenkpohl em 1926, o pesquisador (Keuller, 2016, p. 67):

[...]Realizou esboços geográficos e observações geológicas; determinou as principais cavernas da parte meridional da região; visitou a gruta de Maquiné descrita por Lund e, dentre seus achados, descobriu novas cavernas como: Lapa do Caetano, Lapa da Limeira, Lapa D'água, Lapa da Amoreira, Lapa do Tombo, Lapa da Vargem de Baixo, também chamada por ele como Lapa da Mortuária. Na última caverna, o cientista encontrou cercar de 80 indivíduos além de muitos fósseis de animais [...].

Na última Lapa (conhecida também como Lapa Mortuária de Confins) o pesquisador escavou 80 m<sup>2</sup> atingindo 4 m de profundidade. O material coletado consistia em remanescentes humanos correspondentes a 80 indivíduos, objetos de pedra polida e algumas lascas. Além disso, na Lapa de Caetano escavou os restos de 6 indivíduos em uma capa estalagmítica (Prous, 2016, p. 12). Como nenhum desses vestígios foi associado a megafauna extinta, Padberg-Drenkpohl discordou das conclusões do Lund neste aspecto.

O cientista também fez uma classificação das Lapas de acordo com o contato da água, assim as “juvenis” estariam no nível da água atual, as “maduras” estariam cerca de 10m a 100m acima deste nível e as “senis”, a maior altura (Keuller, 2016, p. 69).

No entanto, os trabalhos deste pesquisador permanecem inéditos, sendo conhecidos apenas pelos relatórios enviados ao Museu Nacional e as controvérsias com os Membros da Academia de Ciências de Minas Gerais (Prous, 1975, p. 12).

Tempos depois, o cônsul do Reino Unido, H. Walter, interessou-se também na área, escavando ou mandando a escavar vários Sítios. Em 1935 os operários dele escavaram na Lapa de Confins, em níveis inferiores dos atingidos pelo Padberg-Drenkpohl e recuperaram um esqueleto, associado a megafauna extinta, que seria conhecido como o “Homem de Confins”. Infelizmente, ao ser realizadas em sua maioria por pessoal não qualificado, as escavações não obedeceram a um controle estratigráfico, motivo pelo qual a que credibilidade dos achados tornou-se duvidosa (Prous, 2013, p. 38).

Outra pesquisa que não gerou publicações aconteceu em 1937 quando uma equipe do Museu Nacional do Rio de Janeiro, composta pelo Ruy Lima e Bastos d’Ávila escavaram duas grutas do conjunto Carrancas (em particular a Lapa do Urubu). Uma delas continha uma dúzia de sepultamentos cobertos por uma pedra, assim como lâminas de machado de rocha básica, de lascas e fragmentos de pontas de cristal de quartzo (Prous, 1975, p. 13, 2013, p. 38).

A partir da década de 1950, com a expedição Américo-brasileira liderada por Wesley Hurt e Oldemar Blasi (Hurt; Blasi, 1969), as escavações arqueológicas *stricto sensu* começaram a acontecer na região. No ano 1955 foi realizada uma campanha de prospecção e no ano seguinte foram abertas várias escavações no maciço de Cerca Grande, Lapa do Ballet e Lapa das Boleiras. Porém, contrariamente ao que se esperava, restos humanos associados a megafauna extinta não foram encontrados (Prous, 2016, p. 112). Apesar deste fato desanimador, uma grande quantidade de sepultamentos (24) foram descobertos, assim como a primeira data absoluta para a região: 9700 anos A.P., ou 11.200 anos cal AP, no Sítio Cerca Grande VI (Araujo; Neves; Kipnis, 2012).

Os resultados de Hurt e Blasi, fizeram possível a formação da Missão franco-brasileira liderada por Annette Lamming-Emperaire (Lamming-Emperaire et al., 1975) que continuou realizando prospecções e escavações, incluindo estudos geológicos e etnográficos. Durante os trabalhos desta Missão, foram registradas várias pinturas rupestres, que em pesquisas anteriores tinham sido mencionados superficialmente.

Foi constatada também a depredação de vários Sítios que Missões anteriores tinham registrado, as depredações aconteciam inclusive semanas antes da equipe da Missão Francesa chegar nos Sítios arqueológicos (Prous, 2016). Com tudo, os resultados mais interessantes foram na escavação de Lapa Vermelha IV, que abrangeram uma superfície de 300 m<sup>2</sup> e 10 m de profundidade (Prous, 2016, p. 121).

Nos níveis holocênicos foram achadas cerâmicas perto da superfície, várias conchas perfuradas de gastrópodes, muitas delas associadas a estruturas de combustão e lascas de cristais de quartzo. No que diz respeito aos vestígios de animais, foram encontrados ossos de peixe. Ossos de pequenos mamíferos como marsupiais, quirópteros e roedores pequenos foram interpretados como consumidos pela fauna do abrigo. Já animais maiores como tatús e cervídeos associados com fogueiras foram interpretados como vestígios alimentares humanos (Prous, 2016, p. 123). Nos níveis correspondentes com o Pleistoceno Final e Holoceno inicial (14.000 a 9000 anos AP) foram encontrados restos de preguiça gigante, logo abaixo, num nível datado em 11.000 anos foi encontrado o esqueleto de uma mulher (Prous, 2016, p. 124). Esse esqueleto ficou conhecido tempo depois como Luzia, nomeado assim por Walter Neves. Nas análises craniométricas feitas com outros pesquisadores foi descrita uma morfologia, mais próxima dos grupos austro-melanésios do que as populações asiáticas e ameríndias tardias (Neves; Hubbe, 2005; Neves; Hubbe; Piló, 2007). As escavações neste Sítio também foram pioneiras em datar uma pintura rupestre pela primeira vez no Brasil (Prous, 2016, p. 127). Um outro achado, que geralmente não é muito discutido nas publicações sobre a área, é um artefato lascado encontrado em um contexto estratigráfico com 15.000 anos de antiguidade (Prous, 2013, p. 40). Infelizmente, os trabalhos de Missão Franco-Brasileira foram interrompidos com a morte da Annette Lamming-Emperaire e os pesquisadores espalharam-se para outras áreas.

Foi no século XXI que a região voltou a ser foco de um projeto científico de grande porte. Entre os anos 2000 e 2009, sob a direção do Walter Alves Neves do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos da USP (LEEH-USP), foi desenvolvido o projeto temático “Origens e Microevolução do Homem na América: Uma

Abordagem Paleontropológica I e II” (FAPESP 99/00670 -7 e 04/01321-6). Vários Sítios arqueológicos foram escavados durante este projeto, três dentro da APA de Lagoa Santa: Lapa das Boieiras, Cerca Grande IV e Lapa do Santo; um fora da APA: Lapa Grande de Taquaraçu, para testar o papel da disponibilidade da água nos assentamentos humanos e finalmente, dois Sítios a céu aberto: Sumidouro e Coqueirinho (Araujo; Neves; Kipnis, 2012). O projeto trabalhou sobre vários eixos:

1) “Clóvis First/ Clovis Like”?.que tentou contestar a teoria de que os primeiros habitantes das Américas estavam relacionados com a indústria Clovis, infelizmente os seis Sítios arqueológicos escavados (3 em abrigos e 3 a céu aberto) foram datados em uma temporalidade mais recente do que essa indústria, pelo qual não foi possível contestar a mencionada teoria (Bernado; Neves; Kipnis, 2016, p. 157).

2) “Origens Biológicas dos primeiros americanos”; no qual procurou-se consolidar a hipótese de Walter Neves e colaboradores, já mencionada, que afirmava que os primeiros habitantes de América eram craneomorfologicamente mais parecidos com os povos austro-melanésios do que as populações mais modernas, mais próximas das asiáticas. Para isso, buscava-se ampliar os estudos morfológicos com os esqueletos provenientes das escavações arqueológicas bem como o refinamento da sua cronologia. Para conseguir isto, vários vestígios ósseos foram enviados para datação direta por colágeno e foram também comparados morfológicamente com os crânios de outras populações humanas. Os resultados das datações confirmaram a antiguidade entre 8,5 e 7,5 mil anos AP e os estudos morfológicos confirmaram também sua similaridade com as populações austro-melanésias (Bernado; Neves; Kipnis, 2016, p. 158).

3) “Resiliência dos grupos forrageiros neotropicais: subsistência, cultura material, mobilidade e mudança social”; centrada em princípio nos restos zooarqueológicos e as análises das indústrias líticas, colocou em evidência uma dieta baseada em animais de pequeno e medio porte, ausente de megafauna. Por outro lado, nos níveis superiores das escavações foram reveladas a diminuição de vestígios animais. Além disso, os níveis altos de incidência de cáries levaram a inferir uma dieta mais dependente de recursos vegetais do que se tinha pensado. No que diz

respeito às indústrias líticas, foi detectada uma mudança na matéria prima preferida, passando do sílex nas primeiras ocupações ao quartzo hialino nas etapas restantes, sem mudanças significativas. O quartzo era usado para produzir majoritariamente lascas sem retoque (Bernado; Neves; Kipnis, 2016, fig. 158).

4) “Processos de formação de Sítio e tafonomia em áreas tropicais”; centrada em provar duas hipóteses: A) que o sedimento dos abrigos rochosos da área são de origem antrópica e B) que “[...] as perturbações antrópicas e não antrópicas, afetaram a disposição espacial dos artefatos e ecofatos nos abrigos de maneira que eles não se articulam como solos de ocupação originais” (Bernado; Neves; Kipnis, 2016, fig. 159) Para isso, foi planejado a análise espacial dos remanescentes arqueológicos da área e a ampliação da superfície dessas escavações. A segunda hipótese requer tempo para falsear e está sendo testada até o presente, mas estudos químicos e micromorfológicos apontam para o caráter antrópico dos sedimentos.

5). “Paleoclimas e paleoambientes no final do Pleistoceno e Holoceno na região de Lagoa Santa”; eixo que procurava uma explicação ambiental para os dois hiatos de ocupação na área. Para responder essa questão foram feitas análises sedimentares em lagoas locais, datação de amostras de capas estalagmíticas e análises paleobotânicas, incluídos de madeiras e folhas (Freire, 2011; Nakamura, 2011). Os resultados dos estudos feitos nas lagoas apontam dois picos de umidade: um ao início do Holoceno e outro para o Holoceno tardio, detetando um período seco entre 7,5 e 2,0 mil anos AP. Porém, a análise polínica não detectou um período de seca, mas sim um período de clima mais instável (Raczka et al., 2013). Os estudos de madeiras e folhas não indicaram grandes mudanças na vegetação, na temporalidade estudada (5920 a 5740 – 1820a 1510cal AP). No que diz respeito a análise de estalagmites, só uma foi achada com datações de 7000 anos AP, o que não é suficiente para indicar condições climáticas pretéritas (Bernado; Neves; Kipnis, 2016, fig. 162).

6) O sexto eixo, Homem e megafauna na transição Pleistoceno/ Holoceno, procurava testar a hipótese da convivência do ser humano e a megafauna na área.

Para conseguir isso, foram selecionadas novas amostras de megafauna para datação por 14C-AMS, realização de análises de isótopos estáveis em ossos de megafauna e humanos, e a realização de uma escavação paleontológica na Gruta de Cuvieri. Três (10 mil, 9,9mil e 9,2mil anos AP) das onze datações obtidas confirmaram a convivência dos antigos habitantes de Lagoa Santa com a megafauna (Bernado; Neves; Kipnis, 2016, fig. 163).

Em 2011, as escavações foram retomadas na área, especificamente no Sítio Lapa do Santo pelo projeto “As práticas mortuárias dos primeiros americanos” lideradas pelo Dr. André Strauss e continuam até o presente. Vários achados têm sido resultantes deste projeto, sobretudo nos sepultamentos, que têm sido escavados 33 até o momento (Villagrán et al., 2017). Essa grande quantidade de sepultamentos têm colocado em evidência uma complexidade maior do que tradicionalmente foi recuperado na área (Strauss et al., 2016), incluído o caso mais antigo de decapitação nas Américas (Strauss et al., 2015).

### *3.1.1 Antecedentes de estudos arqueobotânicos em Lagoa Santa*

Com uma visão pioneira, Lamming-Emperaire contatou vários científicos para o processamento de vestígios botânicos recuperados durante as escavações da Missão Francesa: Calvino Maineri do Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP seria o encarregado de identificar os carvões provenientes das fogueiras; Pascale Prous dos vestígios microbotânicos e foi tentado um contato com Salgado Labouriau para o estudo de fitólitos (Prous, 2016, p. 115). Adicionalmente, um coprólito humano foi enviado para o Ulisses Confalonieri da Fundação Osvaldo Cruz. Infelizmente, nenhum desses contatos deu fruto e os resultados dessas análises não foram publicados. Caso alguns desses estudos tivesse dado certo, seriam pioneiros na arqueobotânica brasileira.

Os trabalhos mencionados a seguir já foram descritos no trabalho de mestrado (Angeles Flores, 2015), por essa razão aqui será realizada apenas uma referencia breve dos mesmos. A pesar de não ter sido uma prática comum, os projetos arqueológicos da região acostumavam fazer descrições dos vestígios botânicos encontrados durante as escavações (Ex.: Hurt; Blasi, 1969; Resende; Prous, 1991),

porém eram poucos os projetos com objetivos arqueobotânicos. Trabalhos importantes com macrovestígios foram realizados com vestígios de sementes e madeira carbonizados em Lapa das Boleiras (Melo Junior; Ceccantini, 2010; Nakamura; Melo Junior; Ceccantini, 2010). Antes dessas pesquisas, um trabalho com vestígios botânicos carbonizados em Lapa do Santo foi realizado por Rodrigues-Silva (2006), no entanto, a dissertação não foi defendida e não foram obtidos resultados claros. A primeira análise de microvestígios botânicos na área foi feita por Gardiman (2014) em matérias arqueológicas de grupos ceramistas no Sítio Vereda III. Foram achados grãos de amido diversos entre os quais foram identificados *Zea mays* e *Ipomoea batatas*. Os primeiros estavam modificados de tal maneira que sugeriam ser produto de bebidas fermentadas. Outro antecedente é o trabalho de mestrado anteriormente referido, que será descrito na seção de pesquisas derivadas das escavações de Lapa Grande de Taquaraçu.

Ortega (2019) faz referência a um relatório de análises de grãos de pólen em Lapa do Santo<sup>7</sup>, não publicado. Nessa análise foi detectada uma baixa preservação de grãos de pólen a medida que a profundidade aumentava, isto foi explicado como consequência do ambiente alcalino e outros processos de bioturbação. Os taxa identificados foram *Arecaceae*, *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Asteraceae*, *Malpighiaceae*, *Melastomataceae*, *Myrtaceae* e *Poaceae*, *Euphorbiaceae*, *Malpighiaceae*, *Malvaceae*, *Melastomataceae*, *Myrtaceae*, *Nyctagenaceae* e *Poaceae*.

A primeira análise de fitólitos em Lagoa Santa foi feita por Daniela Ortega (Ortega, 2019) no Sítio de Lapa de Santo. A pesquisadora fez uma análise de fitólitos e grãos de amido em 21 peças líticas e em 4 amostras de sedimento tanto fora como dentro do Sítio. O fato de não ter encontrado grãos de amido com modificações foi interpretado como evidência de processamento de plantas

---

<sup>7</sup> MORROW, J. **A Palynological Analysis of Sediments from a Pollen Column Collected During the 2014 Excavations of Lapa do Santo, Minas Gerais, Brazil.** Relatório apresentado ao LAAAE-USP, não publicado. Pathoecology and Palynology Laboratory, School of Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, 3310 Holdrege Street, Lincoln, Nebraska, 68583-0962, United States. 2014.

amiláceas cruas. Os fitólitos identificados pertenciam às subfamílias de Poaceae: Aristidoideae, Bambusoideae, Chloridoideae, Panicoideae e Cyperaceae; Arecaceae (palmeiras); assim como à ordem Zingiberales e Eudicotiledôneas. Os grãos de amido apresentaram semelhanças com os morfotipos descritos para as famílias Araceae, Arecaceae, Poaceae incluindo gramíneas selvagens e *Zea mays*; Convolvulaceae (*Ipomoea batatas*) e Solanaceae (*Capsicum* sp). A identificação de fitólitos tipo cruz var.1, cujas medidas coincidem com as reportadas para *Zea mays* e alguns grãos de amido parecidos com *Ipomoea batatas*, levantaram a possibilidade do uso de plantas domesticadas na área era anterior ao que se tinha encontrado nas Américas.

### 3.1.2 Estudos de fitólitos no Cerrado

A pesar de não ser trabalhos arqueobotânicos, é necessário mencionar os trabalhos que o Luiz Fernando Gouvea Labouriau e colaboradores fizeram com as gramíneas do Cerrado (De Campos; Labouriau, 1969; Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971; Sendulsky; Labouriau, 1966; Söndahl; Labouriau, 1970a, 1970b). Estes trabalhos conseguiram documentar diversos tipos de fitólitos em perto de 100 espécies de gramíneas do Cerrado, algumas delas coletadas na cidade de Lagoa Santa. A técnica usada foi o *dry ashing* e os resultados foram apresentados em desenhos muito detalhados que na sua maioria permitiram a comparação com as fotos desta pesquisa. Curiosamente, no primeiro destes trabalhos foi estudado *Zea mays*, mas não foi reportado nenhum dos fitólitos que estudos posteriores considerariam como diagnósticos (Ex.: variantes específicas de cruz e rondeis onduladas), em lugar disso, fala-se de fitólitos pequeníssimos, mas em grande número (Sendulsky; Labouriau, 1966, p. 168). Söndal e Laboriau (1970a, p. 196) mencionam também um trabalho do Laboriau no qual analisavam-se os fitólitos de diversas espécies das famílias Arecaceae, Cyperaceae, Bromeliaceae e Dilleniaceae do Cerrado. Infelizmente, este trabalho não foi publicado e não foi possível a sua consulta para esta pesquisa.

Depois dos trabalhos de Laboriau e colaboradores, os trabalhos de fitólitos no Cerrado recomeçaram perto do ano 2000. Análises de isótopos feitos

concomitantemente com os de fitólitos têm sido frutíferos. Alexandre e colaboradores (1999) relacionaram número de fitólitos com a análise de  $\delta^{13}\text{C}$  da matéria orgânica do solo em um perfil escavado em um perfil de 2 metros escavado em Salitre MG. Os autores relacionaram ambos dados em uma temporalidade de 5560 a 600 AP, detectando eventos de seca e chegando à conclusão de que estariam relacionados com o clima e não com a atividade humana. Coe e colaboradores (2012) fizeram algo parecido em um estudo preliminar, quando analisaram amostras de solo de duas regiões litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, a Região de Cabo Frio/Búzios e a Bacia do rio São João, e da região do Espinhaço Meridional, em Minas Gerais. Na região de Cabo frio não foram registradas grandes variações no tipo de vegetação desde 13 mil anos AP. As outras regiões estudadas estavam ainda na etapa de análise de fitólitos.

Lepsch e colaboradores (Lepsch et al., 2014) coletaram folhas de *Curatella americana* L. e de *Davilla elliptica* St. Hil. Ambas da família Dilleniaceae, em reservas ecológicas nos municípios de Uberlândia e Montes Claros (MG). Também foram coletadas amostras de solos sob o dossel. As folhas foram calcinadas e montadas em azeite de cravo para o seu estudo, além disso, parte delas foi analisada sob o microscópio de varredura. Os pesquisadores notaram alguns fitólitos com uma cor marrom avermelhado, o que foi interpretado como cimentação ou impregnação por óxidos de ferro. Essa cimentação também foi interpretada para a silicificação de fitólitos articulados: tricomas com base de tricomas e com os tecidos.

Monteiro, Parolin e Caxambu (2015) analisaram os fitólitos em solo superficial e serapilheira de em diferentes terrenos na Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão e numa área denominada de Lote 7H, no estado do Paraná. As áreas de formação de Cerrado e Cerradão. Os pesquisadores distinguem entre este tipo de vegetações pela concentração maior de fitólitos de Poaceae no primeiro tipo de do que no segundo.

Pereira e colaboradores (2013) realizaram uma caracterização de fitólitos de uma planta de *Butia microspadix* Burret (Arecaceae), coletada na região da Ponte dos

Arcos, no município de Balsa Nova, Paraná. Foram amostrados 3 g da bráctea peduncular, folíolos, raque de folha, raque de inflorescência e ráquila. Como esperado, 99% dos fitólitos encontrados em todas as amostras correspondeu ao tipo esferoide equinado. Chama a atenção do tipo bilobada (achado na bráctea peduncular, folíolo e ráquila, possível contaminação) e papilar (achado em todas as partes da planta).

No Sítio arqueológico Cabeças 4, situado em Felício dos Santos (MG) (7225 anos AP e 480 anos cal AP) foi feita uma análise de fitólitos em sedimentos onde foi possível observar a predominância de fitólitos de gramíneas e da família Arecaceae (Chueng et al., 2020).

O trabalho mais recente é o de Dias e colaboradores (2020). Elas coletaram 27 espécies de plantas correspondentes a 13 famílias no município de Gouveia (MG). Os fitólitos foram analisados por degradação por ácido clorídrico nas amostras de plantas. Dois tipos de lâminas foram feitos: 1) lâminas temporárias, montadas em glicerol e 2) lâminas permanentes, montadas em resina sintética *Entellan* (®). As autoras notaram uma grande silicificação de tricomas, o que interpretaram como adaptação da vegetação ao clima do Cerrado. Curiosamente, não foram reportadas tricomas incinados, encontradas neste trabalho.

#### 4 Lapa Grande de Taquaraçu

O Sítio Lapa Grande de Taquaraçu, conhecido também como Lapa do Niáctor (Da Silva, 2013) ou Neáctor (Baeta, 2011), está localizado a 20 km do APA de Lagoa Santa (MG, Figura 6, Figura 7) e consiste em:

“[...] um grande abrigo rochoso localizado na margem esquerda do Rio Taquaraçu, município de Jaboticatubas, MG. Suas dimensões aproximadas são 30 m de extensão por 9 m de largura máxima, abertura voltada para o oeste, e com o piso alçado 7 m em relação ao rio, que o ladeia.” (Araujo, [s.d.]) (Figura 8).

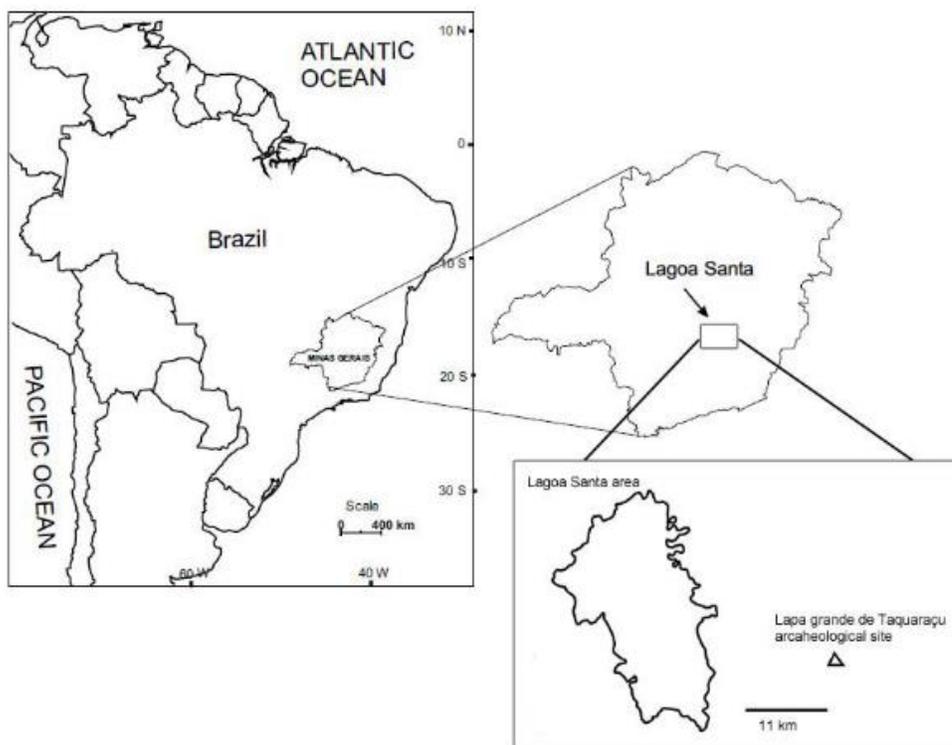
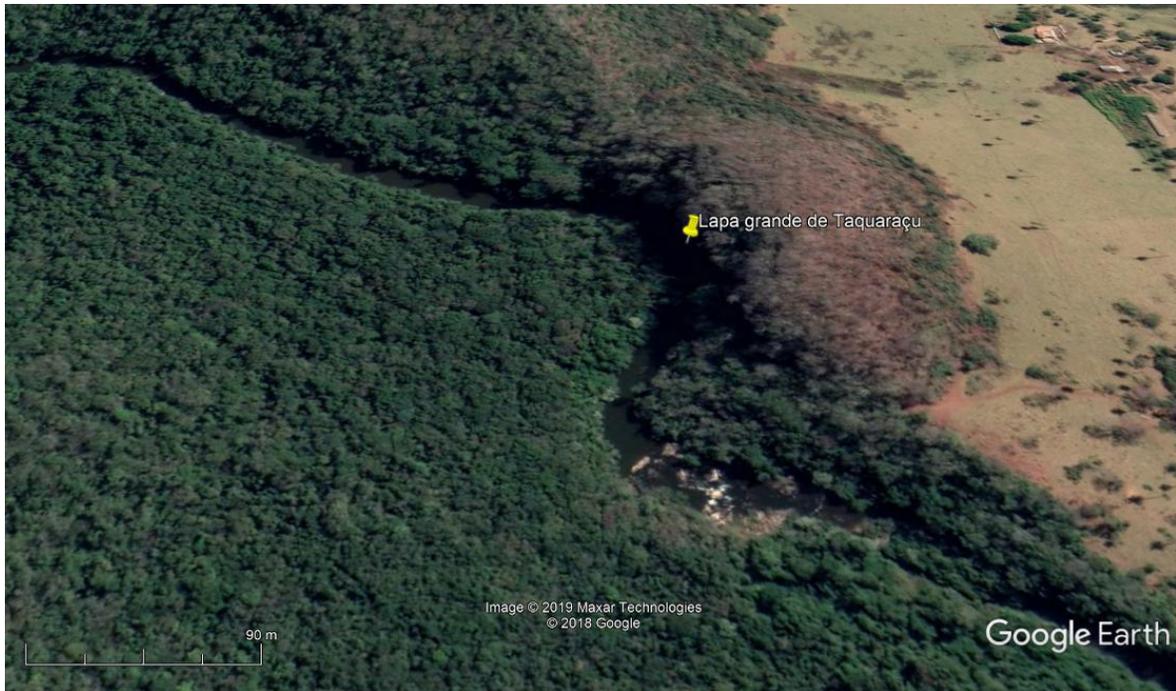


Figura 6 Localização do Sítio arqueológico Lapa Grande de Taquaraçu em relação com o APA de Lagoa Santa. Reproduzida de Angeles Flores et al (2016), por sua vez modificada de Araujo, Neves e Kipnis (Araujo; Neves; Kipnis, 2012).



*Figura 7 Sítio arqueológico Lapa Grande de Taquaraçu, localizado à margem do rio Taquaraçu*

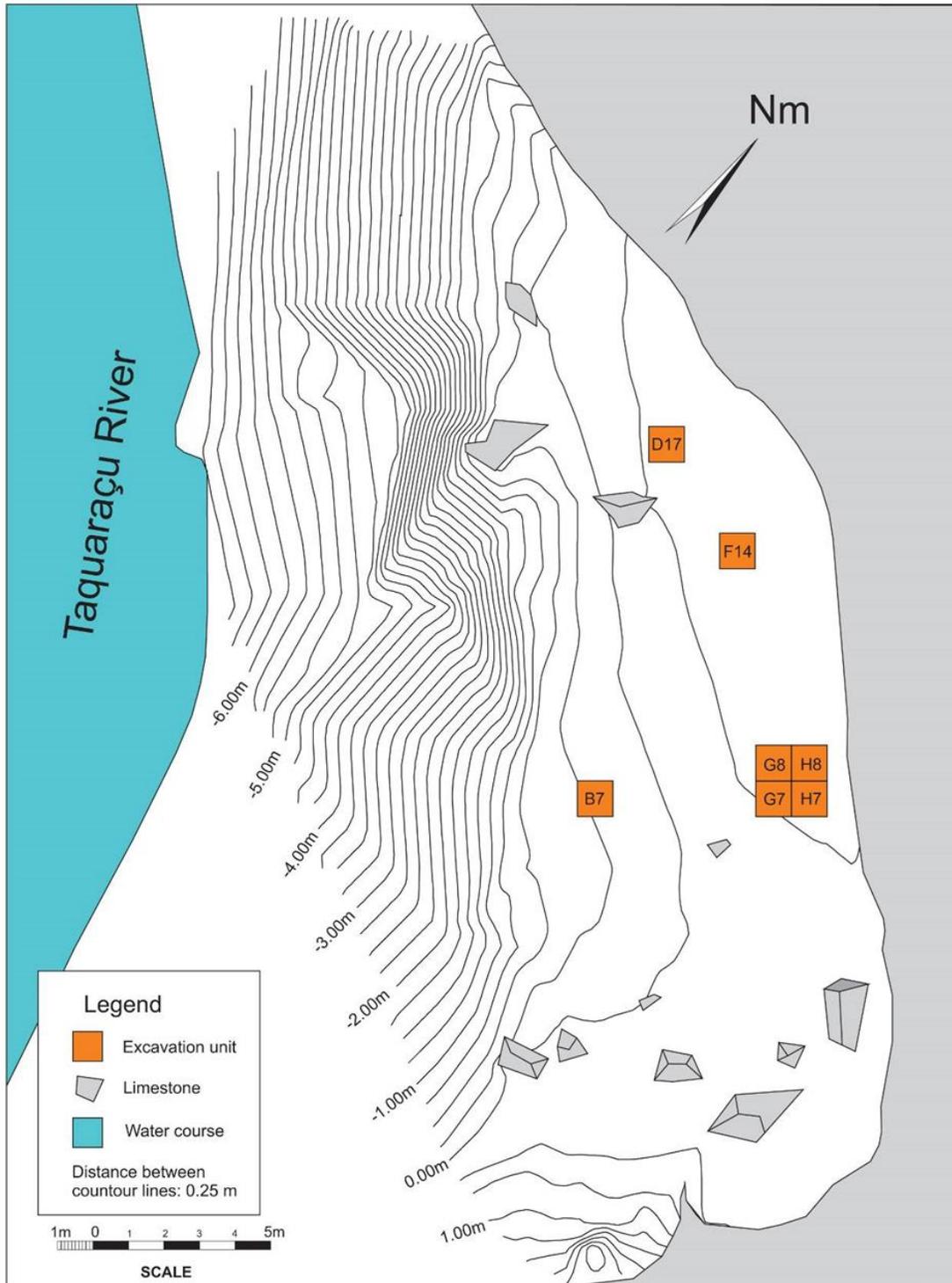


Figura 8 Mapa topográfico que mostra a localização das unidades de escavação em Lapa Grande de Taquaraçu. Abreviações: Nm- norte magnético. Desenho de Astolfo Araujo, 2015

O abrigo pôde ser atrativo para os povoadores antigos da região por

“[...] ser inteiramente iluminado [...], embora sem incidência direta de raios solares por estar com sua face para o sul e no fundo de um vale. As chuvas, de acordo com moradores locais, atingem somente a parte limiar da encosta externa, ficando a parte interna do abrigo mais protegida...” (Da Silva; Prous, 2014, p. 111)

Devido a sua proximidade com o Rio Taquaraçu, o Sítio pode ser alagado na época de cheias:

“[...]A margem oposta do rio em relação ao abrigo apresenta um nível topográfico mais baixo, o que faz com que o rio na época das cheias atuais, alague o abrigo com águas mais calmas, com um fluxo de natureza laminar. Este tipo de fluxo laminar propicia, conseqüentemente a deposição de argilas” (Da Silva, 2013, p. 92)

O Sítio foi visitado pela primeira vez em tempos modernos em 1976 pela equipe do setor de Arqueologia do Museu de História Natural da UFMG quem realizou uma sondagem no Sítio, comprovando a presença de material arqueológico (Da Silva, 2013, p. 46).

Foi somente no século XXI que o Sítio foi escavado pelo Dr. Astolfo Araujo como parte integrante do projeto arqueológico “A Lapa Grande de Taquaraçu: Análise Geoarqueológica de um Sítio Abrigado”, que por sua vez fazia parte de projeto “Origens e Microevolução do Homem na América: Uma Abordagem Paleoantropológica do Período Paleoíndio no Sudeste Brasileiro I e II” (FAPESP 99/00670 -7 e 04/01321-6).

O Sítio foi escavado entre os anos 2003 e 2008.

“Entre 2003 e 2005 foram abertas seis unidades de escavação de 1 metro quadrado, denominadas B07, F14, G07, G08, H07, H08. Em 2006 foram aprofundadas as quadras G07, G08, H07, H08, e aberta uma nova unidade, D17.”(Araujo, [s.d.]

A estratigrafia foi descrita como uma capa arqueológica de 80 centímetros de espessura, formada de vários sedimentos antropogênicos (principalmente cinzas de madeira) com uma pequena contribuição geogênica (Araujo; Piló, 2017; Tudela, 2013, p. 77). A capa arqueológica acha-se assentada sobre

“[...] um nível de blocos de calcário, entre os quais ainda aparece algum material arqueológico, chegando depois em uma brecha alterada, de coloração avermelhada e arqueologicamente estéril, que fazia parte do piso original da caverna [...]”(Araujo, 2007, p. 6) (figura a seguir).



*Figura 9 Imagem da quadra G8 mostrando o sedimento acimentado nas paredes laterais, os blocos do calcário perto do fundo e o solo vermelho arqueologicamente estéril no fundo. Reproduzida de (Araujo, 2007)*

Nesta capa arqueológica foi encontrada uma grande quantidade de materiais líticos e faunísticos, recuperando-se também cacos cerâmicos em pequenas quantidades, na superfície. Remanescentes humanos correspondentes a dois indivíduos - um jovem e um recém-nascido - também foram recuperados nas unidades G7, G8, H7 e H8 (Araujo, [s.d.]). Estes sepultamentos encontraram-se em mal estado de conservação, no fundo das quadras, entre blocos e seixos calcário. Chim (2018, p. 78) descreve o histórico das escavações da seguinte maneira:

“As quadras B7, F14 e G8 foram escavadas para reconhecimento da estratigrafia do Sítio arqueológico. Inicialmente a quadra B7 foi escavada, no entanto, com 30cm de profundidade o sedimento foi caracterizado como estéril arqueologicamente. Deste modo a quadra F14, localizada mais próxima à parede da cavidade foi escavada para reconhecimento estratigráfico. Na F14 o pacote sedimentar apresentou até 1m de profundidade, mas não foram efetuadas coletas totais de sedimentos [...] Já na G8 próximo ao nível 9 foi localizado um sepultamento humano. Para a exumação de tal sepultamento a escavação foi ampliada para as quadras G7, H7 e H8, que começaram a ser escavadas concomitantemente. As datações para essa área de escavação foram obtidas em amostras de carvões oriundas das quadras G7 e G8. Posteriormente foi escavada a quadra D17, localizada na porção norte do abrigo, entre a parede e a abertura.”

As escavações foram realizadas em quadras de 1X1 m como unidades mínimas de escavação. Foram feitas em níveis arbitrários de 10 cm, definindo facies como unidades estratigráficas mínimas. Três litros de sedimento foram coletados por cada facies em cada nível, essa amostragem foi total, é dizer, sem peneiramento prévio nem separação de material arqueológico nem botânico. Mais detalhes sobre o método seguido durante as escavações podem ser consultados em Angeles Flores (2015), ou, em Araujo (2007).

O material lítico encontrado no Sítio corresponde à indústria lítica típica de Lagoa Santa, ou seja, sem artefatos formais e dominado por pequenas lascas de quartzo e sílex, algumas delas com marcas de retoque (Araujo; Neves; Kipnis, 2012; Venezia; Araujo, 2019). Uma exceção a isso foi um artefato unifacial (conhecido coloquialmente como “lesma” e associado geralmente com a indústria Itaparica) (Angeles Flores et al., 2016), encontrado no fundo de uma unidade de escavação. Essa peça arqueológica tem sido, até agora, a única achada numa escavação arqueológica em Lagoa Santa.

Um possível vestígio do período colonial seria uma escultura antropomorfa esculpida num espeleotema na entrada do abrigo (figura a seguir). Baeta (2011, p. 166) menciona que esta escultura estaria “de frente de uma parede com vestígios de figurações rupestres”, mas não dá mais detalhes sobre o estado destas figurações. Da Silva (2013, p. 48) também menciona pinturas referindo-se à representação de um cervídeo, mas também sem afundar em detalhes. Voltando à escultura, Baeta (2011, p. 166) sinala que ela teria sido parcialmente depredada por golpes metálicos, isto é muito desafortunado, já que não existem mais esculturas deste tipo no Brasil (Prous; Baeta; Rubbioli, 2003, p. 118). Numa visita feita em janeiro do 2012 não foram achadas nem a carranca nem as pinturas.



A



B

*Figura 10 Fotografia composta da escultura. A: tirada por Baeta em 1993, antes da depredação (Baeta, 2011, p. 166). B: tirada pela mesma autora, já depredada (Prous; Baeta; Rubbioli, 2003, p. 109).*

As amostras recuperadas para datação indicaram uma ocupação entre 11.470 anos cal. AP e 950 anos cal. AP com um hiato, marcado pela ausência de sedimento antropogênico, entre 8.990 e 950 anos cal. AP (Angeles Flores et al., 2016) (tabela a seguir).

Tabela 4: *Datas calibradas para Lapa Grande de Taquaraçu. Reproduzida de Araujo et al (2012) que usaram o programa INTCAL 04 Radiocarbon Age Calibration.*

Número de amostra	Quadra	Nível	Facies	Data de C14 (anos AP)	Data Calibrada (anos AP)
TQ 421	G7	1	2	1160± 60	1240 a 950
TQ 417	G7	1	3	8080 ± 40	9050 a 8990
TQ 402	F14	Perfil Leste	X	8230 ± 50	9319 a 9336 9356 a 9400
TQ 430	G7	3	9	8310 ± 40	9450 a 9240
TQ 441	G7	4	11	8730 ± 40	9890 a 9560
TQ 404	F14	Perfil Leste	x	8730 ± 50	9553 a 9890
TQ 454	G8	5	11	8910 ± 40	10.190 a 9900
TQ 459	G7	6	X	9040 ± 40	10.240 a 10.170
TQ 297	G8	7	X	9540 ± 90	11.170 a 10.560
TQ 268	F14	8	X	9550 ± 60	10.691 a 11.132
TQ 295	G8	6	X	9620 ± 40	11.160 a 11.030 10.980 a 10.750
TQ 536	G7	9	19	9990 ± 60	11.750 a 11.250
TQ 544	G7	10	20	9900 ± 60	11.600 a 11.560 11.470 a 11.440 11.410 a 11.210

Como a maioria das amostras para a datação provêm da quadra G7, esta pesquisa será concentrada nela.

#### 4.1 Pesquisas derivadas das escavações

Vários trabalhos de pesquisa têm resultado das escavações do Sítio. Santos (2011) fez uma análise da indústria óssea dos Sítios Lapa dos Santos, Lapa das Boleiras e Lapa Grande de Taquaraçu comparando-as ao acervo etnográfico do

Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE USP). Em Taquaraçu analisou 21 peças, das quais 15 eram espátulas ou fragmentos de espátula, 5 perfuradores e 2 classificado como “outros”. O autor não inclui os anzóis dentro da quantificação, mas apresentou fotografias deles. A maioria das ferramentas foram manufaturadas a partir de metapódios de cervídeo.

Leandro Viera da Silva (2013) fez um estudo geomorfológico com a finalidade de caracterizar os sedimentos do Sítio. Teve entre os seus objetivos específicos: avaliar o impacto antrópico na sua formação, compreender a Geomorfologia Fluvial no segmento do rio onde se acha o Sítio; inferir valores comparativos entre a carga de biomassa vegetal queimada e o volume das cinzas presentes no sedimento e verificar a existência de um hiato deposicional no perfil estratigráfico do abrigo. Os resultados foram reportados também em (Da Silva; Prous, 2014) e em (Da Silva, 2016).

Três possibilidades foram apontadas para a origem sedimentar do Sítio:

- 1) A matriz arqueológica seria constituída por sedimentos fluviais.
- 2) A matriz arqueológica seria constituída predominantemente por regolito, pó da própria cavidade resultado de fragmentação ou intemperização
- 3) A matriz arqueológica seria composta predominante por restos de atividade humana.

Para falsear essas possibilidades, foram feitos diversos estudos. Um deles consistiu em análises químicas por ICP-Espectrometria de Plasma Individualmente Acoplado a 4 amostras (nominadas A, B, C e D) coletadas da quadra G08. Nelas foram distinguidos sedimentos naturais e antrópicos:

“Verificou-se que as amostras A e C apresentam elementos químicos como a sílica, o alumínio, o titânio e o ferro mais baixos, enquanto elementos como cálcio, potássio, magnésio e sobretudo fósforo apresentaram teores mais altos em relação às amostras B e D.

Esta situação pode indicar que as amostras A e C seriam constituídas por materiais de origem orgânica com a adição de elementos provenientes de atividades humanas, a exemplo do fósforo, enquanto as amostras B e D seriam compostas por materiais de origem inorgânica, geogênica, terrígena.” (Da Silva, 2013, p. 50).

Uma análise de datação de sedimentação fluvial por luminescência opticamente estimulada (LOE) foi feita num barranco natural do rio Taquaraçu a 150

m de distância do abrigo. Para isso, foram tomadas 3 amostras (uma no topo, outra no meio e outra na base) limpando o perfil do barranco e inserindo tubos de PVC de 30 centímetros, cobrindo eles com bolsas plásticas pretas para evitar o contato com a luz (Da Silva, 2013, p. 76). As datações indicaram idades recentes, entre 1000 e 2000 anos AP, isto junto com a homogeneidade apreciada no corte do barranco indicou uma formação rápida e recente do depósito fluvial.

No mesmo barranco usado para fazer as análises de LOE foram coletadas 16 amostras de 1kg ,intercaladas de 10 em 10 cm da base para o topo, para análise textural (granulometria) (Da Silva, 2013, p. 78). Os resultados indicaram “[...]uma mudança na textura perto do topo[...]com altas porcentagens de silte e argila, apontando que a parte mais recente do perfil poderia ser de origem essencialmente coluvionar, cujos sedimentos advindos da encosta recobrem as aluviões.” (Da Silva, 2013, p. 98)

Análises químicas de DRX foram feitos na quadra G7 no Sítio, para isso foram selecionadas 20 amostras de 100 mg cada uma “[...]sendo 3 delas provenientes fora do perfil arqueológico, uma amostra de colúvio, uma proveniente da meia encosta e outra do terraço. Todos os gráficos apresentaram muito ruído e reflexões muito alargadas entre os picos.[...]”(Da Silva, 2013, p. 79). Os resultados indicaram calcita magnesiana em quase todas as amostras, também foi identificado quartzo e alunita e rutilio como elemento-traço (Da Silva, 2013, p. 106). O quartzo (achado tanto dentro como fora do abrigo) foi interpretado como possivelmente oriundo de facies compostas por terra queimada. Um quartzo fino particular, identificado na quadra G7 nível 10 facies 20 foi explicado como material proveniente do Rio, resultado das inundações do abrigo. A calcita magnesiana foi interpretada como provavelmente proveniente da rocha do paredão do abrigo. Já o rutilio e a alunita seriam resultantes de terra que sofreu constantes processos de queima. No que diz respeito à presença de ruídos e reflexões alargadas nos gráficos, o autor sinala que: “[...] o material é amorfo, ou seja, não sendo constituído de elementos inorgânicos como aluviões e carbonatos do abrigo, mas de elementos de origem orgânica.”(Da Silva, 2013, p. 108)

Adicionado a isso, foi realizado um estudo micromorfológico pela Dra. Ximena Suárez Villagrán (Da Silva, 2013 Anexo C) com amostras seletivas coletadas nas paredes Sul das quadras G7 e G8.

A pesquisadora identifica uma fração grossa (materiais maiores do que 20  $\mu\text{m}$ ) composta de 20% de agregados de argila vermelha, 10% grãos de quartzo, 5% carvão, 3% ossos queimados. A argila apresentou-se em três tipos: argila laranja, vermelha e vermelho escura. A pesquisadora interpreta os agregados de argila vermelha como possíveis produtos de queima, mas sinala que é preciso realizar análises mineralógicas específicas para confirmar isso. Já as laranjas e vermelhas seriam indicativas dos solos da região, porém, “a presença de agregados tanto angulosos como arredondados sugerem origens e trajetórias de transporte múltiplas” (Da Silva, 2013, p. 182).

No que diz respeito aos ossos queimados, a pesquisadora sugere a existência de material retransportado e não queimado no Sítio devido à “[...] distribuição aleatória dos ossos e ao fato de existir mistura com fragmentos submetidos a diferentes temperaturas de queima [...]” (Da Silva, 2013, p. 182). Os ossos com sinais de queima indicariam também contato direto com o fogo seja ao jogá-los diretamente na fogueira ou ao construir a fogueira sobre um solo com ossos.

A análise preliminar dos carvões indicou a queima “[...] não de madeiras, mas de material vegetal associado a órgãos menores, como galhos [...]” (Da Silva, 2013, p. 182). Em todos os casos existem evidências de carbonização e de transformação dos vestígios carbonizados em cinzas.

A micromassa (materiais maiores do que 20  $\mu\text{m}$ ) era composta exclusivamente por cinzas produzidas por queima de restos vegetais, que compõe a matriz sedimentar do Sítio. A presença de agregados arredondados de POCC (pseudomorfos de oxalatos de cálcio) indicaria a potencial exposição dos sedimentos à água.

Feita a caracterização química e micromorfológica dos sedimentos, o autor realizou um par de estudos experimentais com o fim de determinar a quantidade de

madeira queimada necessária para produzir um pacote sedimentar parecido com o presente em Lapa Grande de Taquaraçu. O primeiro foi uma série de observações de queima de uma fogueira numa festa junina montada para comemorar o dia de São João Batista na cidade de Barão de Cocais do ano de 2013 e o segundo uma construção de uma fogueira controlada formada por madeiras naturais do Cerrado (jacarandá, sucupira, assa-peixe e jatobá) na suposição de que seriam as mesmas usadas pelos habitantes antigos do Sítio. Para a fogueira de São João Batista foi calculado o uso de 50kg de lenha para manter uma fogueira grande acesa à noite, ao longo de 10 dias. A fogueira controlada produz resultados interessantes:

- “[...] -o total de lenha queimada ao longo do experimento [1 dia] somava 175 kg;
- [...] esta fogueira demandou 2 kg de lenha para cada hora de fogo aceso;
- O total de resíduos de combustão foi de 19,5 kg, sendo 10,5 quilos de cinzas (correspondendo a 54% dos resíduos) e 9 kg de carvões (correspondendo a 46% dos resíduos).
- Portanto, para produzir 1 kg de resíduos de combustão (cinzas e carvões) foram necessários, em média, 9 kg de lenha. [...]” (Da Silva; Prous, 2014, p. 124)

Baseados em estes números, o autor calculou o número aproximado de fogueiras que seriam necessários para produzir o sedimento cinza do Sítio e concluiu-se que algumas fogueiras feitas durante ocupações esporádicas seriam suficientes para isso.

Os estudos de arqueologia experimental feitos por Da Silva (Da Silva, 2013) seriam ainda mais interessantes se fosse tomado em conta as gramíneas (incluído o bambú) e os coquinhos no processo de combustão.

Nos resultados das análises de micromorfologia Da Silva chama atenção da ausência de fitólitos e escóreas vítreas durante a análise micromorfológica, esperados em queima de fogueiras. O autor explica isto como resultado de um acúmulo de cinzas frescas o que tornaria o ambiente alcalino e teria como consequência o ponto de fusão de sílica fazendo ela mais susceptível a se degradar (Da Silva, 2013, p. 118). Felizmente, o autor estava equivocado em este assunto particular, e como será visto na sessão de resultados vários fitólitos foram achados nos sedimentos.

No mesmo ano do que o trabalho de Da Silva, Tudela (2013) fez uma análise por ativação de nêutrons instrumental (INAA) e fluorescência de raios X (XRF) em 60 amostras de sedimento provenientes das quadras G7,H7,H8 e D17; determinando as concentrações elementares de Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe,Hf, K, La, Lu, Na, Nd, Rb, Sc, Sm, Ta, Tb, Th, Th, U, Yb e Z. A pesquisa foi publicada anos depois (Tudela et al., 2020).

Era esperada a presença de dois grupos no sedimento: um correspondente ao natural do abrigo e outro. No entanto, os resultados mostraram a existência de três grupos composicionais distintos relacionados com a profundidade em que as amostras foram coletadas. O grupo 1 corresponde ao pacote arqueológico, contra o esperado em um solo resultante de atividades humanas. Esse grupo tem a menor concentração para cada elemento. O autor explica isto sinalizando que o pacote antrópico corresponde na sua maioria a cinzas de fogueiras e que o sedimento queimado “[...]não deveria realmente apresentar uma concentração elementar elevada, pois a grande quantidade de queima no abrigo pode ter sido o grande responsável pela perda de elementos [...]” (Tudela, 2013, p. 69). O grupo 2 apresentou a maior concentração elementar e corresponderia a sedimentos de origem fluvial. Já o grupo 3 com uma concentração média quando comparada com os outros grupos, “[...] teria sido formado pelo solo dos arredores do abrigo e pela terra queimada [...]” (Tudela, 2013, p. 69) e corresponderia com os oxissolos, isto fica reforçado no fato que os sedimentos do grupo 3 correspondem ao sedimento do fundo da escavação, achado entre os blocos de calcário (Tudela et al., 2020).

A análise por difração de raios X foi feita para estudar possíveis diferenças na estrutura cristalina desses grupos. No grupo 1, foi observada a presença de três fases: calcita, quartzo e dolomita (Tudela, 2013, p. 70) sendo a calcita o maior constituinte. No grupo 2, foi notada a presença de quartzo, calcita e mica (Tudela, 2013, p. 72). Para o grupo 3 foi identificado quartzo, pouca presença de mica e talvez uma indicação de materiais argilosos (Tudela, 2013, p. 74).

Para a minha pesquisa de mestrado (Angeles Flores, 2015) cujo objetivo geral foi definir o uso dos recursos vegetais no Sítio, foram analisados os macrovestígios

botânicos carbonizados e não carbonizados provenientes do material peneirado das quadras G7, D17, H7 e H8. Adicionado a isto, foi feita uma análise de grãos de amido nos sedimentos de 9 lascas (peças 350, 354, 592, 709, 718, 1455, 1473, 1476, 1477), um bloco de calcário (peça 2052) que suspeitava-se poderia tratar-se de uma bigorna, e a peça 2081: um artefato lítico unifacial conhecido no jargão arqueológico como “lesma”. Esta análise foi feita em dois tipos de sedimentos: um produzido por uma escovação em seco e outro depois de uma escovação em úmido e com banho ultrassônico. Este último sedimento estaria mais relacionado com o uso do artefato.

Como estudo complementar, uma análise para detecção de hemoglobina por meio de fitas de uranálise (com NaEDTA como agente quelante para evitar falsos positivos com celulose) foi realizado nos mesmos artefatos líticos.

O 71% (424,2 g) dos macrovestígios registrados correspondeu a madeira carbonizada, 28% (167,9 g) a sementes carbonizadas e o 1% (4,9 g) restante ao material não carbonizado. Dentre as sementes carbonizadas, o 93% tratavam-se de coquinhos. Baseado na quantidade de macrovestígios da quadra G7 conseguiu-se identificar duas grandes concentrações entre 10.500 - 9.350 anos cal AP e o fundo da quadra no 11.477 anos cal AP e uma menor, perto da superfície em 1100 anos cal AP. O nível de profundidade da análise não permitiu distinguir diferenças entre os recursos vegetais ao longo do tempo, estando todos os níveis da escavação dominados por madeira e coquinhos carbonizados.

No que diz respeito à análise de grãos de amido, foram definidos 16 morfotipos em 301 grãos analisados dos quais 103 apresentavam algum tipo de modificação. Grãos de amido foram encontrados em todas as peças analisadas, incluídos o bloco de calcário e a mencionada “lesma”. Um estudo posterior (Angeles Flores et al., 2016) confirmou o caráter “exótico” desta peça correspondente à indústria Itaparica, as características tecnológicas do artefato lítico indicaram o uso dele como raspador. Este é um dos poucos exemplos deste tipo de artefatos na região de Lagoa Santa e pela sua temporalidade um dos exemplos mais antigos do processamento de plantas amiláceas nas Américas. Apesar do número e tipo variado de grãos de amido analisados, não foi possível fazer uma identificação e os resultados

apresentaram-se como preliminares. Algumas das modificações nos grãos coincidiam com os reportados para processos de cozimento, mas é necessário descartar outros processos pós-deposicionais. Nas conclusões, é sugerida uma variabilidade de plantas amiláceas baseada nos diferentes tipos de grãos de amido recuperados. Porém, é necessário sinalizar que enquanto não exista uma identificação esta suposta variabilidade não pode ser afirmada, já que uma mesma espécie pode apresentar vários tipos de grãos de amido.

Com relação à detecção de hemoglobina, só três peças deram resultado positivo com ou sem NaEDTA: 354 (um possível núcleo sem córtex), 709 (artefato não definido) e no “cabo” da peça 2052. Em duas destas peças (709 e 2052) a reação foi registrada apenas no sedimento escovado. Em todas as peças que tiveram um resultado positivo a reação foi tênue.

Posteriormente, Chim (2018) realizou a análise zooarqueológica dos sedimentos das quadras G17 e D17 do Sítio. Essa pesquisa baseava-se na discussão de dois eixos: o metodológico e o arqueológico. No metodológico, foi testada a eficiência de diferentes métodos de coleta. Todos provaram ter prós e contras diferentes: A plotagem mostrou-se como o método menos eficiente, já que eram privilegiados as amostras de osso de tamanho maior, na sua maioria de mamíferos. No entanto, esse método mostrou ser útil quando são identificadas estruturas durante a escavação ou quando os ossos estão articulados. Por outro lado, a coleta total do sedimento para sua análise no laboratório mostrou ser útil para detectar animais pequenos, mas é ineficiente para detectar a amplitude do espectro faunístico. Contudo, esse peneiramento permitiu coletar 100 vezes mais material do que no peneiramento feito em campo. Isto não quer dizer que a coleta seletiva feita em campo fosse inútil, já que o fato de ser peneirada uma quantidade maior de sedimento permitia ter uma imagem mais ampla do espectro faunístico, porém, ossos pequenos eram facilmente perdidos. Tendo em conta tudo isso, a autora sugeriu para os Sítios similares a Taquaraçu:

”[...] que todo sedimento escavado seja peneirado em malha de 2 mm, se possível com o auxílio de água, em campo e todos os vestígios retidos no crivo

sejam coletados para triagem em laboratório realizada por pessoal com familiaridade no reconhecimento de faunas” (Chim, 2018, p. 220)

Foi sugerida também: “[...] a coleta de amostras totais de sedimento com volume proporcional as dimensões da facies escavada para processamento em peneiras granulométricas com malhas de 4, 2 e 1 mm e triagem cuidadosa [...]” (Chim, 2018, p. 220)

No eixo arqueológico a autora definiu 5 capas sedimentares na quadra G7, baseando-se nos registros feitos durante o campo e a presença/ausência de ossos de animais queimados, identificados como naturais ou exógenos ao abrigo.

Os resultados evidenciaram “[...] uma estratégia generalista que privilegiou a exploração de animais de pequeno e médio porte disponíveis na região, com predileção por peixes, mamíferos e répteis [...]” (Chim, 2018, p. 204). Os poucos vestígios ósseos de mamíferos de grande porte (veados e porcos de mato) sugerem o processamento destes animais em outras partes, sendo levadas para o Sítio apenas as partes de maior interesse para a alimentação ou para ser usadas como ferramentas.

A autora chama a atenção sobre a quantidade mínima de anzóis achados no Sítio comparado com outros Sítios contemporâneos (Lapa do Santo e Lapa das Boleiras) contrastante com a grande quantidade de vestígios de osso de peixe. A pesquisadora propõe que, isso seria um indicativo de que a pesca em Taquaraçu seria feita em maior parte por redes ou armadilhas, feitas com materiais perecíveis, acontecendo em menor escala a pesca de peixes com anzóis.

Embora se tenha a suspeita de que o material lítico de Taquaraçu era correspondente a indústria lítica de Lagoa Santa, foi somente em 2019 que este material foi analisado a fundo pela Dra. Mara Ester Venezia. A pesquisadora analisou 1879 peças líticas, cujo material mais abundante (86%) “[...] é composto por quartzo em geral (1616 peças), sendo a maior parte de quartzo hialino (64,66%). O segundo tipo de material mais abundante encontrado foi silexito (9,15%), seguido de quartzito (1,76%) e arenito silicificado (1,70%).”(Venezia; Araujo, 2019, p. 148).

A mesma autora menciona que o conjunto de artefatos líticos está composto por “[...] lascas inteiras (59,02%), seguidas de lascas utilizadas (9,21%), fragmentos de lasca (6,97%) e núcleos (5,96%) (Venezia; Araujo, 2019, p. 150).” Foram também registrados dos artefatos “fora do padrão”: a “lesma” reportada em trabalhos anteriores (Angeles Flores, 2015; Angeles Flores et al., 2016) e outro “[...] uma peça de silexito retocada unifacialmente e bilateralmente à exaustão sugerindo um raspador utilizado à exaustão [...] (Venezia; Araujo, 2019, p. 159).” Ambas peças foram encontradas no fundo das unidades de escavação, e pelo menos a “lesma” não corresponderia à indústria lítica de Lagoa Santa. A autora chama atenção para a grande quantidade de lascas de quartzo, embora a existência de material de melhor qualidade nos seixos nas praias do rio. Isto reforça a observação feita por outros pesquisadores de que a eleição de matérias primas na indústria lítica de Lagoa Santa não teria muito a ver com a proximidade das fontes de matéria prima.

As pesquisas brevemente descritas acima comprovam o que o Dr. Astolfo Araujo (2007) afirmava faz mais de uma década: o sedimento de Lapa Grande de Taquaraçu é antrópico, formado na sua maioria por cinzas de madeira. Apesar do eventual alagamento do Sítio, o material coluvial é mínimo e facilmente diferenciável do antrópico. As análises de vestígios orgânicos e líticos indicam um aproveitamento de plantas amiláceas e animais e peixes de pequeno e médio porte, sem especialização aparente por algum recurso.

## **5 Hipótese e Objetivos**

### *5.1 Hipótese*

Plantas domesticadas, incluído o algodão, eram usadas em temporalidades paleoíndias no Sítio arqueológico de Lapa Grande de Taquaraçu.

### *5.2 Objetivos*

#### *5.2.1 Geral*

- Determinar a presença e/ou uso de plantas domesticadas no Sítio Lapa Grande de Taquaraçu.
- Identificar os processos de domesticação de plantas entre populações humanas que habitavam a área da Lapa Grande do Taquaraçu, através dos microvestígios de plantas (fitólitos e grãos de amidos) recuperados das camadas de ocupação humana, datadas do Pleistoceno Final e Holoceno inicial (11.000 e 9000 anos A.P.).

#### *5.2.2 Específicos*

- Criar coleções de referência para a área de estudo que auxiliem na identificação taxonômica de microvestígios (grãos de amido e fitólitos) em contextos arqueológicos.
- Determinar o uso do algodão no Sítio Lapa Grande de Taquaraçu.
- Identificar os processos de domesticação de plantas através das análises de fitólitos e grãos de amidos recuperados das camadas de ocupação humana (ou camadas arqueológicas);
- -Registrar as atividades humanas como o manejo, o cultivo, o processamento e demais usos de plantas.

## **6 Materiais e Métodos**

### *6.1 Coleções de referência*

A formação dessas coleções tem como base quatro eixos:

- 1) Espécies-alvo identificadas preliminarmente nas amostras arqueobotânicas de Taquaraçu, incluídas espécies não relacionadas com o consumo humano.
- 2) Espécies identificadas em projetos arqueológicos dentro das áreas desta pesquisa ou perto delas (Boyadjian, 2012; Corteletti, 2012; Nakamura; Melo Junior; Ceccantini, 2010; Resende; Prous, 1991; Rodrigues-Silva, 2006; Shock, 2010)
- 3) Levantamentos botânicos feitos em projetos arqueológicos ou botânicos nas áreas do Cerrado ou da Mata Atlântica (Bissa; Mantovani, 1995; Boyadjian, 2012; Freire, 2011; Rodrigues-Silva, 2006; Shock, 2010)
- 4) Estudos etnobotânicos feitos nas áreas mencionadas (Barbosa, 2007; Rodrigues; Carvalho, 2001)

As espécies botânicas coletadas para essa pesquisa são apresentadas a seguir.

Tabela 5 Espécimes de espécies de plantas atuais para a confecção das coleções de referência de fitólitos e grãos de amido, a partir de dados provenientes da Flora do Brasil 2020 ("Flora do Brasil 2020", [s.d.]).

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
<b>APIACEAE</b>	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancr.	Batata-baronesa, batata-fiúza, batata-cenoura, baroa, batata-salsa, batata-baroa, mandioquinha, mandioquinha-salsa	Alimentício	X	Área Antrópica	X	Mercado local, SP.
<b>ARACEAE</b>	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Taioba-de-são-tomé, Inhame-da-índia, Inhame-branco, Cocoyam, Taro, Inhame, Inhame-roxo, Taioba	Alimentício	Não endêmica	Área Antrópica	X	Mercado local, SP.

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
ARECACEAE	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jarobá (Flora do Brasil). Jeriá, jeribá, coqueiro-jerivá, baba-de-boi, cocobabão (Silvia et al, 2001, apud Shock, 2010) Cocobabão, coco de catarro. (Lorenzi, 1996)	No trabalho de Barbosa (2007), é das espécies mais citadas como alimentação, uso no Vale de Iporanga. "[...] raspando-se as folhas consegue-se um pó que pode ser transformado em cera, trabalho geralmente de responsabilidade das crianças em sociedades extrativistas atuais.[...]" Rodrigues Silva(2006),referindo-se a <i>Syagrus</i> sp. Combustível	N	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Área Antrópica, Campo de Altitude, Campo de Várzea, Campo Rupestre, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos	Perto da cidade de Ribeirão Preto, SP.

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
<b>ARECACEAE</b>	<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc	Acumã, coco-babão (Medeiros, 2011, p. 75)	Não foi achado um uso específico.	E	Caatinga, Cerrado	Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos	Jardim do Instituto de Biociências (IB-USP)
<b>CELASTERACEAE</b>	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek	Espinheira Santa	Medicinal (Zank; Hanazaki; De Mello, 2015)	N	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista	Perto da cidade de Pompéia, SP.
<b>CONVOLVULACEAE</b>	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Batata, batata-da-terra, batata-doce	Alimentício	Naturalizada	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Área Antrópica, Cerrado (lato sensu), Floresta Ombrófila (= Floresta	Mercado local, SP.

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
						Pluvial), Restinga	
<b>CUCURBITACEAE</b>	<i>Sicana odorifera</i> (Vell.) Naudin	Croá, melão-caboclo, melão-de-caboclo, melão-de-cheiro e cruá (Alimentos regionais brasileiros, 2015)	Alimentício	Cultivada	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica	Cerrado (lato sensu), Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial)	Mercado municipal de São Paulo
<b>DIOSCOREACEAE</b>	<i>Dioscorea trifida</i> L.f	Cará branco, cará roxo, inhame roxo cará mimoso, cará doce, inhame da terra, caraquento, cush-cush	Alimentício (Alimentos regionais brasileiros, 2015)	N	Amazônia, Cerrado	Cerrado (lato sensu), Floresta de Terra Firme	Mercado local, SP.

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
		yam (Chu; Figueiredo-Ribeiro, 1991)					
<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Leiteiro vermelho (Oler, 2009), carawá (Prance, 1972), timbó, timbó do Pará (Fernando et al., 2018)	Para pesca entre os índios Maku <sup>8</sup> da Amazônia (Prance, 1972); Medicinal, tóxica (Fernando et al., 2018), ornamental (Oler et al., 2019)	Cultivada	Amazônia	X	Jardim do Instituto de Biociencias (IB-USP)

<sup>8</sup> O termo “Maku” é pejorativo e está caindo em desuso, porém, é usado nesta pesquisa porque não existe até o momento outro nome genérico referente as etnias falantes dessa família linguística (Pozzobon, [s.d.]).

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Mandioca, macaxeira, aipim	Alimentício	N	Amazônia, Cerrado	Área Antrópica, Campo Limpo, Cerrado (lato sensu), Restinga	Mercado local, São Paulo.
<b>FABACEAE</b>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá, jataí (Costa, 2002)	Goma para fazer verniz e como incenso; a polpa das sementes é usada para dar gosto nas bebidas e fermentada produz cerveja (Grijalva Pineda, 2005, p. 109). Madeira como matéria prima para artefatos (Grijalva Pineda, 2005, p. 109). Costa (2002, p. 94) reporta o	N	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal	Área Antrópica, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Restinga	Jardim do Instituto de Biociências (IB-USP)

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
			cozimento da casca contra anemia e a resina contra as machucaduras. Para Lagoa Santa, Hermann e colaboradores reportam vários usos medicinais da casca (Herrmann et al., 1998 Anexo XXIX).				
<b>MALVACEAE</b>	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodão	Textil, sementes aproveitadas para a alimentação (Brücher, 1989, p. 153); folhas, brotos e sementes como uso medicinal entre alguns grupos mayas (Weiger; Alavez; Piñero, 2016)	Naturalizada	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Área Antrópica	Casa particular, perto de uma entrada de pedestres al campus USP-Butantã.

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
<b>MALVACEAE</b>	<i>Gossypium barbadense</i> L var. <i>brasiliense</i>	rim de boi	Medicinal (Miranda et al., 2020)	Naturalizada	Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica	Área Antrópica, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Restinga	Comprada da empresa PlantBem, (CNPJ: 01.467.160/0001-08)
<b>POACEAE</b>	<i>Chusquea</i> sp. (broto)	Taquari, taquarina, bambuzinho	Matéria prima para construção e ferramentas	N	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Área Antrópica, Campo de Altitude, Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional	Doação

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
						Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Restinga, Savana Amazônica, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos	
<b>RUBIACEAE</b>	<i>Genipa americana</i>	Genipapo, jágua, jenipá, jenipaba (Shock, 2010);	Medicinal, artesanato (Avidos; Ferreira, 2000, p. 41; Chizmar Fernández et al., 2009, p. 271). A polpa é consumida	N	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal	Área Antrópica, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria,	Jardim do Instituto de Biociências (IB-USP)

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
		jenipapo; jenipapeiro; janapabeiro ; jenipá; jenipapinho ; mandipa (Fontes Viera et al., 2006, p. 304)	ou usada para vinhos e licores (Avidos; Ferreira, 2000, p. 41). O suco do fruto imaturo é usado como pintura corporal entre alguns grupos indígenas (Chizmar Fernández et al., 2009, p. 271), mas também o tronco (Fontes Viera et al., 2006, p. 311). As folhas são usadas como pratos ou recipientes (Chizmar Fernández et al., 2009, p. 271). Os frutos maduros são usados como isca para peixes (Fontes			Floresta de Igapó, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual , Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Restinga	

Família	Espécie	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação	Lugar de Coleta
			Viera et al., 2006, p. 311)				

### 6.1.1 Coleção de referência de grãos de amido

*Manihot esculenta*, foi conseguida em mercados locais, *Sicana odorifera* no Mercado de São Paulo, *Hymenaea courbaril*, *Genipa emericana* e *Euphorbia cotinifolia* foram coletadas no Jardim do Insitituto de Biociências. Um broto de *Chusquea* sp., foi doado pelo Dr. Gregório Ceccantini. *Syagrus romanzzofiana*<sup>9</sup> foi coletada numa área despovoada perto da cidade de Ribeirão Preto, SP.

Um fruto de *Gossypium hirsutum* (identificado pelo doutorando Rafael Zuccarelli do IB-USP) foi coletado num jardim de uma residência particular perto de um acesso para pedestres à USP Butantã. Dela foi coletada uma substancia mucilaginosa não identificada, possivelmente gossypol ou parte do tecido da placenta (Zuccarelli, 2020, informação pessoal).

As amostras sofreram o tratamento seguinte:

- As plantas foram lavadas sob água corrente, depois com água destilada e descascadas (com exceção de *Chusquea*, *Gossypium* e *Euphorbia*)
- Uma parte de polpa (no caso de *Chusquea*, o broto intero; do *Gossypium*, pedaços de algodão com a substancia mucilaginosa) foi macerada mediante um morteiro e pistilo de porcelana.
- A substancia resultante foi filtrada usando uma peneira de plástico comercial (tamanho da rede: 7,5 mm aprox.), o bagaço foi descartado e o líquido restante guardado num recipiente plástico estéril, com um pouco de alcoól a 70% para estudos futuros.
- Uma gota desse líquido foi colocada numa lâmina e deixada secar coberta por uma placa de petri esterilizada por um dia.
- Depois foi adicionada uma gota de glicerol, coberta com uma lamínula e selada com esmalte de unhas.

---

<sup>9</sup> Os resultados desta espécie são apresentados no apartado “Coleção de referência, fitólitos e cristais de cálcio” já que não foram achados grãos de amido, mas sim ráfides.

- Para *Euphorbia cotinifolia* uma gota do látex do pecíolo foi colocada diretamente sobre uma lâmina, deixada secar e coberta do mesmo, seguindo o padrão de montagem acima.

Para cada espécie foram montadas lâminas em triplicata. Foram contados, descritos e medidos 50 grãos de amido por cada espécie.

Para a análise foram definidos morfotipos de grãos de amido. A caracterização dos morfotipos se baseiam no *The International Code for Starch Nomenclature* (ICSN, 2011) e nos trabalhos de Pagán-Jiménez (2007, 2015); para as grãos de amido de *Euphorbia cotinifolia* foram consultadas fontes especializadas nos tipos de grãos de amido achados nos látex desta família (Demarco; Castro; Ascensão, 2013; Seshagiri Rao; Prasad, 1988).

A característica principal para definir um morfotipo foi a forma, registrando as mudanças perceptíveis nos grãos ao ser girados (Tabela 6 ) e o tamanho ( grãos pequenos: 1-7 $\mu$ m; médios: 8-20  $\mu$ m; grandes: >20  $\mu$ m ). Outras características não foram tão importantes para definir os morfotipos nesta pesquisa, mas foram registradas já que em conjunto podem ser diagnósticas e úteis para trabalhos futuros (Pagán-Jiménez, 2015). Essas características são mencionadas a seguir:

- Hilo: o ponto central a partir do qual as capas do grão de amido são formadas (ICSN, 2011). Pode ser aberto, quando o hilo aparentemente atravessa o corpo do grão (Pagán-Jiménez, 2015); ou, em caso contrário, fechado. Tendo em conta a sua posição geométrica dentro do grão pode ser centrado ou excêntrico.
- Facetas de pressão: dentições que acontecem durante a formação dos grãos em agregados dentro dos amiloplastos (ICSN, 2011). Neste trabalho foi usada a classificação feita por Pagán Jiménez (2015) que divide às facetas em “aparentes” quando ocupam grande parte do corpo do grão e “evidentes” quando são visíveis, mas não ocupam grande parte do corpo do grão.
- Margens: no ICSN (2011), a característica “margem” (*margin*) faz referência à forma da borda dos grãos de amido, porém, nesta pesquisa foi usado o

critério seguido por Pagán Jiménez (2015) no qual “margem” é usado para descrever a forma “atípica” em um grão (Pagán Jiménez, 2018, informação pessoal,<sup>10</sup>). Por exemplo, em um grão truncado a margem seria uma linha reta, não importando se a maior parte do grão apresente forma circular. Já no que se refere a descrição das margens foi usada a tipologia criada por Pagán Jiménez (2007).

- Cavidade ou fissura: geralmente emana do hilo, devido a ocorrência de pressões entre os grãos durante a sua formação (ICSN, 2011). Nesta pesquisa foi usada a tipologia criada por Pagán Jiménez (2007) para descrição desta característica.
- Laminado: chamadas de *lamellae* no ICSN (2011), faz referência às capas de crescimento visíveis em alguns grãos de amido. Nesta pesquisa foi usada a tipologia criada por Pagán Jiménez (2007) para sua descrição.
- Cruz de malta ou cruz de extinção: um padrão de interferência óptica que acontece em algunos objetos que são formados por capas (ICSN, 2011) Nos grãos de amido pode se apresentar centrada ou excêntrica (segundo os mesmos critérios do que o hilo); com braços retos, curvos ou irregulares, finos ou grossos.
- Superfície: foram seguidos os critérios do ICSN (2011) para a descrição desta característica.

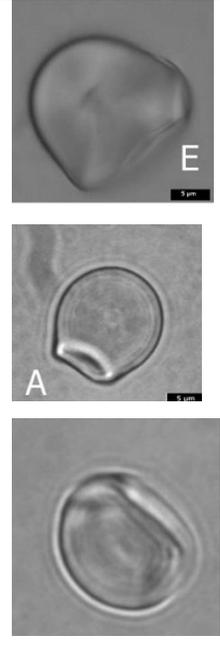
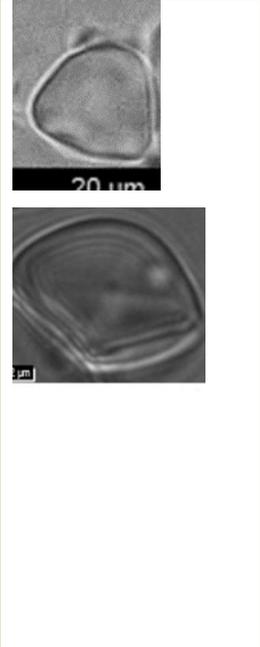
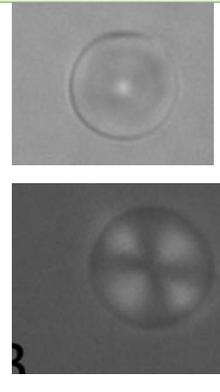
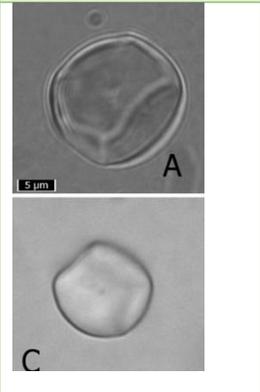
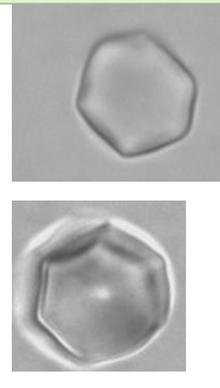
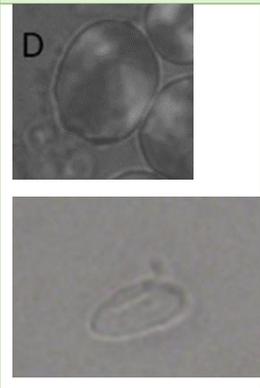
Os morfotipos podem apresentar redundância interespecífica, ou seja, o tipo “A” da espécie “X” pode ser o mesmo do que o tipo “D” da espécie “Y”.

Tabela 6 Formas de grãos de amido usadas para definir morfotipos nesta pesquisa.

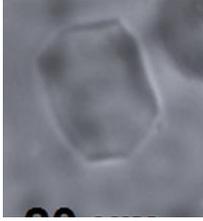
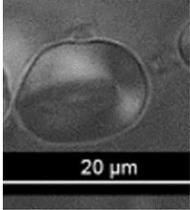
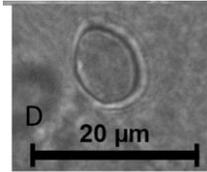
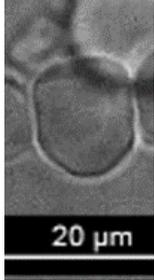
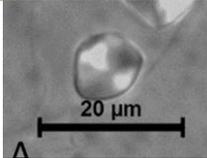
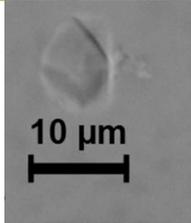
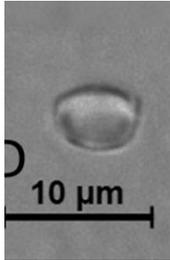
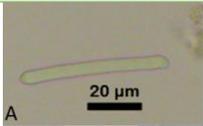
Formas nos grãos de amido			
<b>Truncada</b>	Descrição	<b>Triangular</b>	Descrição

<sup>10</sup> Pagán Jiménez, Jaime R. **Duda sobre márgenes y bordes**. Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) em 2018

## Formas nos grãos de amido

	<p>Grãos com forma esférica, ou ovalada interrompida em um dos seus lados (Pagán-Jiménez, 2015), dentro destas formas foi incluído também a “<i>triangular en forma de ‘campana’</i>” definida por Pagán Jiménez (2015)</p>		<p>Grãos em forma parecida com um triângulo. De uma maneira distinta ao descrito pelo ICSN (2011), pelo menos dois dos lados devem estar bem definidos, em lugar de três.</p>
<p><b>Circular ou esférica</b></p>	<p>Descrição</p>	<p><b>Quadrangular</b></p>	<p>Descrição</p>
	<p>Como um círculo o esfera em que todos os raios são iguais (ICSN, 2011).</p>		<p>Com forma parecida a um quadrado, equivalente ao <i>square</i> no ICSN (2011) e ao <i>cuadrangular</i> apresentado por Pagán Jiménez (2015).</p>
<p><b>Hexagonal</b></p>	<p>Descrição</p>	<p><b>Ovalada</b></p>	<p>Descrição</p>
	<p>Com 6 lados, similar ao apresentado por Pagán Jiménez (2015), equivalente ao <i>polygon</i> no ICSN (2011).</p>		<p>Em forma de óvalo (Pagán-Jiménez, 2015), equivalente ao oval no ICSN (2011).</p>

## Formas nos grãos de amido

			
Trasovado	Descrição	Trapezoidal	Descrição
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;">   </div>	<p>Ovalado com um ápice num dos lados, equivalente ao <i>trasovado</i> “<i>triangular</i>” (Pagán-Jiménez, 2015)</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;">  </div>	<p>Em forma parecida com um trapézio, com quatro lados, dos quais dois são paralelos (ICSN, 2011).</p>
Pentagonal	Descrição	Retangular	Descrição
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;">  </div>	<p>Com forma parecida a um pentágono (Pagán-Jiménez, 2015), equivalente ao <i>polygon</i> no ICSN (2011).</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;">   </div>	<p>Com forma parecida a um retângulo, “<i>having four sides with opposite sides parallel and of equal length</i>” (ICSN, 2011).</p>
Bastonete	Descrição	Fuso	Descrição
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;">  </div>	<p>Grão alongado com as pontas curvas-convexas. O nome de “bastonete” (<i>rod</i>) é usado geralmente para descrever</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;">  </div>	<p>Grão alongado com as pontas retas, a forma fica um pouco mais afinada em uma das pontas. O nome de “fuso” (<i>spindle</i>) é usado geralmente para descrever essa forma</p>

Formas nos grãos de amido			
	essa forma nas Euforbiáceas (Demarco; Castro; Ascensão, 2013; Seshagiri Rao; Prasad, 1988)		nas Euforbiáceas (Demarco; Castro; Ascensão, 2013; Seshagiri Rao; Prasad, 1988)

### 6.1.2 Coleção de referência de fitólitos

As amostras seguiram protocolos distintos para a análise de fitólitos. Isto por conta do contexto específico de trabalho dentro da Universidade de São Paulo antes da pandemia, durante a pandemia e na Universidade de Exeter.

Em *Maytenus ilicifolia* foi usada a técnica *wet oxidation* (Piperno, 2006a, p. 97) com algumas modificações (figura a seguir).

- Primeiro, a parte da planta desejada foi lavada com água destilada, colocada num tubo de vidro e vertida uma solução de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) a 65%.
- O tubo de vidro foi colocado num banho seco e aquecido a  $80^\circ\text{C}$  por 30 min.
- Depois disso, a temperatura foi elevada a  $100^\circ\text{C}$  até que a parte orgânica não fosse mais visível e o sedimento ficasse visível na parte de fundo do tubo.
- Durante este passo, cloreto de potássio ( $\text{KClO}_3$ ) pode ser adicionado para agilizar a reação. Terminada esta etapa, as amostras foram lavadas com água destilada, decantadas e lavadas com acetona.
- Estas lavagens são feitas centrifugando as amostras a 1500 rpm por 10 minutos. Ao término deste processo, no tubo foi colocado um pouco de Permunt<sup>TM</sup>, misturado e montado numa lâmina.

- Para cada lâmina, 50 fitólitos são contados aleatoriamente, medidos, e descritos seguindo as características descritas no International Code for Phytolith Nomenclature 2.0 (Neumann et al., 2019b)

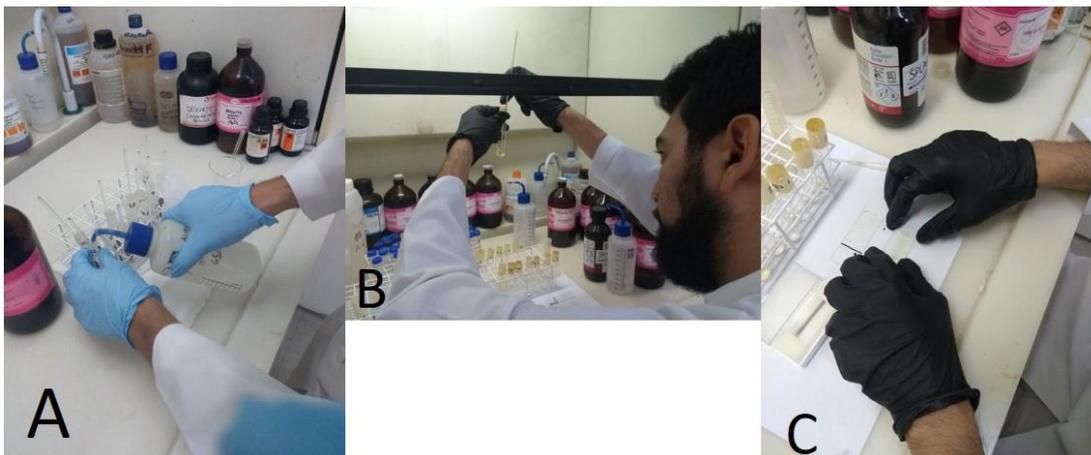


Figura 11 Processo para a extração de fitólitos de plantas atuais. .A: Adição de ácido nítrico nas amostras. B: Mistura com Permunt. C: Montagem de lâminas.

Uma folha velha foi coletada debaixo de uma árvore de *Genipa americana* no Jardim do IB-USP.

- A folha foi lavada com água destilada, partes da lâmina foliar foram cortadas e colocadas num cadinho de porcelana.
- O cadinho foi tampado com alumínio, que foi furado com uma agulha para permitir a entrada de oxígeno.
- Depois disso, o cadinho foi colocado dentro de um forno mufla a 500°C por quatro horas.

As cinzas resultantes foram processadas no Laboratório de Arqueobotânica da Universidade de Exeter, Inglaterra. Os fitólitos foram recuperados e montados seguindo o mesmo protocolo para sedimentos arqueológicos descrito em outras seções da tese.

Uma folha de *Syagrus flexuosa* foi coletada no Jardim do IB-USP. Um dos folíolos foi lavado com água destilada. Igual do que com a *Genipa americana*, o

folíolo foi cortado e colocado num cadinho de porcelana, coberto com alumínio e colocado dentro de uma mufla a 500°C por 4 horas.

Por causa da dificuldade de acesso nos laboratórios e, conseqüentemente, ao problema de usar oxidação química durante a pandemia, o protocolo foi modificado mais uma vez e as cinzas resultantes foram colocadas diretamente nas lâminas, colocada uma gota de óleo de imersão, uma lamínula e selada com verniz de unhas. A diferença do ocorrido com *Maytenus ilicifolia* e *Genipa americana*, onde a quantidade de fitólitos recuperados permitiu a montagem de apenas uma lâmina, a quantidade de cinzas permitiu realizar triplicatas.

O processo foi repetido com a casca da estrutura tuberosa de *Dioscorea trifida* e uma semente de rim-de-boi.

Não foi possível conseguir sementes ou algum outro material específico de *Gossypium barbadense* var. *brasiliense* por canais acadêmicos, mas conseguimos comercializar as sementes de rim-de boi (PlantBem, CNPJ: 01.467.160/0001-08). As sementes ainda não foram identificadas por um botânico, pelo que são chamadas pelo nome popular como foram adquiridas.

### 6.1.3 Coleção de referência para a detecção de mudanças morfológicas nos grãos de amido nos processos de produção e consumo de plantas.

Cinco espécies de plantas amplamente utilizadas no Brasil (com estruturas tuberificadas) foram coletadas em mercados da cidade de São Paulo. O intuito era verificar possíveis mudanças na estrutura dos grãos de amido, decorrentes de diferentes processos de cozimento. A saber: Cará (*Dioscorea trifida* L), Inhame (*Colocasia esculenta*), Mandioca (*Manihot esculenta* Grantz) Mandioquinha (*Aracacia xhantorrhiza* Bancroft), Batata doce (*Ipomoea batatas*).

Por cada espécie, quatro pedaços do mesmo tamanho (aprox. 9 cm<sup>3</sup>) foram cortados e sofreram os procedimentos seguintes:

- Um pedaço foi macerado com um pouco de água destilada num morteiro de porcelana.
- Um pedaço foi envolto em alumínio e colocado sobre um tripé com tela de arame com centro de asbesto e um bico de Bünsen. Foi esquentado dessa maneira por 20 minutos.
- Outro pedaço foi colocado num copo precipitado de vidro, coberto com água destilada e esquentado num bico de Bünsen, por 30 minutos.
- O mesmo processo foi repetido em um outro pedaço, por uma hora.

Depois destes procedimentos, cada pedaço foi raspado com uma navalha descartável e misturado com água destilada. Uma gota foi montada em uma lâmina, deixada secar para depois foi colocada uma gota de lugol e outra de glicerol a 50%.

#### *6.1.4 Cuidados de limpeza com o material usado em laboratório*

O material plástico, vidraria e alumínio foi esterilizado por meio de uma autoclave a 121°C por 30 minutos ou mergulhando-o com peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) por no mínimo, 30 minutos. O meio de montagem, o glicerol a 50%, foi filtrado por meio de uma peneira estéril para seringa com uma rede de 0.2 µm de espaço. Levando em consideração que os grãos de amido e fitólitos podem ter um tamanho mínimo de 1µm, a aparição de microvestígios por contaminação moderna no meio de montagem está descartada. Cabe sinalizar que o material de referência e o arqueológico foram processados em salas diferentes, separadas por várias portas, no laboratório de anatomia vegetal no IB-USP, com exceção da montagem das lâminas, que está sendo feita sob a mesma capela.

#### *6.2 Sedimentos arqueológicos*

Aproximadamente 100 gramas de sedimento<sup>11</sup> foram usadas do material escavado em anos anteriores no Sítio arqueológico Lapa Grande de Taquaraçu (tabela a seguir). Alguns sedimentos tinham sido usados em pesquisas anteriores, e estava planejado usar outros em pesquisas futuras, pelo que foram eleitos alguns

---

<sup>11</sup> Com exceção da amostra Taq10, na qual foram recuperadas apenas 40gr.

sedimentos representativos de todas camadas que pudessem ser representativos dos níveis de ocupação do Sítio.

Os sedimentos foram recuperados da quadra G7, pois foi nela onde mais foram recuperadas amostras para datação, além de ser uma quadra que todos os estudos anteriores no Sítio têm analisado. A quadra foi escavada entre os anos 2005 (níveis 1-7), e 2006 (níveis 8-14) (Chim, 2018, p. 84).

As escavações foram feitas seguindo níveis arbitrários de 10 cm e facies sedimentares definidas por cor, textura, ou tipo de material encontrado. Quando existia uma mudança na distribuição e forma de facies era registrada como decapagem. Assim, um mesmo nível poderia ter várias facies ou decapagens e uma facies poderia abarcar vários níveis.

*Tabela 7 Amostras sedimentares analisadas por nível, facies (no latim não se acentua) e camadas de ocupação do Sítio Lapa Grande do Taquaraçu, MG.*

Amostra	Nível	Facies	Volume (ml)	Peso (g)	Camada de ocupação (Chim, 2018)
Taq01	1	2	85	83,5	5
Taq02	1	3	73	62,5	4
Taq03	2	5	90	81	4
Taq04	2	6	92	87	4
Taq05	2	8	93	87,5	4
Taq06	3	9	86	82	3
Taq07	3	10	87,8	88,5	3
Taq08	4	11	100	86,5	3
Taq09	5	13	100	99	2
Taq10	6	18	50	41,5	2
Taq11	8	19	79	96	2
Taq12	10	20	90	83,5	1

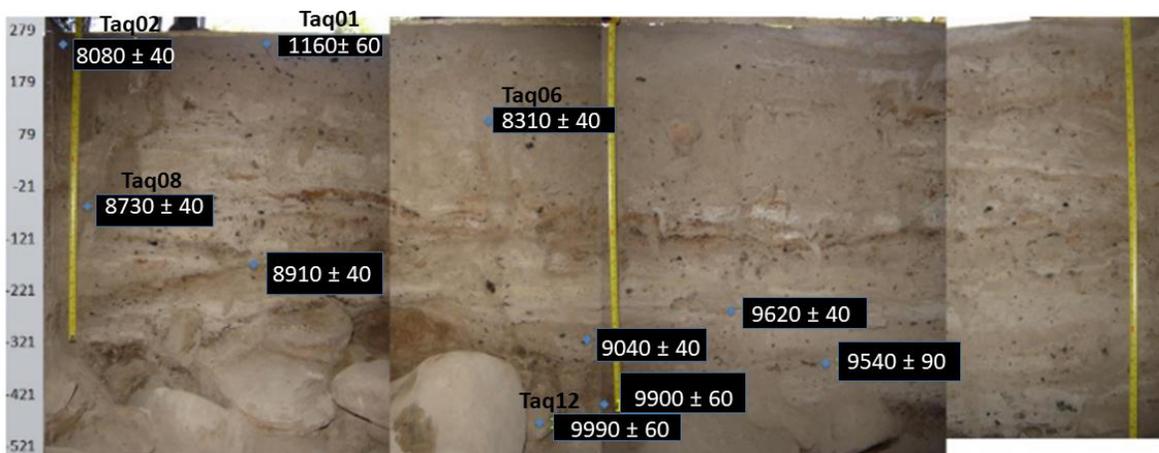


Figura 12 Perfil Oeste das quadras G7 e G8 com localização aproximada das amostras usadas para datação (idades não calibradas). Em algumas delas é indicado o número usado para as amostras desta pesquisa. Modificado de Chim (2018, fig. 17).

Tabela 8 Relação nível/facies em Lapa Grande de Taquaraçu, quadra G7.

Nível	Facies
1	1,2,3,4,6
2	2,3,4,5,6,7,8
3	9,10
4	11,12
5	11,13,14
6	15,16,17,18,19
7	19
8	19
9	19
10	20,21
11	21
12	22
13	23
14	23

Tabela 9 Descrição das facies arqueológicas analisadas, baseada nas notas de campo

Facies	Cor (Munsell)	Compactação	Textura	Inclusões (<10%)
2	10YR 5/3, 5YR 6/3, 10YR 6/2, 10YR 5/2, 10YR 7/2	seco/solto	Areno siltoso	Carvão, nódulo de terra queimada
3	10YR 6/2 , 10YR 7/1, 10YR 5/3, 5YR 4/4, 10YR 7/2	seco/solto	Areno siltoso	Carvão, calca ,nódulo de terra queimada
5	5Y 6/3, 10YR 7/3, 10YR 5/3	seco/solto	Areno siltoso	
6	5YR 5/6, 10YR7/2 , 10YR 6/3	seco/solto	Areno siltoso	Carvão, nódulo de terra queimada
8	Não descrita	Não descrito	Não descrito	Não descrito
9	10YR 6/3, 10YR 6/2	seco/solto	Areno siltoso	Carvão, nódulo de terra queimada, calcário
10	10YR 6/3, 10YR 5/3, 5YR 6/3, 10YR 7/2.	seco/solto	Areno siltoso	Raízes, carvão, nódulos de terra queimada,seixo.
11	10YR 6/2, 10YR 6/3, 5YR 4/4, 5YR 6/4, 10YR 5/3, 7.5YR 5/4	solo solto, solo macio	Areno siltoso	Carvão, calcário ,nódulo de terra queimada.
13	10YR 4/4	solo macio	Areno siltoso	
18	2.5Y 5/2	x	X	Carvão, calcáreo
19	10YR 5/3	seco e solto	Areno siltoso	Carvão, calcáreo, blocos de calcáreo , fauna, lítico.
20	7.5YR 5/4	seco e solto	silte arenoso	fauna, lítico, carvão

Chim (2018) identifica 5 camadas ocupacionais no Sítio, mesmas que são resumidas na tabela seguinte. As facies 22, 23 e os níveis 11-14, não seriam representativos das ocupações humanas do Sítio.

Tabela 10 Camadas de ocupação do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu, segundo Chim (2018)

Número de Camada	Níveis	Facies	Datações (cal. AP)	Caraterização breve
5	1, 2	1, 2	1240 - 950	Ultima ocupação (breve) do Sítio.
4	1,2	3,5,7,8	9.450 – 9.050	Redução na quantidade de vestígios quando comparado com a camada 3
3	3,4	9,10,11 e 12	9.890- 9560	Uso mais intenso do Sítio
2	5,6,7,8,9	11,13,15,16 ,17,18 e 19	11.170 – 9.900	Início da ocupação intensa do abrigo
1	9, 10	20,21	11.750 – 11.210	Primeiras ocupações esporádicas

O Processamento dos sedimentos arqueológicos para o estudo de fitólitos foi feito no Laboratório de Arqueobotânica da Universidade de Exeter na cidade de Exeter, Inglaterra; sob a supervisão do Dr. José Iriarte. O protocolo usado é apresentado a seguir.

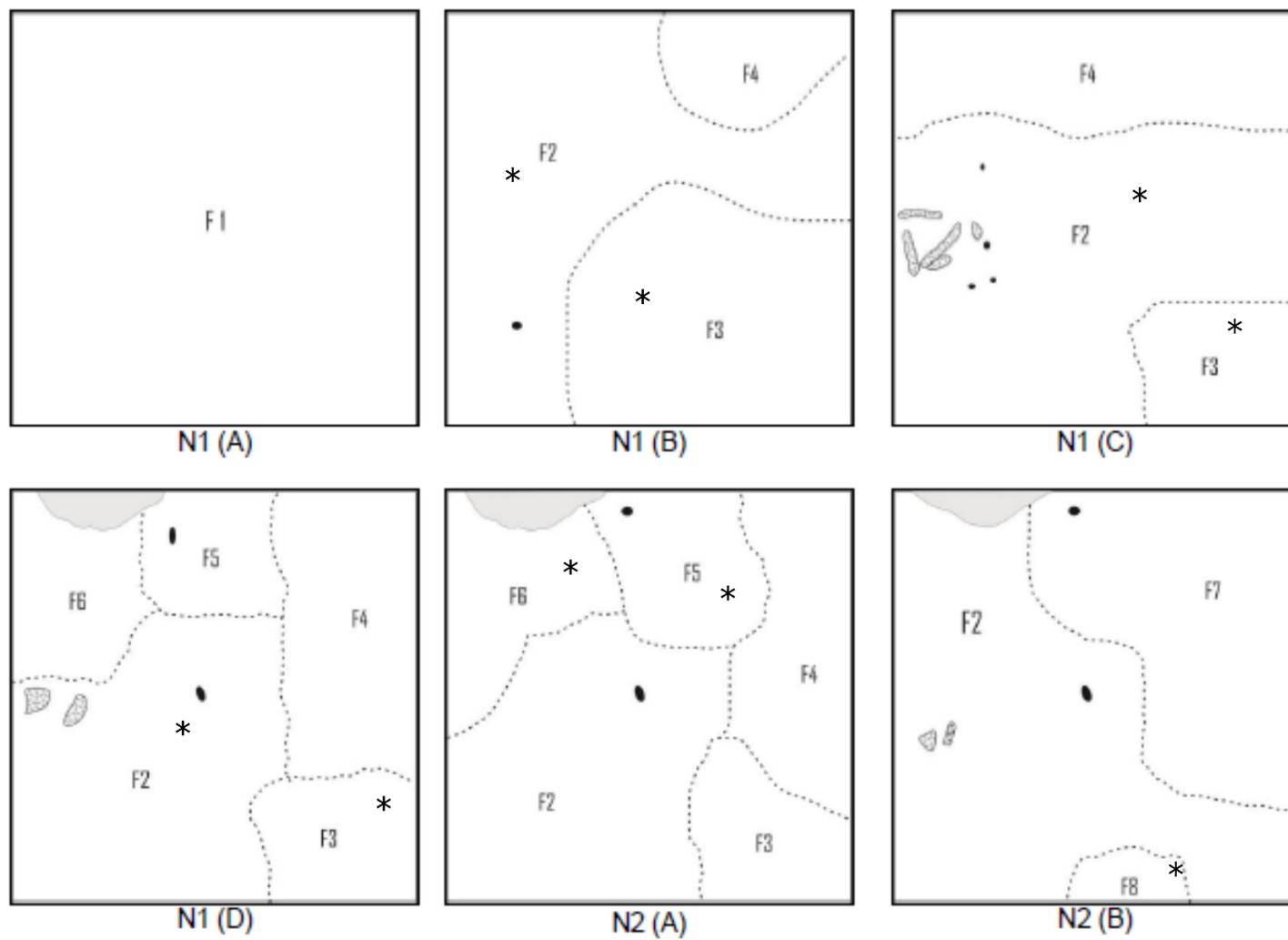


Figura 13 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7 (níveis 1 e 2). Desenho de Leticia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (\*).

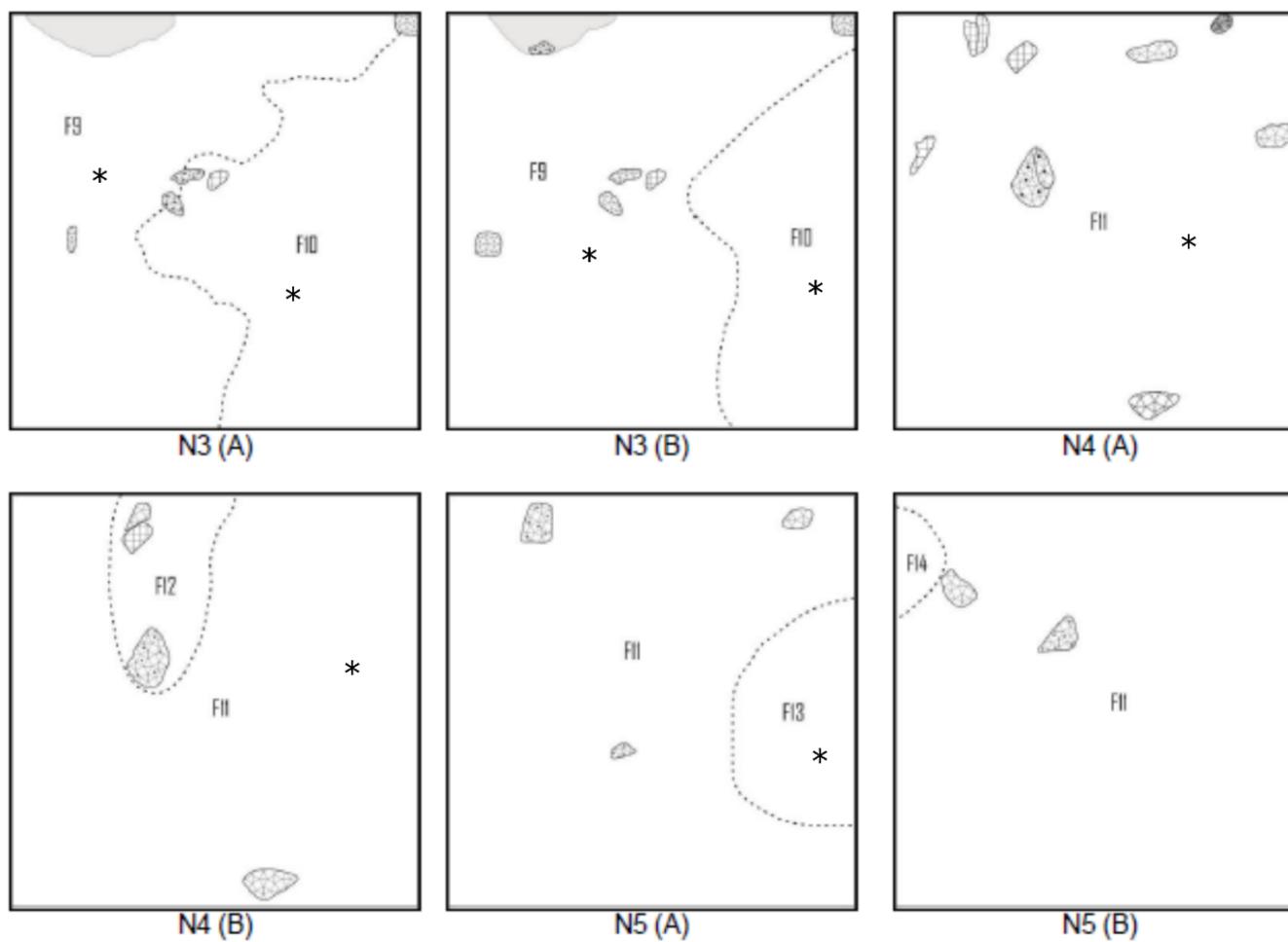


Figura 14 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7 (níveis 3 -5). Desenho de Letícia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (\*).

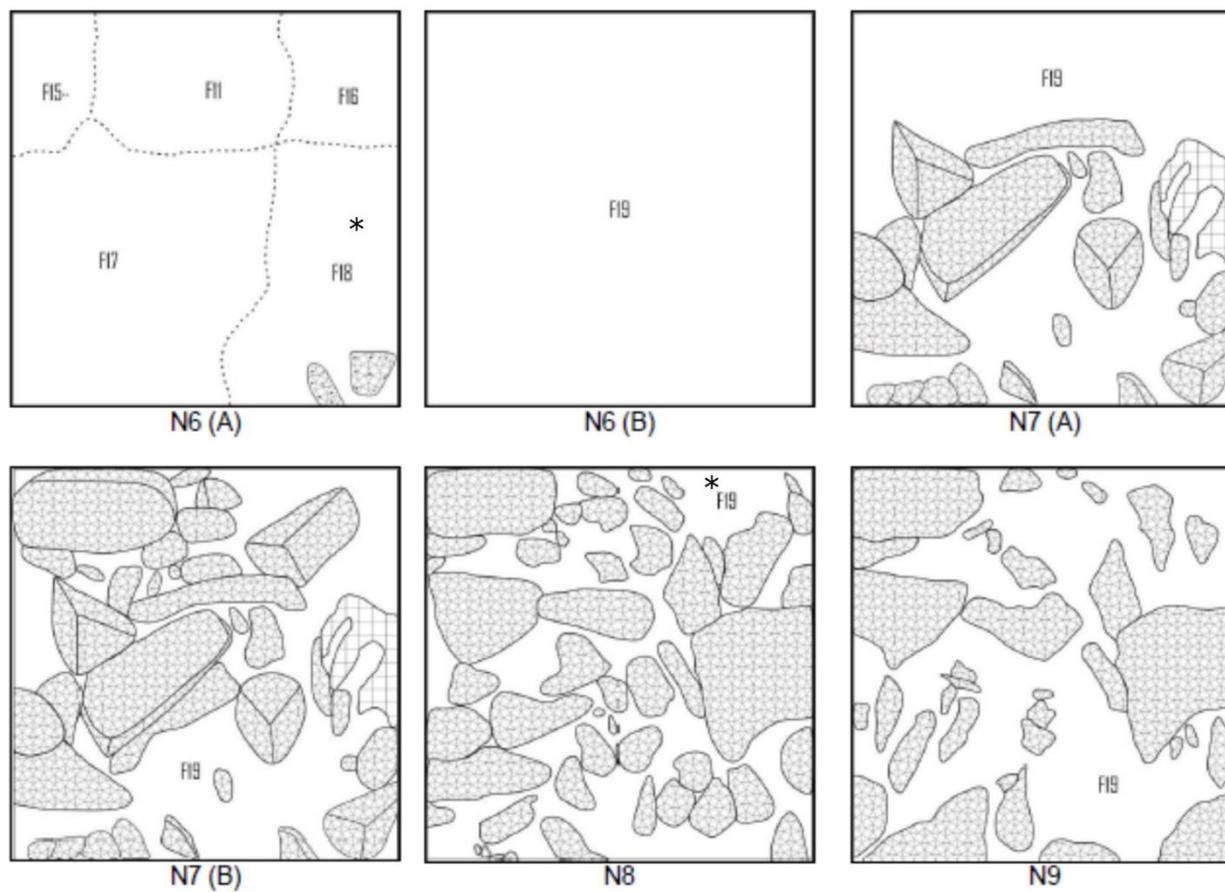


Figura 15 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7(níveis 6-9). Desenho de Letícia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (\*).

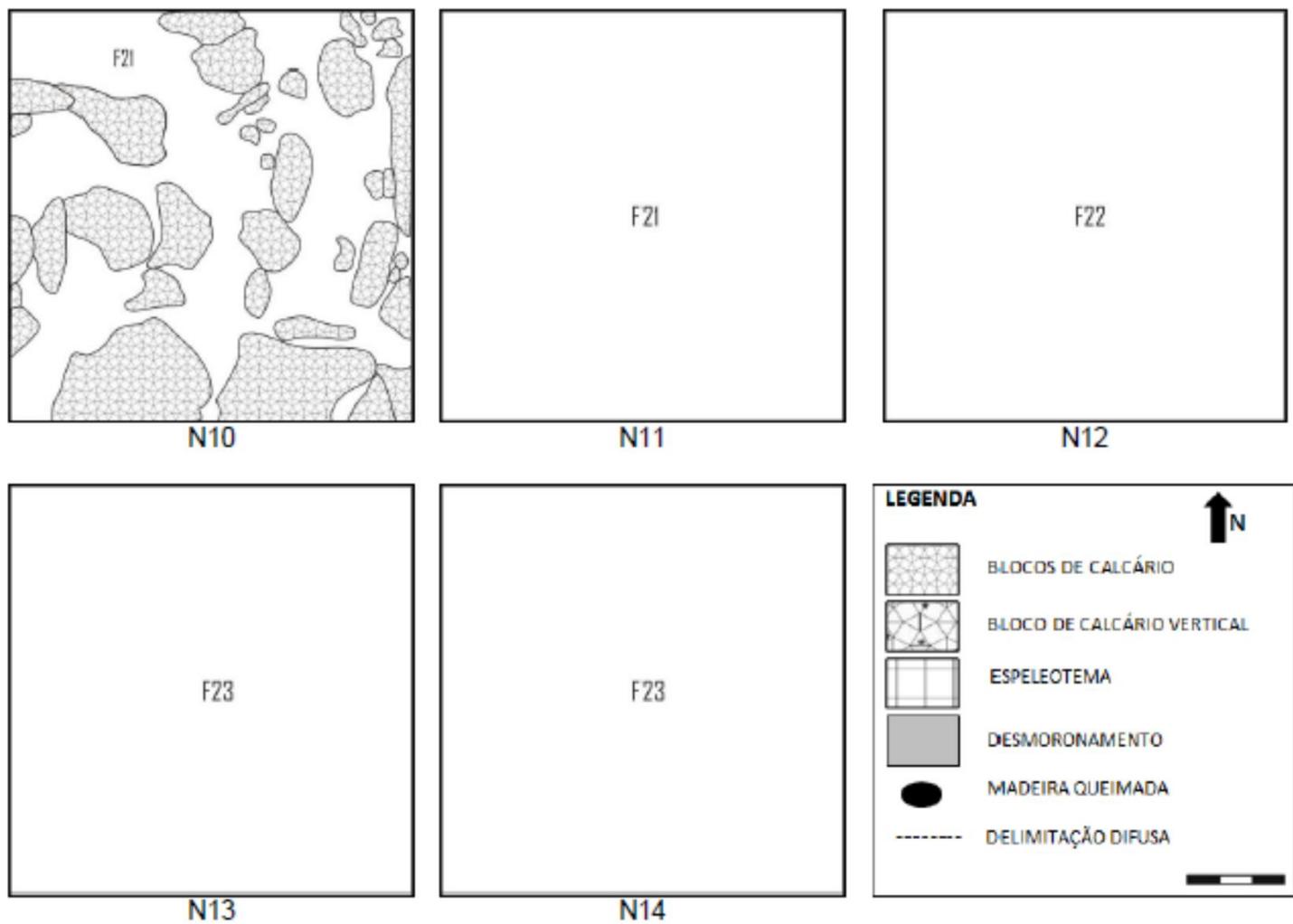


Figura 16 Diversas decapagens registradas durante as escavações da unidade G7 (níveis 10-14). Desenho de Letícia Correa. Modificado de Chim (2018, fig. 18). As facies analisadas em esta pesquisa estão marcadas com asterisco (\*).

### *6.2.1 Protocolo para a preparação de fitólitos em sedimentos arqueológicos*

Foi seguido o protocolo usado na Universidade de Exeter, o qual está baseado na técnica apresentado por Piperno (2006a, p. 90), consistente em varias etapas.

#### *6.2.1.1 Autoclavagem*

Os sedimentos foram depositados em copos de precipitados individuais e colocados em uma autoclave a 121°C e 15psi por meia hora. Passado este tempo, foram deixados na autoclave desligada um par de horas para esfriar.

#### *6.2.1.2 Defloculação*

Os sedimentos autoclavados foram colocados em garrafas plásticas etiquetadas e uma colher de hexametáfosfato de sódio foi adicionada, assim como 900 ml de água morna

Os sedimentos foram misturados e agitados vigorosamente. Depois disso, foram colocados numa máquina agitadora por 24 horas, porém, agitando também manual e vigorosamente quando possível (figura a seguir).



Figura 17 Sedimentos sendo agitados automaticamente

### 6.2.1.3 Lavagem de argilas mediante sedimentação por gravidade

O conteúdo das garrafas de plástico foi colocado em copos de precipitação de 100 ml e etiquetados. Foi colocada água até a marca de 1000 e misturada. A mistura foi deixada repousar por uma hora

O supernadante foi decantado cuidadosamente e de uma maneira estável, foi vertido o líquido a um ritmo constante, sem parar, já que isso misturaria o sedimento. O procedimento foi repetido até que a água estivesse clara, umas 7 ou 8 vezes (figura a seguir).



Figura 18 A: Amostras antes de ser lavadas e decantadas. B: Uma amostra depois de várias lavagens e decantações sucessivas.

#### 6.2.1.4 Fracionamento do sedimento

Para este passo, foram usadas duas peneiras metálicas apilhadas uma acima da outra, com malhas de 250  $\mu\text{m}$  (peneira superior) e 50  $\mu\text{m}$  (peneira inferior), além uma panela do mesmo material no fundo para coletar a fração fina

A amostra sem argila foi decantada na peneira superior e enxaguada suavemente mediante uma mangueira. A peneira superior foi removida e o material presente nela foi descartado. A lama presente na peneira inferior continuou-se enxugando do mesmo jeito, com cuidado de não encher de mais a panela do fundo

O resultado foi a formação de um sedimento grosso na peneira inferior (fração c) e um sedimento mais fino (fração a) na panela do fundo.

A panela do fundo foi colocada a um lado para assentar o sedimento, pelo menos uma hora. Em quanto isso, a fração grossa (c) foi lavada com água para remover qualquer resto de lama, inclinando a peneira para que o sedimento fosse para o fundo dela. Usando uma colher de plástico, a fração grossa foi colocada num tubo de ensaio de vidro, marcado previamente com uma linha horizontal, indicando uma medida de 2cm a partir do fundo. A fração grossa foi colocada no tubo de ensaio até atingir os 2 cm e o sedimento restante foi colocado em um frasco de plástico etiquetado.

Quando o sedimento estava assentado, o líquido da panela com a fração fina (a) foi decantado. Do mesmo jeito que com a fração “c”, a fração “a” foi colocada em um tubo de ensaio marcado e o restante em frascos plásticos etiquetados (figura a seguir). Os tubos de ensaio marcado foram colocados em uma grade de metal.

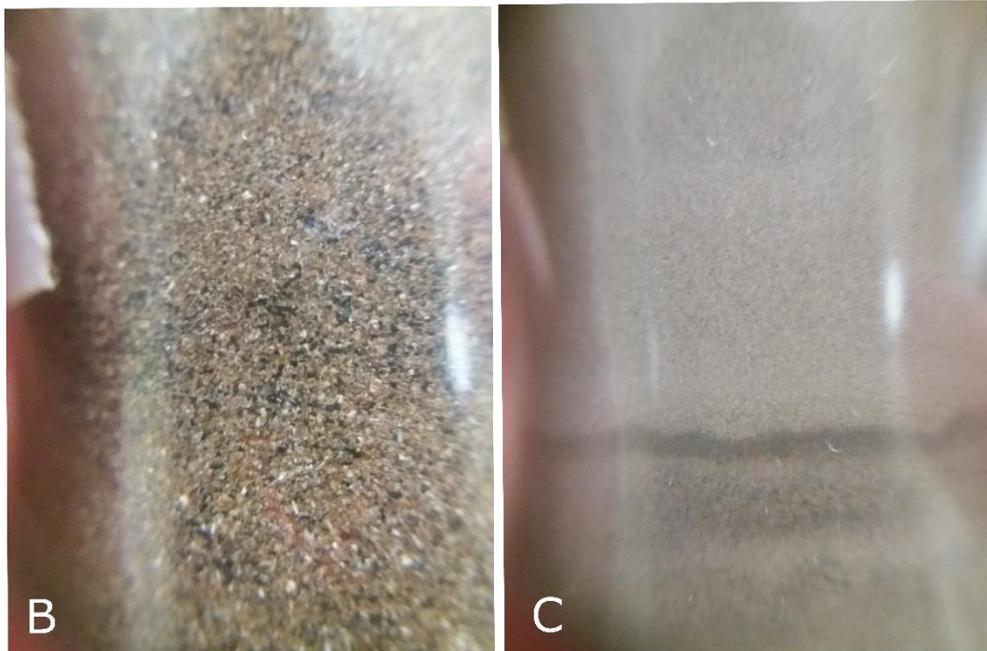
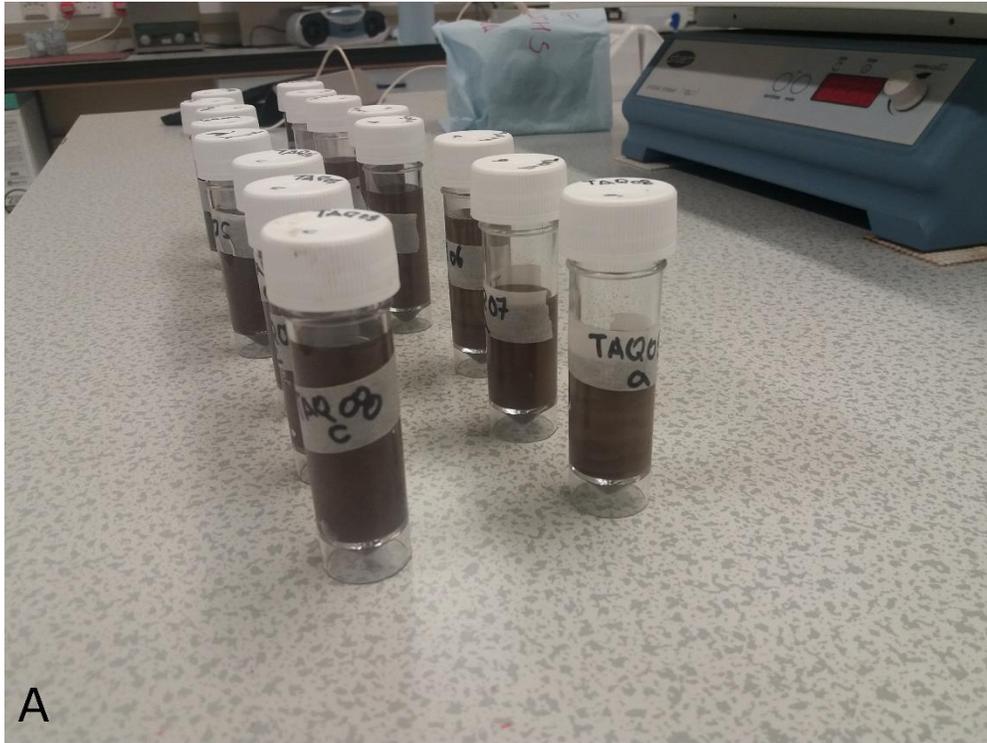


Figura 19 A frascos de plástico etiquetados onde foi colocado o sedimento restante do peneiramento úmido. B e C, ampliação do sedimento presente nos mesmos frascos, fração grossa (B) e fina (C).

Nos tubos de ensaio onde foram colocadas as frações “a” e “c” até um nível de 2 cm, foi usada também uma fita adesiva de 2 cm de largura envolta na parte superior do tubo. Esta fita serviu para etiquetar as amostras e também como marcador para os diversos ácidos que foram vertidos nelas nos passos seguintes

#### *6.2.1.5 Remoção de carbonatos*

A partir deste ponto, os procedimentos foram feitos sob extrator, sendo imperativo de luvas, proteção para os olhos e jaleco.

Água foi adicionada nas amostras nos tubos de ensaio até o nível das etiquetas. Os tubos centrifugados a 1800 rpm por 10 mins. O supernatante foi descartado e uma vareta de vidro foi colocada em cada amostra.

Ácido clorídrico (HCl) foi adicionado lenta e cuidadosamente a cada amostra até a marca da etiqueta, mexendo cuidadosamente o sedimento com a vareta de vidro. A reação foi vigorosa, em todas as amostras do Sítio (com exceção de Taq.12) com o contato de algumas gotas. Para evitar contaminação cruzada foi decidido realizar esta parte do procedimento com apenas 3 amostras por vez, separadas por pelo menos dois espaços na grade.

Quando a reação parou as amostras foram centrifugadas por 10 min. a 1800 rpm, o ácido supernatante foi decantado em um copo de precipitados com capacidade de 1000 ml, enchido com água até a metade. Isto foi repetido até que o líquido virasse claro

#### *6.2.1.6 Remoção de material orgânico*

Novamente foram colocadas varetas de vidro limpas nos tubos de ensaio e ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) foi vertido em cada amostra até a etiqueta. Os tubos de ensaio foram depositados em um aquecedor a 80°C. Depois de uma hora, a temperatura foi aumentada a 100°C

As amostras foram mexidas com as varetas de tempo em tempo, conforme o material orgânico for destruído a cor das amostras mudaria de preto a vermelho/marrom, laranja até um amarelo/ verde claros.

Como depois de 2 horas a 100°C as amostras não mudaram de cor, uma quantidade pequena de cloreto de potássio (KClO<sub>3</sub>) foi adicionada e mexida cuidadosamente com as varetas. Isto foi repetido cada 15 minutos (figura a seguir).



*Figura 20 Amostras com ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) sendo aquecidas*

Quando as amostras atingiram uma cor amarela ou verde/amarela foram removidas do aquecedor e deixadas esfriar. Depois de isto, as amostras foram decantadas e lavadas como descrito na parte de remover orgânicos e os tubos de ensaio foram colocados de novo na grade metálica.

#### 6.2.1.7 Flotação de fitólitos

Os fitólitos foram separados dos sedimentos usando flotação em líquido pesado consistente em uma solução de Brometo de zinco ( $ZnBr_2$ ) com um peso específico de 2.3 g/ml.

Foram preparados um novo conjunto de tubos de ensaio etiquetados, e foi separado outro conjunto de pipetas com bulbos e pequenos quadrados de papel com parafina.

A solução de  $ZnBr_2$  foi adicionada às amostras até a primeira linha da grade. As amostras com  $ZnBr_2$  foram tampadas com os quadrados de parafina. Segurando com o polegar, as amostras foram viradas e agitadas usando um agitador de tubos, esses tubos foram centrifugados a 1800 rpm por 5 minutos.

Os minerais pesados ficaram no fundo e os fitólitos flotaram formando um anel na superfície. Este anel de fitólitos foi removido mediante uma pipeta com bulbo e depositado num tubo de ensaio novo, preparado e etiquetado anteriormente.

Os fitólitos recuperados foram diluídos com água (até a etiqueta), misturados, centrifugados por 10 min e decantados. Este procedimento foi repetido 2 vezes.

#### 6.2.1.8 Secagem de fitólitos

Uma quantidade pequena de acetona foi colocada em um copo de precipitados. Usando a vareta de vidro como guia, a acetona foi aderida até a primeira barra da grade. A acetona limpa restante foi colocada novamente no recipiente. O copo de precipitados usado foi deixado por perto

As amostras foram misturadas, centrifugadas por 10 minutos e decantadas no copo de precipitados usado. Depois de decantar a acetona as amostras foram colocadas sob a campana extratora, junto com o copo de precipitados com a acetona decantada (figura a seguir).



Figura 21 Fitólitos secos no fundo dos tubos de ensaio na grade.

Depois de 2 ou 3 dias, quando a acetona foi evaporada, o vaso de precipitados foi lavado

#### 6.2.1.9 Montagem de lâminas

Os fitólitos secos foram quebrados com uma vareta de madeira diferente para cada amostra; feito isto, foram guardados em microtubos de vidro, exceto os correspondentes às amostras: taq01a, taq01c, taq02a, taq02c e taq10a.

Aprox 20 mg dessas amostras foram colocadas em um tubo de ensaio no qual 1 cm de Permunt™ foi adicionado, para logo ser misturadas com uma vareta de madeira.

Essa mistura foi recolhida com a pipeta com bulbo e espalhada sobre a lâmina, a qual foi coberta cuidadosamente com uma lamínula. As amostras montadas foram deixadas secando 1-2 dias. Feito isto, ficaram prontas para análise, tendo uma janela de duas semanas para ser analisadas sob microscópio.

As amostras guardadas no microtubo de vidro foram analisadas no Laboratório de Anatomia Vegetal e foram montadas de uma maneira diferente: aprox. 20 mg foram colocadas diretamente em uma lâmina de vidro, o médio de montagem usada foi glicerol para taq03a, taq03c, taq04a, taq04c e óleo de imersão para as restantes, sem ser notadas diferenças significativas na visibilidade dos fitólitos. Isto foi feito para ter um médio de montagem que permitesse analisar as lâminas por um tempo maior. Outros pesquisadores (Borba-Roschel et al., 2006;

Chen; Smith, 2013; Jones; Bryant, 1992; Lepsch; Paula, 2006)têm usado estes médios de montagem com sucesso

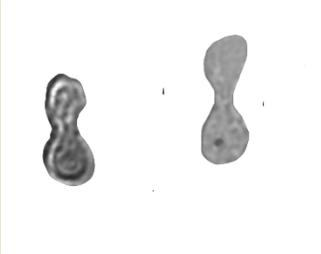
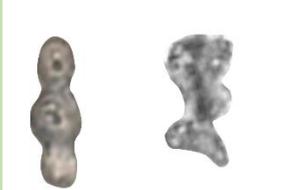
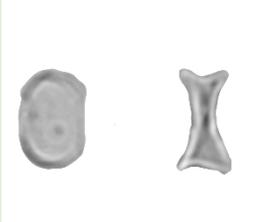
#### 6.2.1.10 *Contagem de fitólitos*

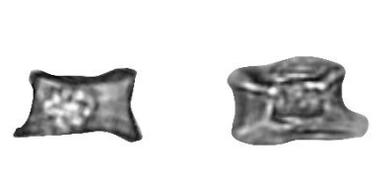
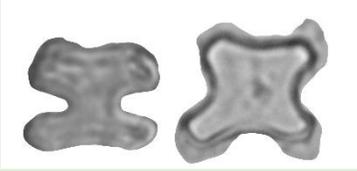
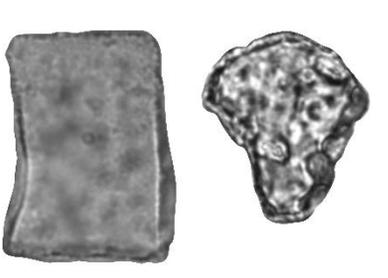
Para cada amostra foram montadas três lâminas, tanto para a fração “a” quanto para a fração “c”. Sendo contados 200 fitólitos na fração “a” e na “c”, tendo como resultado 400 fitólitos por amostra.

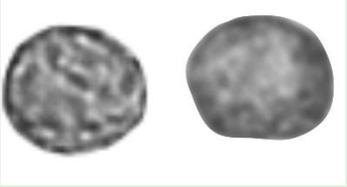
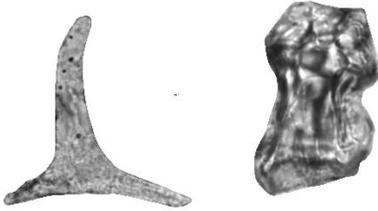
#### 6.3 *Tipologia de fitólitos empregada*

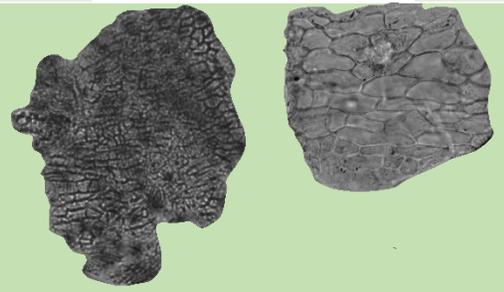
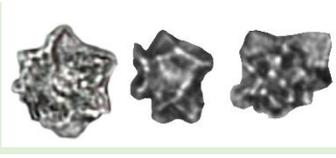
Para a descrição dos tipos foram seguidos os lineamentos da ICPN (*International Code for Phytolith Nomenclature*) (Neumann et al., 2019b), adaptando os nomes ao português, essa descrição é esquematizada na tabela a seguir.

Tabela 11 Tipologia de fitólitos usada nesta pesquisa

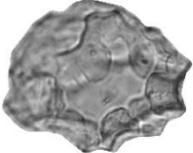
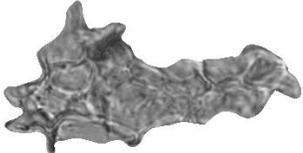
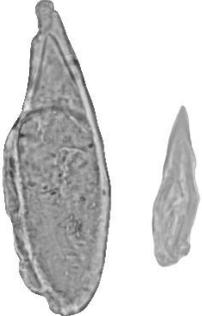
Tipo (nome original em Inglês)	Tipo (nome adaptado em português)	Definições e comentários	Imagem de exemplo
<b>BILOBATE</b>	Bilobado	Esse tipo de fitólito curto é formado em células de plantas da família Poaceae, exceto a subfamília Anomochloideae (Neumann et al., 2019b, p. 23). O ICPN descreve esse tipo como: “Morphotype whose OPS [ Outer periclinal surface/aspect]: consists of two lobes separated by two indentations or a distinct castula, with length $\geq 1.3$ the width of the lobes (planar view)” (Neumann et al., 2019a, p. 23).	
<b>BROKEN BILOBATE</b>	Bilobado quebrado	Nesta pesquisa cada bilobado quebrado foi contado como um bilobado inteiro pertencente à subfamília Panicoideae.	
<b>TRILOBATE, POLYLOBATE</b>	Trilobado e polilobado	Fitólitos trilobados e polilobados são comuns na subfamília Panicoideae, muito raros em Arundinoideae e Chloridoideae e ausentes em Bambusoideae (Pearsall; Piperno, 1998, p. 4). Em este trabalho foram classificados dentro da subfamília Panicoideae.	
<b>SADDLE</b>	Montura	O ICPN descreve este tipo como : “[...] <i>Symmetrical morphotype described as resembling a saddle (e.g., Metcalfe, 1960) or a battle axe with double edges (Prat, 1948), in planar view consisting of two more or less convex faces connected by concave faces [...]</i> ” (Neumann et al., 2019a, p. 21).	

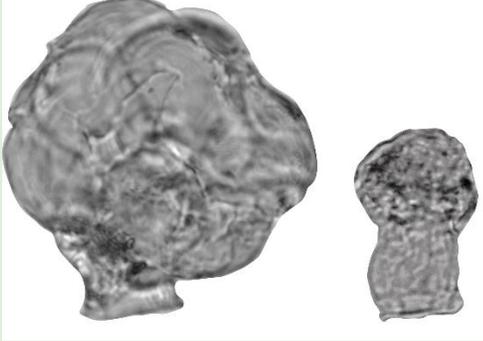
Tipo (nome original em Inglês)	Tipo (nome adaptado em português)	Definições e comentários	Imagem de exemplo
<b>RONDEL</b>	Rondel	<p>O ICPN descreve este tipo de fitólitos com o (Neumann et al., 2019a, p. 29) : <i>Compact morphotype with approximately circular or oval OPS (planar view), which can be slightly indented or flattened along one aspect. IPS variable in shape (rounded to angular, pointed, or carinate), size relative to OPS (smaller, equal to, or larger), and degree and type of ornamentation (e.g., ridges, tubercles) [...]</i></p>	
<b>CROSS</b>	Cruz	<p>O ICPN descreve este tipo de fitólitos da maneira seguinte (Neumann et al., 2019a, fig. 26) : [...]. <i>Morphotype whose OPS consists of three or more (typically four) roughly equal lobes separated by three or more (typically four) indentations. Length and width in planar view approximately equal, with longest dimension &lt;1.3 times the length of the dimension at right angles with it. [...]</i>.  . Este tipo de fitólito é produzido majoritariamente nas folhas dos gramíneas e em menor medida nas brácteas das sementes (Piperno, 2006a, p. 52).</p>	
<b>BULLIFORM</b>	Bulliforme	<p>Os fitólitos bulliformes são encontrados primariamente na superfície das folhas, tanto de monocotiledôneas quanto de dicotiledôneas (Piperno, 2006a, p. 6), porém, geralmente são relacionadas com gramíneas (Luz et al., 2015, tabela 1), por isso foram registrados dentro da categoria "Poaceae".</p>	

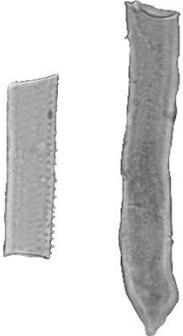
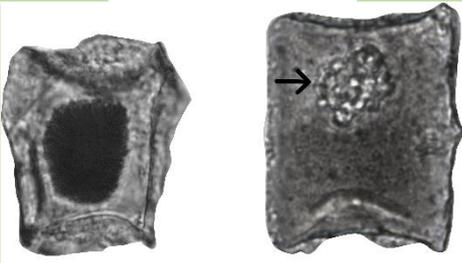
Tipo (nome original em Inglês)	Tipo (nome adaptado em português)	Definições e comentários	Imagem de exemplo
<b>SPHEROID</b>	Esferoide	Os esferoides, chamados antes de globulares (Madella; Alexandre; Ball, 2005; Piperno, 2006a). Podem ser divididos em psilatos e ornamentados. Dependendo do tamanho e decoração podem ser indicativos de espécies arvóreas ou erváceas.	
<b>SPHEROID ECHINATE</b>	Esferoide equinado	Corpo com decoração aparente de espinhos ou cerdas	
<b>TRACHEARY</b>	Traqueal	O tipo traqueal é definido pelo ICPN (Neumann et al., 2019a) como moldes do interior de elementos traqueais (traqueides ou elementos de vasos) com espessamentos da parede celular em espiral. Embora este tipo de fitólito possa ser achado em várias plantas, incluídas as Poaceae (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971; Söndahl; Labouriau, 1970a), estão muito mais presentes em dicotiledóneas (Watling et al., 2020), razão pela qual nesta pesquisa foi registrada dentro de "Lenhosas".	
<b>SCLEREID</b>	Esclereíde	As esclereídes são elementos que dão força estrutural às plantas maduras, são restringidas a árvores e arbustos (Piperno, 2006a, p. 40–41).	

Tipo (nome original em Inglês)	Tipo (nome adaptado em português)	Definições e comentários	Imagem de exemplo
<b>HAIR BASE</b>	Base de cabelo	As bases de cabelo são fitólitos exclusivos das eudicotiledóneas e podem ser taxonomicamente distinguíveis ao nível de espécie (Piperno, 2006a, fig. 40) .	
<b>SKELETON</b>	Tecido	Os tecidos silicificados, geralmente não são diagnósticos, porém, nesta pesquisa foram contados porque poderiam ser bons indicadores para determinar a dissolução de fitólitos nos sedimentos.	
<b>DRUSE</b>	Drusa	As drusas estão muito presentes na ordem Zingiberales, segundo Chen e Smith (2013) são produzidas pelas famílias Cannaceae, Costaceae, Sterliziaceae e em algumas espécies de Marantaceae <sup>12</sup> .	
<b>TROUGH</b>	Com canais	Os fitólitos com canais são próprios das famílias Musaceae e Heliconiaceae, sendo em estes últimos mais profundos. Em Heliconiaceae estão presentes em folhas e rizomas, diferenciando-se estes últimos por ser maiores e mais decorados, no entanto, alguns com superfície lisa podem estar associados também com rizomas. (Piperno, 2006a, p. 38).	

<sup>12</sup> Leone Figueredo e Handro (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, p. 216) apresentam um fitólito que parece ser uma drusa, e é descrito como “[...]formas isoladas, semelhantes a ‘coroas’ com um número varável de pontas”, em *Raddiella nana* (Bambusoideae). Mas não está claro se é de verdade uma DRUSE ou algum tipo de “*chusqueid body*”, pelo que não foi tido em conta neste trabalho.

Tipo (nome original em Inglês)	Tipo (nome adaptado em português)	Definições e comentários	Imagem de exemplo
<b>CONE</b>	Cone	Em forma de cone truncado. Próprio das folhas de <i>Musa</i> . sp	
<b>POLYHEDRAL</b>	Polilédrico	Com forma que lembra a um poliedro	
<b>FACETATE</b>	Facetado	Decoração com aparência de facetado	
<b>ACUTE BULBOSUS</b>	Bulbo agudo	Tipo de tricomas diagnósticos de Poaceae (Neumann et al., 2019a, p. 2).	

Tipo (nome original em Inglês)	Tipo (nome adaptado em português)	Definições e comentários	Imagem de exemplo
<b>HAIR</b>	Tricoma	Os tricomas , são apêndices encontrados comumente na epidermes das folhas e, em menor medida, nas sementes, principalmente nas eudicotiledôneas (Piperno, 2006a, p. 39), porém, geralmente não são registrados como fitólitos diagnósticos nas análises	
<b>UNCINATE HAIR</b>	Tricoma incinado	Tricomas em forma de gancho. frequentemente relacionados com Phaselous (Bozarth, 1990; Diaz; Morales-Puentes; Vaughan, 2016; Piperno, 2006a)	
<b>CYSTOLITH</b>	Cistólito	Os cistólitos são crescimentos da parede celular impregnadas com sílica e/ou carbonato de cálcio (Piperno, 2006a, p. 40). São achados nas folhas de vários táxons, mas também em estruturas tuberosas como em Dioscorea sp. e Araceae (Chandler-Ezell; Pearsall; Zeidler, 2006, p. 119). Canti (2003, p. 347) mencionca que este tipo de estruturas são comuns em Urticaceae, Moraceae, Ulmaceae, Acanthaceae e Boraginaceae.	

Tipo (nome original em Inglês)	Tipo (nome adaptado em português)	Definições e comentários	Imagem de exemplo
<b>ELONGATE</b>	Alongado	São fitólitos longos, não diagnósticos, resultantes da silicificação de células de diferentes e tecidos e órgãos como epiderme, parênquima e esclerênquima (Neumann et al., 2019a, p. 9) .	
<b>BLOCKY</b>	Em bloco	São fitólitos em forma de paralelepípedo. A sua origem é diversa, podem ser encontrados nas folhas de Poaceae e Cyperaceae, mas também em monocotiledóneas, dicotiledóneas e coníferas (Neumann et al., 2019a).	
<b>STOMATA</b>	Estômatos	Os estômatos são um tipo de poros que regulam a transpiração das plantas. A pesar de ser possível a sua classificação e afinidade taxonômica pelo tipo e posição das células subsidiárias o tamanho e número na epiderme (Prabhakar, 2004; Stenglein et al., 2004),.	

## 7 Resultados

Aqui são apresentados os resultados dos estudos das coleções de referência (grãos de amido, fitólitos, processamento de grãos de amido) bem como dos sedimentos arqueológicos. As medidas dos elementos microscópicos são expostas da maneira seguinte: menor valor- média – valor máximo. Quando foi necessário para destacar aspectos da morfologia, as imagens foram modificadas digitalmente em cor, brilho e/ou contraste.

### 7.1 Coleção de referência, grãos de amido

7.1.1 N.P.: Mandioca, macaxeira, aipim. N.C.: *Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae

Foram identificados vários tipos de grãos de amido na mandioca, sobressaindo o tipo A, truncado, considerado diagnóstico da espécie quando acompanhado de uma fissura em forma de estrela (Pagán-Jiménez, 2015, p. 68).

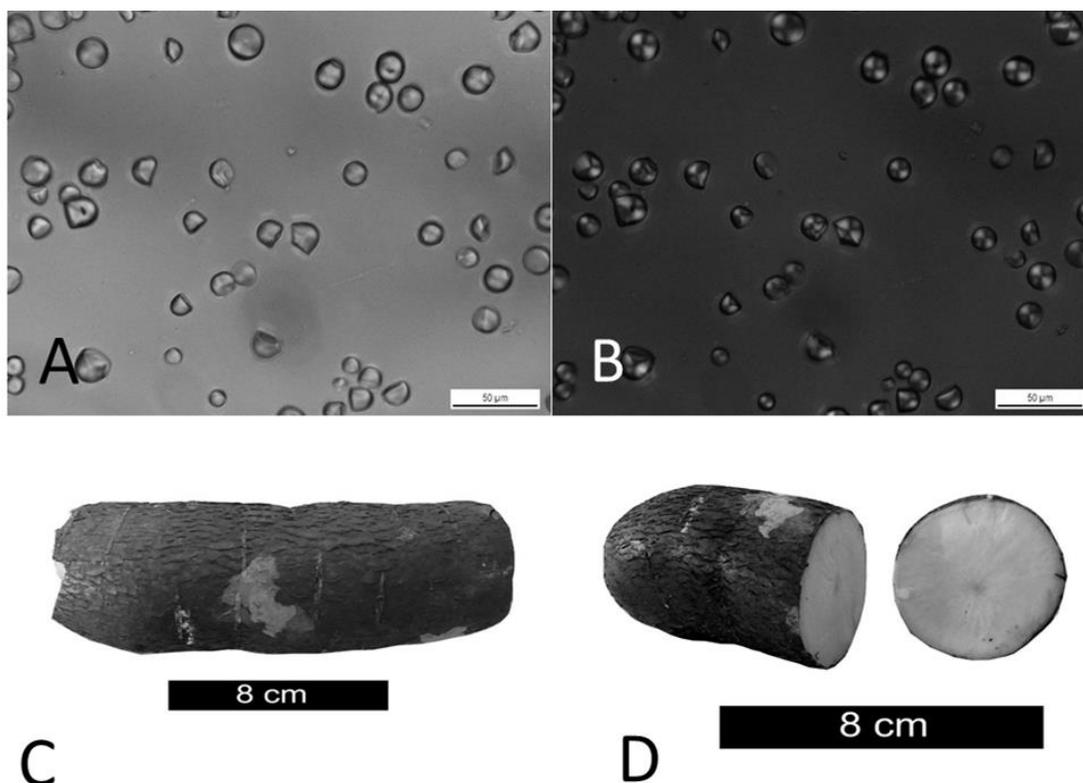


Figura 22 **A-B**: Vista geral dos grãos de amido de *Manihot esculenta*. Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B). **C-D**: raiz tuberosa. Tamanho da Barra em A e B: 50 µm.

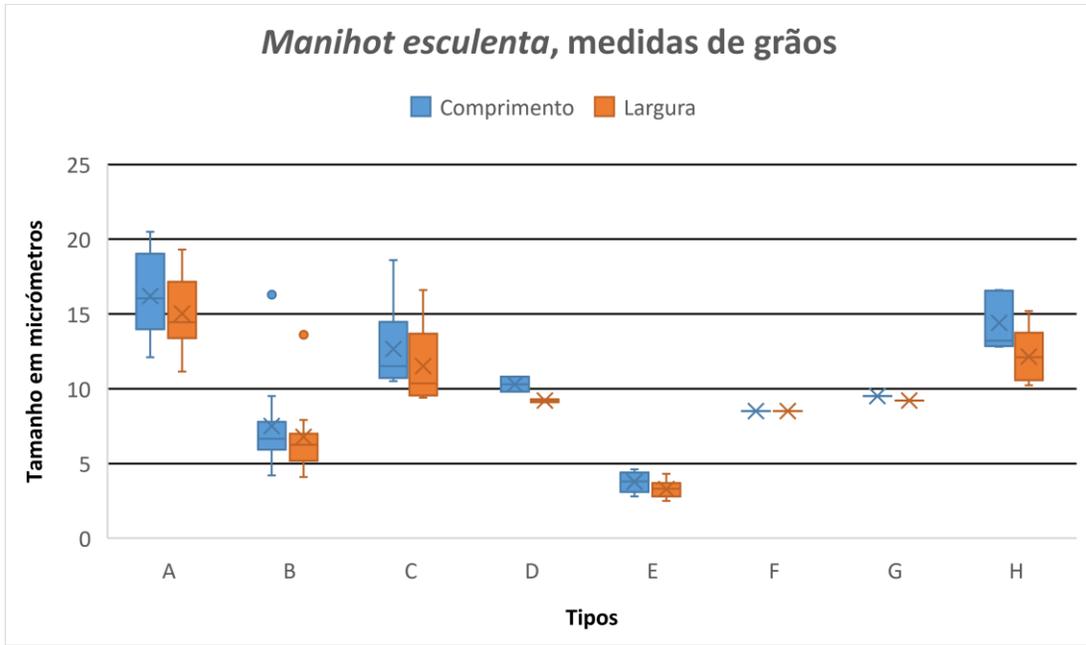


Figura 23 Boxplot de tamanhos nos tipos de grãos registrados em mandioca, *Manihot esculenta*.

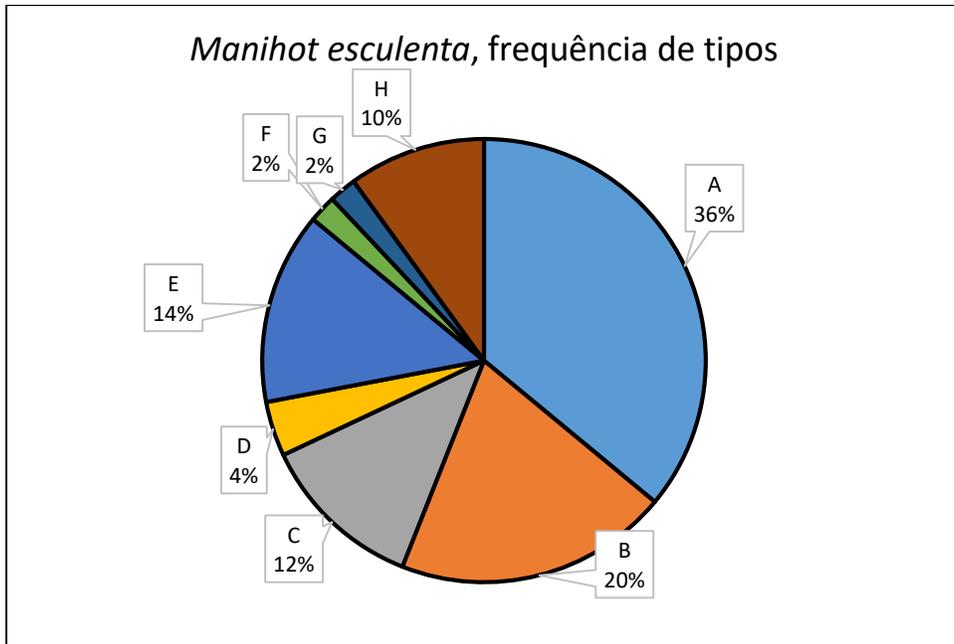


Figura 24 Frequência de tipos em mandioca, *Manihot esculenta*

<b><u>Manihot esculenta</u>-Tipo A</b>	
Frequência 36%	N=18
Comprimento (µm): 12,1 - <b>16,2</b> -20,5	Largura(µm): 11,5 – <b>15,0</b> – 19,3
Descrição	
<p>Grãos médios mais compridos do que largos que apresentam a forma truncada como principal, mas que podem apresentar formas esféricas e triangulares.ao ser giradas.</p> <p>A maioria das vezes o hilo é visível, seja aberto o fechado. A posição do hilo é central a um pouco excêntrico.</p> <p>As facetas de pressão na parte distal apresentam-se de uma a três. Apresentando as margens na sua maioria em ondulado suave, mas também nas linhas reto-angular, curva-reta, curva-côncava e curva convexa (Figura 25 D)</p> <p>Quando presentes, as cavidades ou fissuras podem ser muito diversas, apresentando as formas: assimétrica ou radial, forma ‘T’, forma de cruz, linear ‘F’, ou alguma combinação delas.</p> <p>Quando presente, o laminado é na forma de círculos concêntricos.</p> <p>Do mesmo jeito que o hilo a posição da cruz pode ser central ou ligeiramente excêntrica. Os braços são na sua maioria retos, mas podem também ter forma curva ou irregular. Um par de grãos apresentaram braços com formas retas e um irregular na mesma cruz.</p> <p>A superfície dos grãos é lisa, com exceção de um grão que apresentou uma superfície com protuberâncias e um círculo na parte distal.</p>	

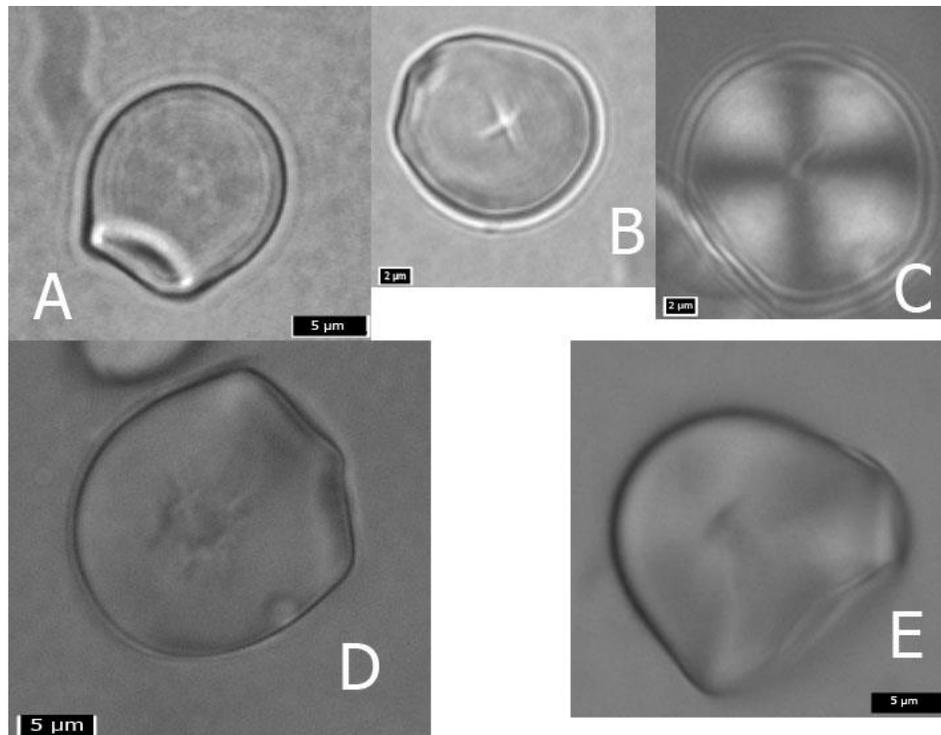


Figura 25 Exemplos de grãos do Tipo A em mandioca, *Manihot esculenta*. Note-se a diversidade na forma das fissuras e o laminado em A.

<b><u>Manihot esculenta</u>-Tipo B</b>	
Porcentagem: 22%	N=10
Comprimento: 4,2- <b><u>7,5</u></b> -16,3 $\mu\text{m}$	Largura: 4,1- <b><u>6,8</u></b> -13,6 $\mu\text{m}$
Descrição	
<p>Grãos de tamanhos diversos com forma triangular.</p> <p>Quando visível, o hilo poder ser aberto o fechado.</p> <p>Apresentam duas facetas de pressão em linha reta-angular na parte distal do grão.</p> <p>Na sua maioria, os grãos não apresentam cavidades ou fissuras. Neste registro, dois grãos apresentaram uma assimétrica ou radial e uma circular.</p> <p>Quando presente, o laminado é na forma de círculos concêntricos.</p> <p>A cruz é central com a forma dos braços retos. A superfície é lisa na sua maioria, mas foram registrados dos grãos com superfície enrugada, um deles com um círculo na superfície (Figura 26 B).</p>	

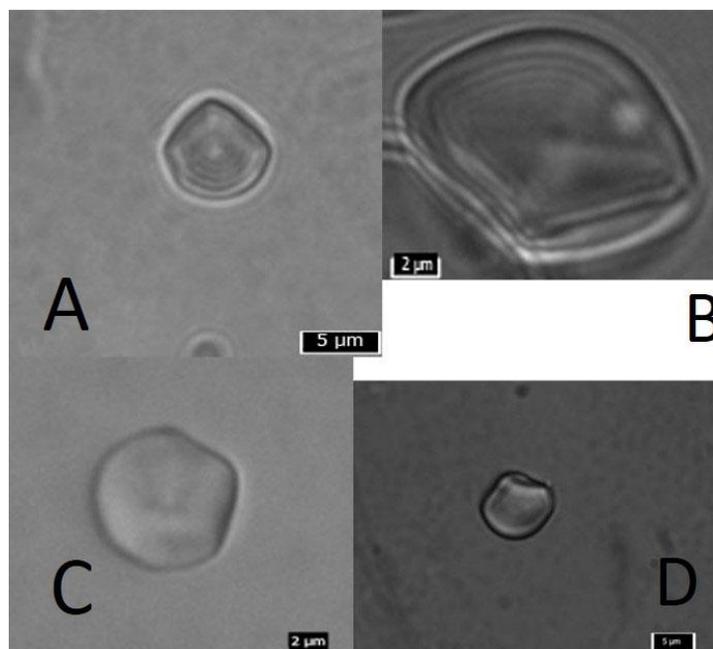


Figura 26 Exemplos de grãos do tipo B em mandioca, *Manihot esculenta*. Note-se o laminado em A e B.

<b><u>Manihot esculenta</u>-Tipo C</b>
--

Porcentagem: 12%	N=6
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 10,5- <b>12,6</b> -18,76	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 9,4- <b>11,5</b> -16,6
Descrição	
<p>Grãos médios com formas quadrangulares, com exceção de um grão que apresentou uma forma hexagonal e triangular, similar ao tipo B ao ser girado.</p> <p>O hilo pode ser aberto ou fechado com posição central.</p> <p>O corpo pode apresentar 2 a 5 facetas de pressão aparentes com margens em retas, reta-angulares, reta bi-angulares e curvo-angulares.</p> <p>Na sua maioria, os grãos não apresentam cavidades ou fissuras. Porém, um grão apresentou duas fissuras: linear A e linear H.</p> <p>Quando presente, o laminado é na forma de círculos concêntricos.</p> <p>A cruz é central com linhas retas ou curvas.</p> <p>A superfície pode ser lisa ou enrugada.</p>	

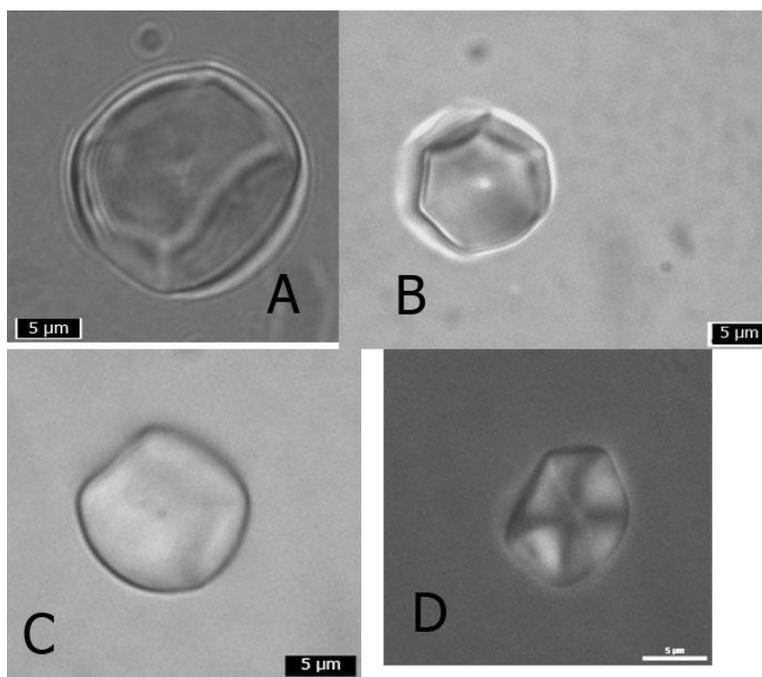


Figura 27 Exemplos de grãos do tipo C em mandioca, *Manihot esculenta*. **A-C**: sob luz transmitida não polarizada, e **D**: sob luz transmitida polarizada.

**Manihot esculenta-Tipo D**

Porcentagem: 4%	N=2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 9,8- <u>10,3</u> -10,8	Largura( $\mu\text{m}$ ): 9,1 <u>-9,2-</u> 9,3
Descrição	
<p>Grãos médios. Formas truncadas e esféricas ao ser girados.</p> <p>O hilo é fechado com posição central.</p> <p>As facetas de pressão são evidentes na parte distal, com as margens retas.</p> <p>As cavidades ou fissuras podem estar em forma circular ou linear reta.</p> <p>Quando presente, o laminado é na forma de círculos concêntricos.</p> <p>A cruz de extinção tem uma posição central e linhas retas.</p> <p>A superfície é lisa.</p>	

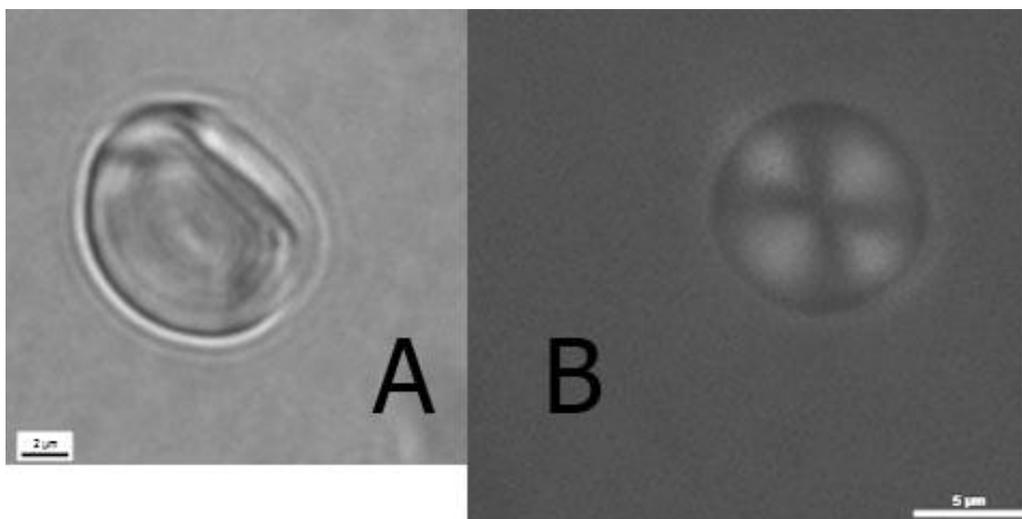


Figura 28 Grãos do tipo D em mandioca, *Manihot esculenta*. **A:** sob luz transmitida não polarizada, laminado, **B:** Sob luz transmitida polarizada.

<b><i>Manihot esculenta</i>-Tipo E</b>	
Porcentagem: 14%	N=7
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 2,8- <b><u>3,8</u></b> - 4,6	Largura( $\mu\text{m}$ ): 2,5- <b><u>3,2</u></b> - 4,0
Descrição	
<p>Grãos pequenos (comprimento: <math>\mu\text{m}</math>; largura: <math>\mu\text{m}</math>), com formas triangulares e truncadas que podem ser esféricas ao girar-se. Algumas formas são parecidas com as do tipo B.</p> <p>Quando visível, o hilo apresenta-se como aberto com posição central.</p> <p>As facetas de pressão são evidentes com as margens retas.</p> <p>Podem apresentar cavidades circulares.</p> <p>Quando presente, o laminado é na forma de círculos concêntricos.</p> <p>Geralmente a cruz de malta é difícil de ver, sobretudo nos grãos menores. Apresenta-se com os braços retos.</p> <p>A superfície é lisa.</p> <p>Um par de grãos apresentaram modificações: um com a parte central colapsada e outro com uma depressão também na parte mesial.</p> <p>Este tipo de grãos pode achar-se colados com outros grãos maiores</p>	

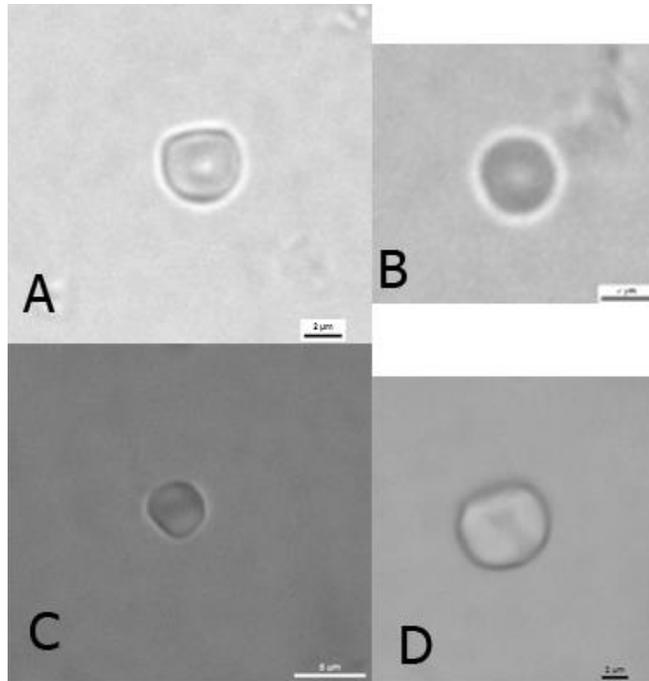


Figura 29 Exemplos de grãos do tipo E em mandioca, *Manihot esculenta*. Note-se a depressão na parte mesial em A. Escala: A,B e D: 2  $\mu$ m, C: 5  $\mu$ m.

<b><i>Manihot esculenta</i>-Tipo F</b>	
Porcentagem: 2%.	N=1
Comprimento e largura ( $\mu\text{m}$ ): 8,5	
Descrição	
Grão esférico de tamanho médio (comprimento e largura: 8.5 $\mu\text{m}$ ). O hilo é aberto em posição central. A cruz de extinção apresenta-se central, com braços retos e superfície lisa.	

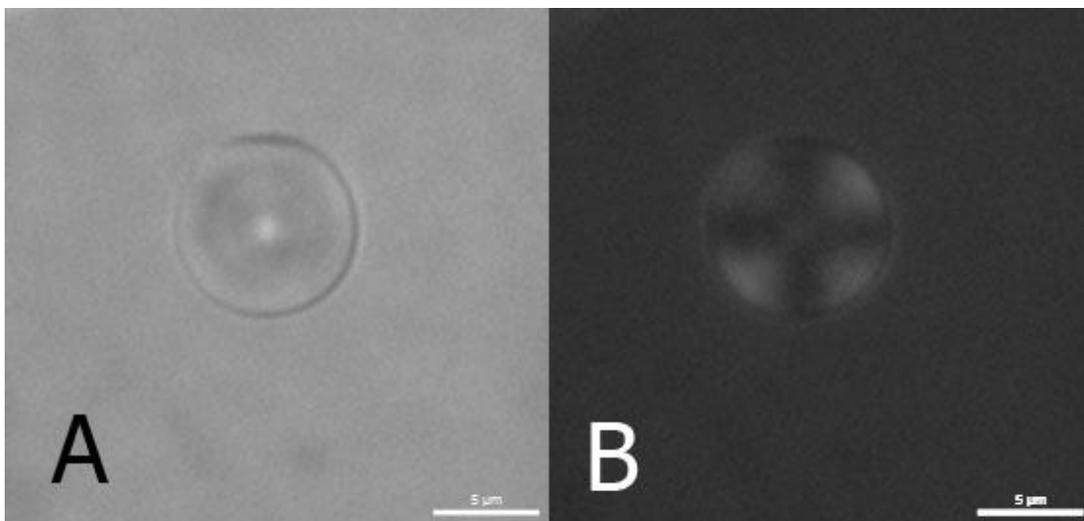


Figura 30 O Grão tipo F em mandioca, *Manihot esculenta*. A: sob luz transmitida não polarizada, sob luz transmitida polarizada.

<b><i>Manihot esculenta</i>-Tipo G</b>	
Porcentagem: 2%.	N=1
Comprimento e largura ( $\mu\text{m}$ ): 9,2	
Descrição	
Grão hexagonal de tamanho médio. Hilo central não visível. Facetas de pressão evidentes com margens retas. A cruz de malta é centrada com os braços retos.	

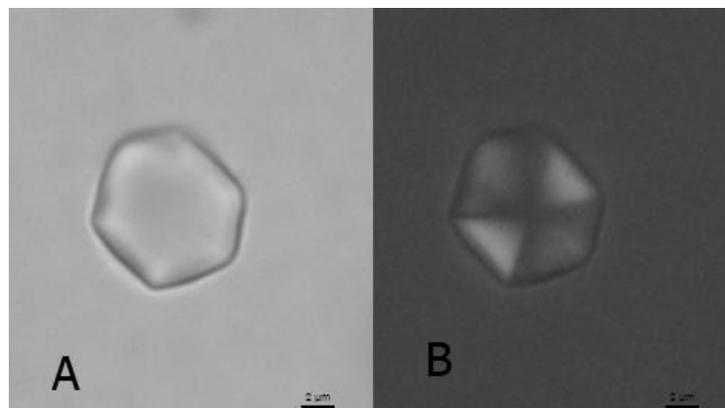


Figura 31 Grão tipo G em mandioca, *Manihot esculenta*. A: sob luz transmitida não polarizada, B: sob luz transmitida polarizada.

<b><u>Manihot esculenta</u>-Tipo H</b>	
Porcentagem: 10 %.	N=5
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 12,8 - <b><u>14,4</u></b> -16,6	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 10,2- <b><u>12,1</u></b> -15,2
Descrição	
<p>Grãos de amido médios, de forma truncada. O hilo é central que pode ser aberto ou fechado. Apresentam de uma a duas facetas de pressão evidentes na parte distal, as margens variam entre curvas e onduladas. Sem laminado evidente.</p> <p>Um par de grãos de amido apresentaram cavidades ou fissuras em forma de cruz irregular ou Lineal H.</p> <p>A cruz de malta é com braços curvos, retos ou irregulares.</p> <p>A superfície é lisa, com exceção de um grão com superfície enrugada com protuberâncias.</p>	

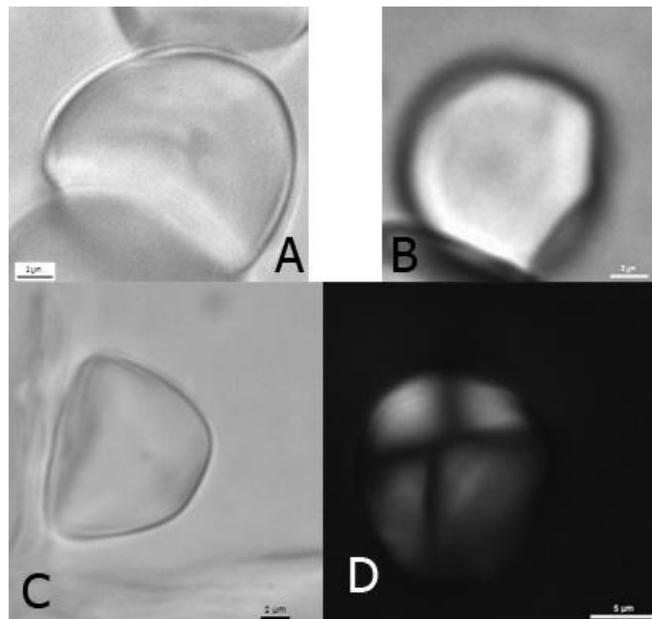


Figura 32 Grãos tipo H em mandioca, Manihot esculenta. A-C: sob luz transmitida não polarizada, D: sob luz transmitida polarizada.

7.1.2 N.P.: Jatobá, jataí. N.C: *Hymenaea courbaril*. L., Fabaceae (polpa)

A maioria dos grãos de amido encontravam-se dentro de estruturas ovaladas, possivelmente amiloplastos. Chama a atenção o tipo C devido ao tamanho, forma e hilo excêntrico, provavelmente seja diagnóstico.

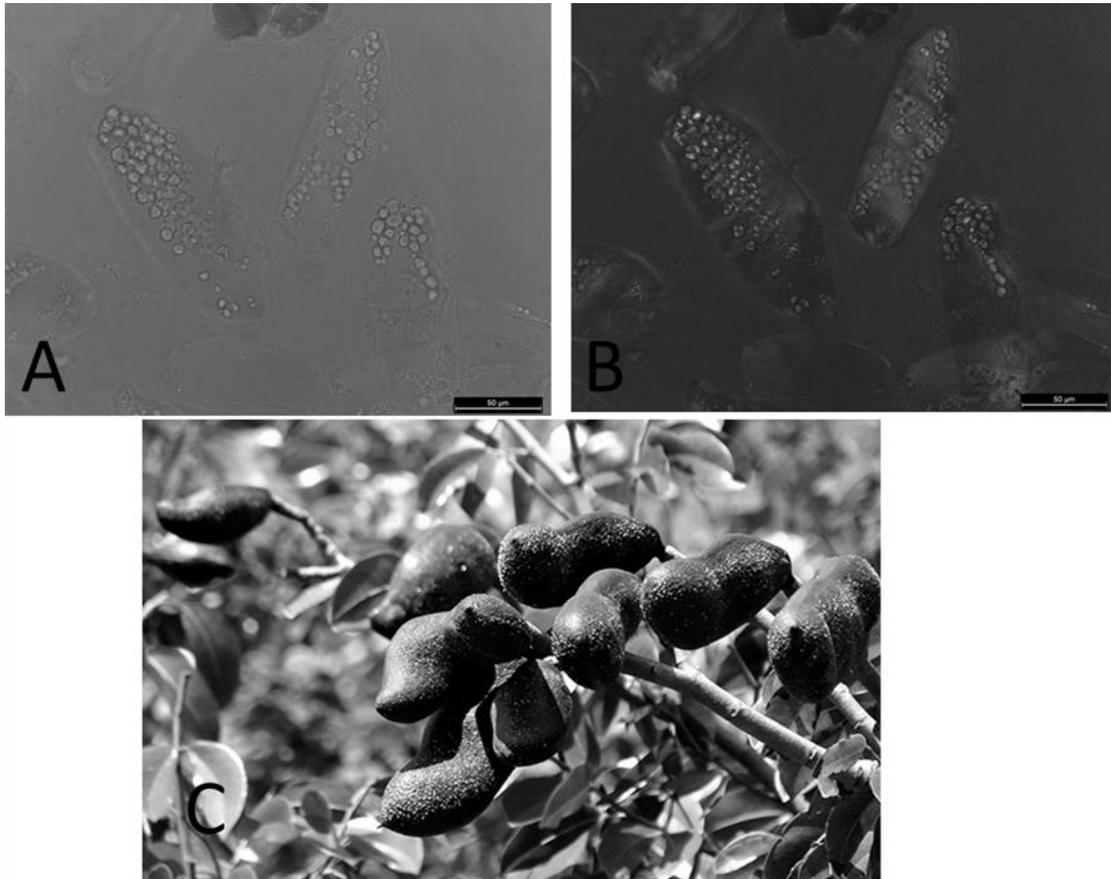


Figura 33 **A-B:** Vista geral dos grãos de amido de jatobá, *Hymenaea courbaril*. Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B), tamanho da barra: 50 µm ; **C:** Fruto, fotografia tomada do portal G1 (“Jatobá tem usos medicinais e é árvore que ajuda no reflorestamento”, [s.d.]).

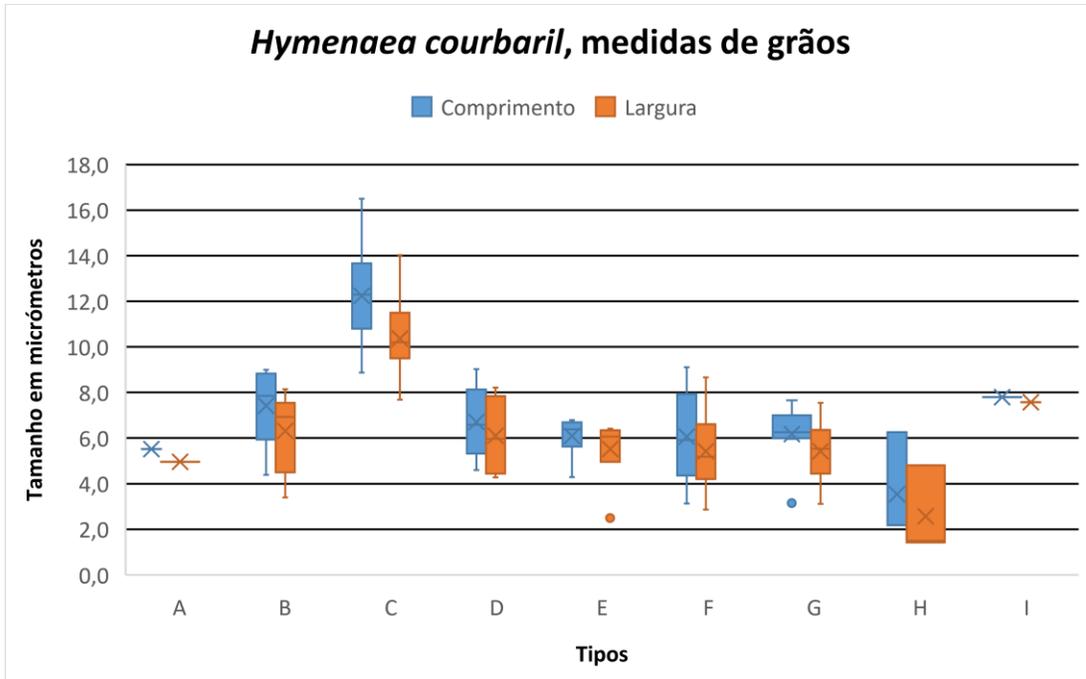


Figura 34 Boxplot de tamanhos dos tipos de grãos achados em jatobá, *Hymenaea courbaril*.

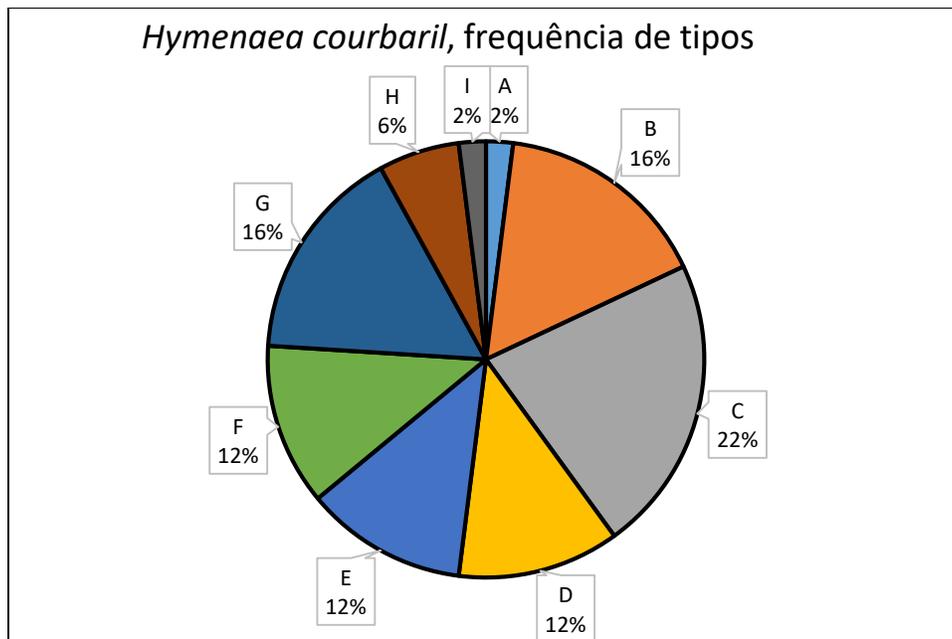


Figura 35 Frequência de tipos em jatobá, *Hymenaea courbaril*

<b><u>Hymenaea courbaril</u>-Tipo A</b>	
Frequência 2%	N=1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): <b><u>5,5</u></b>	Largura( $\mu\text{m}$ ): <b><u>5,0</u></b>
Descrição	
<p>Grão pequeno de forma truncada e ovalada</p> <p>O hilo não é visível.</p> <p>Apresenta uma cavidade circular na parte mesial.</p> <p>A cruz de malta apresenta-se com os braços curvos. Os braços não se tocam. A posição da cruz é central.</p> <p>A borda apresenta-se em linha simples.</p> <p>A superfície tem uma aparência enrugada.</p>	

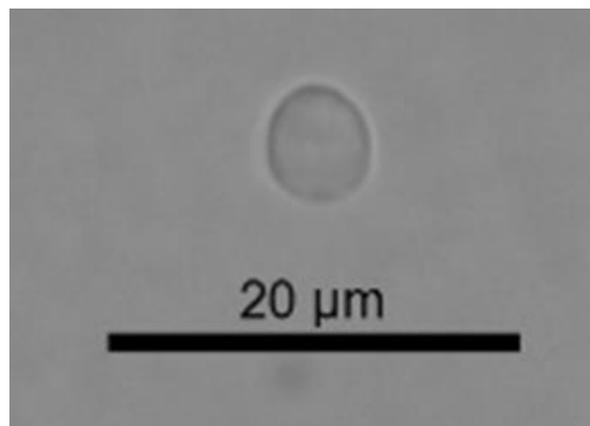


Figura 36 Grão tipo A em jatobá, Hymenaea courbaril. L.

<b><u>Hymenaea courbaril</u>-Tipo B</b>	
Frequência 16%	N=8
Comprimento (µm): 4.4 - <b><u>7,2</u></b> -9,0	Largura(µm): 3,9 – <b><u>6,3</u></b> – 7,6
Descrição	
<p>Grãos pequenos, de formas truncadas, triangulares e trapezoidais; mas que podem apresentar uma forma esférica ao ser girados. Na maioria dos casos o hilo não é visível, mas quando é apresenta-se circular aberto excêntrico</p> <p>Apresentam uma faceta de pressão evidentes na parte distal. As margens destas facetas podem ser retas ou em linha angular suave.</p> <p>Quando presentes, as cavidades ou fissuras podem ser circulares, ou lineares “F” ou, excepcionalmente, “Y”.</p> <p>Quando visível, a cruz de malta apresenta-se com braços curvos, porém, um grão foi registrado com braços retos e outro com braços irregulares. Na maioria dos casos a posição da cruz é excêntrica. Em alguns casos, os braços não se tocavam deixando a cruz com uma aparência de dois semicírculos divergentes. Em um grão foi registrado uma descoloração numa parte da cruz, o que dava a aparência de estar formada por 4 braços.</p> <p>A borda apresenta-se em linha simples na maioria das vezes e em menor número como linha dupla, externa grossa, interna clara.</p> <p>A superfície apresenta-se na sua maioria enrugada e em menor número como lisa. Um grão foi registrado com protuberâncias na superfície.</p> <p>Alguns grãos apresentavam a parte mesial com depressões ou colapsada.</p>	

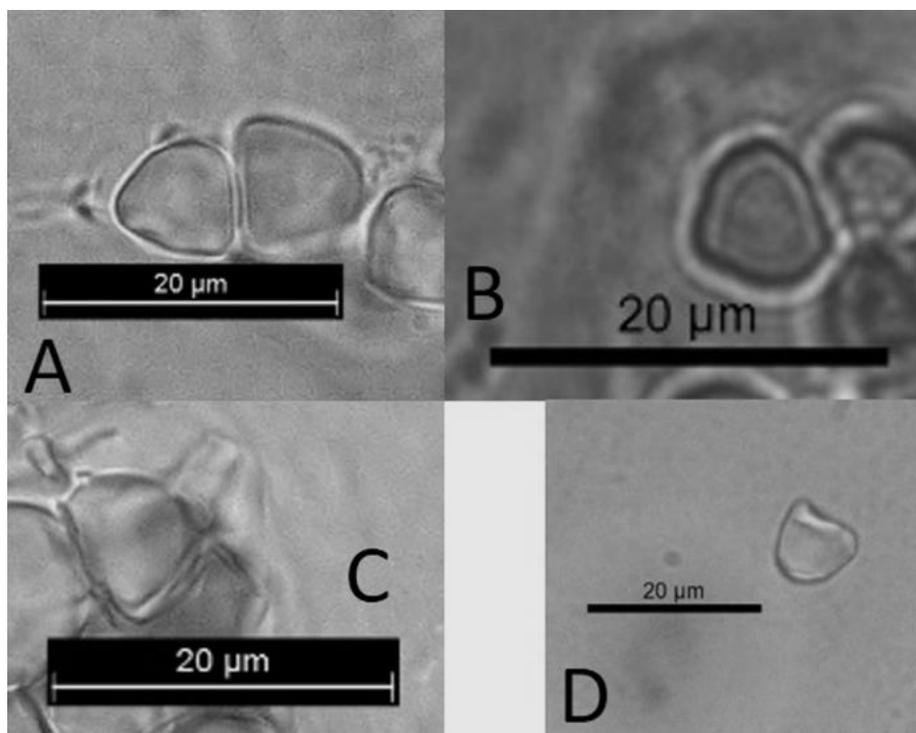


Figura 37 Grãos tipo B em jatobá, *Hymenaea courbaril*. L.

<b><u>Hymenaea courbaril</u>-Tipo C</b>	
Frequência 22%	N=11
Comprimento (µm): 8,9 - <b><u>12,2</u></b> -16,5	Largura(µm): 7,7 – <b><u>10,4</u></b> – 14,0
Descrição	
<p>Grãos médios, com formas ovaladas e trasovadas truncadas; mas que podem apresentar formas triangulares, pentagonais e esféricas ao ser giradas.</p> <p>Quando visível, o hilo pode ser tanto aberto quanto fechado, excêntrico.</p> <p>As facetas de pressão podem ser evidentes na parte distal quando são uma ou duas, e simplesmente evidentes quando são de 3 a 4. As margens podem ser na forma de linha curva-côncava, curvo-côncava, curvo-convexa, curvo-angular, ondulada suave, e em menor medida retos e linha reto-angular. As facetas de pressão podem ter diferentes margens num mesmo grão.</p> <p>Quando presente, a cavidade ou fissura pode ser em forma de linear “A”.</p> <p>A borda pode apresentar-se na forma de linha dupla, externa grossa, interna clara e linha simples.</p> <p>A posição da cruz de malta é excêntrica, com os braços curvos, e em menor medida retos ou irregulares. Em algumas ocasiões, não se tocam deixando a cruz com uma aparência de dois semicírculos divergentes. Em outras ocasiões, um braço tinha a aparência de ser maior do que os outros. A polarização é forte.</p> <p>A superfície tem uma aparência na sua maioria enrugada e em menor parte lisa.</p>	

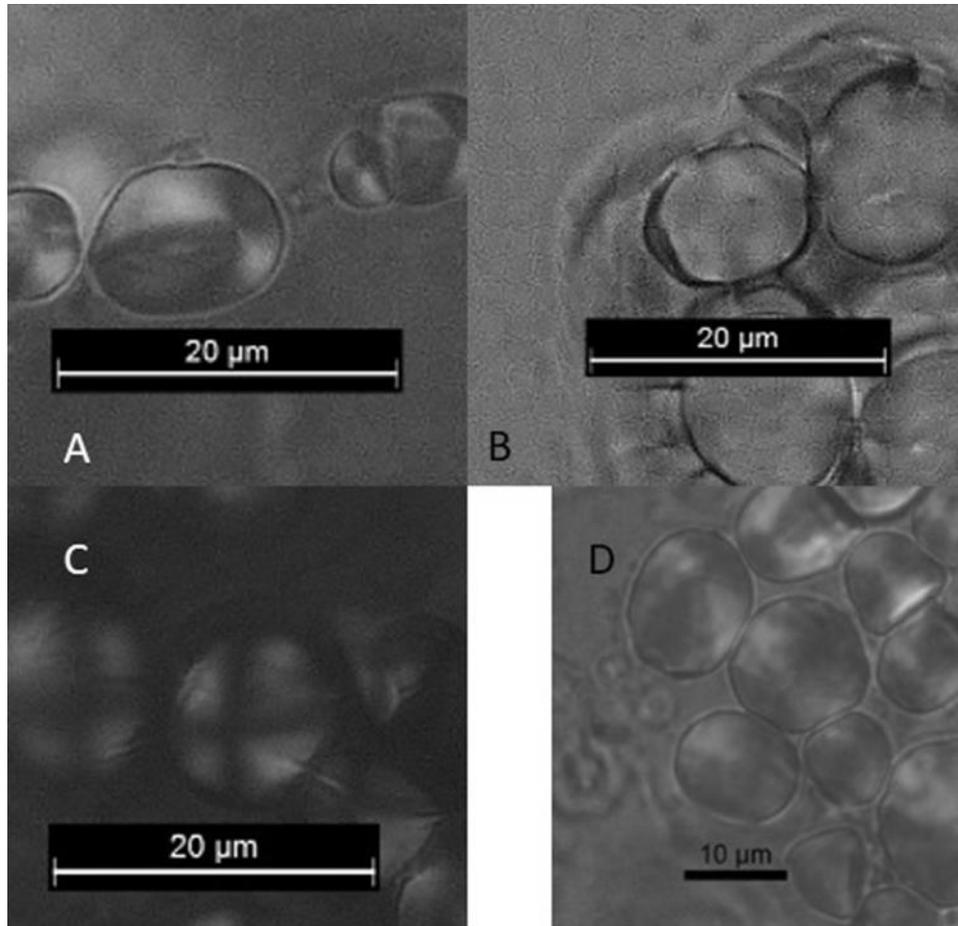


Figura 38 Grãos tipo C em jatobá, *Hymenaea courbaril*. L. **B**: sob luz transmitida não polarizada; **A**, **C** e **D**: sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo fechado em **B**.

<b><i>Hymenaea courbaril</i>-Tipo D</b>	
Frequência 12%	N=6
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 4,6 - <b>6,7</b> -9,0	Largura( $\mu\text{m}$ ): 4,3 – <b>6,1</b> – 8,2
Descrição	
<p>Grãos pequenos e médios truncados, ovais e em menor medida quadrangulares. Conta com uma faceta de pressão evidente em forma linha curva reta, mas que pode apresentar-se como curva-côncava ou ondulada suave, esta faceta de pressão apresenta-se na linha meia do grão, na parte distal. O hilo não é visível.</p> <p>A borda apresenta-se em linha simples.</p> <p>A posição da cruz de malta é na maioria das vezes central, mas pode aparecer excêntrica. Dois dos grãos registrados apresentaram a parte mesial mais escura do que os braços e em um dos grãos registrados os braços da cruz pareciam não se tocar.</p> <p>A superfície apresenta-se enrugada na maioria dos casos.</p>	

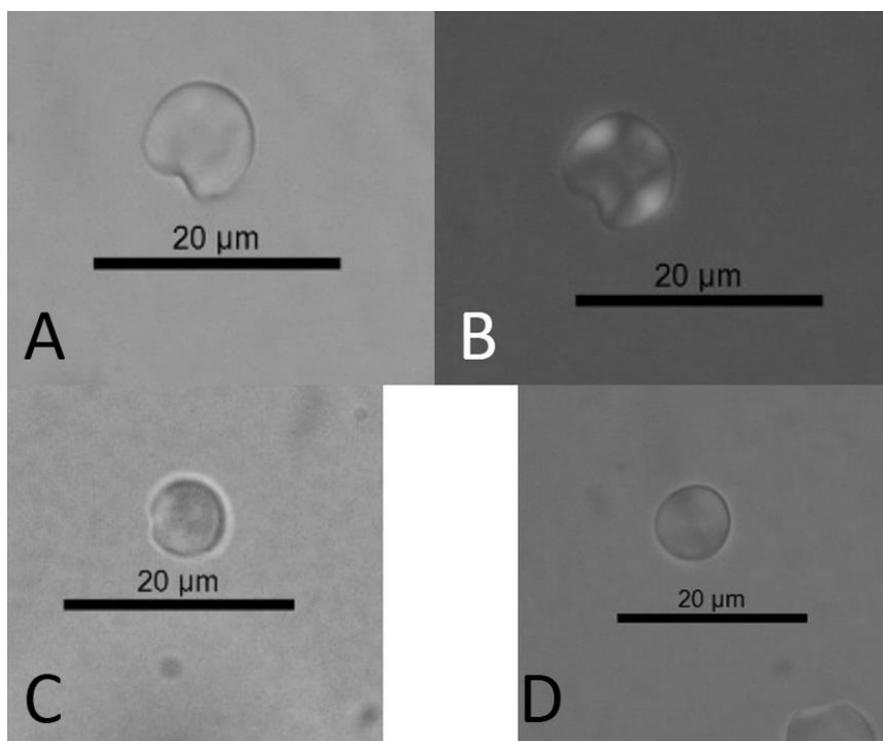


Figura 39 Grãos tipo D em jatobá, *Hymenaea courbaril*. L. **B**: sob luz transmitida polarizada; **A, C e D**: sob luz transmitida não polarizada. Em A e B é visível a faceta de pressão.

<b><i>Hymenaea courbaril</i> Tipo E</b>	
Frequência 12%	n=6
Comprimento (µm): 4,3 - <b>6,1</b> -6,8	Largura(µm):2,5- <b>5,4</b> - 6,4
Descrição	
<p>Grãos pequenos com formas truncadas, mas que podem ser esféricas ou triangulares em menor medida. Contam com uma faceta de pressão na forma de uma linha reta, curva-reta ou ondulada suave. O hilo não é visível na maioria dos casos. A penas um grão apresentou o hilo circular fechado excêntrico.</p> <p>Apenas um grão dos registrados apresentou uma fissura na forma “Linear F”.</p> <p>A borda apresenta-se em forma de linha simples na maioria dos casos, mas um grão foi registrado com linha dupla: externa grossa, interna clara.</p> <p>Quando visível, a cruz pode ser central ou excêntrica. A forma dos braços pode ser curva ou reta.</p> <p>A superfície pode ser tanto lisa quanto enrugada.</p>	

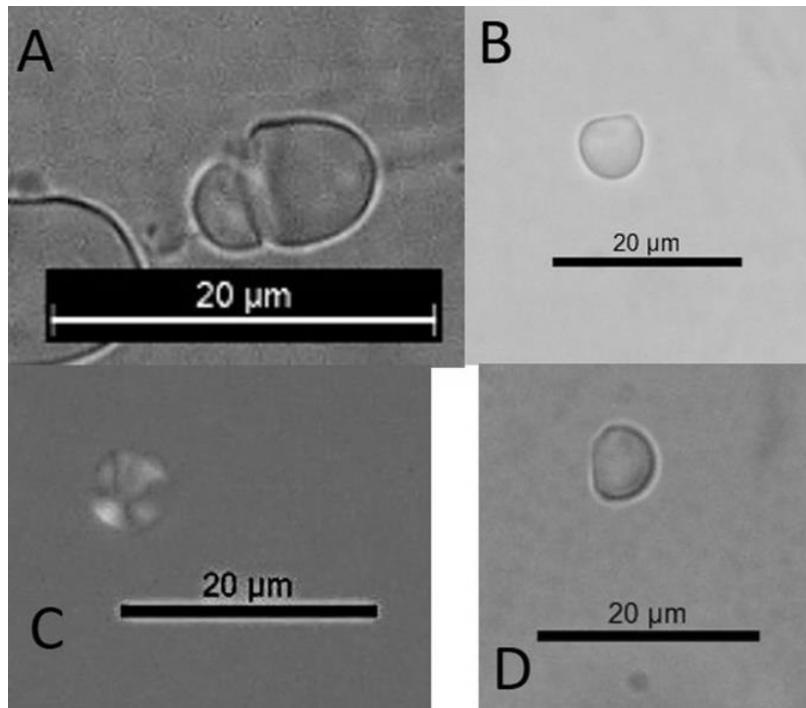


Figura 40 Grãos tipo E de jatobá, *Hymenaea courbaril* L. **A, B e D**: sob luz direta; **C**: sob luz transmitida polarizada

<b><i>Hymenaea courbaril</i> Tipo F</b>	
Frequência 12%	N=6
Comprimento (µm): 3,1 - <u>6,1</u> -9,1	Largura(µm):2,9– <u>5,4</u> – 8,7
Descrição	
<p>Grãos pequenos e médios com formas quadrangulares, trapezoidais, hexagonais e triangulares. Uma a 3 facetas de pressão evidentes com margens retos ou em linha reta-angular. O hilo não é visível.</p> <p>Apenas um grão dos registrados apresentou uma fissura na forma “Linear Y”.</p> <p>A borda apresenta-se em forma de linha simples, mas em um caso apresentou uma linha externa escura e interna clara.</p> <p>Quando visível, a cruz é excêntrica na maioria das vezes.. A forma dos braços pode ser curva ou reta.</p> <p>A superfície é na enrugada na maioria das vezes, mas pode se apresentar lisa ou com protuberâncias.</p>	

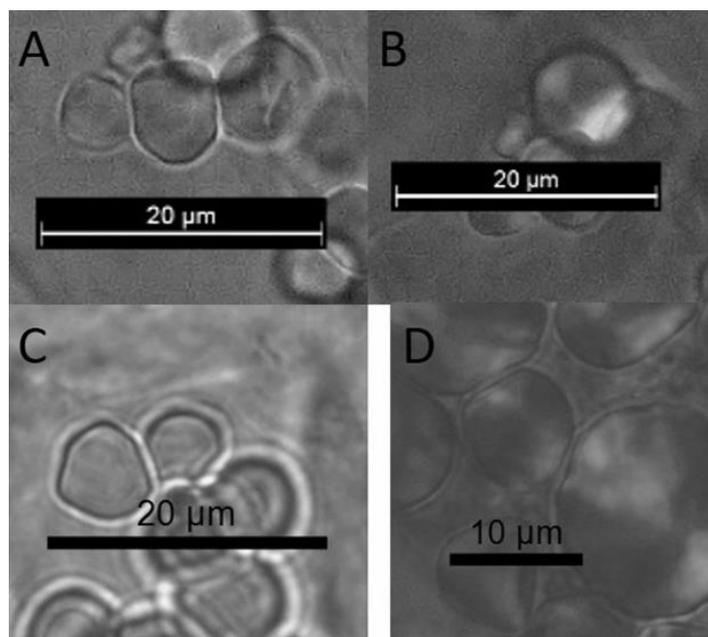


Figura 41 Grãos tipo F em jatobá, *Hymenaea courbaril* L. A, C: sob luz transmitida não polarizada; B,D: sob luz transmitida polarizada.

<b><i>Hymenaea courbaril</i> Tipo G</b>	
Frequência 18%	N= 8
Comprimento (µm): 3,1- <b><u>6,2</u></b> - 7,7	Largura(µm):3,1- <b><u>5,4</u></b> - 7,5
Descrição	
<p>Grãos pequenos, truncados, mas que podem apresentar formas triangulares, quadrangulares ou de sino ao ser girados. É parecido com o tipo E, só que as facetas de pressão (uma a duas, evidentes) formam uma espécie de bico (margens retas, linha reto-angular, curva-convexa ou em menor medida ondulado suave). Na maioria das vezes o hilo não é visível, só um grão apresentou um hilo circular aberto, excêntrico. A borda é na sua maioria uma linha simples, mas pode apresentar também uma linha dupla: externa grossa e interna clara.</p> <p>Quando visível, a posição da cruz é excêntrica (mas um grão com cruz central foi registrado. A superfície é na maioria das vezes enrugada, mas pode se apresentar as vezes como lisa..</p>	

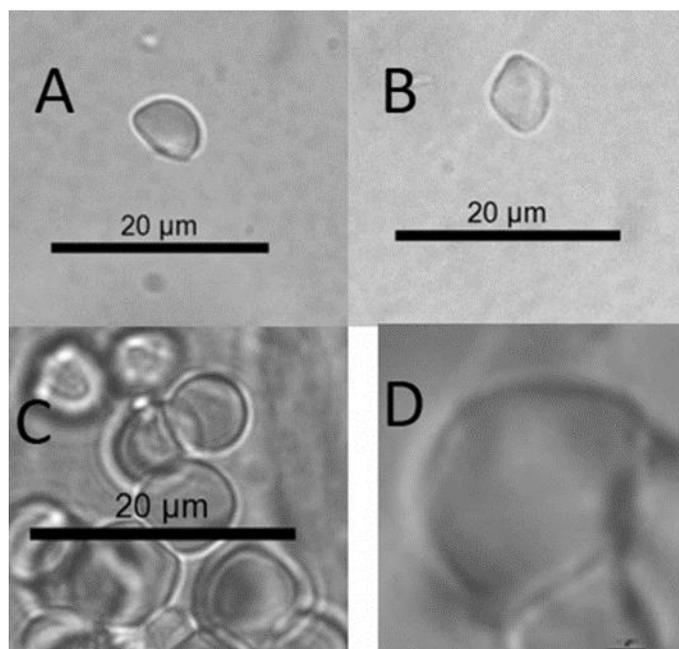


Figura 42 Grãos tipo G em jatobá, *Hymenaea courbaril* L.

<b><u>Hymenaea courbaril</u>-Tipo H</b>	
Porcentagem: 6%	N= 3
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 2,2- <b><u>3,5</u></b> – 6,3	Largura( $\mu\text{m}$ ):1,4- <b><u>2,6</u></b> – 4,8
Descrição	
<p>Grãos pequenos, truncados e triangulares. Com 1 ou 2 facetas de pressão evidentes com as margens curvas ou retas. Mais compridos e menos largos do que os tipos E e G. O hilo não é visível. A borda apresenta-se em linhas simples.</p> <p>A cruz de malta foi visível só em um grão, com braços curvos. Posição excêntrica. Polarização forte. A superfície pode ter a aparência tanto enrugada quanto lisa.</p>	

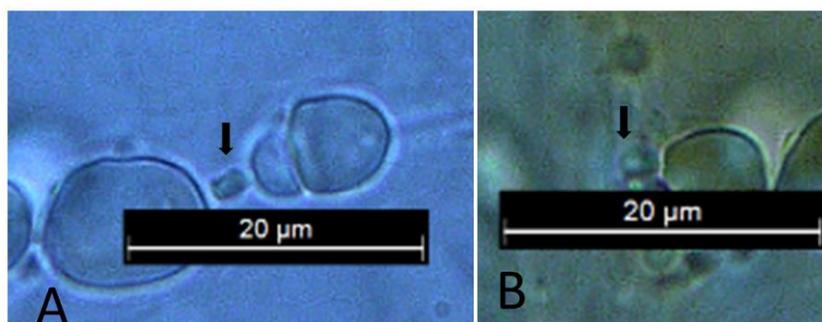


Figura 43 Grãos tipo H em jatobá, Hymenaea courbaril L, sinalizados como uma seta. Sob luz transmitida não polarizada.

<b><u>Hymenaea courbaril</u>-Tipo I</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,8	Largura( $\mu\text{m}$ ):7,6
Descrição	
<p>Grão médio, hexagonal truncado, com uma faceta de pressão evidente na parte distal. A margem é de linha curva-reta. O hilo não é visível. Apresenta uma fissura em forma de Linear "F", que o distingue dos outros grãos registrados. A borda é uma linha simples. A cruz de malta apresenta-se central, com braços curvos (não se tocam) com polarização forte.</p> <p>A superfície é de aparência enrugada.</p>	

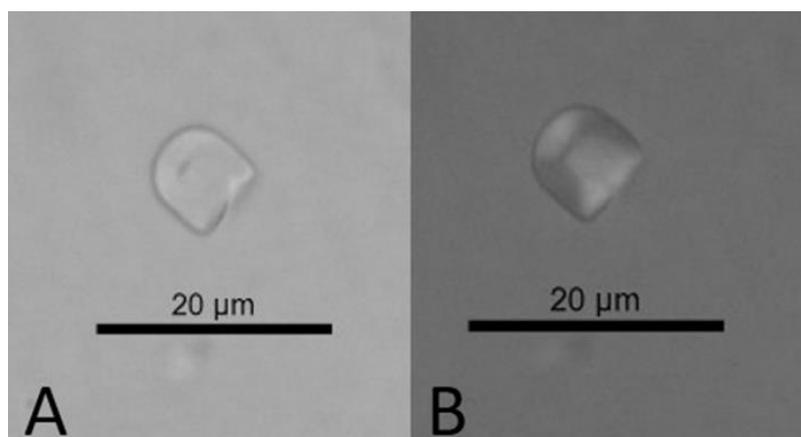


Figura 44 Grão Tipo I em jatobá, *Hymenaea courbaril* L. **A**: sob luz transmitida não polarizada; **B**: sob luz transmitida polarizada.

7.1.3 N.P: Croá, melão-caboclo.N.C: *Sicana odorifera* Vell. Naudin, Cucurbitaceae (polpa)

Grande quantidade de grãos de amido de diversas formas foram achadas na polpa de este fruto, porém, nenhum deles parece ser diagnóstico.

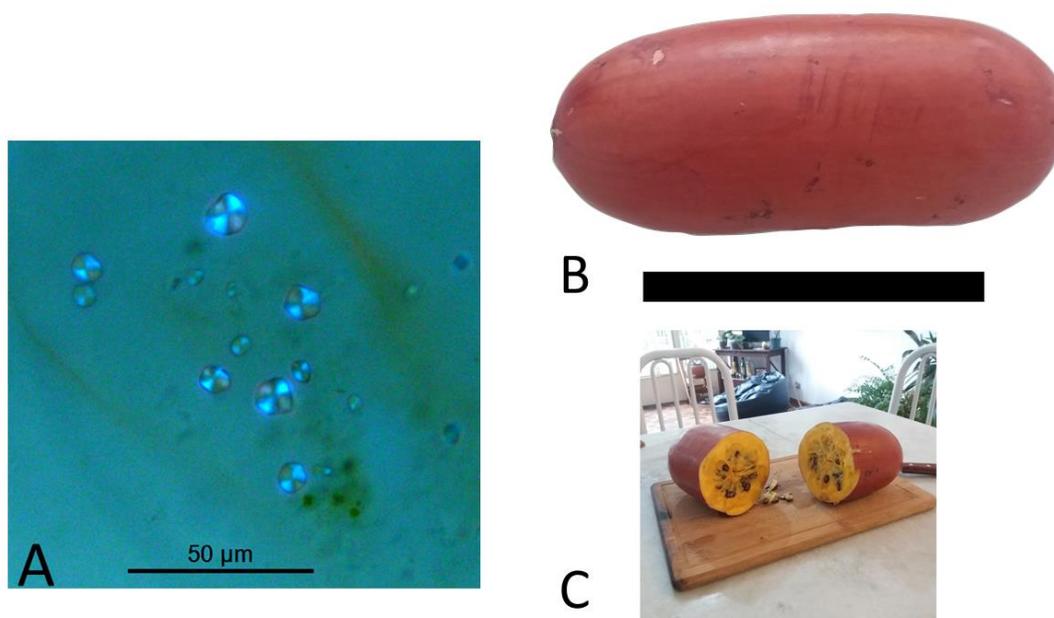


Figura 45 *Sicana odorifera* e grãos de amido. **A:** grãos de amido sob luz transmitida polarizada; **B;** fruto de *Sicana odorifera*, tamanho da barra: 25,4 cm; **C:** *Sicana odorifera* cortada transversalmente.

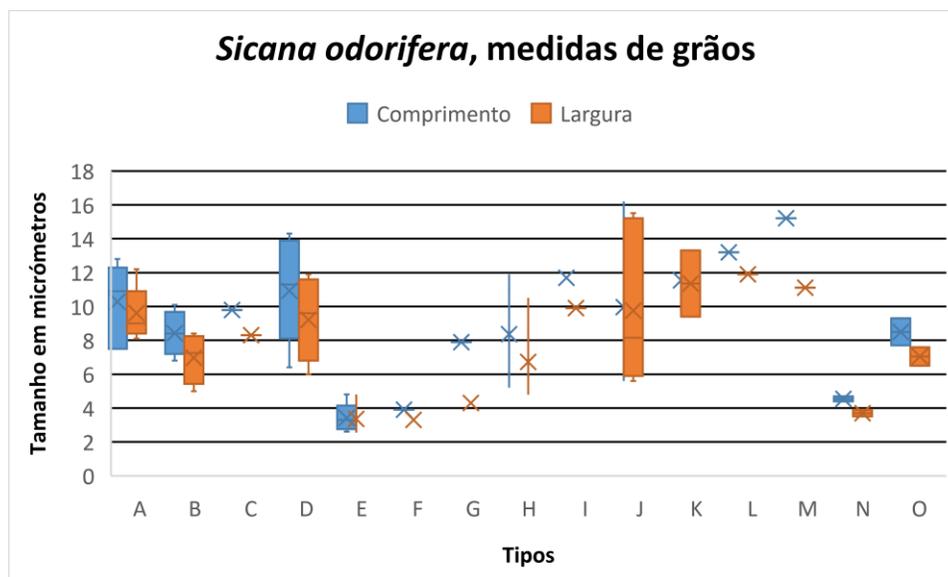


Figura 46 Boxplot de tamanhos dos tipos de grãos achados em croá, *Sicana odorifera*.

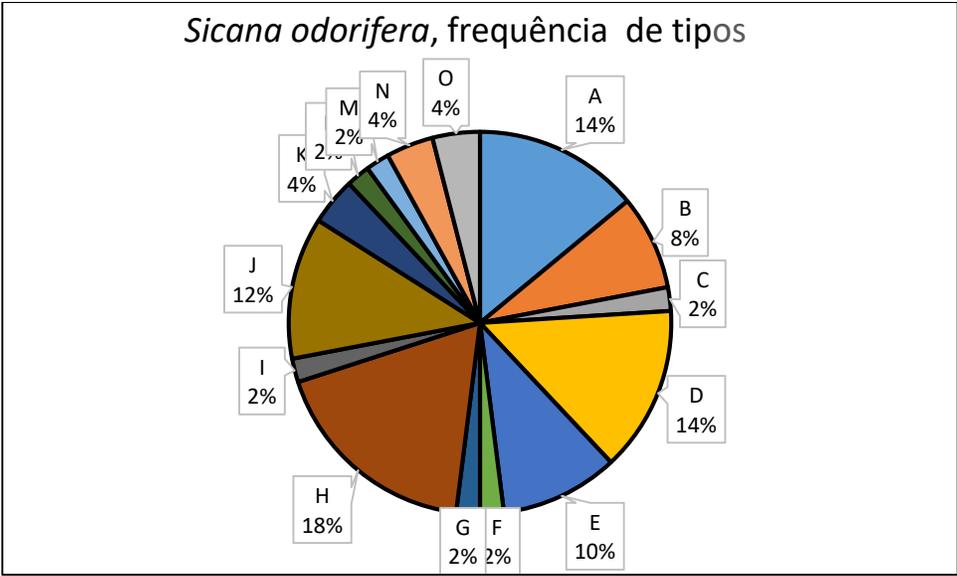


Figura 47 Frequência de tipos em croá, *Sicana odorifera*

<b><u>Sicana odorifera</u>-Tipo A</b>	
Porcentagem: 14%	N= 7
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,5 – <b><u>10,3</u></b> - 12,8	Largura( $\mu\text{m}$ ):8,1 – <b><u>9,6</u></b> – 12,2
Descrição	
Grãos médios, de forma quadrada, mas que pode apresentar uma forma triangular ao ser girados. Podem apresentar de uma a 3 facetas de pressão evidentes ou 3 aparentes, sendo as margens retas. O hilo não é visível. Não apresenta cavidades nem fissuras. Só um grão apresentou um laminado em círculos concêntricos. A borda é uma linha simples. As linhas da cruz são com braços retos.. A superfície é de aparência lisa.	

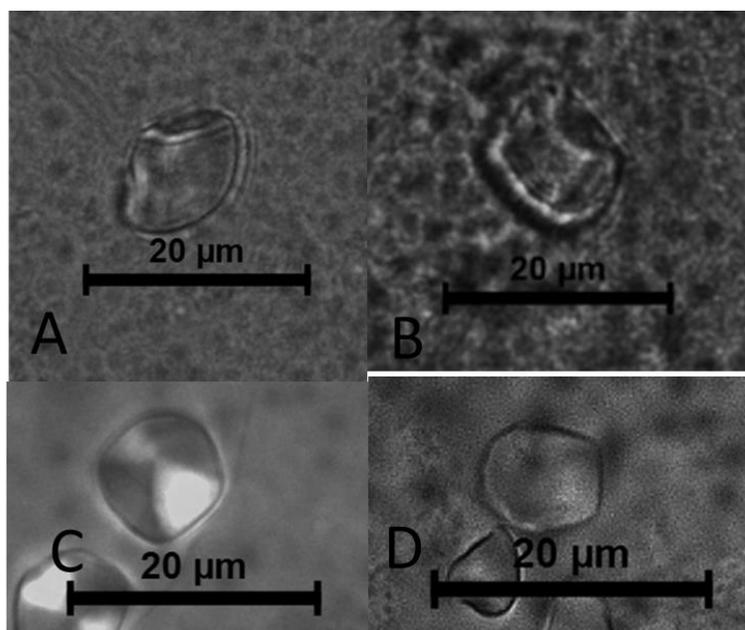


Figura 48 Grãos do tipo A de croá, *Sicana odorifera*. A, B e D sob luz transmitida não polarizada, C sob luz transmitida polarizada; note-se o laminado em B.

<b><u>Sicana odorifera</u>-Tipo B</b>	
Porcentagem: 8%	N= 4
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 6,8 – <b>8,4</b> – 10,1	Largura( $\mu\text{m}$ ): 5,0 – <b>7,0</b> – 8,4
Descrição	
Grãos pequenos a médios, de forma ovalada a trasovada. As margens são curvas, com exceção de um grão que apresentou duas facetas de pressão evidentes com margens retas. O hilo não é visível. Não apresenta cavidades nem fissuras. A borda é uma linha simples. A cruz é com braços retos. A superfície é de aparência lisa.	

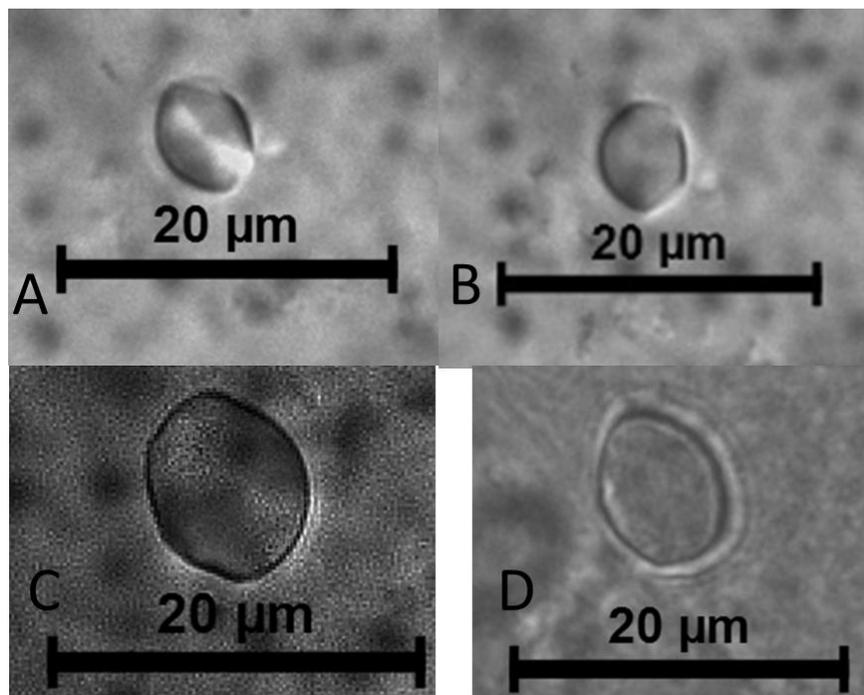


Figura 49 Grãos tipo **B** de croá, *Sicana odorifera*. A e C: sob luz transmitida polarizada; B e D sob luz transmitida não polarizada

<b><u>Sicana odorifera</u>-Tipo C</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 9,8	Largura( $\mu\text{m}$ ): 8,3
Descrição	
Grãos médios, de forma pentagonal. Sem hilo visível. Duas facetas de pressão evidentes com margens retas. Não apresenta cavidades nem fissuras. A borda é uma linha simples. A maioria das linhas de cruz foram com braços retos. A superfície é de aparência lisa.	

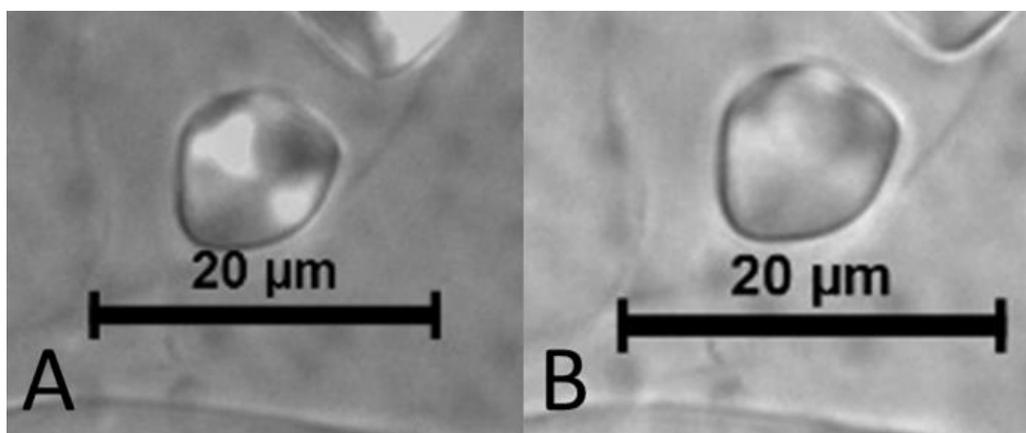


Figura 50 Grãos tipo C de croá, Sicana odorifera. **A**: sob luz transmitida polarizada; **B**: sob luz transmitida não polarizada

<b><i>Sicana odorifera</i>-Tipo D</b>	
Porcentagem:14%	N= 7
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 6,4- <b>10,9</b> – 14,3	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 6,0- <b>9,2</b> -11,9
Descrição	
Grãos pequenos a médios, formas truncadas na sua maioria (foi registrada a forma triangular em um grão). Sem hilo visível. Podem apresentar uma ou duas facetas de pressão evidentes com margens em linha reta, curva-côncava e ondulada suave. Não apresentam cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se com as linhas de cruz foram braços retos. A superfície pode ser lisa ou com protuberâncias.	

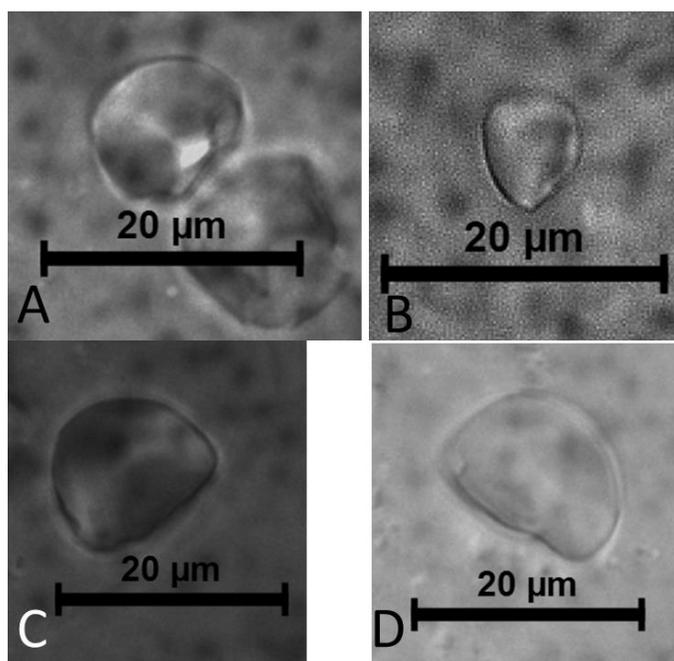


Figura 51 Grãos tipo **D** de croá, *Sicana odorifera*. **A-C**: sob luz transmitida polarizada; **B-D**: sob luz transmitida não polarizada

<b><i>Sicana odorifera</i>-Tipo E</b>	
Porcentagem: 10%	N= 5
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 2,6 – <u>3,4</u> – 4,8	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,6 – <u>3,4</u> – 4,8
Descrição	
Grãos pequenos de forma circular. Sem hilo visível. Não apresentam cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se com as linhas de cruz com braços retos. A superfície é lisa .	

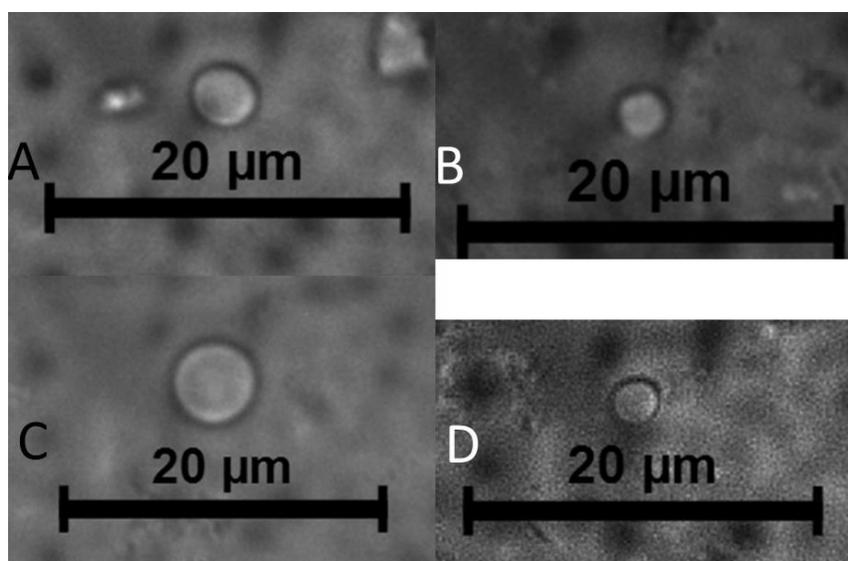


Figura 52 Grãos tipo E de croá, *Sicana odorifera* sob luz transmitida não polarizada

<b><u>Sicana odorifera</u>-Tipo F</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 3,9	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 3,3
Descrição	
Grão pequeno de forma triangular. Sem hilo visível. Não apresentam cavidades nem fissuras. A cruz de extinção não é visível. A superfície é lisa .	

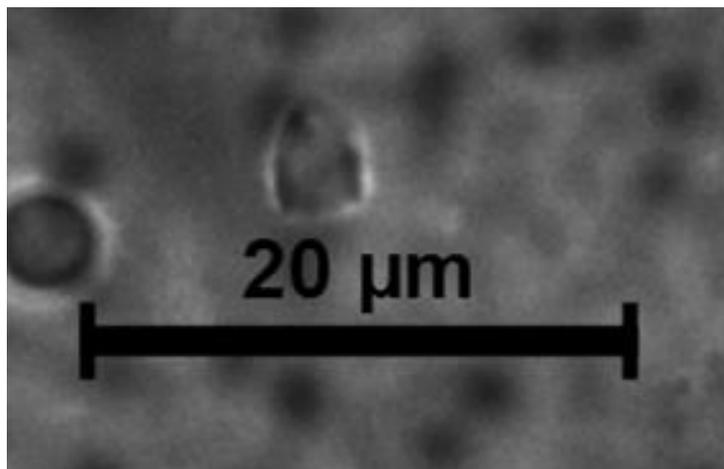


Figura 53 Grão tipo F de croá, Sicana odorifera sob luz transmitida não polarizada

<b><i>Sicana odorifera</i> Tipo G</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,9	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 4,3
Descrição	
Grão pequeno de forma truncada. Sem hilo visível. Uma faceta de pressão evidente com margem em linha reta. Não apresenta nem cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se com braços retos. A superfície é lisa.	

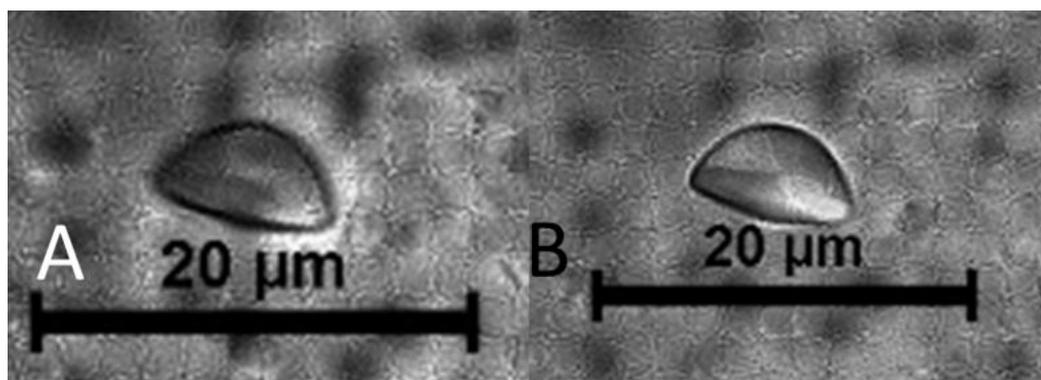


Figura 54 Grão tipo G de croá, *Sicana odorifera* sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B)

<b><i>Sicana odorifera</i>-Tipo H</b>	
Porcentagem: 18%	N= 9
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 5,2 – <u>8,4</u> - 11,9	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 4,9- <u>6,7</u> - 10,5
Descrição	
Grãos pequenos a médios de forma transvoado comprimido. Duas facetas de pressão evidentes com margens em linha reta, no entanto, um grão apresentou uma margem em linha curvo-angular. Sem hilo visível. Não apresentam cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos. A superfície é lisa .	

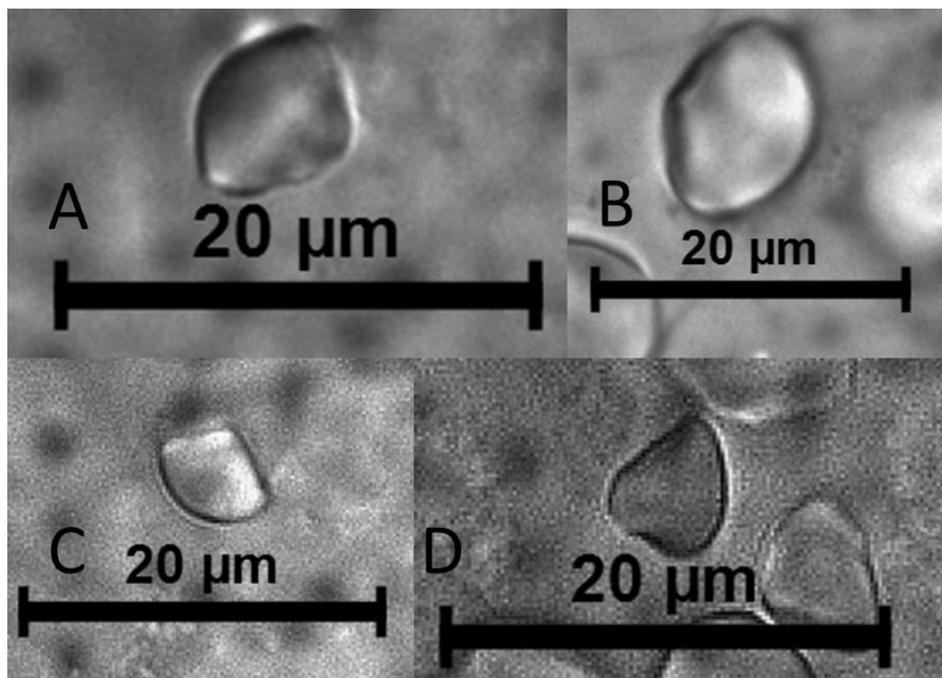


Figura 55 Grãos tipo H de croá, *Sicana odorifera* sob luz transmitida não polarizada

<b><u>Sicana odorifera</u> -Tipo I</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 11,7	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 9,9
Descrição	
Grão médio de forma truncada. Três facetas de pressão evidentes com margens em forma de linha reta biangular. Sem hilo visível. Não apresenta cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos. A superfície é lisa .	

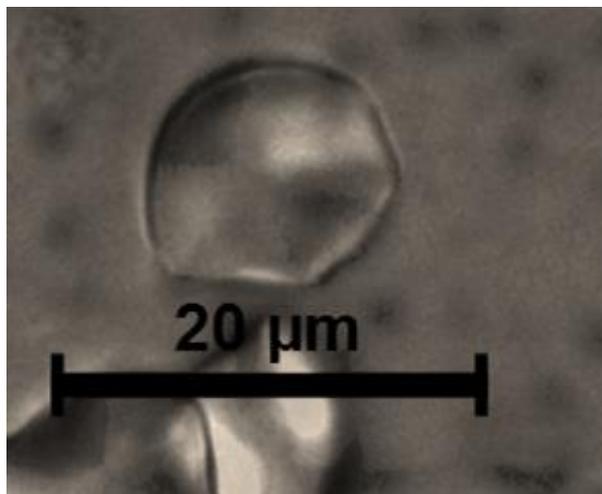


Figura 56 Grão tipo I de croá, Sicana odorifera sob luz transmitida polarizada.

<b><u>Sicana odorifera</u>-Tipo J</b>	
Porcentagem: 12%	N= 6
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 5,6- <b><u>10,0</u></b> – 16,2	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 5,6- <b><u>9,8</u></b> - 15,5
Descrição	
<p>Grãos de pequenos a médios. A forma é em aparência quase circular, mas com uma faceta de pressão que faz classificar ele dentro do tipo “truncado”. Essa faceta de pressão pode ser em linha reta, ondulada suave ou curvo-côncava. Um par de grãos apresentaram hilo: um deles circular fechado e outro circular aberto, ambos em posição central. Um dos grãos apresentou um laminado em forma de círculos concêntricos. Não apresenta cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos. A superfície é lisa na sua maioria, registrando-se apenas um grão com protuberâncias na superfície. Em outro dos grãos um círculo era visível na superfície.</p>	

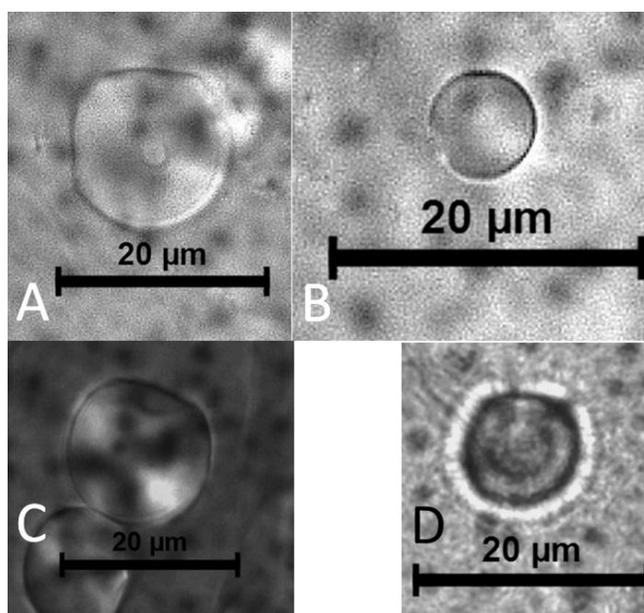


Figura 57 Grãos tipo J de croá, Sicana Odorifera. **A, B e D** sob luz transmitida não polarizada e **C** sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo aberto em **A**.

<b><i>Sicana odorifera</i>-Tipo K</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 9,8- <b>11,6</b> – 13,3	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 9,4- <b>11,4</b> - 13,3
Descrição	
Grãos médios com forma ovalada. Sem hilo aparente. Não apresenta cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos e polarização forte. A superfície é lisa.	

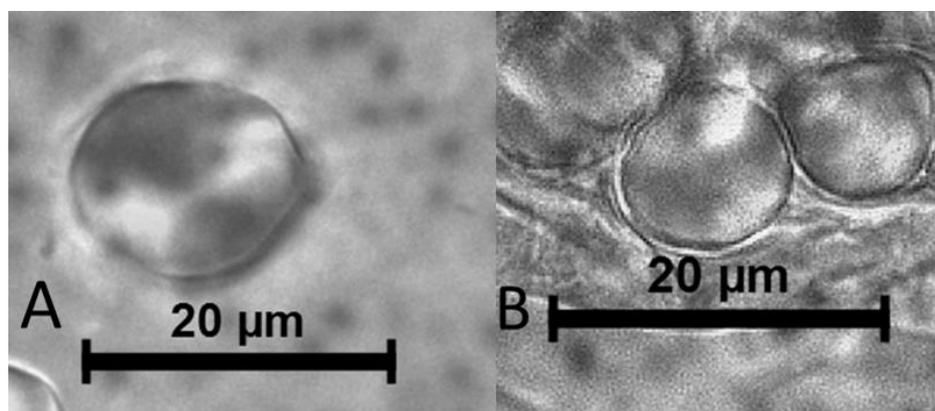


Figura 58 Grãos tipo K de croá, *Sicana odorifera*. Sob luz transmitida polarizada (A) e sob luz transmitida não polarizada (B)

<b><u>Sicana odorifera</u>- Tipo L</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 13,2	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 11,9
Descrição	
Grão médio, composto, em forma de rim ( <i>ovalado riñón</i> ). Sem hilo aparente. Não apresenta cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se com em posição central com braços retos. A superfície é lisa.	

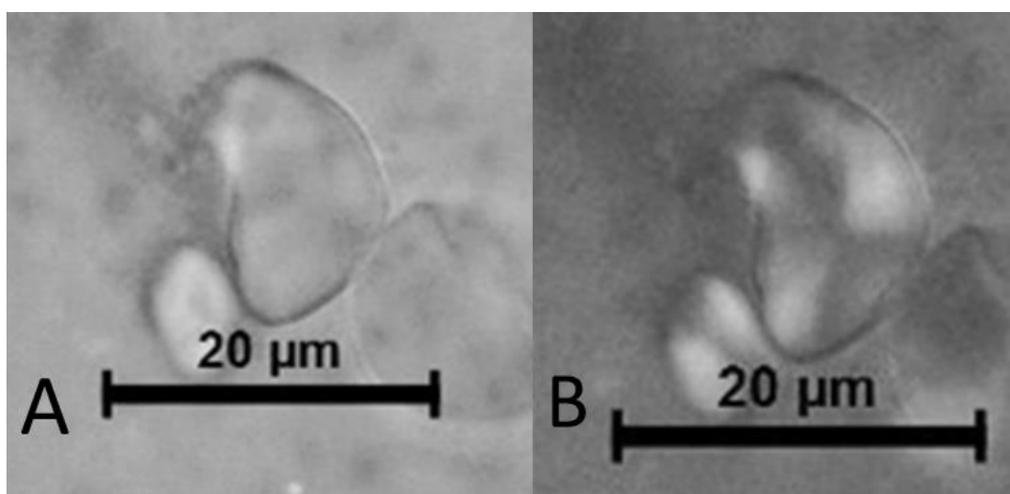


Figura 59 Grãos tipo L de croá, *Sicana odorifera*. Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B).

<b><u>Sicana odorifera</u>-Tipo M</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 15,2	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 11,9
Descrição	
Grão médio de forma quadrangular. Com hilo central fechado. Fissura em forma de T. Apresenta duas facetas de pressão aparentes com margens em linha reta. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos e polarização forte. A superfície é com protuberâncias.	

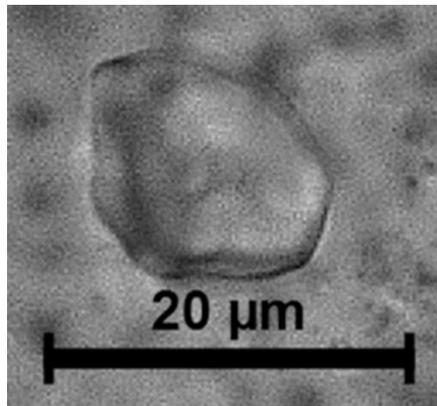


Figura 60 Grão tipo M de croá, *Sicana odorifera* sob luz transmitida não polarizada

<b><i>Sicana odorifera</i> -Tipo N</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 4,4- <b>4,5</b> - 4,7	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 3,5- <b>3,7</b> - 3,9
Descrição	
Grãos parecidos com o tipo B, mas muito mais pequenos. De forma ovalada. Sem hilo visível. Sem cavidades nem fissuras. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos. A superfície é lisa.	

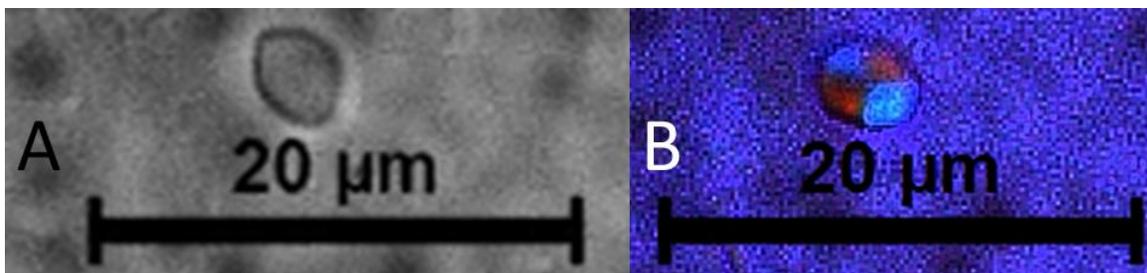


Figura 61 Grão tipo N de croá, *Sicana Odorifera*. Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B)

<b><i>Sicana odorifera</i> -Tipo O</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,7- <b>8,5</b> - 9,3	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 6,5- <b>7,1</b> - 7,6
Descrição	
Grãos médios de forma truncada. Sem hilo visível. Sem cavidades nem fissuras. Apresentam uma faceta de pressão evidente em forma de linha curvo-côncava. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos e polarização forte. A superfície é lisa.	

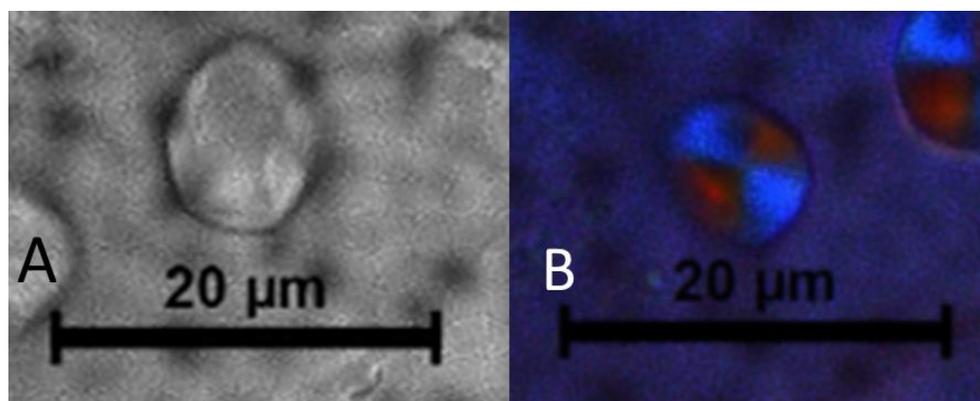


Figura 62 Grão tipo O de croá, *Sicana Odorifera*. Sob luz transmitida não polarizada (A) e sob luz transmitida polarizada (B)

7.1.1 N.P.:Algodão, N.C. *Gossypium hirsutum*, Malvaceae (substancia mucilaginoso)

Em esta planta também foram encontrados grande quantidade de grãos de amido de diversas formas e tamanhos.

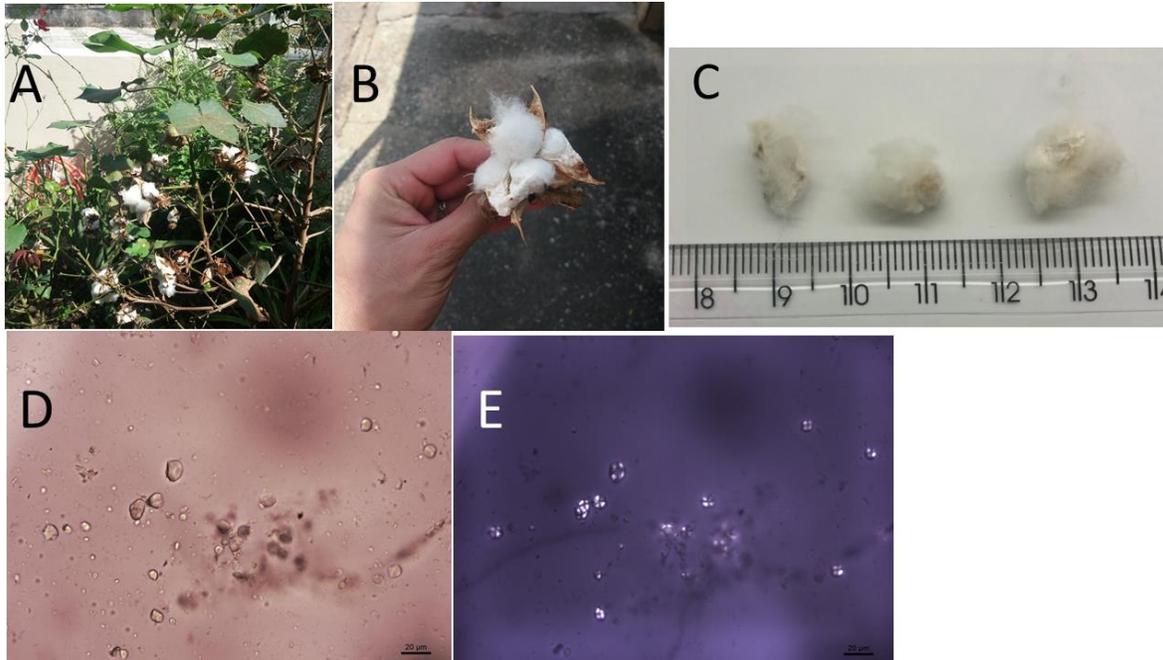


Figura 63 *Gossypium hisutum*. **A:** a planta coletada; **B:** fruto aberto mostrando as fibras; **C:** substancia mucilaginoso amostrada colada em algumas fibras; **D:** grãos de amido sob luz transmitida não polarizada e **E:** sob luz transmitida polarizada. Tamanho da barra em D e E: 20 µm

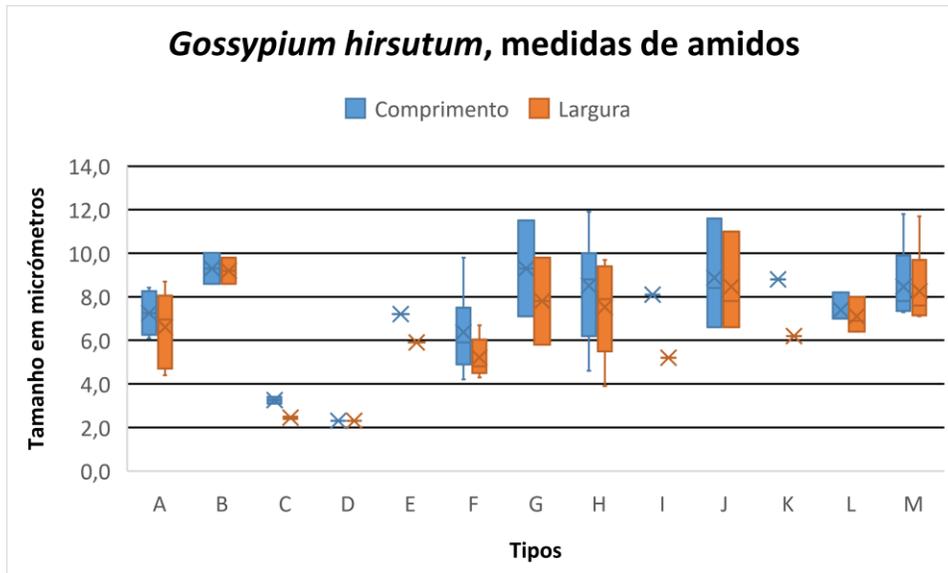


Figura 64 Boxplot de tamanhos dos tipos de grãos achados em algodão, *Gossypium hirsutum*

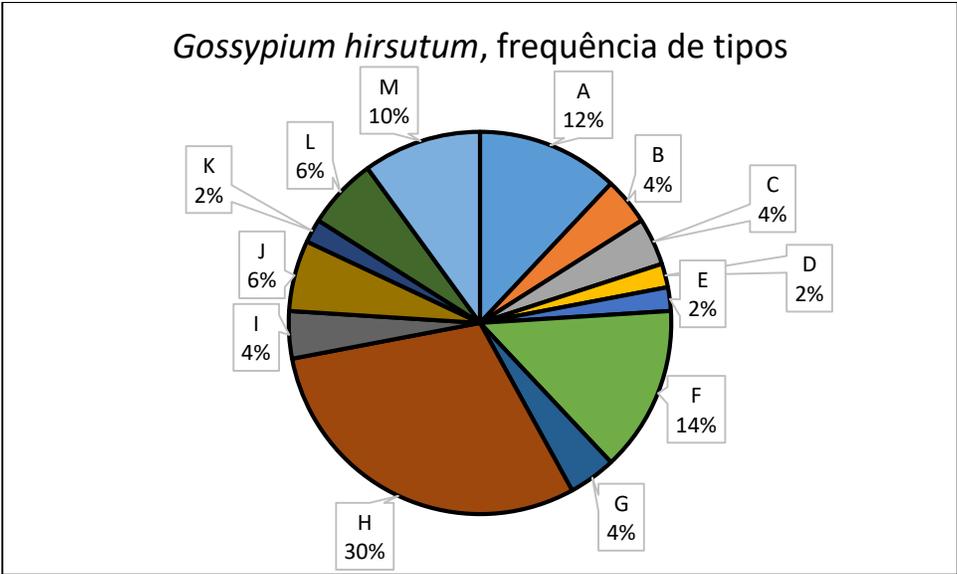


Figura 65 Frequência de tipos em algodão, *Gossypium hirsutum*

<b><i>Gossypium hirsutum</i></b> -Tipo A	
Porcentagem: 12%	N= 6
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 6,3 – <u>7,3</u> – 8,4	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 4,4 – <u>6,6</u> – 7,8
Descrição	
<p>Grãos de tamanho pequeno e médio de forma triangular ou truncada. Quando visível, o hilo pode ser circular aberto ou fechado. Sem cavidades nem fissuras. Apresentam duas facetas de pressão evidentes ou aparentes com margem em forma de linha reta. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos. A superfície é lisa, exceto por um grão que apresentou a superfície com protuberâncias.</p>	

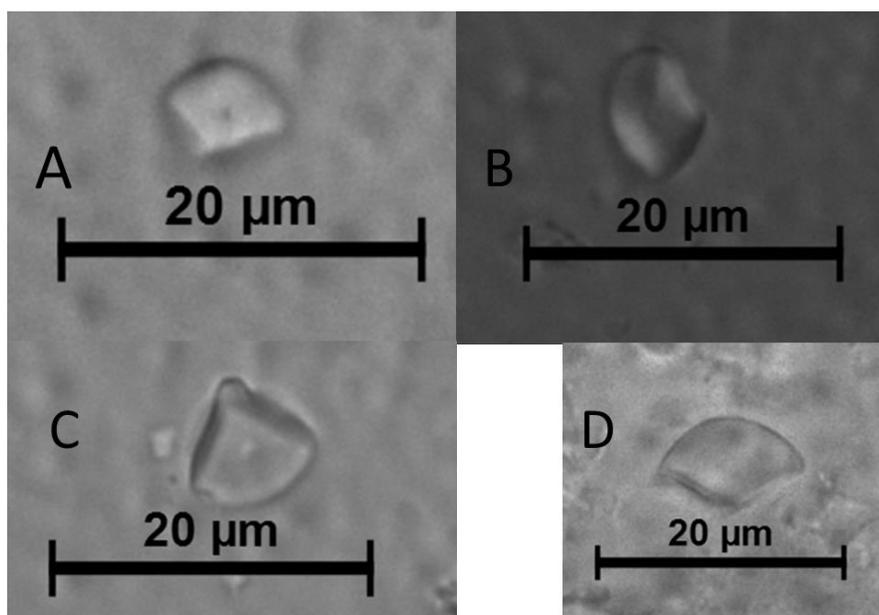


Figura 66 Grãos tipo A de algodão, *Gossypium hirsutum*. **A**, **C** e **D**: sob luz transmitida não polarizada; **B**: sob luz transmitida polarizada. Note-se os hilos em A e C

<b><i>Gossypium hirsutum</i>-Tipo B</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 8,6- <u>9,3</u> - 10,0	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 8,6- <u>9,2</u> - 9,8
Descrição	
Grãos médios de forma truncada. Quando visível, o hilo é circular aberto. Sem cavidades nem fissuras. Apresentam duas facetas pressão evidentes (entre 4 e 9) que dão uma forma de linha reta biangular ou de denteções irregulares com margens curvas- côncavos ou retos. A cruz de extinção apresenta-se em posição central com braços retos. A superfície pode ser lisa ou com protuberâncias.	

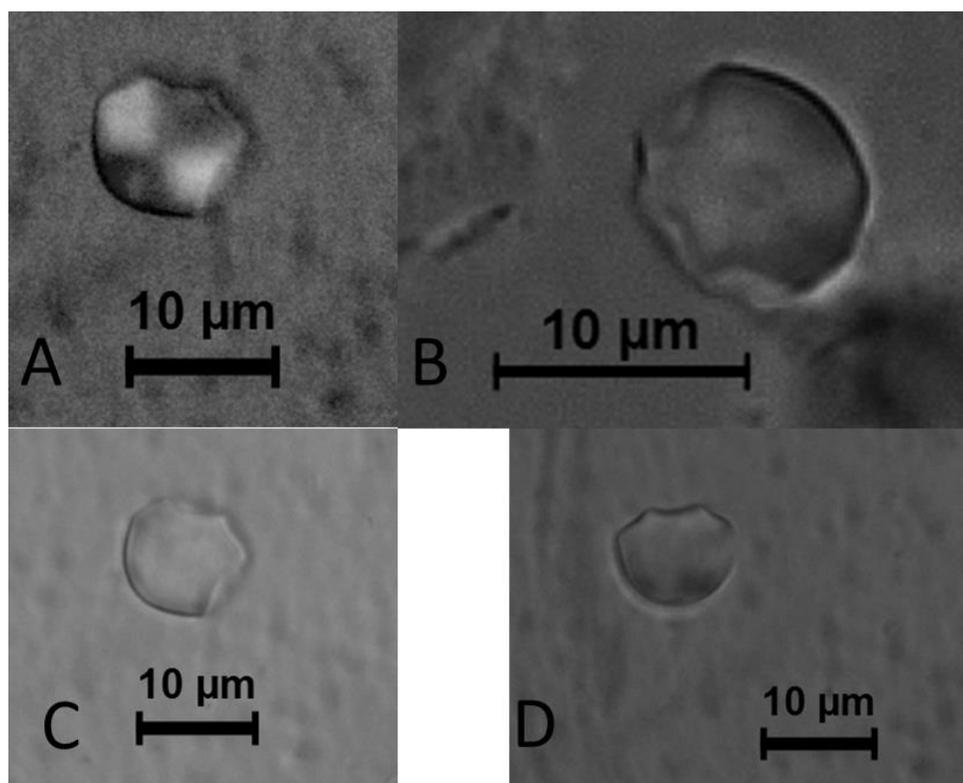


Figura 67 Grãos tipo B de algodão, *Gossypium hirsutum*. A: sob luz transmitida polarizada; B-D: sob luz transmitida não polarizada. Note-se o hilo e as margens irregulares em B.

<b><u>Gossypium hirsutum</u>-Tipo C</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 3,1- <u>3,3</u> - 3,4	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,4- <u>2,5</u> - 2,5
Descrição	
Grãos pequenos de forma ovalada, com duas facetas de pressão evidentes com margens em linha reta. Quando visível, o hilo é circular aberto. Sem cavidades nem fissuras. Devido ao tamanho, e a cruz não é definível. A superfície é lisa.	

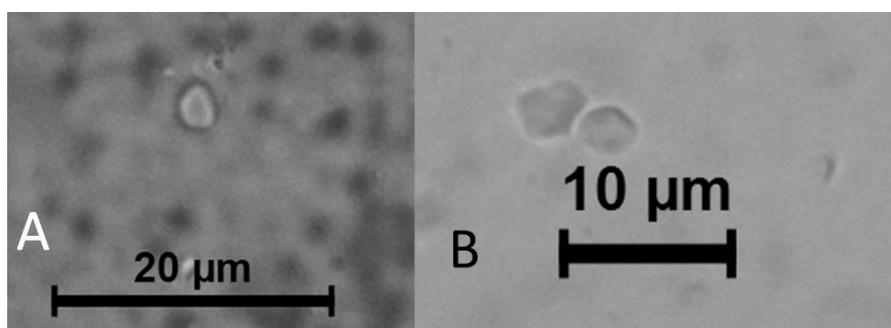


Figura 68 Grãos do tipo C de algodão, Gossypium hirsutum

<b><u>Gossypium hirsutum</u> -Tipo D</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 2,3	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,3
Descrição	
Grão pequeno de forma circular. Com hilo aberto apenas visível. Não apresenta cavidades ou fissuras. Devido ao tamanho, a cruz não é definível. A superfície é lisa.	

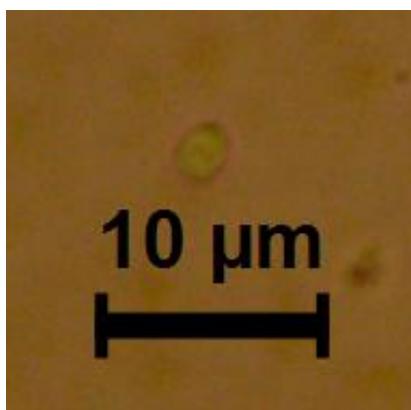


Figura 69 Grão do tipo D de algodão, Gossypium hisrutum

<b><u>Gossypium hirsutum</u>-Tipo E</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,2	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 5,9
Descrição	
Grão pequeno de forma truncada, mas que ao girar-se apresenta uma forma esférica com uma linha atravessando no meio, como se fosse um grão composto. Sem hilo visível. Não apresenta cavidades ou fissuras. Apresenta uma faceta de pressão em evidente com margens em linha reta. A cruz é com braços curvos, ligeiramente excêntrica.	

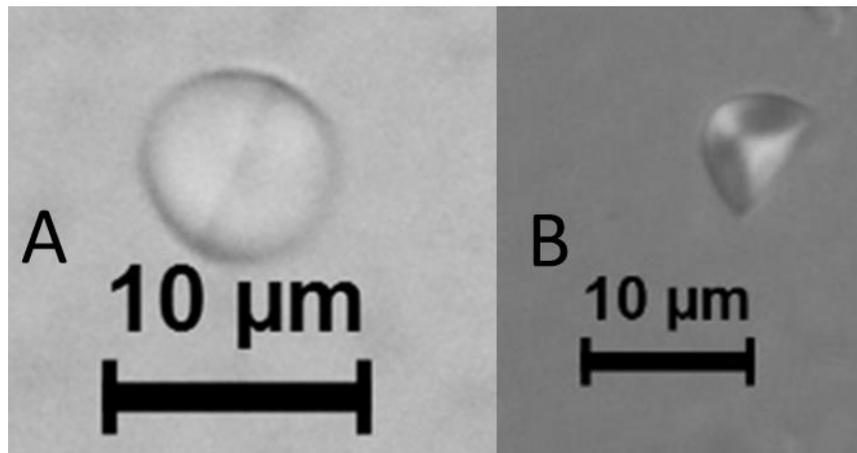


Figura 70 Grão tipo E de algodão, *Gossypium hirsutum* sob luz transmitida não polarizada (A) e sob transmitida polarizada (B).

<b><u>Gossypium hirsutum</u>-Tipo F</b>	
Porcentagem: 14%	N= 7
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 4,9- <b>6,6</b> – 9,8	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 4,2 – <b>5,0</b> – 6,7
Descrição	
Grãos pequenos a médios de forma truncada, mas que ao girar-se apresentam uma forma quadrangular, retangular ou trapezoidal. Quando presente, o hilo é circular aberto. Não apresenta cavidades ou fissuras. Podem apresentar de 2 a 4 facetas de pressão, aparentes ou evidentes, com margens em linha reta, bi-angular ou em linha curva-côncava. A cruz é com braços curvos, ligeiramente excêntrica. A é superfície lisa ou com protuberâncias.	

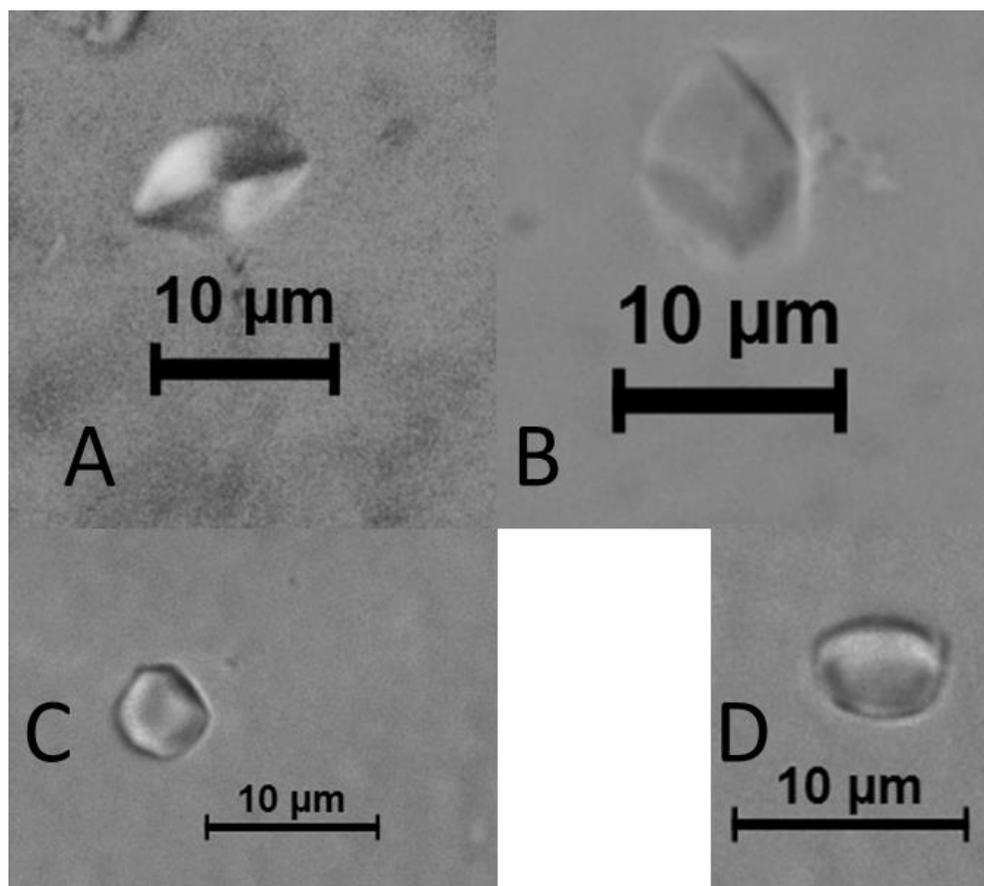


Figura 71 Grãos tipo F de algodão, *Gossypium hirsutum*; A: sob luz transmitida polarizada, B-D: sob luz transmitida não polarizada

<b><i>Gossypium hirsutum</i> -Tipo G</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,1- <u>9,3</u> – 11,5	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 5,8 – <u>7,8</u> – 9,8
Descrição	
Grãos médios de forma hexagonal, mas que ao girar-se apresentam formas quadrangulares, retangulares, triangulares e truncadas. Não tem hilo visível. Não apresenta cavidades ou fissuras. Apresentam de 2 facetas de pressão, aparentes ou evidentes, com margens em linha reta, curva, ou com dentições assimétricas ou pontudas. A cruz é com braços curvos ou retos, centrada. A superfície lisa.	

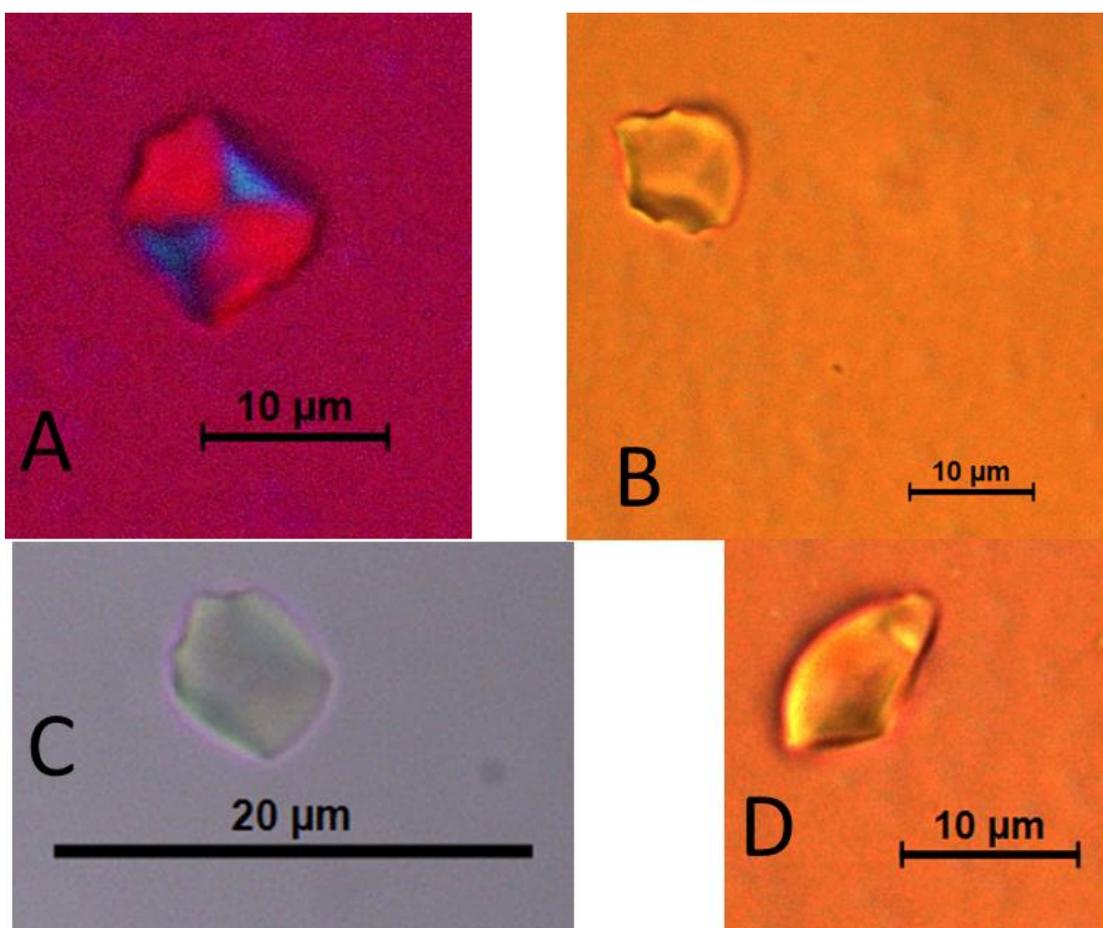


Figura 72 Grãos tipo H de algodão, *Gossypium hirsutum*. **A:** sob luz transmitida polarizada; **B:** sob luz transmitida não polarizada. Note-se as dentições em A-C. A, B e D são fotos do mesmo grão ao ser girado.

<b><u>Gossypium hirsutum</u> -Tipo H</b>	
Porcentagem: 30%	N= 15
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 5,5- <b>8,5</b> – 11,9	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 5,1 – <b>8,0</b> – 9,7
Descrição	
<p>Grãos pequenos a médios truncados e transvoado comprimidos que podem parecer triangulares ou esféricos ao ser girados. Não tem hilo visível, exceto por um grão que apresentou um hilo circular aberto centrado. Não apresenta cavidades ou fissuras. O laminado foi visível em poucos grãos, em dois deles era demasiado tênue para definir, mas em outro era visível a forma em círculos concêntricos. Apresentam de 1 a 3 facetas de pressão evidentes com margens em linha reta, linha reta angular, reta bi-angular e ondulada simples. A cruz é com braços curvos ou retos, centrada. A superfície lisa.</p>	

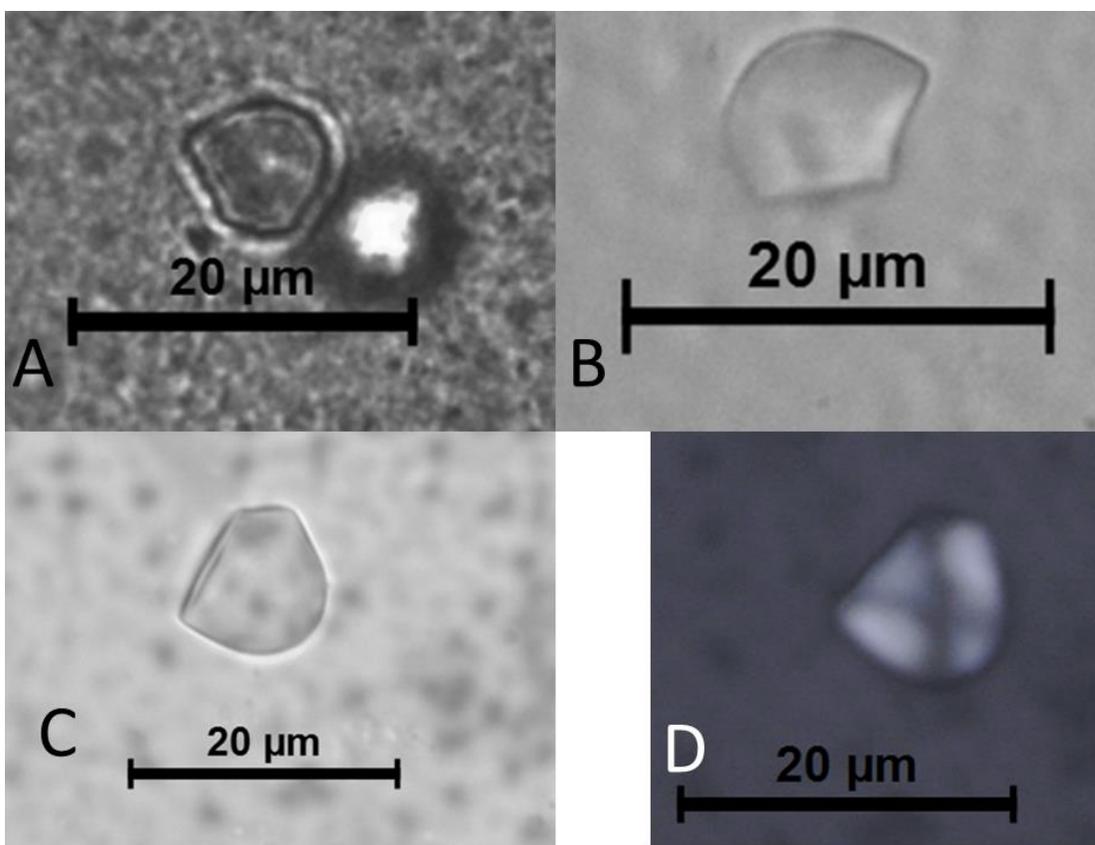


Figura 73 Grãos tipo H em algodão, *Gossypium hirsutum*. A-C: sob luz transmitida não polarizada; D: sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo aberto e laminado em A.

<b><u>Gossypium hirsutum</u> -Tipo I</b>
--

Porcentagem: 4%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 8,1	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 5,2
Descrição	
Grão composto de 2 médios com formas truncados triangulares. Não tem hilo visível. Não apresenta cavidades ou fissuras. Sem laminado visível. Apresentam de 2 facetas de pressão evidentes com margens em linha reta. A cruz é em forma de "X" com braços curvos, centrada. A superfície é com protuberâncias.	

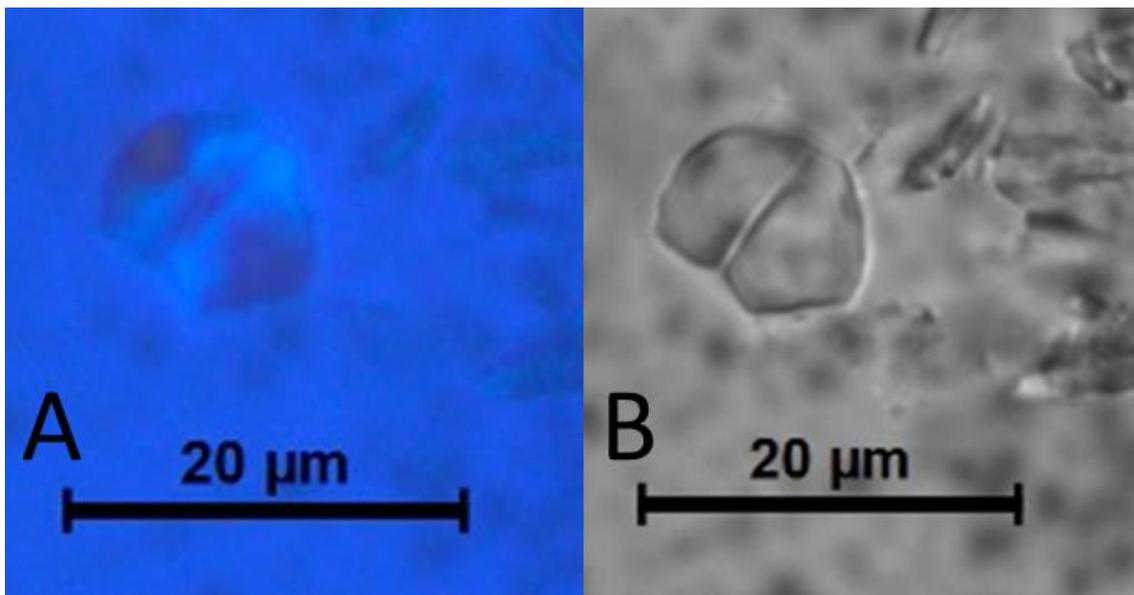


Figura 74 Grãos tipo I em algodão, *Gossypium hirsutum*. **A**: sob luz transmitida polarizada e **B**: sob luz transmitida não polarizada.

<b><i>Gossypium hirsutum</i> -Tipo J</b>	
Porcentagem: 6%	N= 3
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 6,6- <b>8,9</b> - 11,6	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 6,6- <b>8,5</b> - 11,0
Descrição	
Grãos pequenos a médios, circulares ou ovalados. Não tem hilo visível. Dois deles apresentou uma cavidade ou fissura circular na parte mesial. Sem laminado visível. A cruz é braços retos, centrada. A superfície é lisa.	

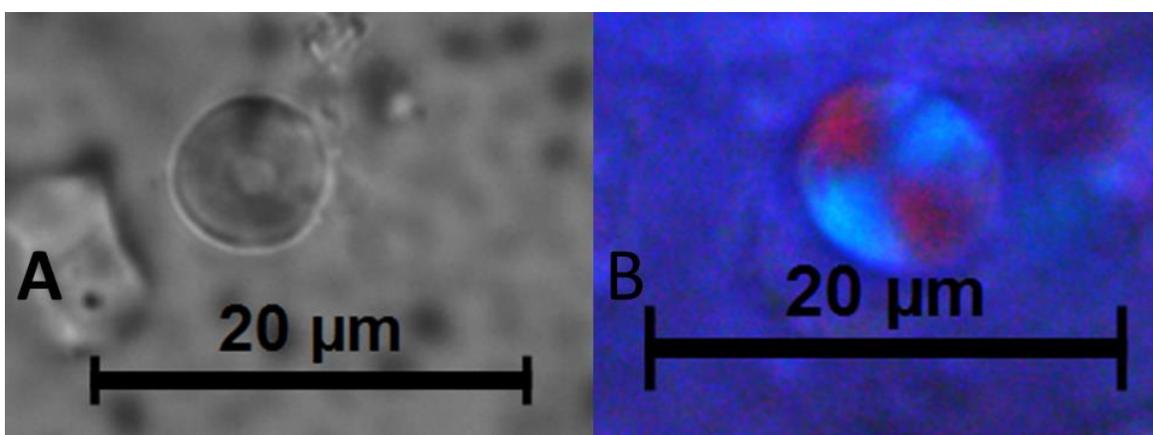


Figura 75 Grãos tipo J de algodão, *Gossypium hirsutum*. **A**: sob luz transmitida não polarizada; **B**: sob luz transmitida polarizada.

<b><i>Gossypium hirsutum</i> -Tipo K</b>	
Porcentagem: 2%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 8,8	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 6,2
Descrição	
Grão médio, hexagonal obtuso-reto expandido. Não tem hilo visível. Sem cavidades nem fissuras. Sem laminado visível. A cruz é com braços curvos, centrada. A a superfície é lisa.	

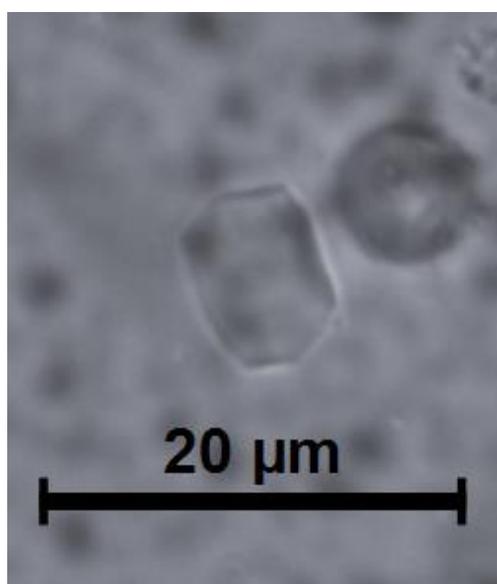


Figura 76 Grão tipo K de algodão, *Gossypium hirsutum*

<b><u>Gossypium hirsutum</u>-Tipo L</b>	
Porcentagem:6%	N=3
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,0- 7,4- 8,2	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 6,4- 7,1,- 8,0
Descrição	
Grãos de pequenos a médios de forma quadrangular, mas que podem apresentar as formas hexagonal e truncado ao ser girados. Um dos grãos apresentou um hilo circular aberto centrado. Sem cavidades nem fissuras. Sem laminado visível. Podem apresentar 6 facetas de pressão evidentes ou 2 aparentes em forma de linha curvo-côncava ou em linha reta-biangular. A cruz é com braços retos, centrada, mais um grão apresentou ela excêntrica. A superfície é lisa.	

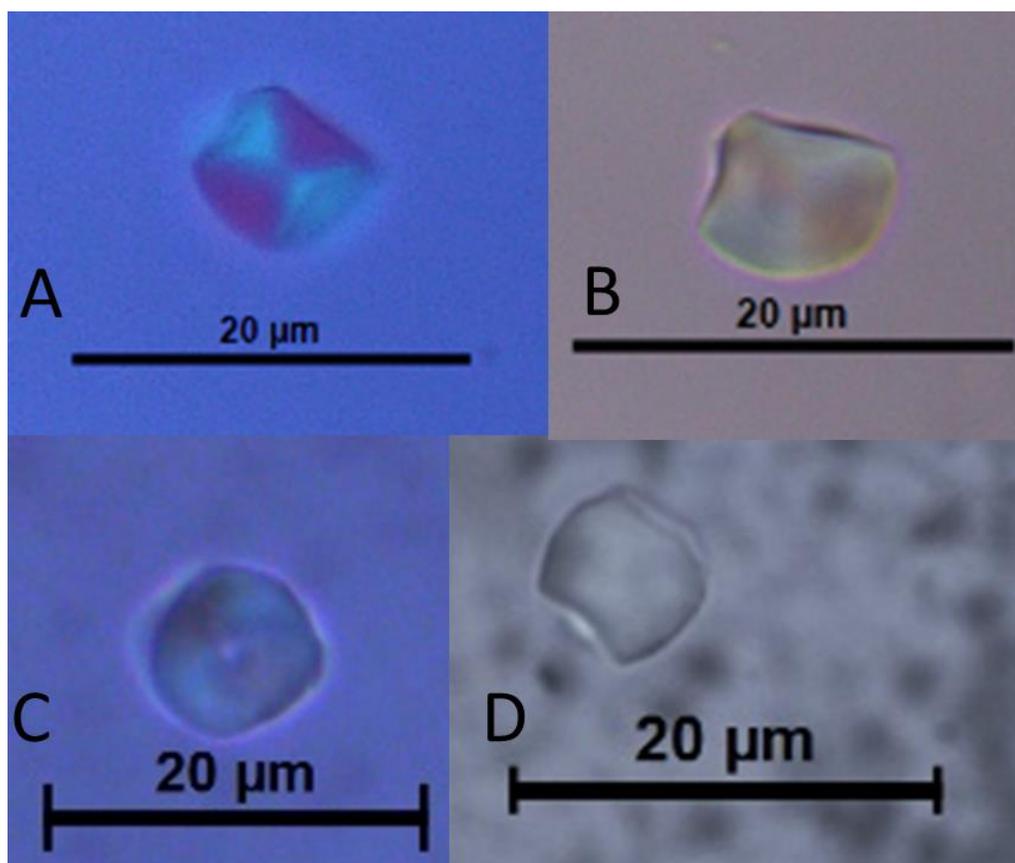


Figura 77 Grãos tipo L de algodão, *Gossypium hirsutum*. **A:** sob luz transmitida polarizada; **B-D:** sob luz transmitida não polarizada. Notem-se o hilo aberto em C e as facetas de pressão aparentes em A e D.

<b><u>Gossypium hirsutum</u>-Tipo M</b>
---

Porcentagem:10%	N= 5
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,3- <u>8,5</u> - 11,8	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 7,1- <u>8,3</u> - 11,7
Descrição	
Grãos de médios de forma truncada, quase circular. Dois grãos apresentaram um hilo circular aberto, um deles centrado e outro ligeiramente excêntrico. Sem cavidades nem fissuras. O laminado pode apresentar-se em círculos concêntricos ou pouco visível para distinguir a forma. Apresentam uma faceta de pressão em linha reta ou linha ondulada suave. A cruz é com braços curvos, centrada ou excêntrica. A polarização é forte com superfície lisa.	

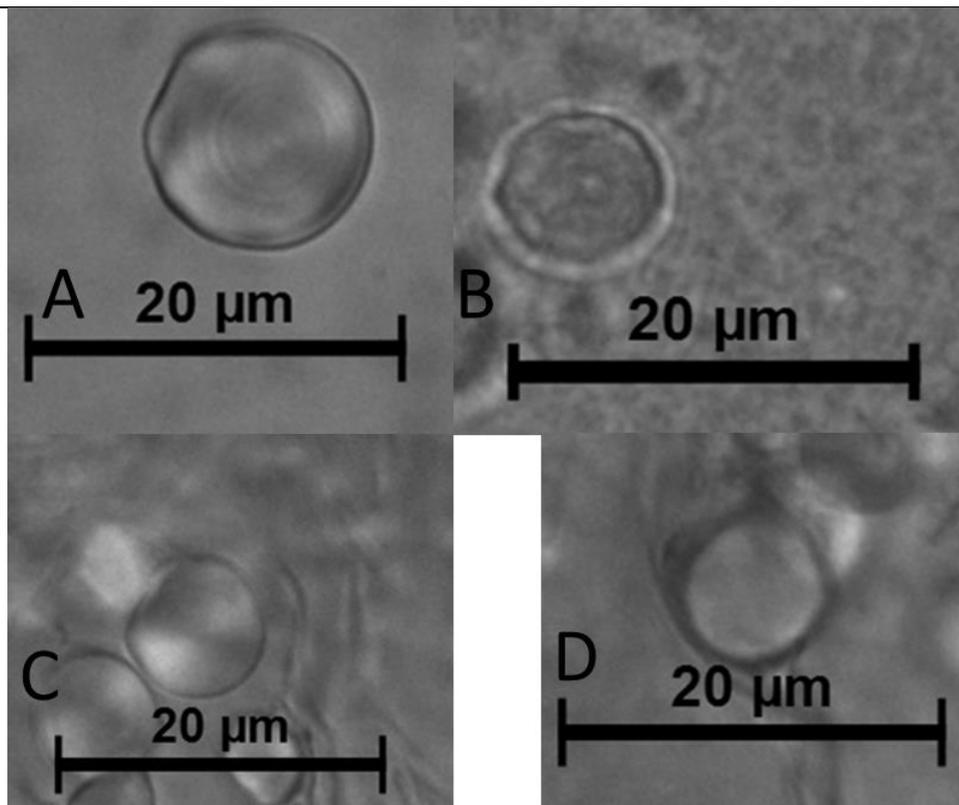


Figura 78 Grãos do tipo N de algodão, *Gossypium hirsutum*. **A, B e D** sob luz transmitida não polarizada; **C**: sob luz transmitida polarizada. Note-se o hilo em A e B e o laminado em A.

7.1.2 N.P: Jenipapo, N.C.: *Genipa americana* L, Rubiaceae (polpa de fruto imaturo)

A maioria dos grãos de amido encontrados são pequenos. Nenhum reage sob luz transmitida polarizada, mas alguns reagem com lugol (figura a seguir).

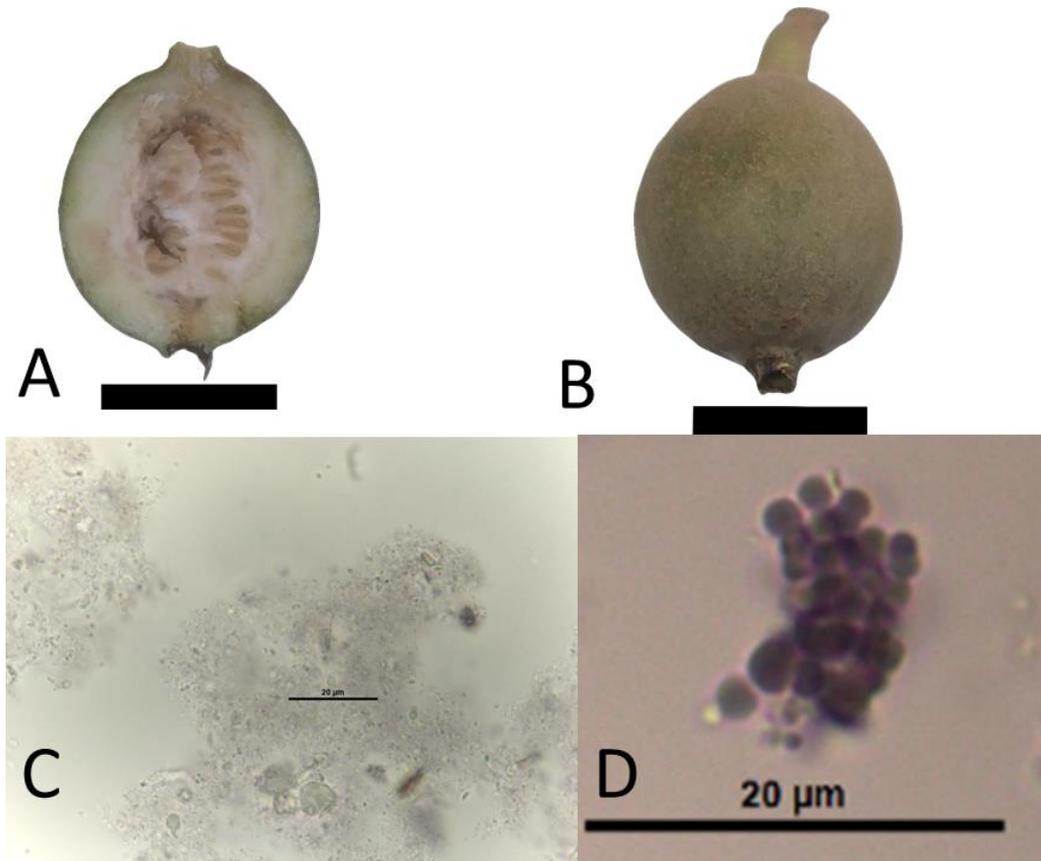


Figura 79 Fruto imaturo e grãos de amido de jenipapo, *Genipa americana*. A-B: Fruto em corte tangencial (A) e sem cortar (B). C: vista geral de grãos de amido, a maioria deles embedidos em tecido; D: grupo de grãos de amido colorados com lugol. Escalas: A e B, 5 cm; C: 20 µm

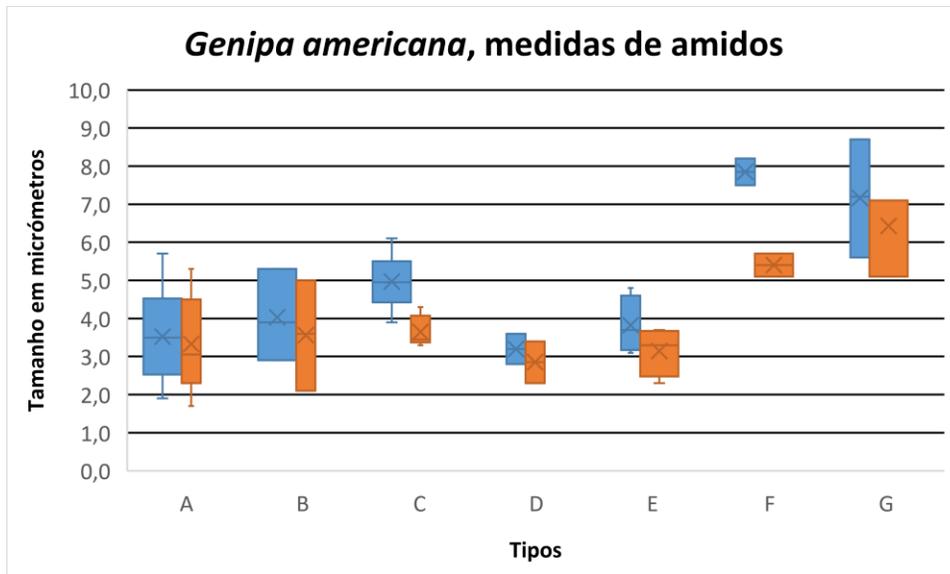


Figura 80 Boxplot de tamanhos nos tipos de grãos achados em jenipapo, *Genipa americana*. A: comprimento, B: largura

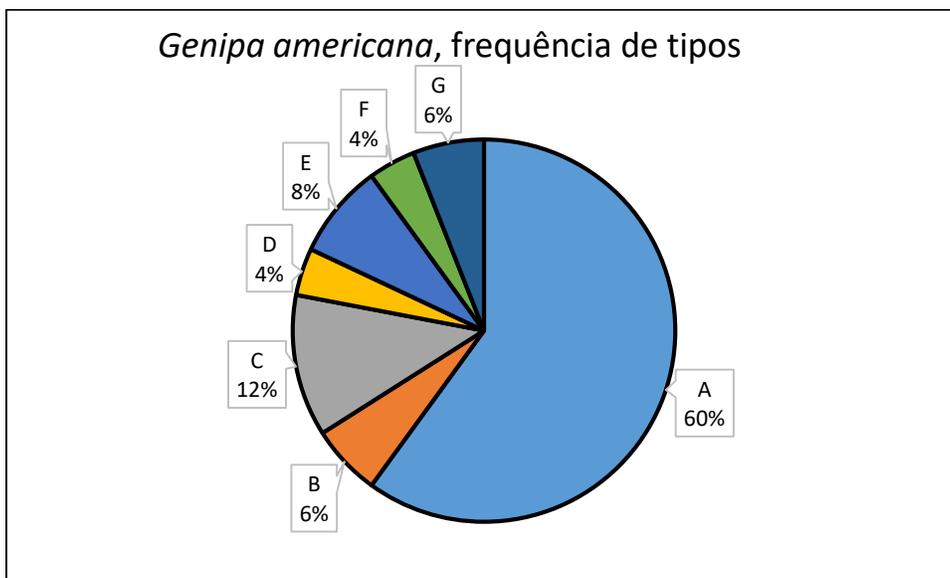


Figura 81 Frequência de tipos em jenipapo, *Genipa americana*

<b><u>Genipa americana</u> Tipo = A</b>	
Porcentagem: 60%	N= 30
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 1,9- <u>3,5</u> - 5,7	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 1,7- <u>3,3</u> - 5,3
Descrição	
Grãos pequenos de forma circular ou ovalada. Um grão apresentou um hilo circular aberto, outro uma fissura circular, outro mais a parte mesial colapsada. Laminado não visível.	

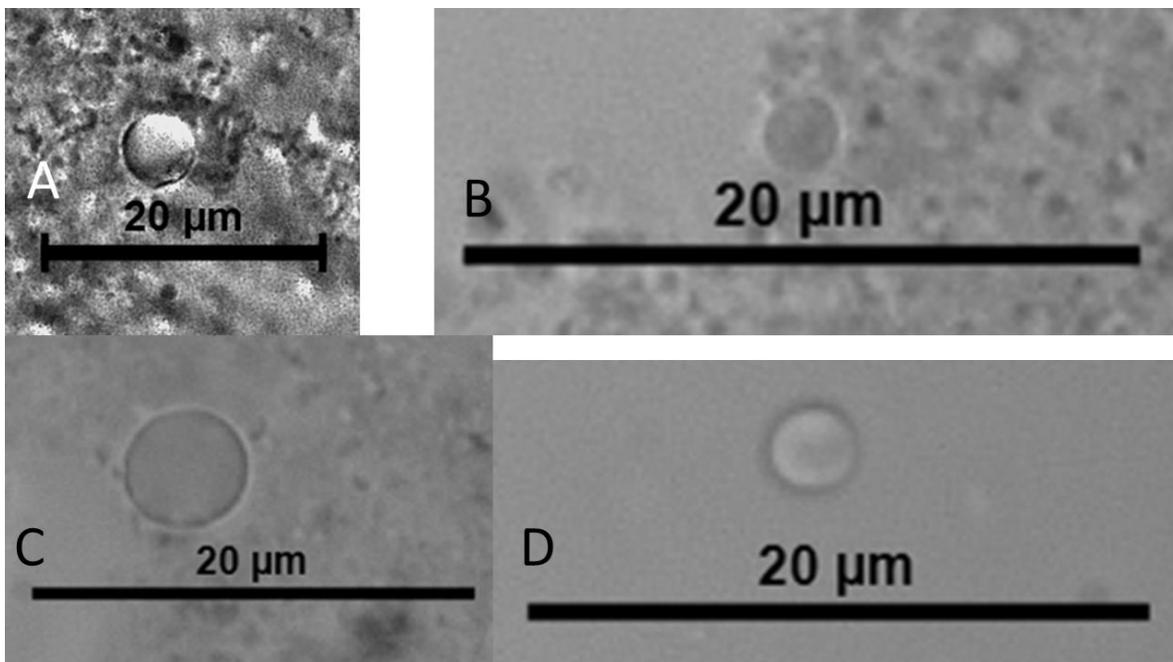


Figura 82 Grãos tipo A de jenipapo, *Genipa americana*.

<b><i>Genipa americana</i> -Tipo B</b>	
Porcentagem: 6%	N= 3
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 2,9- <b>4,0</b> - 5,3	Largura ( $\mu\text{m}$ ):2,1- <b>3,6</b> - 5,0
Descrição	
Grãos pequenos de forma truncada. Sem hilo visível. Laminado não visível. Apresentam de uma a duas facetas de pressão evidentes ou aparentes.	

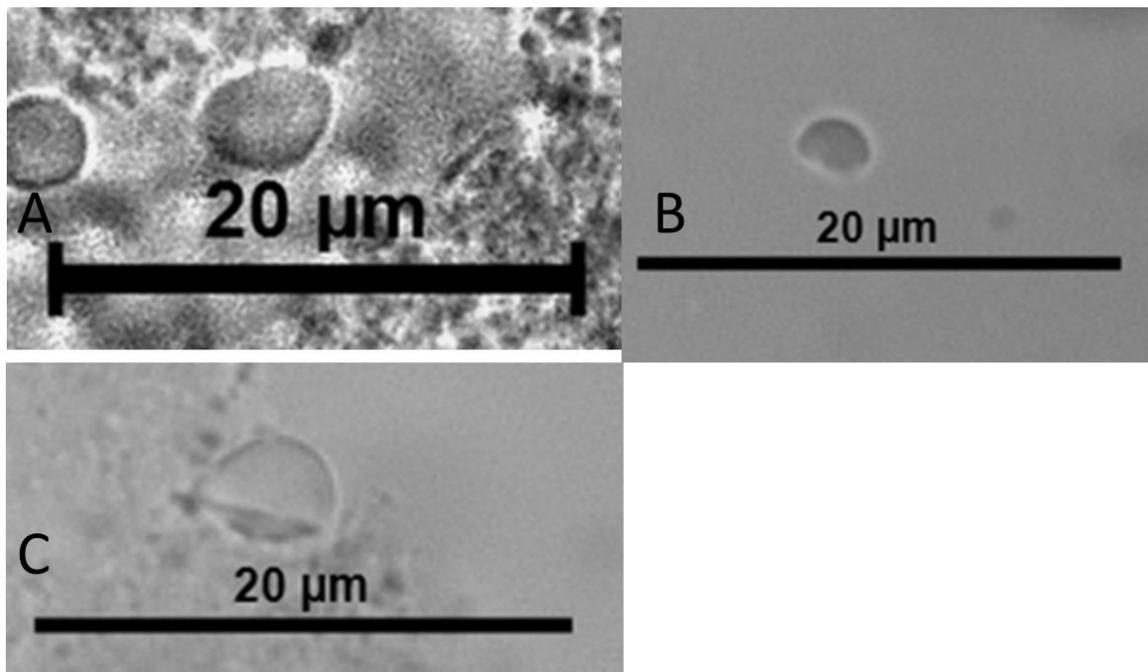


Figura 83 Grãos tipo B em jenipapo, *Genipa americana*

<b><i>Genipa americana</i>-Tipo C</b>	
Porcentagem: 12%	N= 6
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 3,9- <u>5,0</u> - 6,1	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 3,3- <u>3,7</u> - 4,3
Descrição	
Grãos pequenos de forma pentagonal e transvoado. Sem hilo visível. Laminado não visível. Apresentam de 2 a 5 facetas de pressão evidentes com margens em linha reta.	

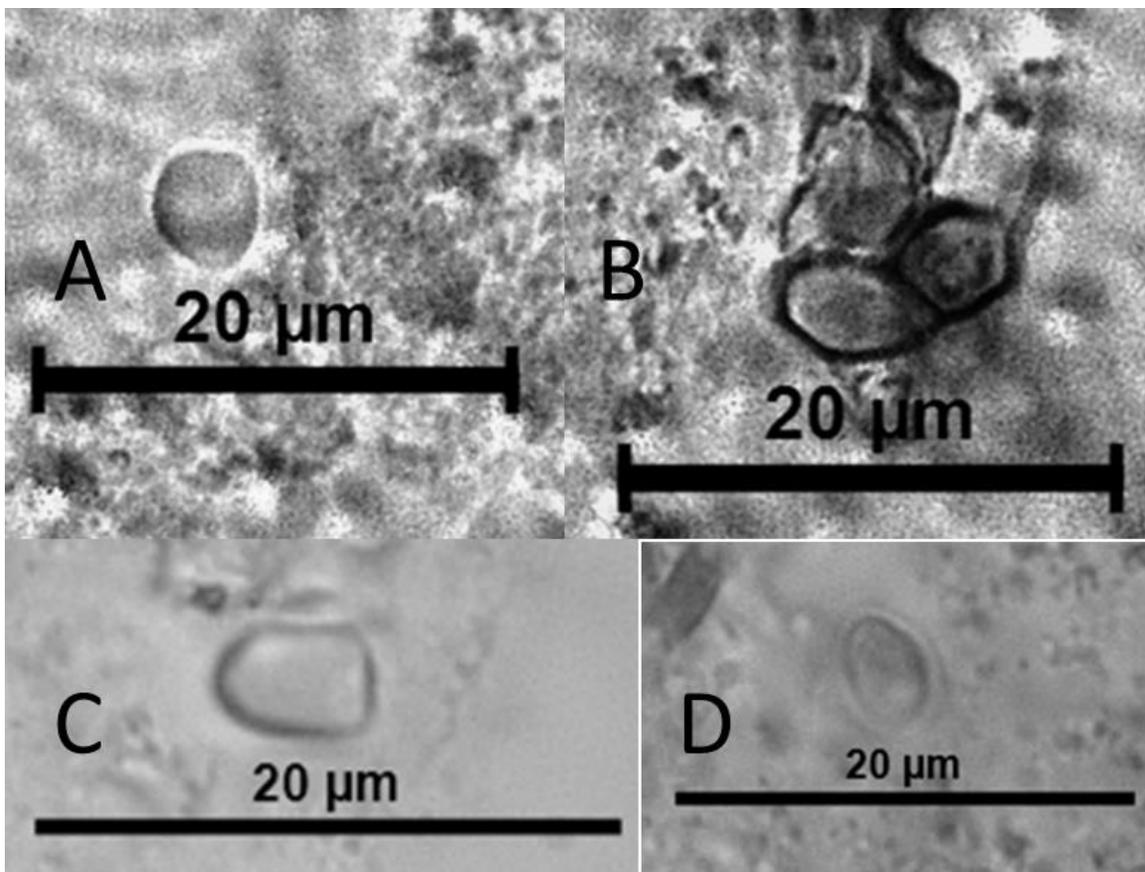


Figura 84 Grãos tipo C de jenipapo, *Genipa americana*

<b><i>Genipa americana</i>-Tipo D</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 2,8- <u>3,2</u> - 3,6	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,3- <u>2,9</u> - 3,4
Descrição	
Grãos pequenos de forma triangular. Sem hilo visível. Laminado não visível. Apresentam de 1 a 2 facetas de pressão evidentes com margens em linha reta.	

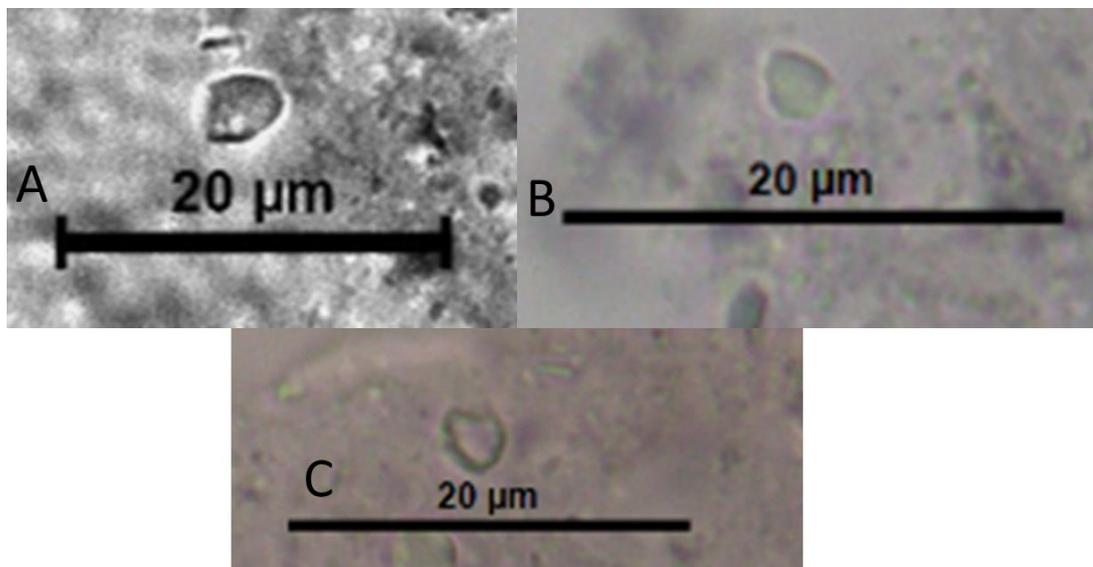


Figura 85 Grãos tipo D de jenipapo, *Genipa americana*

<b><u>Genipa americana</u> -Tipo E</b>	
Porcentagem: 8%	N= 4
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 3,1- <b><u>3,8</u></b> - 4,8	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,3- <b><u>3,2</u></b> - 3,7
Descrição	
Grãos compostos formados pequenos de forma hexagonal truncado, truncado e triangular. Sem hilo visível. Laminado não visível. Apresentam 1 faceta de pressão evidentes com margens em linha reta.	

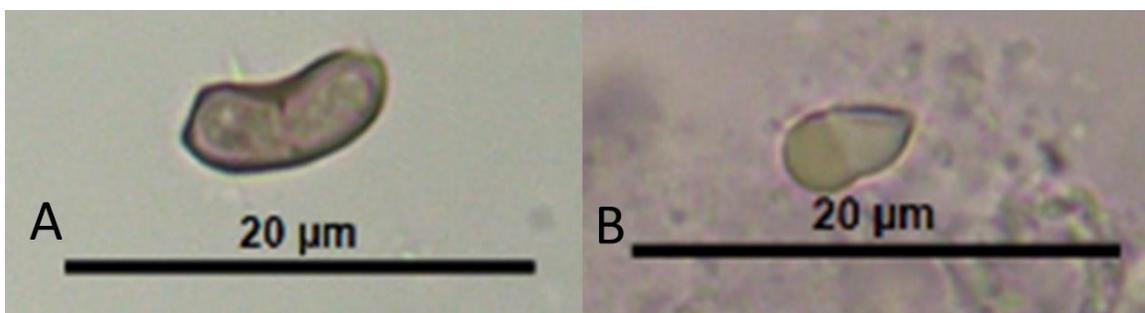


Figura 86 Grãos tipo E de jenipapo, *Genipa americana*

<b><u>Genipa americana</u> -Tipo F</b>	
Porcentagem: 4%	N= 2
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,5- <u>7,9</u> - 8,2	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 5,1- <u>5,4</u> - 5,7
Descrição	
Grãos meios de forma transvoado. Sem hilo visível. Laminado não visível. Um deles apresenta uma cavidade irregular na parte mesial.	

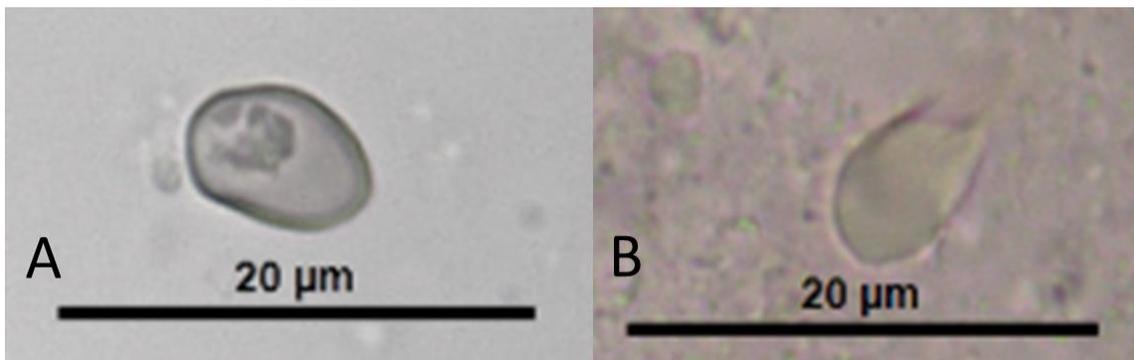


Figura 87 Grãos tipo G de jenipapo, Genipa americana

<b><i>Genipa americana</i> -Tipo G</b>	
Porcentagem: 6%	N= 3
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 5,6- <u>7,2</u> - 8,7	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 5,1- <u>6,4</u> - 7,1
Descrição	
Grãos de pequenos a médios de forma quadrangular. Sem hilo visível. Laminado não visível. Podem apresentar de uma a duas facetas de pressão em linha reta.	

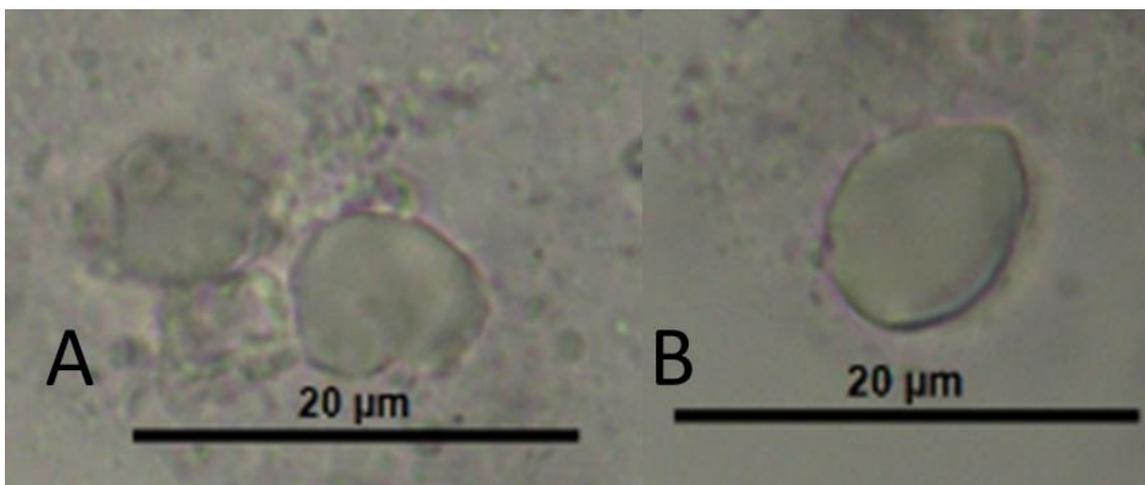


Figura 88 Grãos tipo G de jenipapo, *Genipa americana*

7.1.3 N.P.: Leiteiro vermelho, timbó. N.C.: *Euphorbia cotinifolia*, Euphorbiaceae (látex da folha)

A maioria dos grãos de amido estão na forma de bastonetes e, como é comum no látex deste tipo de plantas (Demarco; Castro; Ascensão, 2013; Mahlberg; Ake Assi, 2002; Seshagiri Rao; Prasad, 1988) , não reagem sob luz transmitida polarizada, mas sim com lugol (Figura 89) e são degradados com  $\alpha$ -amilase, o que testemunha a sua estrutura formada de amilose e amilopectina (Spilatro; Mahlberg, 1985). A função destes grãos de amido nas plantas não é clara, mas pode ter um efeito coagulante na planta (Spilatro; Mahlberg, 1985).

Foram percebidas também algumas formas no látex que lembravam drusas e que reagiam tenuemente sob luz transmitida polarizada (Figura 90).

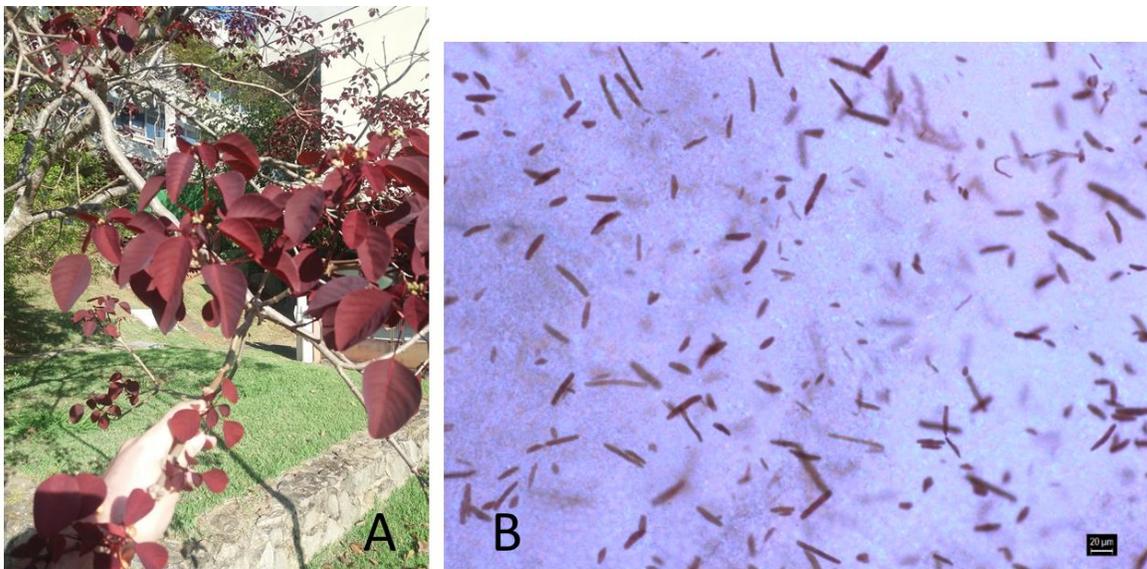


Figura 89 A: Folhas de timbó, *Euphorbia cotinifolia*; B: grãos de grãos de amido embedidos no látex da folha, tingidos com lugol. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

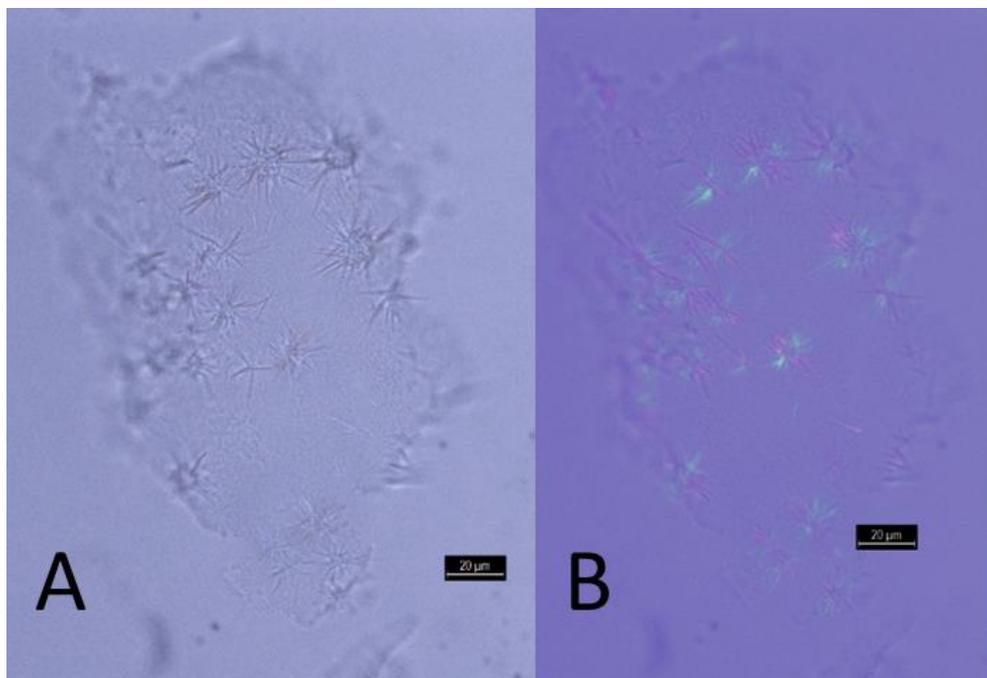


Figura 90 Elementos desconhecidos embedidos no látex de timbó, *Euphorbia cotinifolia*, sob luz direta (A) e transmitida polarizada (B). Tamanho da barra: 20 µm

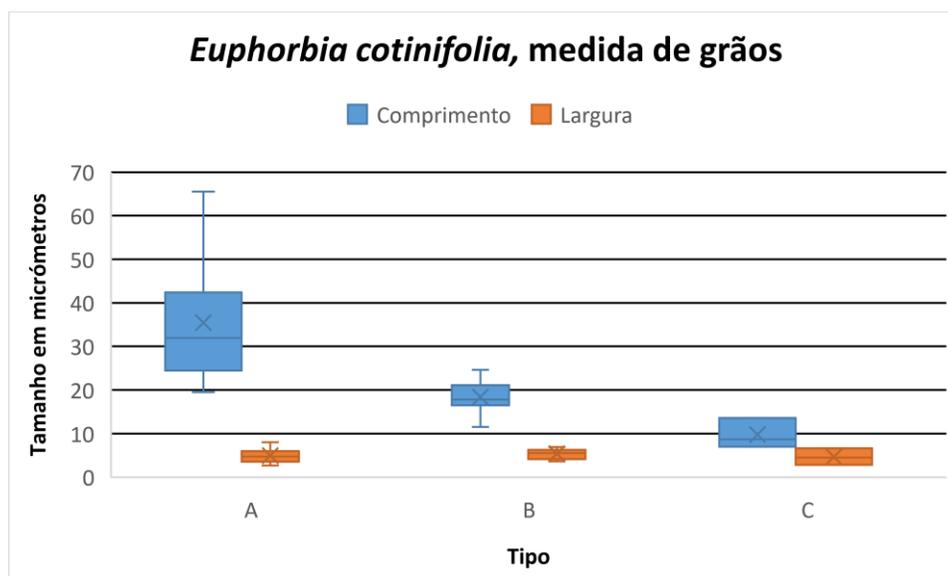


Figura 91 Boxplot de tamanhos nos tipos de grãos achados em timbó, *Euphorbia cotinifolia*. A: comprimento, B: largura

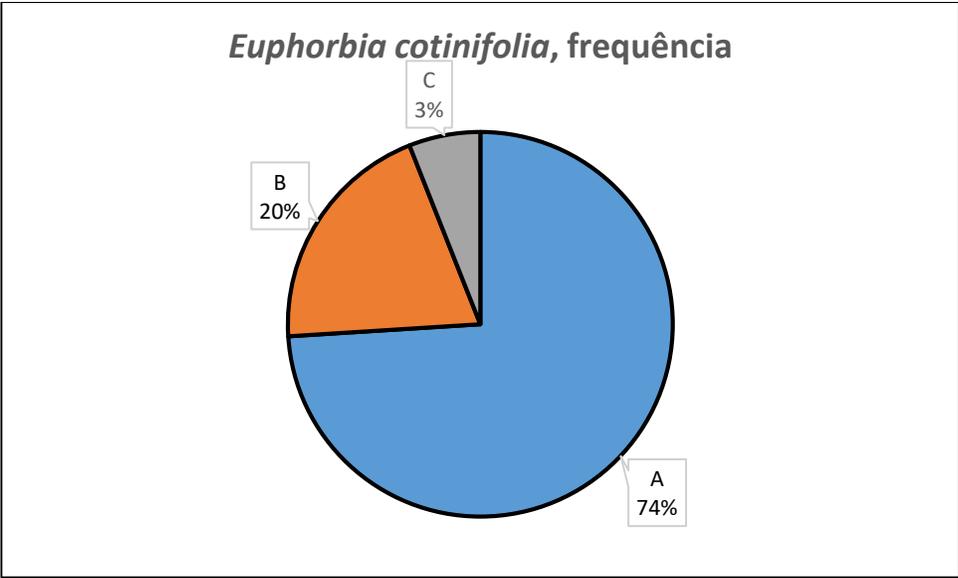


Figura 92 Frequência de tipos em timbó, *Euphorbia cotinifolia*

<b><i>Euphorbia cotinifolia</i> -Tipo A</b>	
Porcentagem: 76%	N= 37
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 19,5- <b>35,4</b> -65,5	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,7- <b>4,9</b> - 8,0
Descrição	
Grãos grandes. Em forma de ovalado “ <i>oruga</i> ”, alongado, em forma de bastonete ou de fuso . Sem hilo nem laminado visíveis. Não reage sob a luz transmitida polarizada.	

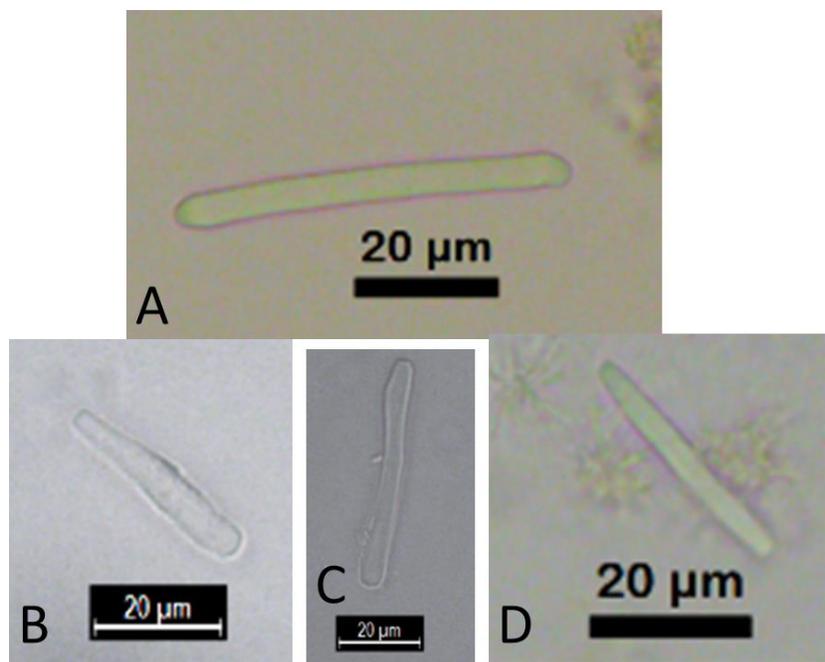


Figura 93 Grãos de amido tipo A de timbó, *Euphorbia cotinifolia*

<b><i>Euphorbia cotinifolia</i> -Tipo B</b>	
Porcentagem: 20%	N= 10
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 11,5- <b>18,4</b> -24,,6	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,7- <b>5,1</b> - 7,3
Descrição	
Grãos médios. Em forma fusó, mas menor do que o Tipo A e com as pontas retas. Sem hilo nem laminado visíveis. Não reage sob a luz transmitida polarizada.	

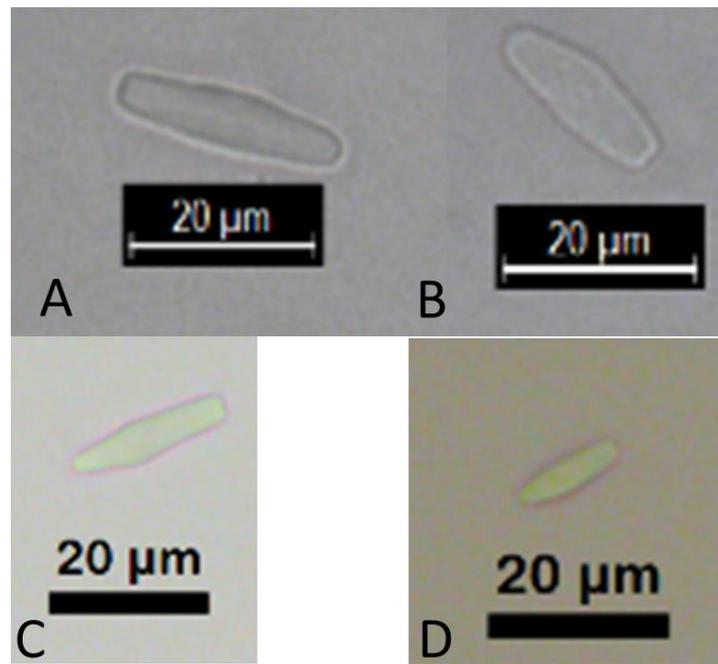


Figura 94 Grãos de amido tipo B de timbó, *Euphorbia cotinifolia*

<b><i>Euphorbia cotinifolia</i>-Tipo C</b>	
Porcentagem: 3%	N= 6
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 7,0- <b><u>9,8</u></b> -13,6	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 2,8- <b><u>4,6</u></b> - 6,6
Descrição	
Grãos pequenos a médios. Em forma ovalada. Sem hilo nem laminado visíveis. Não reage sob a luz transmitida polarizada. Tem um aspecto de rasgado na superfície.	

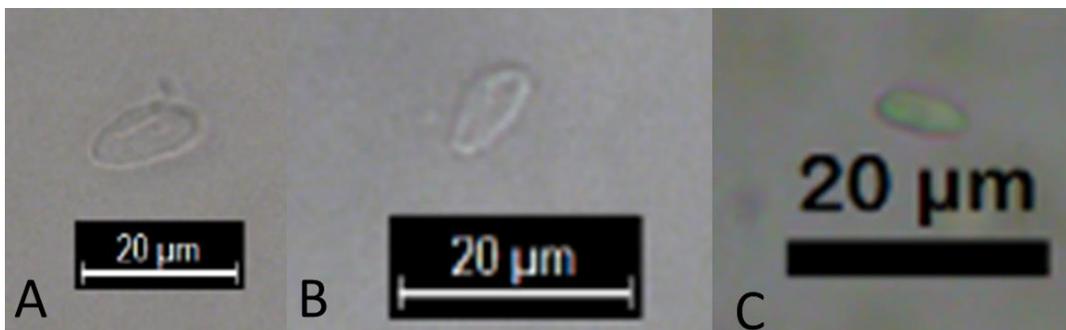


Figura 95 Grãos de amido tipo B de timbó, *Euphorbia cotinifolia*

7.1.4 N.P.: Taquari, taquarinha, bambuzinho, N.C.: *Chusquea sp.*, Poaceae

Um grão foi achado num broto desta espécie, a descrição é feita a partir dele (Figura 96). Elementos não identificados apareceram de forma destacada nas lâminas: em formato de aro, reagem sob luz transmitida polarizada formando uma espécie de cruz de malta incompleta (Figura 96). Provavelmente tratam-se de outros cristais de reserva como xiloglucano, inulina (Ceccantini, 2018, informação pessoal) ou grãos de celulose (Buckeridge, 2018, informação pessoal).

<b><u>Chusquea sp</u>-Tipo único</b>	
Porcentagem: 100%	N= 1
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ): 14,1	Largura ( $\mu\text{m}$ ): 13,7
Descrição	
Grão médio de forma trasovada comprimida. O hilo não é visível. Conta com duas facetas de pressão evidentes com a margem formando uma linha retangular. Sem laminado visível. A borda é uma linha simples. A cruz de malta apresenta-se, excêntrica e com braços curvos. A superfície é lisa.	

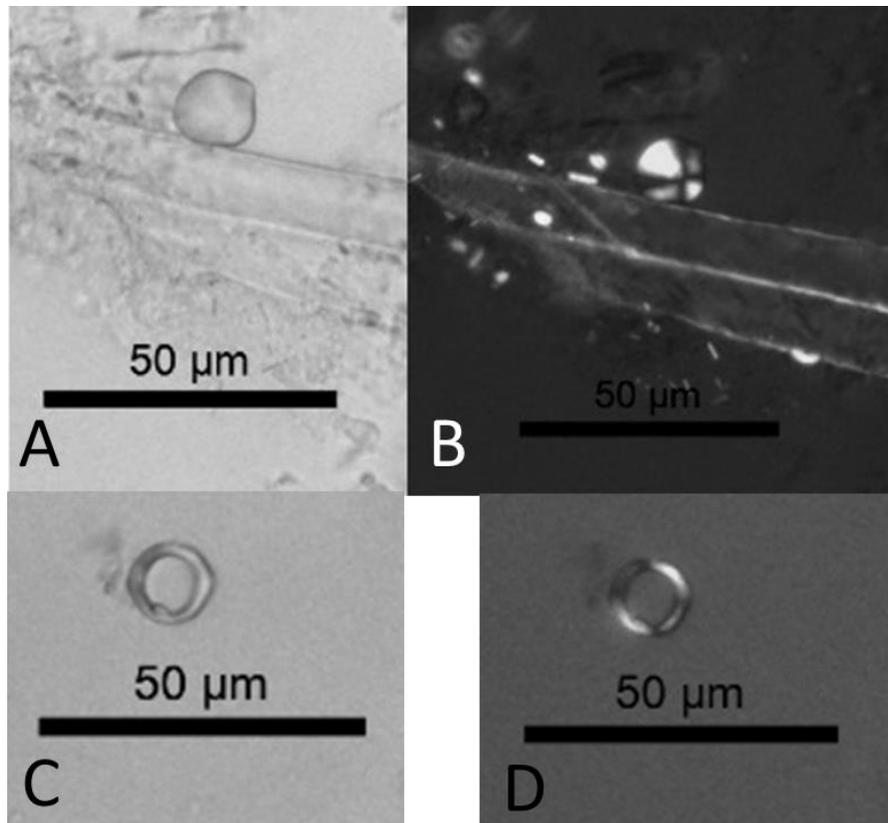


Figura 96 Elementos microscópicos achados em um broto de bambú, *Chusquea* sp. A-B: Grão de amido; C-D: elemento não identificado

## 7.2 Coleção de referência, fitólitos e cristais de cálcio

### 7.2.1 N.P.: Rim-de-boi, N.C. *Gossypium barbadense* var. *brasiliense*, Malvaceae (semente carbonizada).

Não foram achados fitólitos nas sementes, mas alguns cristais foram notados nas cinzas. O primeiro conjunto deles estava formado por elementos de formas bilobadas que podiam se juntar com outros para formar um tipo de cruz (Figura 98 A,B) ou mórula (Figura 98 G), outro dos elementos é mais grossos e com dois lados côncavos (Figura 98 E-F), esses elementos reagem sob luz transmitida polarizada. Foram achados também (mas em quantidade menor) nas cinzas da casca de *Syagrus flexuosa* (seção .7.2.3.), pelo que não seriam diagnósticos.

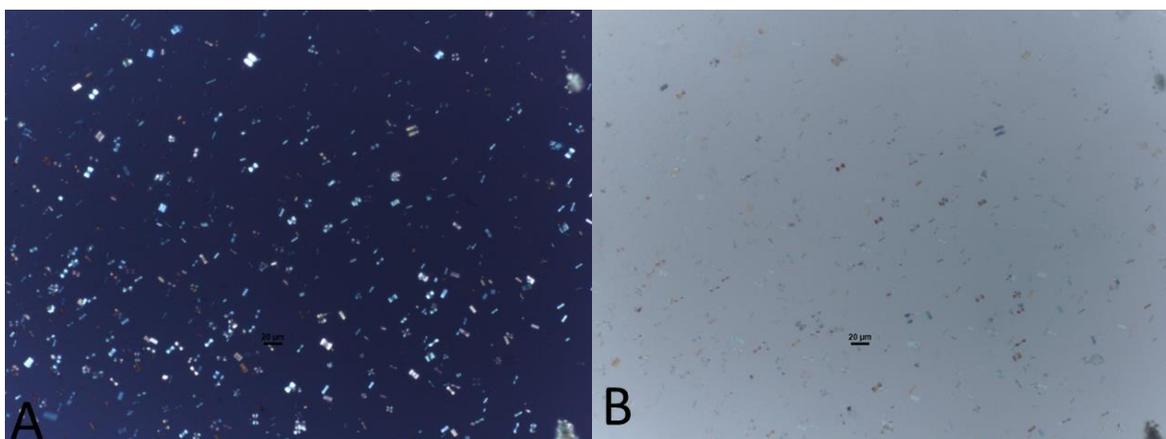


Figura 97 Cristais não identificados em sementes de rim-de-boi, sob luz transmitida polarizada (A) e sob luz transmitida não polarizada (B).

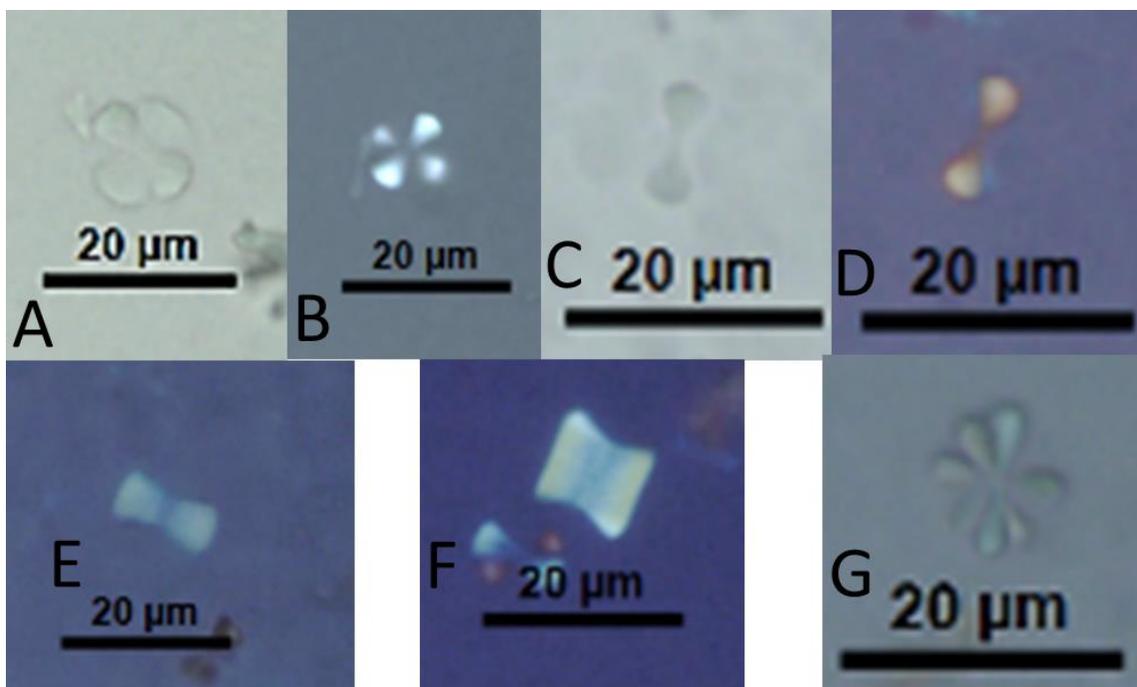


Figura 98 Cristais não identificados nas sementes do *Gossypium barbadense var. brasiliense*. **A-B**: tipo I sob luz transmitida não polarizada (**A**) e luz transmitida polarizada (**B**). **C-D**: Tipo II, sob luz transmitida não polarizada (**C**) e sob luz transmitida polarizada (**D**). **E, F**: Tipo III, vista lateral (**E**) e vista axial (**F**). **G**: Tipo IV. Tamanho da barra: 20 µm.

Também foi notada a presença de drusas, possivelmente de oxalato de cálcio, que reagem sob luz transmitida polarizada (figura a seguir).

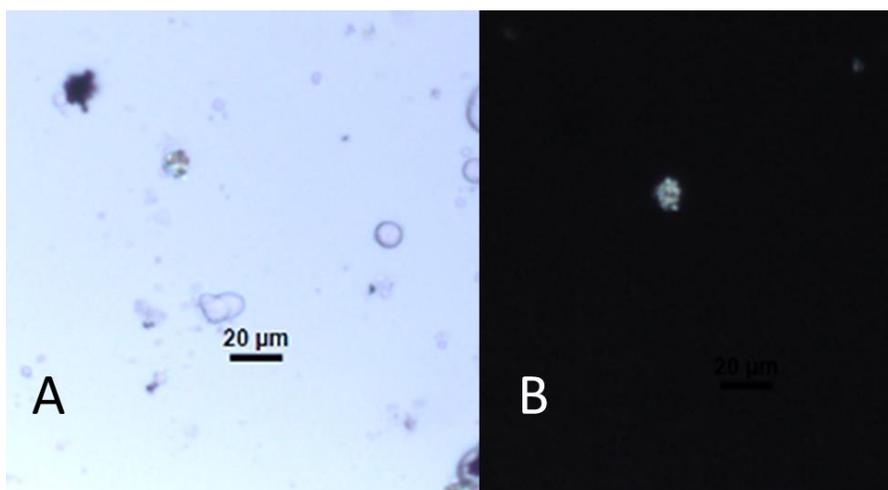


Figura 99 Drusa, possivelmente de oxalato cálcio registradas nas sementes de "rim-de-boi". **A**: sob luz transmitida não polarizada, algumas drusas estão sinalizadas com a seta. **B**: sob luz transmitida polarizada. Tamanho da barra: 20 µm.

7.2.2 N.P.: Espinheira Santa, N.C. *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek, Celastraceae (folha).

No material coletado foram percebidos 3 fitólitos: dois deles eram base de tricoma e um tricoma (figura a seguir).

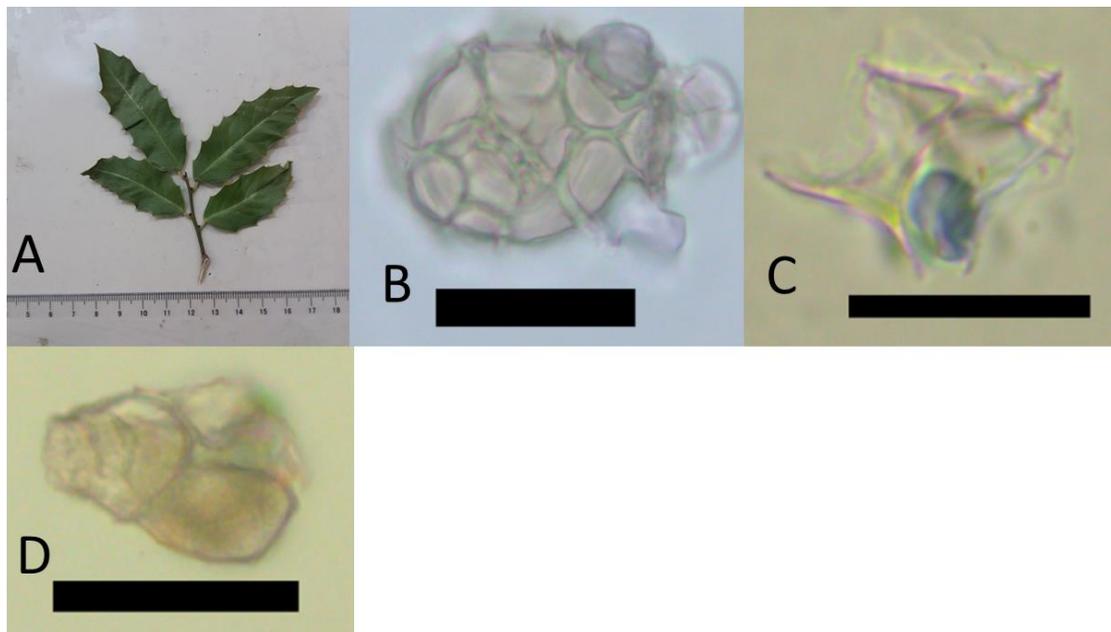


Figura 100 Fitólitos extraídos da folha de *Maytenus ilicifolia*. **A**: foto das folhas coletadas. **B e D**: base de tricoma. **C**: tricoma.

7.2.3 N.P.: Acumã, coco-babão. N.C.: *Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc, Arecaceae (folíolo)

Foram achados vários tipos de fitólitos no folíolo, porém, por questões de tempo não foi possível fazer uma contagem nem medição deles, exceto de alguns esferoides equinados (n=17): comprimento, 7,2-8,6-10,9 e largura, 6,0-7,1-9,3. Mesmo assim, são apresentados neste trabalho (Figura 103). Cristais parecidos com os achados nas sementes de “rim-de-boi” foram achadas nas cinzas, mas parecem estar numa região restringida da lâmina e em menor quantidade. Foram notados também cristais retangulares (Figura 101 D). Alguns feixes de ráfides foram notados (Figura 102), mas não permitiram medir nem notar as formas das ráfides individuais. Um outro elemento maior do que as ráfides também foi registrado, mas não identificado (Figura 102 D)

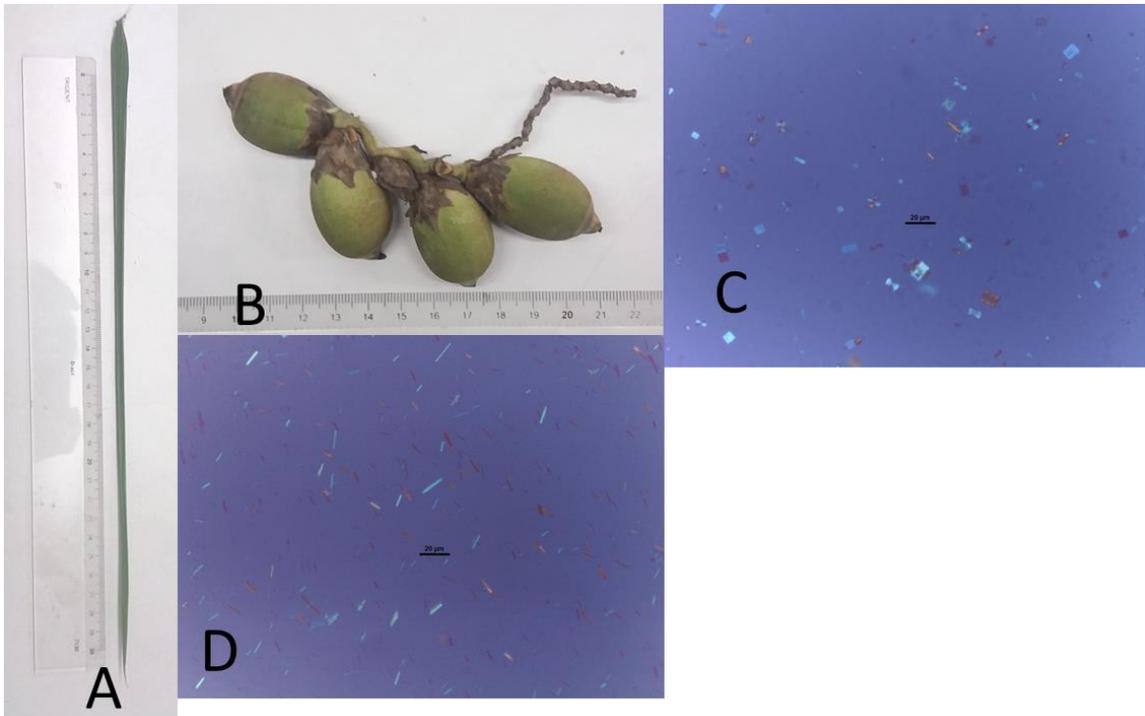


Figura 101 Partes coletadas de *Syagrus flexuosa*. **A:** folíolo. **B:** frutos (coquinhas, não analisados nesta pesquisa). **C:** elementos parecidos com os achados no “rim-de-boi”. **D:** cristais retangulares

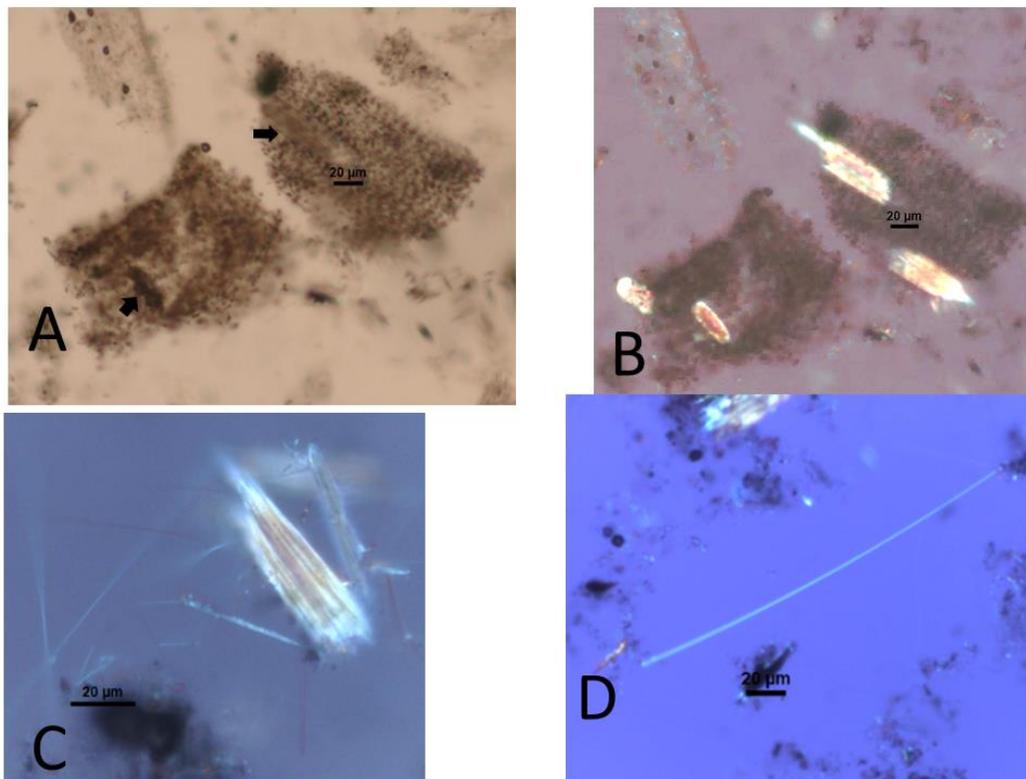


Figura 102 Feixes de ráfides achados no folíolo de *Syagrus flexuosa* sob luz transmitida não polarizada, alguns deles sinalizados com setas (**A**) e sob luz transmitida polarizada (**B** e **C**). **D:** elemento não identificado. Tamanho da barra: 20 µm.

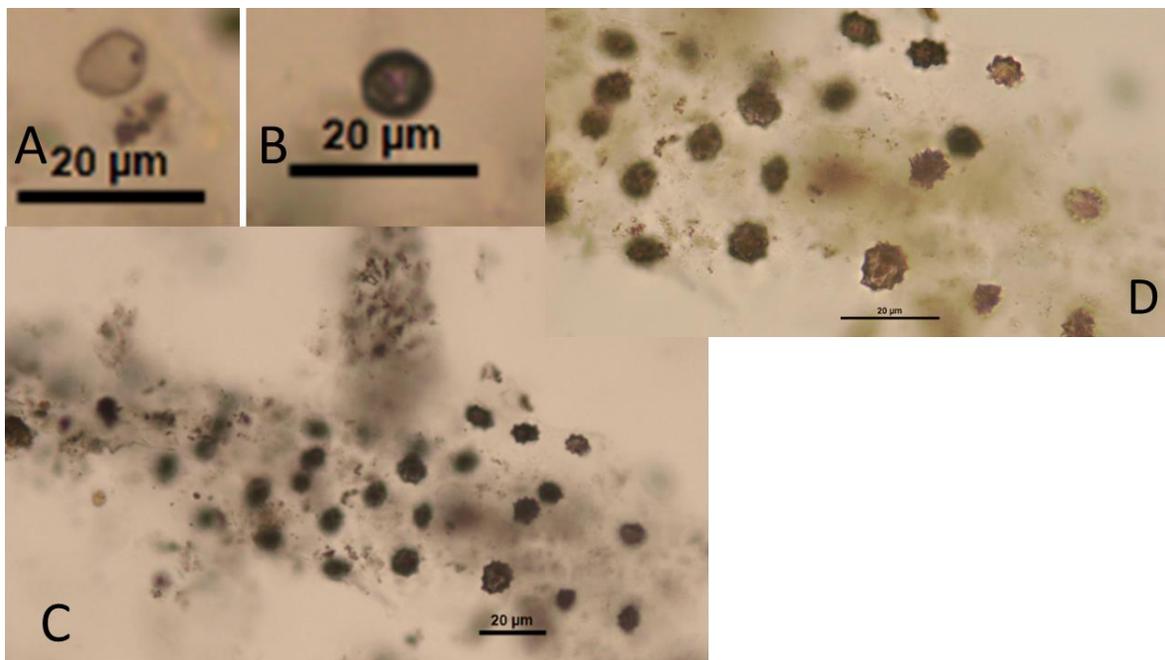


Figura 103 Alguns fitólitos achados no folíolo de *Syagrus flexuosa*. **A**: esferoide psilato. **B**: esferoide psilato com aspecto de queimado. **C-D**: conjunto de esferoide equinado em tecido. Tamanho da barra: 20 µm.

7.2.4 N.P.: Jarobá, jeribá.N.C.: *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, Arecaceae (polpa)

Não foram achados grãos de amido nem fitólitos na polpa desta espécie, mas outros elementos que podem resultar diagnósticos como ráfides foram visíveis. As ráfides podem ser achadas em muitas espécies de coquinhos e a sua concentração pode ser diagnóstica (Broschat; Latham, 1994), porém, nas fontes consultadas pouca informação sobre a forma delas é apresentada. Numa primeira aproximação foram notados dos tipos: Tipo I (Figura 105 D), com uma extremidade com terminação plana e outra em ponta e Tipo II (Figura 105 E), com ambas extremidades terminadas em ponta, assim como outros elementos cristalinos não identificados. As medidas das ráfides (n=50) foram as seguintes (medidas em µm): comprimento, 12,5- 34,3–67,5; largura, 0,9-1,7-2,9.

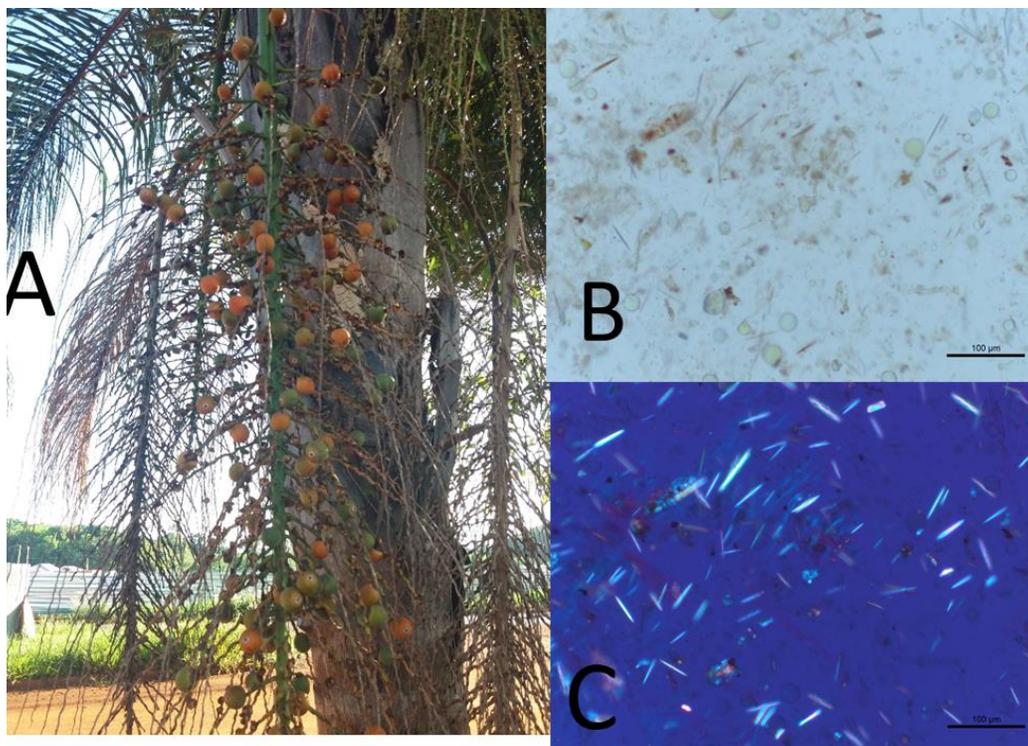


Figura 104 *Syagrus romanzoffiana* coletada perto da cidade de Ribeirão Preto, SP. **A:** pé. **B e C:** ráfides encontradas na polpa do fruto sob luz normal e sob luz transmitida polarizada e respectivamente. Tamanho da barra: 100 µm.

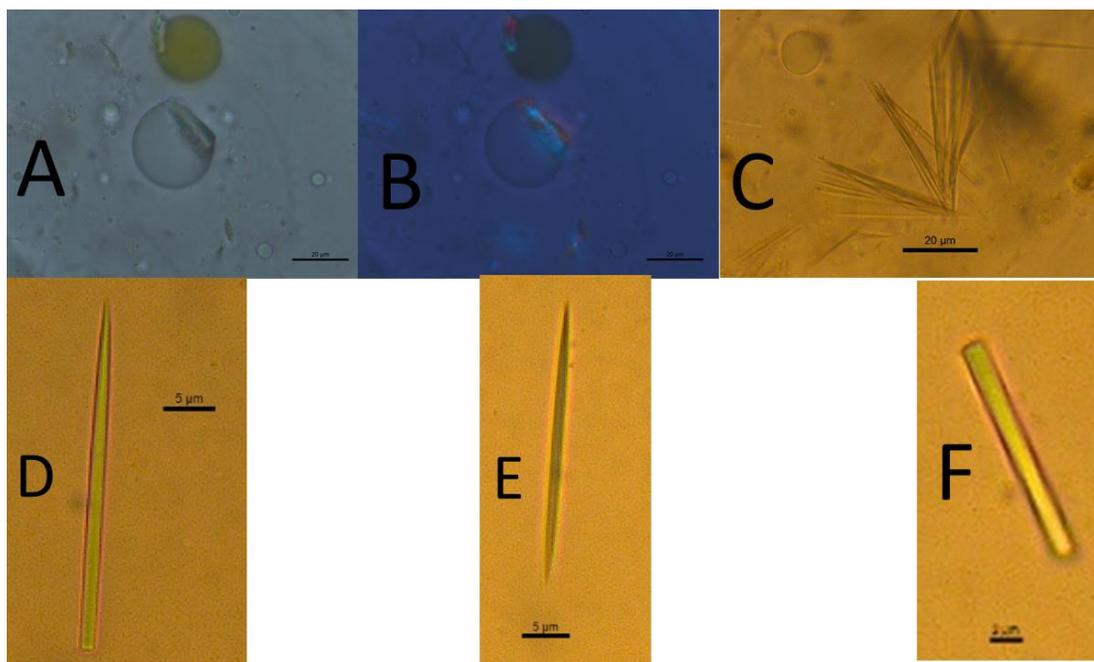


Figura 105 *Syagrus romanzoffiana* coletada perto da cidade de Ribeirão Preto, SP (continuação). **A-B:** elementos não identificados, possivelmente gotas de óleo sob luz normal e luz transmitida polarizada

respetivamente. **C:** Feixe de ráfides. **D:** ráfide do tipo I. **E:** ráfide do tipo II. **F:** elemento cristalino não identificado Tamanho da Barra: D-F, 20 µm; D-F: 5 µm.

#### 7.2.5 N.P.:Cará, Inhame, N.C.:*Dioscorea trifida* L. Dioscoreaceae (casca)

Não foram achados fitólitos nas lâminas examinadas, com exceção de um par de alongados e um tecido. Os alongados são muito parecidos aos achados nos sedimentos arqueológicos neste trabalho (ver seção 7.4.2.6, Figura 128 M), porém, não são diagnósticos. O elemento apresentado na figura 106 C parece ser um inseto ou parte de alguma inflorescência.

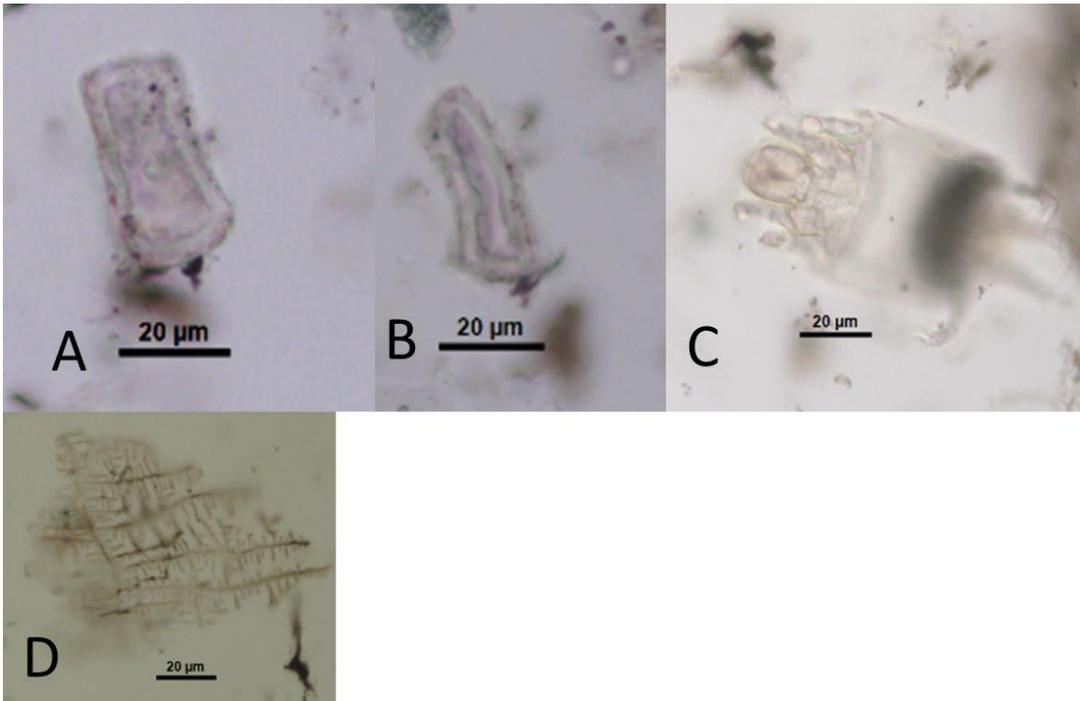


Figura 106 Fitólitos e outros elementos extraídos da casca de *Dioscorea trifida* L. **A-B:** alongado com margem. **C:** elemento desconhecido. **D:** tecido. Tamanho da barra: 20 µm.

#### 7.2.6 IDEM N.C.: *Genipa americana* L. Rubiaceae (folha)

Fitólitos de vários tipos foram achados na folha de *Genipa americana*. No entanto, não foram contados pois as ocorrências foram poucas. Mesmo assim, são apresentadas aqui. O polilobado achado pode ser produto de contaminação com o solo, já que a folha não foi diretamente coletada da árvore. O elemento apresentado na Figura 108 C é parecido com os elementos não identificados mostrados na seção 7.4.2.9., Figura Af.

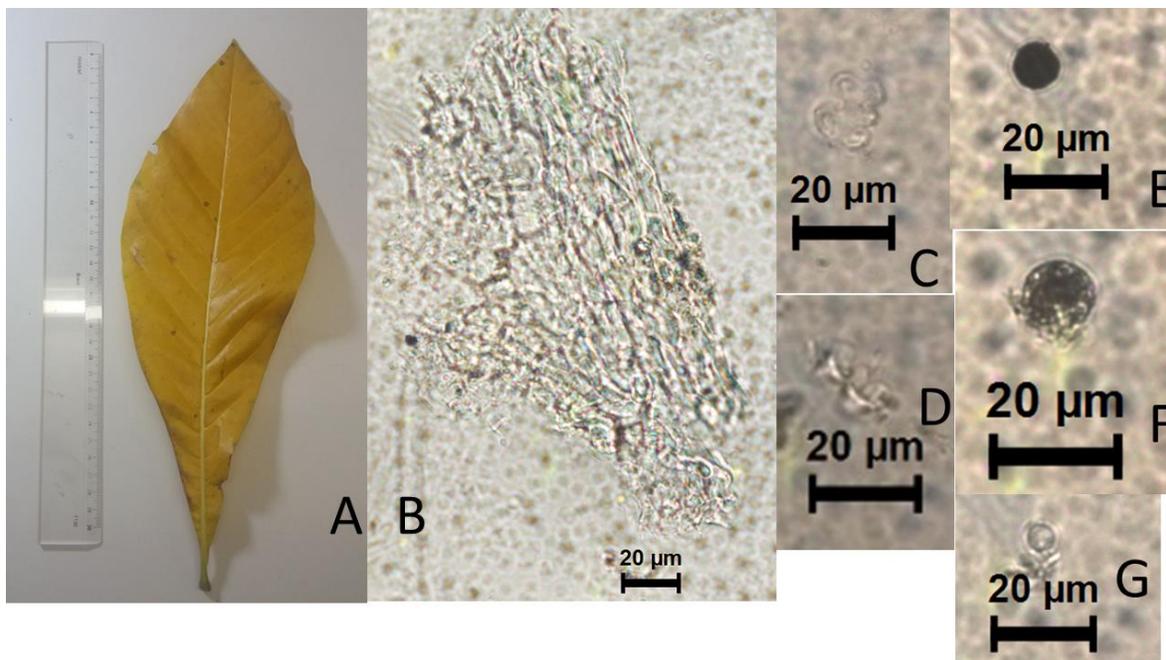


Figura 107 Fitólitos extraídos da folha de *Genipa americana*. **A**: folha usada neste trabalho. **B**: tecido silicificado. **C** e **D**: polilobado em diferentes orientações. **E**: esferoide queimado. **F**: esferoide granulado, aspecto de queimado. **G**: esferoide psilado. Tamanho da barra: 20 µm.

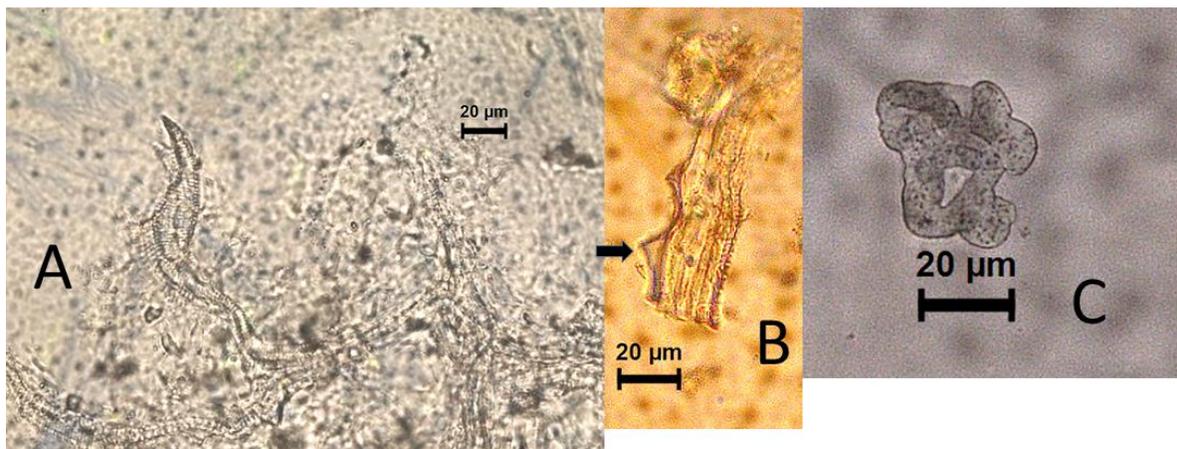


Figura 108 Fitólitos achados na folha de *Genipa americana* (continuação). **A**: tecido com fitólitos traqueidais **B**: tecido com fitólitos traqueidais e possivelmente papilares (PAPILLATE, sinalizado com a seta). **C**: elemento desconhecido. Tamanho da barra: 20 µm

### 7.3 Coleção de referência para a detecção de mudanças morfológicas nos grãos de amido nos processos de produção e consumo de plantas

O material macerado quase não teve mudanças. As únicas perceptíveis foram em *Ipomoea batatas*, *Dioscorea trifida* e *Colocasia esculenta* (Figura 110 B, G e L respectivamente). Em *Ipomoea batatas*, alguns grãos apresentavam fissuras e outros pareciam “esmagados”: planos, maiores do que os outros grãos e com bordas dentadas. Em *Dioscorea trifida*, alguns apresentavam a parte mesial colapsada. Já em *Colocasia esculenta* foram percebidas algumas aglomerações de grãos de amido. Todas as mudanças mencionadas foram exceções, perceptíveis só depois de analisar a lâmina várias vezes, de fato, algumas delas eram visíveis também em amostras que não sofreram nenhum tipo de processamento.

Em todos os processos que implicaram algum tipo de aquecimento, os grãos de amido perderam as suas características diagnósticas e gelatinizaram para formar aglomerados de formas ovaladas (Figura 110 C, D, E, J, M-O) ou retangulares (Figura 110 R-T, W-Y), muito maiores do que os grãos originais. Estas aglomerações podiam reagir tenuamente sob luz transmitida polarizada (Figura 110 H-I). Em algumas ocasiões, algumas destas formas estouravam e o conteúdo era expulso, deixando uma aparência de mancha ao redor (Figura 110 N, R, T, W). Nas amostras que esquentaram por 20 minutos podiam ser vistos alguns grãos de amido com suficientes características para ser identificáveis. Nas amostras de *Manihot esculenta* e *Ipomoea batatas* foram visíveis alguns cristais, possivelmente de oxalato de cálcio (Figura 109).

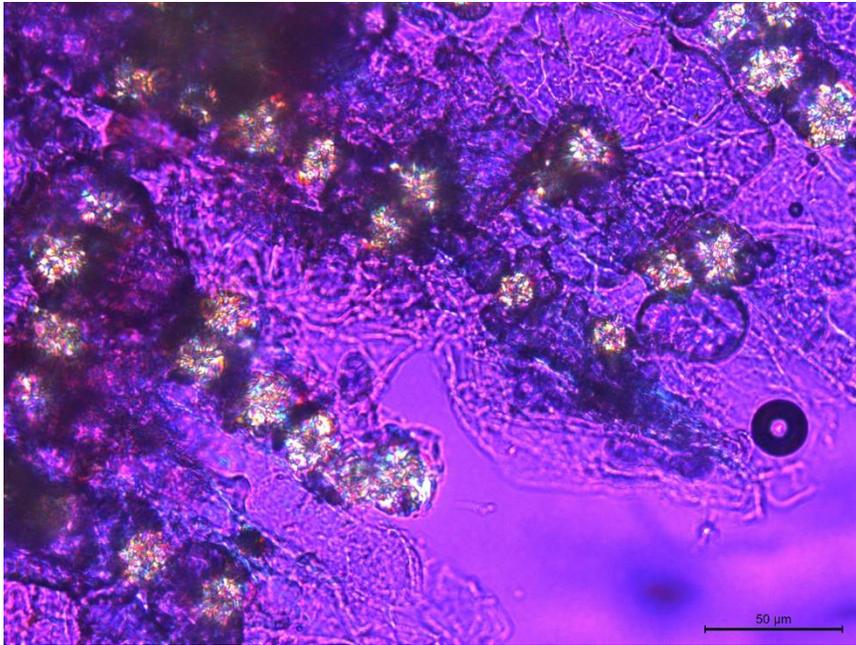


Figura 109 Cristais, possivelmente de oxalato de cálcio em *Manihot esculenta* (**B**, fervido uma hora). Tamanho da barra: A, 200  $\mu\text{m}$ . B, 100  $\mu\text{m}$

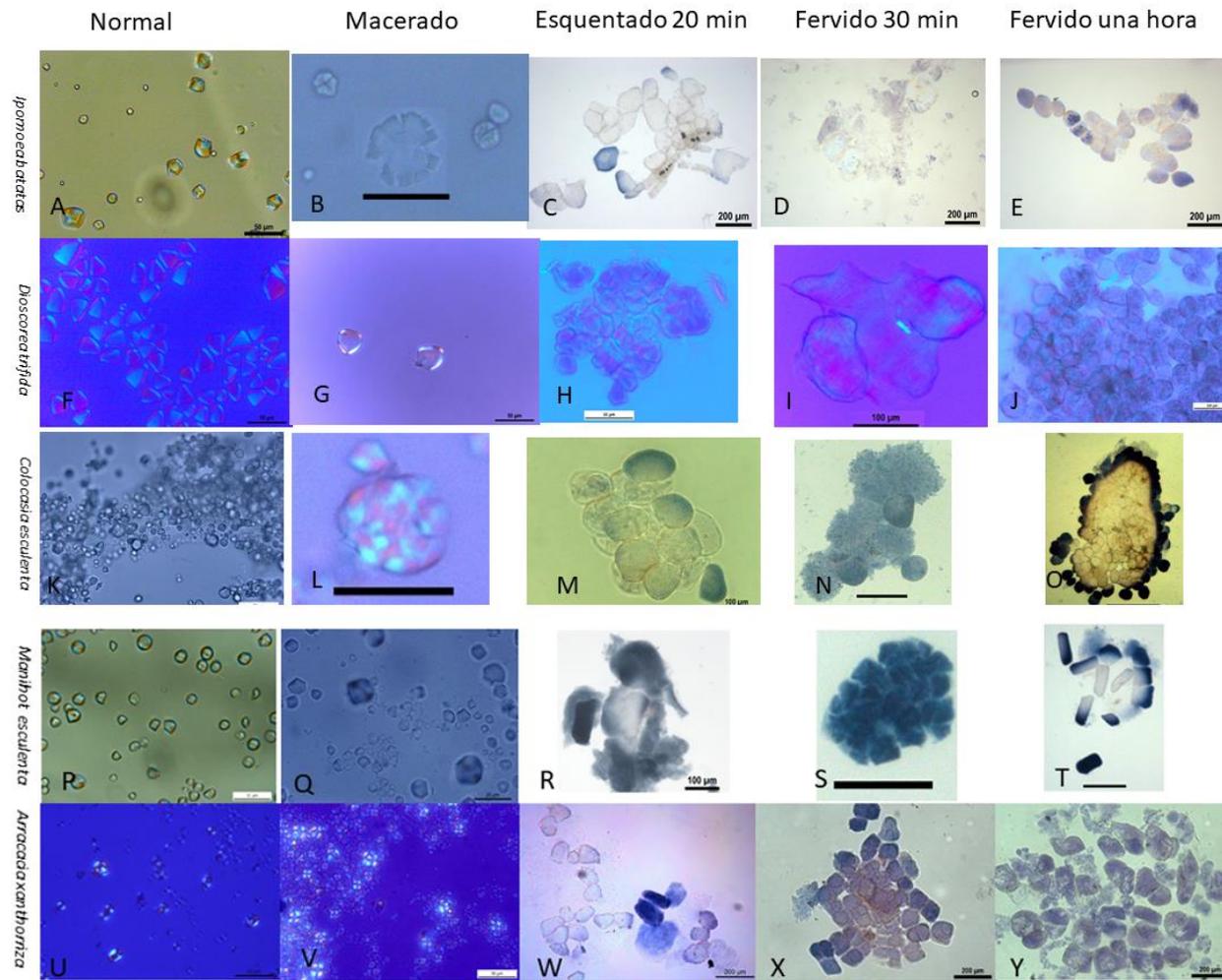


Figura 110 Mudança nos grãos de amido de diferentes espécies vegetais ao serem submetidas a diferentes processos de produção e consumo. Tamanho da barra: **A, B, F-H, P, U-V:** 50 µm. **C-E, J, N, T, W-Y:** 200 µm. **I, M, R-S:** 100 µm. **K-L, Q:** 20 µm. **O:** 500 µm.

#### 7.4 Sedimentos arqueológicos

Foram achados fitólitos em todos os sedimentos. Em quase todas as amostras foi conseguido contar 400 diagnósticos (tabelas 10 e 11). Isto não foi possível na fração C do nível 01/ facies 02, nem no nível 10/ facies 20, devido a que não foram achados suficientes fitólitos diagnósticos na fração C. Neste último caso., foram achados 7 fitólitos em 3 lâminas montadas, razão pela qual decidiu-se parar com a análise.

Em algumas imagens apresentadas a seguir, são usadas algumas setas para indicar um fitólito girado ou para sinalizar algum elemento. As setas foram tiradas dos Sítios: “Flaticon” (“Free vector icons - SVG, PSD, PNG, EPS & Icon Font - Thousands of free icons”, [s.d.]) e “Stick png” (“Flecha Abajo PNG transparente - StickPNG”, [s.d.]),

Tabela 12 Fitólitos contados na fração “a” por nível/ facies

Nível / Facies	Quantidade
01/02	201
01/03	201
02/05	200
02/06	201
02/08	204
03/09	201
03/10	204
04/11	203
05/13	210
06/18	205
08/19	201
10/20	202
Total	2433

Tabela 13 Fitólitos contados na fração "c" por nível/ facies

Nível / Facies	Total Geral
01/02	126
01/03	207
02/05	201
02/06	200
02/08	215
03/09	220
03/10	226
04/11	214
05/13	227
06/18	211
08/19	216
10/20	7
<b>Total Geral</b>	<b>2270</b>

## 7.4.1 Fitólitos contados

### 7.4.1.1 Bilobados



Figura 111 Fitólitos tipo Bilobado. **Ba, Bb, Em:** Ehrhartoideae. **Ck-Co e Dg:** Aristidoideae. Os tipos restantes foram registrados dentro de Panicoideae. **N e Ca:** aspecto de queimado. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

#### 7.4.1.2 Bilobados quebrados

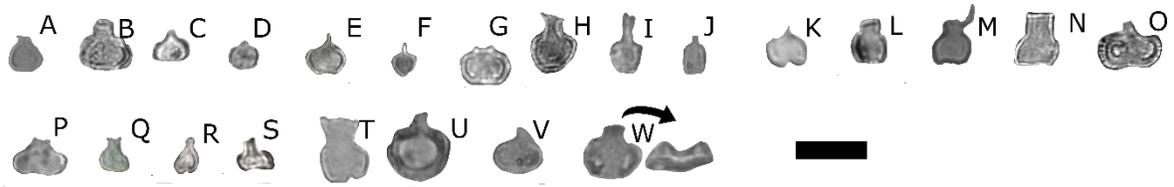


Figura 112 Fitólitos tipo bilobado quebrado. Tamanho da barra: 20 µm.

#### 7.4.1.3 Trilobados e polilobados



Figura 113 Fitólitos trilobados e polilobados. Tamanho da barra: 20 µm

#### 7.4.1.4 Monturas

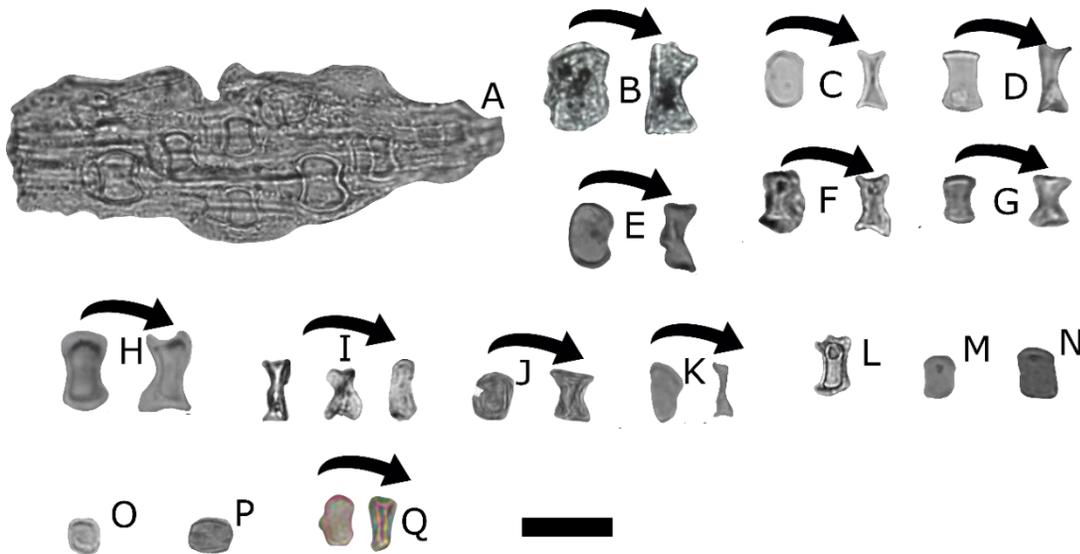


Figura 114 Fitólitos tipo montura. **A, M-P:** monturas altas, A em tecido. **B, D, F, H, I, L:** monturas colapsadas. **G, J:** monturas de *Arundinella*. **C, E, O-P:** monturas parecidas como os de *Chloridoideae*. **K:** montura quebrada. Tamanho da barra: 20 µm

### 7.4.1.5 Rondeis

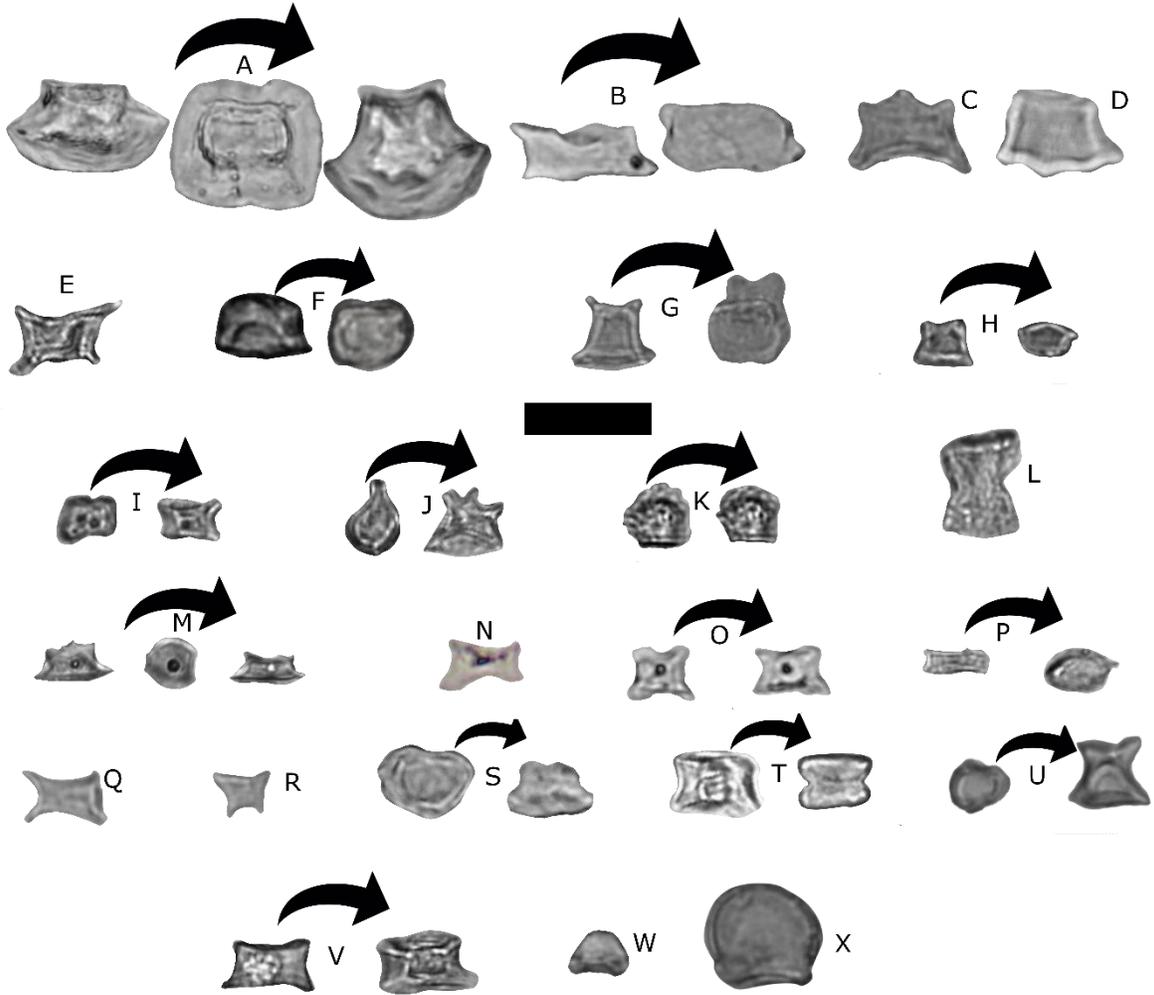


Figura 115 Fitólitos tipo rondel. Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ . **A:** tipo desconhecido. **B, D-E:** rondel com paredes onduladas. **C, G, J, Q-R, U:** rondel cracado. **K:** parecido com "half-decorated Zea mays rondel" (Pearsall, 2016, fig. 5.31) e com "rondel-trapezoid epidermal cell" (Liztetz-Szabó et al., 2015, fig. 4b.2). **L:** rondel alto. **W-X:** parecido com "rondel-trapezoid epidermal short-cell" descrito por Liztetz-Szabó e colaboradores (Liztetz-Szabó et al., 2015, fig. 4).

7.4.1.6 Cruz

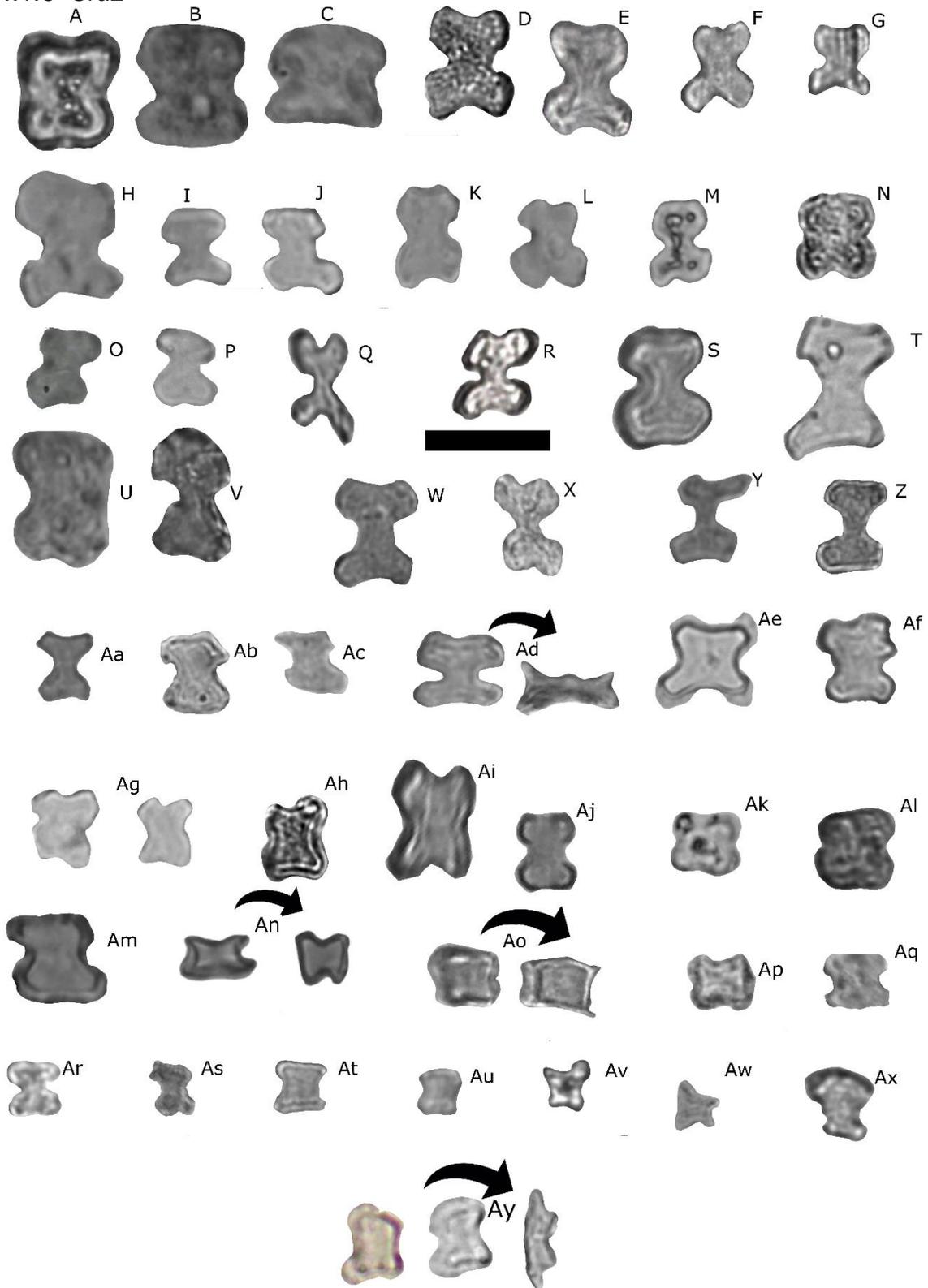


Figura 116 Fitólitos tipo Cruz. **A, E, I, N, R, S, X, Ad, Ae, Af, Ah, Am:** Variante 1 (Piperno 2006b). **Ao-Ap, Au, Ay:** variante 5 ou 6. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

7.4.1.7 Bulliforme

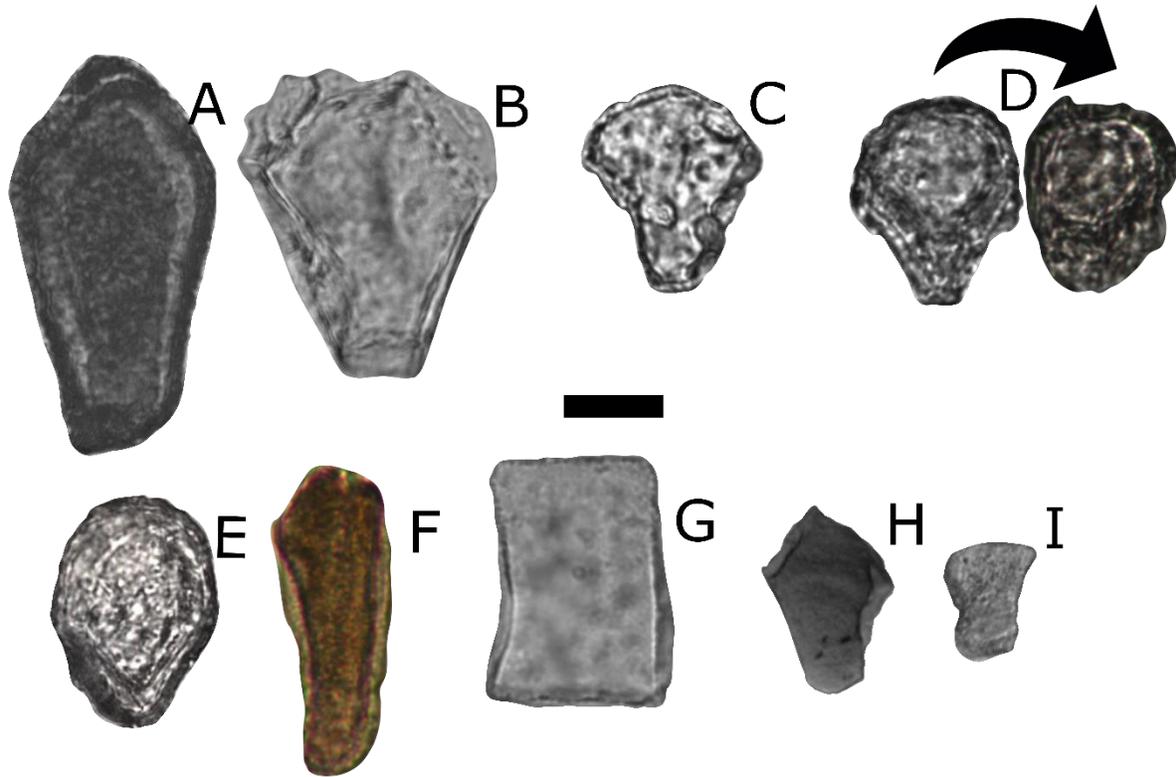


Figura 117 Fitólitos bulliformes recuperados de sedimentos arqueológicos. **B-E**: bulliform em forma de leque. **C-D**: com desgaste parecido ao reportado como "with wide etch figures" (Alexandre et al., 1999, fig. 3). **A, F, H**: com coloração vermelho-marrom, **H** com textura translúcida.

7.4.1.8 Esferoide

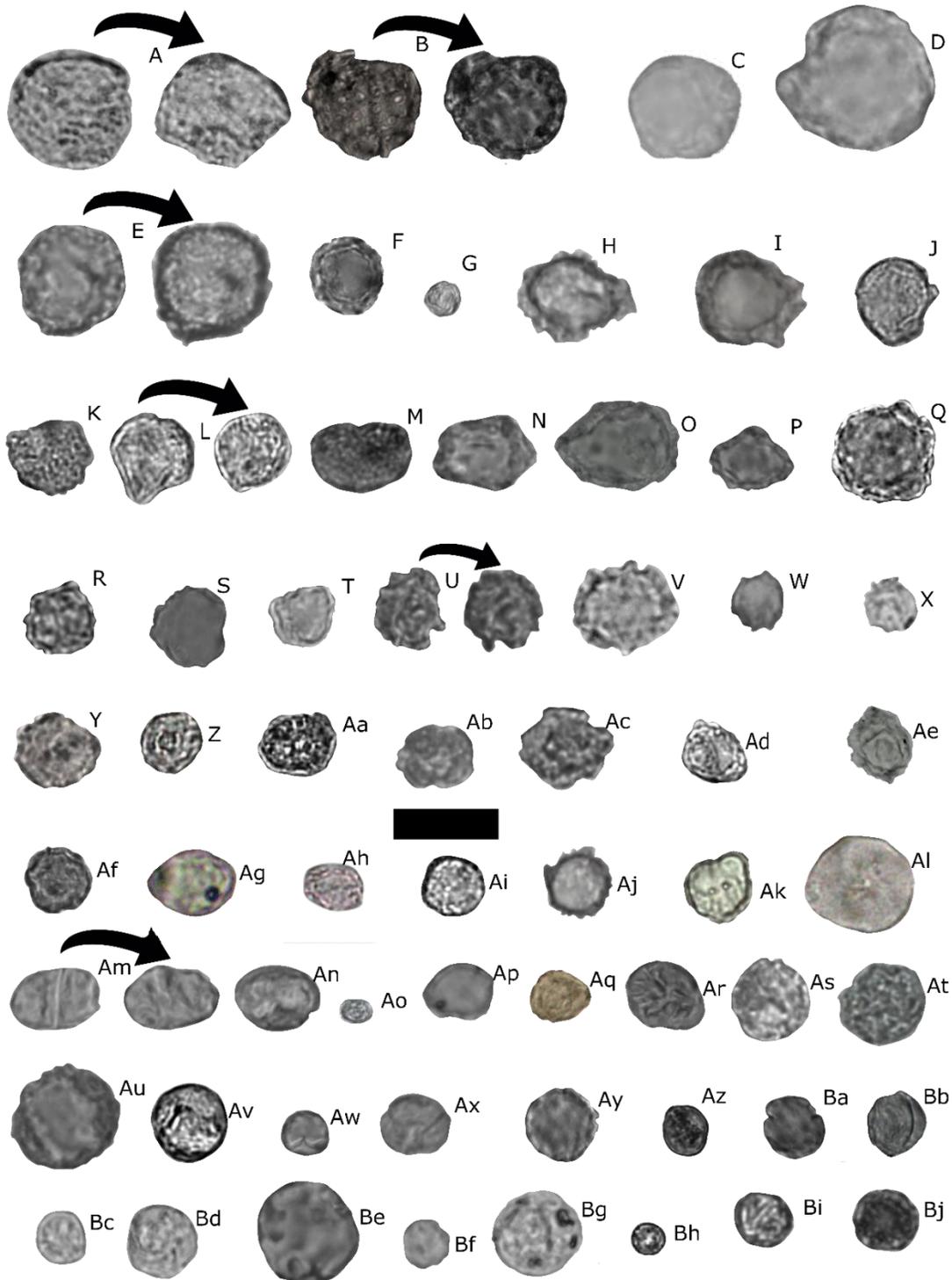


Figura 118 Fitólitos tipo esferoide recuperados de sedimentos arqueológicos. **Ornamentados** A, B, E, F, G-M, P-Z Aa-AJ, Am-An, Aq-Av, Bb-Bc, Bj. **Psilatos**: C, D, I, N, O, S, T, Ak Al, Ao-Ap, Aw -Ba, Bc-Bi. **Lenhosa**: C, D, F, G, I, L, N, Z, Aa-Ab, Ad, Af, Ah-Aj, An-Aq, Av-Bj. **Zingiberales**: A, B, E, H, M, O-W, Y, Ac, Ae, As-Au. **Marantaceae**: J, K, X, Ar. **Poaceae?**: Am. **Pooideae**: Ag. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

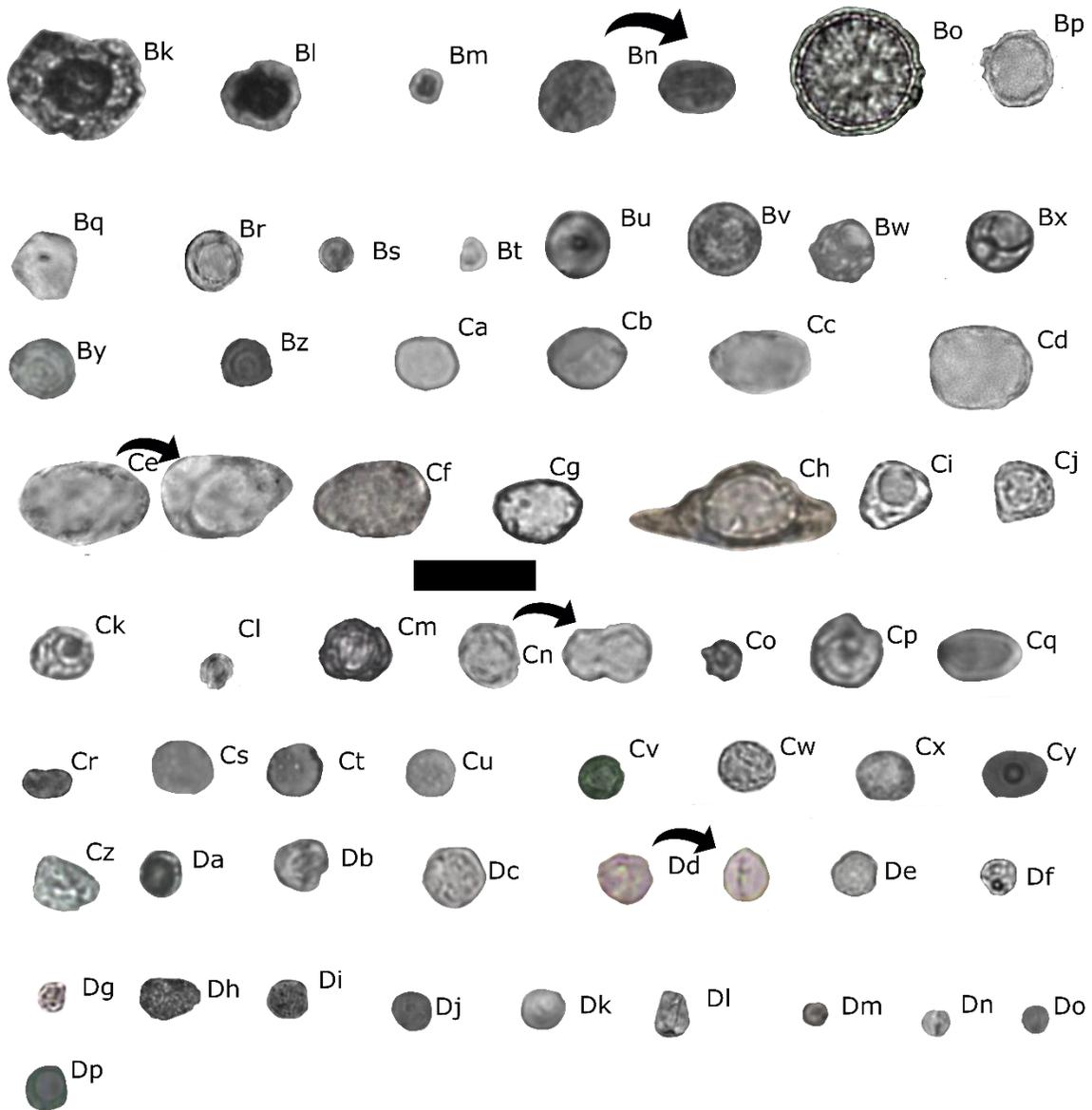


Figura 118 (continuação). **Ornamentados:** Bk-Bl, Bn-Bp, Bw, Ch-Co, Cr, Cw, Cz, Db-Dc, De-Dh. **PSILATO:** Bm, Bq-Bv, Bx-By, Ca-Cg, Cl, Cp, Cs-Cv, Cx, Cz-Da, Dd, Di-Dp. **Lenhosa:** Bl-Bn, Bq-Bv, Bx-By, Ca-Cp, Cr-Cx, Cz-Dp. **Zingiberales:** Bk, Bo-Bp, Bw. **Marantaceae:** Cz. cf. **Inga:** Cq. cf. **Cyperaceae** Bz Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

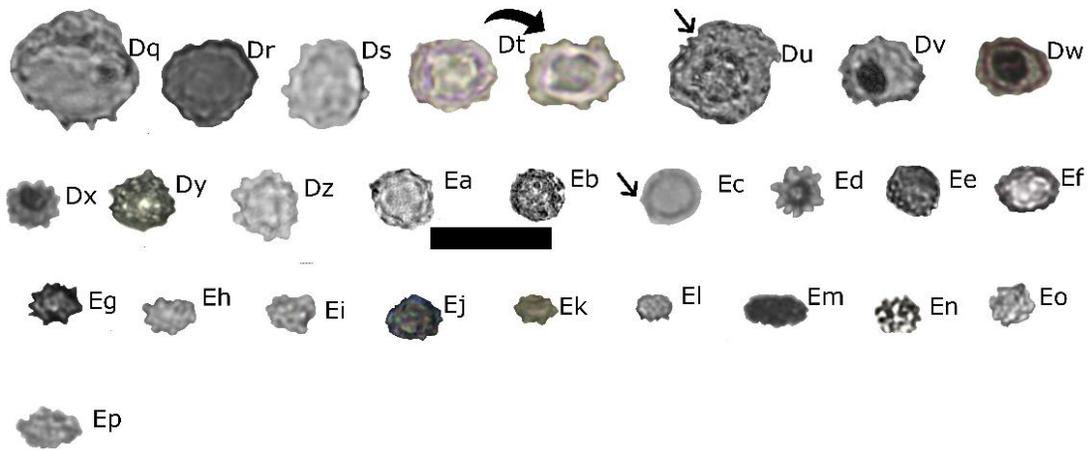


Figura 118 (continuação). **Ornamentados:** Dq-Ds, Eb-Ec, Ef, Eh-Ej, Em-Ep. **Equinados:** Dt-Ea, Ed-Ee, Eg, Ek, El. **Lenhosas:** Dx, Eb-Ed. **Zingiberales:** Dr-Ds, Du-Dw, Eh-Ej. **Marantaceae:** Dq, Ee-Ef, Em-Ep. **Arecaceae:** Dy-Dz, Ea, Eg, Ek-El. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

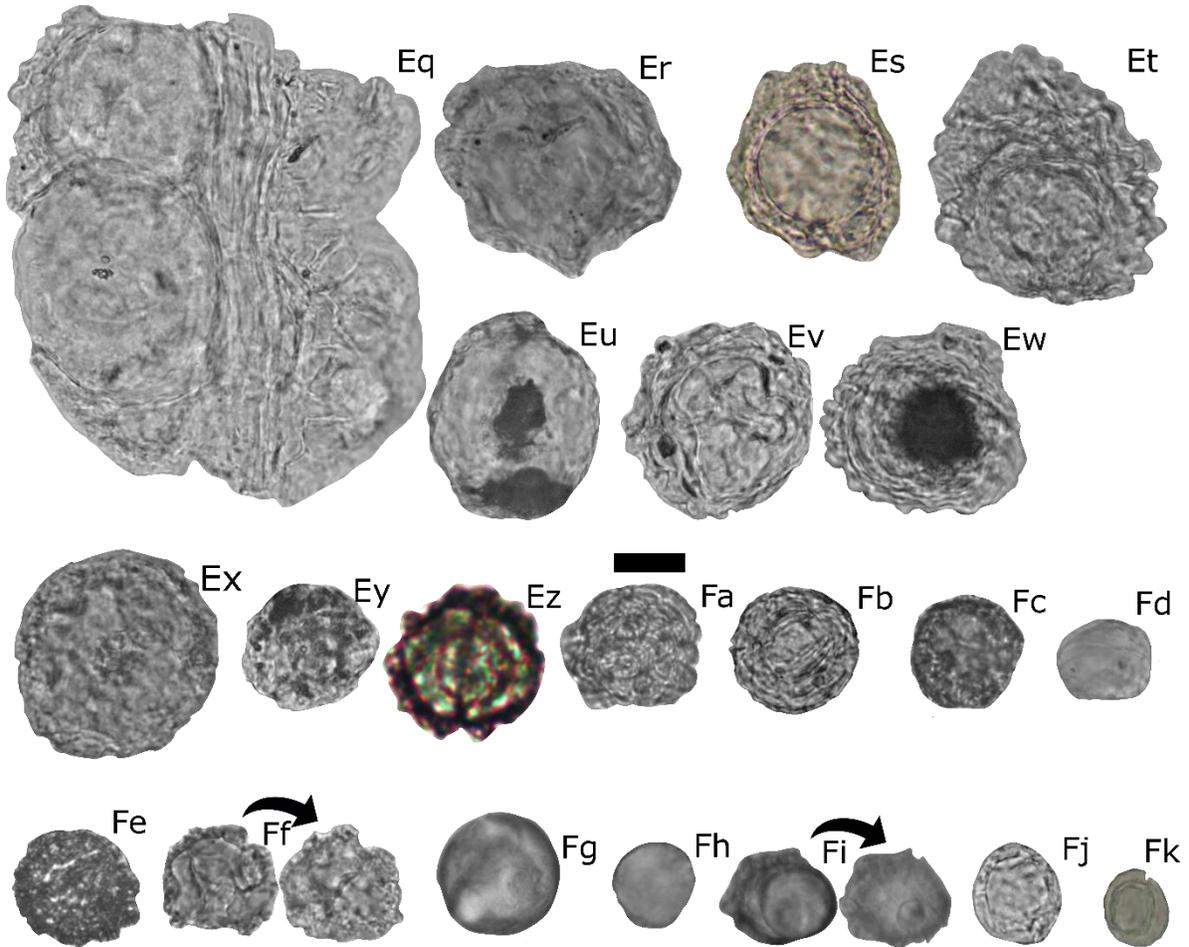


Figura 118 (continuação). **Ornamentados:** Er, Et-Fc, Fe-Ff, Fj. **Psilatos:** Eq, Es, Fd, Fg-Fi, Fk. **Lenhosas:** Eq, Es, Fd, Fg-Fh. **Zingiberales:** Er, Et-Fa, Fc, Fe-Ff, Fi-Fk. **Mendoncia:** Fb. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

#### 7.4.1.9 Traqueal, esclereíde e elementos de madeira e casca

Em um trabalho recente de Collura e Neumann (2017), vários fitólitos diagnósticos de casca foram apresentados e os resultados foram incorporados nesta pesquisa.

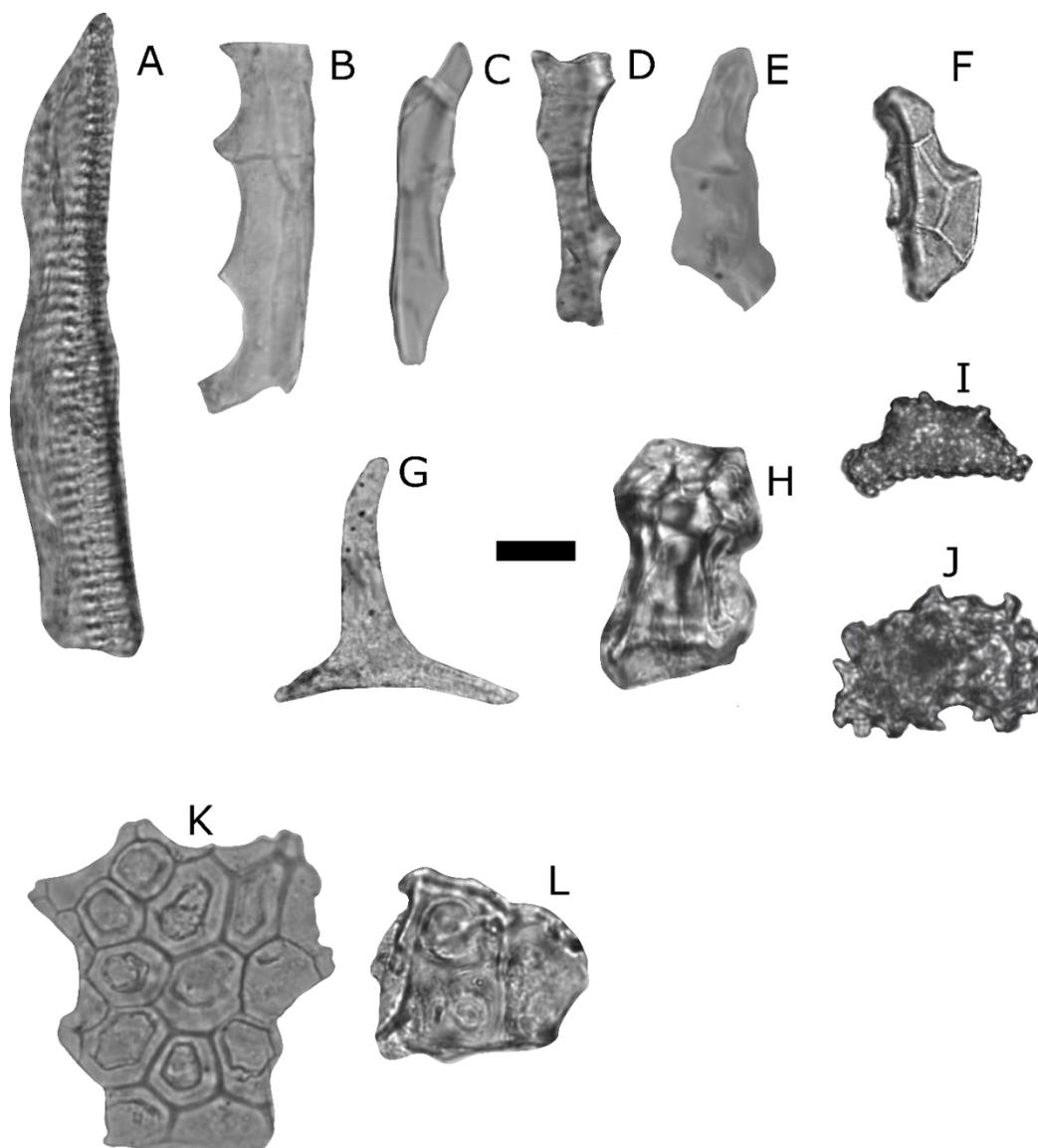


Figura 119 Fitólitos que indicam madeira recuperados de sedimentos arqueológicos. A: traqueal B-G: esclereíde. H: traqueide facetada terminal (Piperno, 2006a, fig. 2.6 b). I: agregado nodular, diagnóstico de madeira (Collura; Neumann, 2017, fig. 3). J: granular, diagnóstico de madeira (Collura; Neumann, 2017, fig. 3). K-L: em bloco cavado e fimbriado, diagnóstico de casca (Collura; Neumann, 2017, fig. 7 g).

7.4.1.10 Base de tricoma

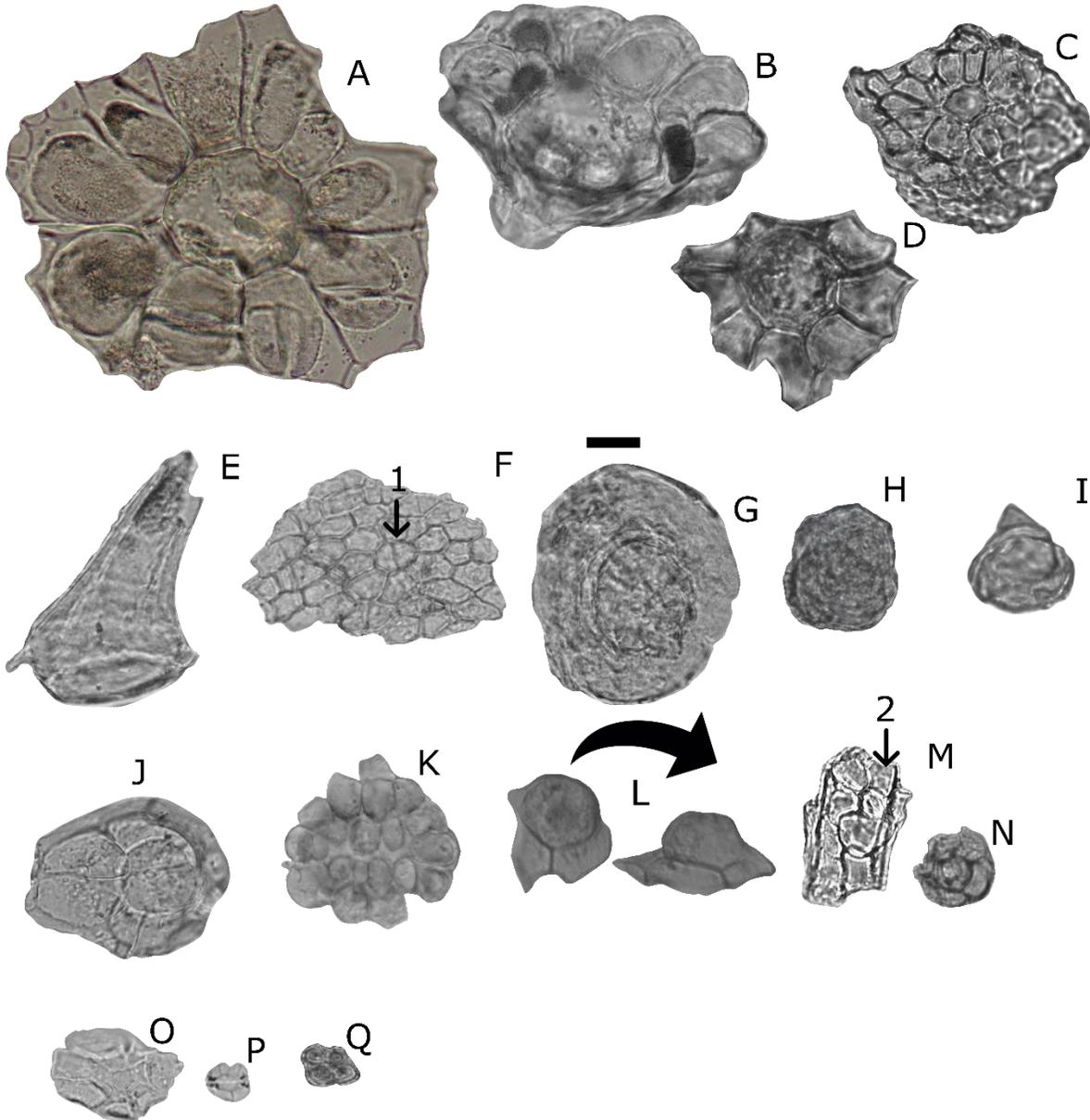


Figura 120 Bases de tricoma recuperados de sedimentos arqueológicos **A-D**: com um cystólito no centro. **E**: base de tricoma com um pedaço de tricoma ainda colado. **F**: embedida em tecido silicificado, a base de tricoma está sinalizada com a seta1. **G-H**: de aspecto globular e bordas onduladas no corpo. **I**: tricoma com um cystólito como base. **J**: formada por uma célula circular segmentada na metade e rodeada de células poliédricas. **K**: formada por varias células circulares. **L**: com uma parte de tricoma ainda visível. **M-N**: com células circulares ao redor de um centro..Em M, a base de tricoma está sinalizada com a seta2.**O**: com uma fissura irregular no centro. **P**: centro circular rodeada por células poliédricas.. **Q**: formada por quatro células circulares. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

7.4.1.11 Tecidos

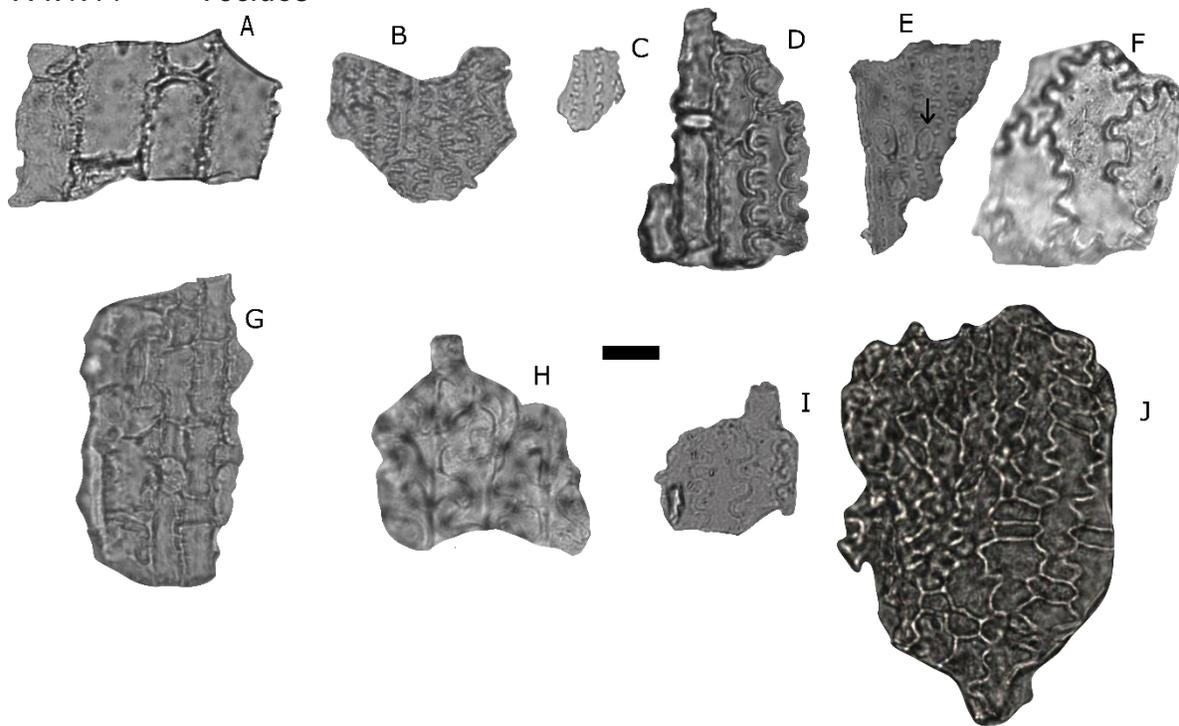


Figura 121 Tecidos diversos. Com células alongado sinuado (A-E, G,I, J) e serrado (F,H). Em "E" é possível ver elementos circulares (um deles indicado pela seta), possivelmente sejam ronds. Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

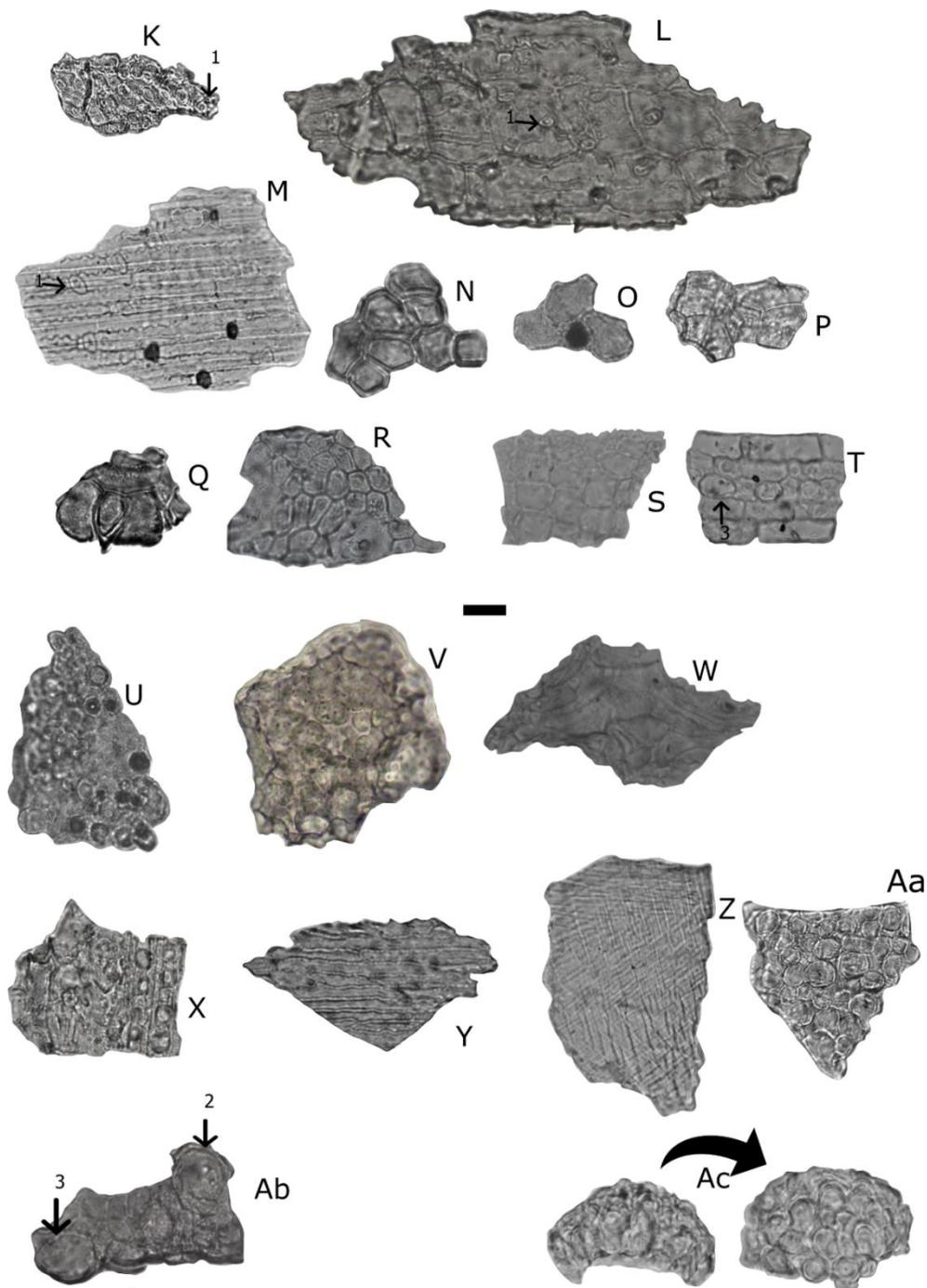


Figura 121 (continuação). A seta 1 sinaliza elementos circulares, possivelmente ronds. A seta 2 indica um elemento parecido com o apresentado na Figura 130E.. A seta 3 indica esferoides dentro do tecido. K-L: tecidos superpostos de difícil definição, talvez sejam alongado sinuado. M: tecido formado por alongado sinuado podem ser observadas algumas células queimadas. N-R: tecidos formados por células poliédricas. S-T: formado por células rectangulares que lembram as células procumbentes no parênquima radial na madeira. U: formado por esferoides, algumas delas com aspecto de queimado. V: intemperizado. W: facetate. X: com varios tipos de decoração sobrepostas de difícil definição. Y: alongado sinuado. Z: com decoração de linhas retas intercruzadas. Aa, Ac fitólitos do mesófilo (Piperno, 2006a, fig. 10.4 b), Ac parece ser uma estrutura oca, evidente ao gira-la. Ab: formado por esferoides grandes. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

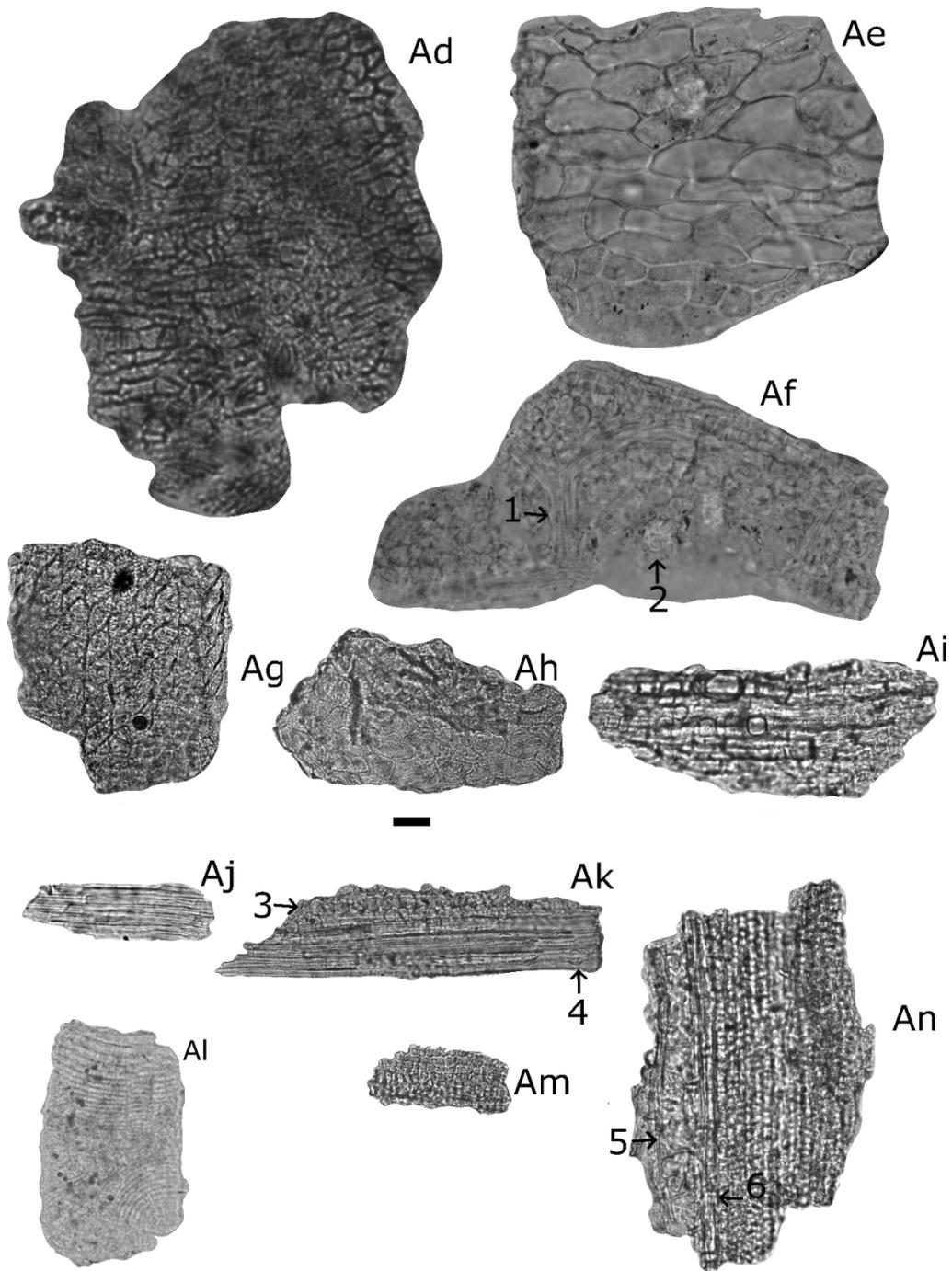


Figura 121 (continuação). **Ad**: formado por células irregulares. **Ae**: formado por células poliédricas, um possível cristal é visível no corpo. **Af** tecido formado por células poliédricas, no qual é possível ver a parede intercelular (seta 1) e uma base de tricoma (seta 2). **Ag**: decorado com um padrão romboidal, algumas células estão queimadas. **Ah**: de difícil definição com um desgaste aparente. **Ai**: formado por células cumpridas e c quadradas. **Aj**: formado por células cumpridas. **Ak**: formado por uma zona com células cumpridas e outra com células quadradas (seta 3), alguns esferoides (seta 4) são visíveis. **Al**: decoração que lembra a uma impressão digital. **Am**: formado por células quadradas. **An**: lembra a um corte tangencial de madeira, a seta 5 indicaria os elementos de vaso e a seta 6 o parênquima paratraqueal. Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

#### 7.4.1.12 Miscelâneos

Nesta categoria foram agrupados todos os fitólitos diagnósticos que não pertenciam às categorias anteriores.

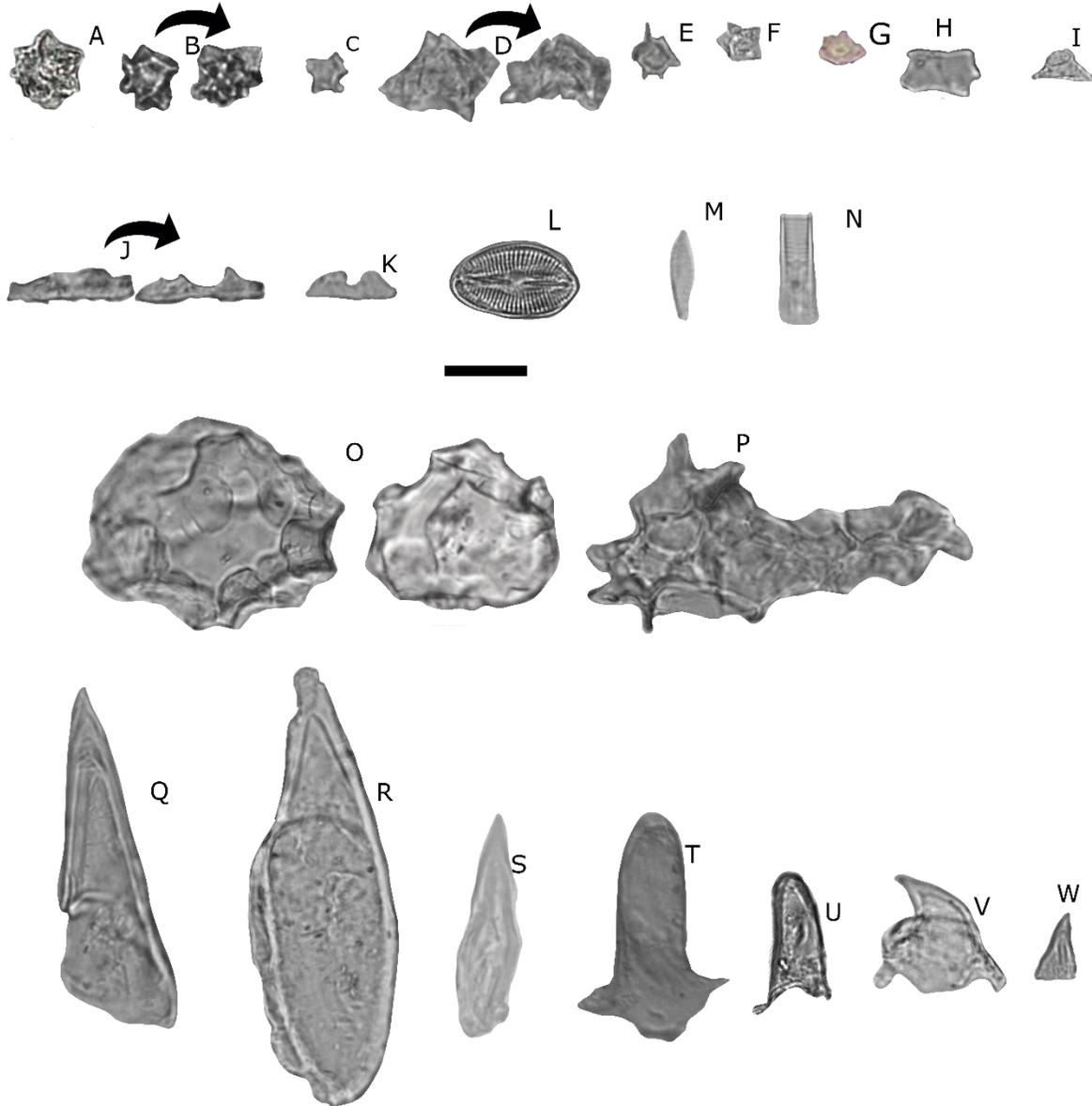


Figura 122 Fitólitos miscelâneos achados nos sedimentos arqueológicos. **A-G**: drusa. **H**: fitólito de *Bambusoideae*, **I**: cone de *Musa* sp. **J-K**: com canais. **L-N**: diatomáceas **O**: poliédrico facetado. **P**: alongado facetado. **Q-W**: bulbo agudo. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

#### 7.4.2 Elementos não contados

Dentro desta seção são apresentados os fitólitos não diagnósticos ou cuja origem não foi determinada.

### 7.4.2.1 Tricomas

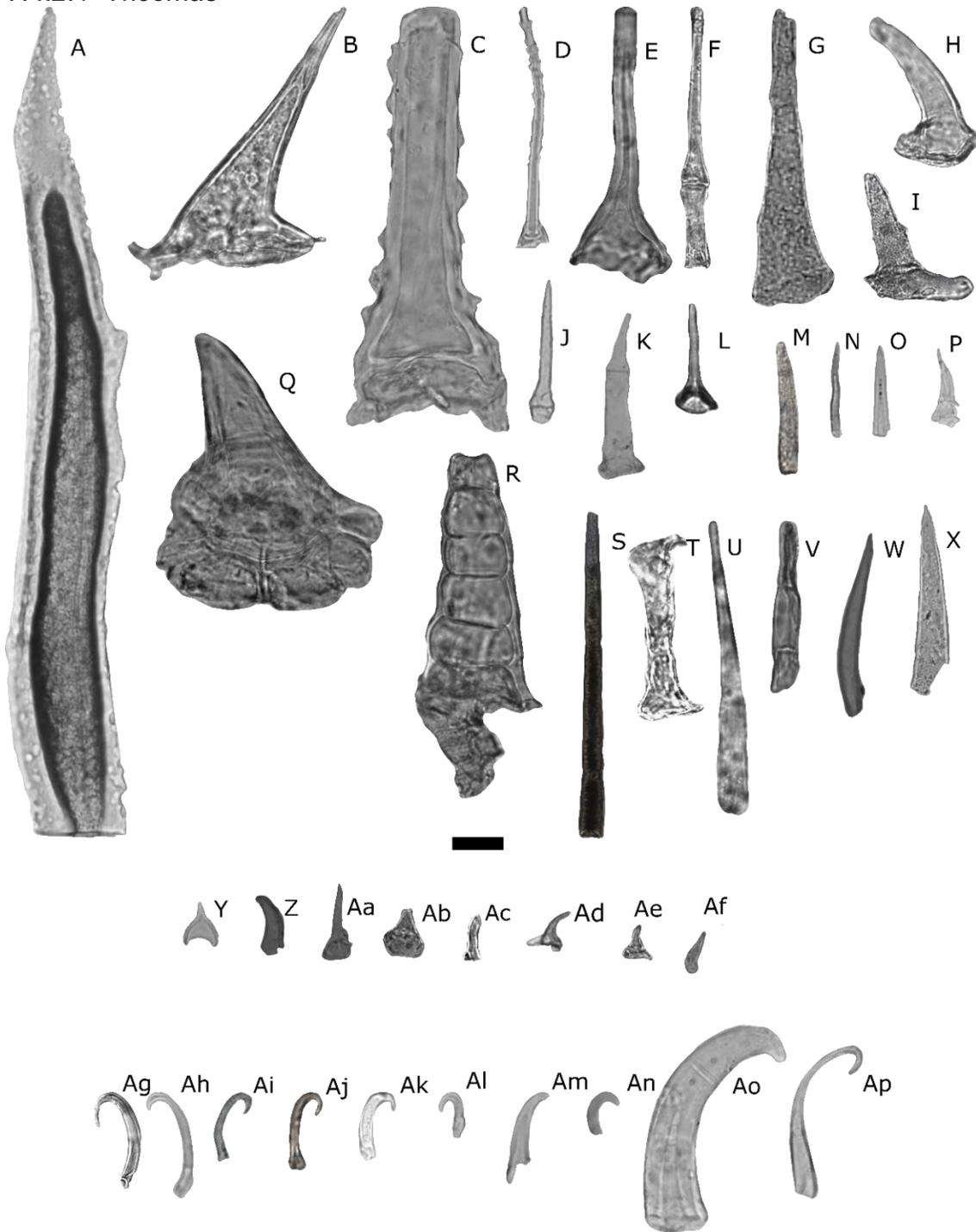


Figura 123 Tricomas achados nos sedimentos arqueológicos. **A:** tricoma grande, intemperizado. **B:** tricoma segmentado, com base. **C-D:** tricoma armado. **E:** tricoma com base. **F:** tricoma segmentado. **G, I:** tricoma segmentado, granuloso. **H:** tricoma com base. **J-K:** tricoma segmentado. **L-M:** tricoma unicelular. **N:** tricoma segmentado. **O:** tricoma unicelular. **P:** tricoma segmentado. **Q:** tricoma com base. **R:** tricoma segmentado. **S:** tricoma unicelular, granuloso, com aparência de queimado. **V:** tricoma segmentado. **W-X:** tricoma unicelular., granuloso. **Y-Af:** tricoma unicelular. **Ag-Ap:** tricomas incinados. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m

7.4.2.2 Grãos de pólen e similares

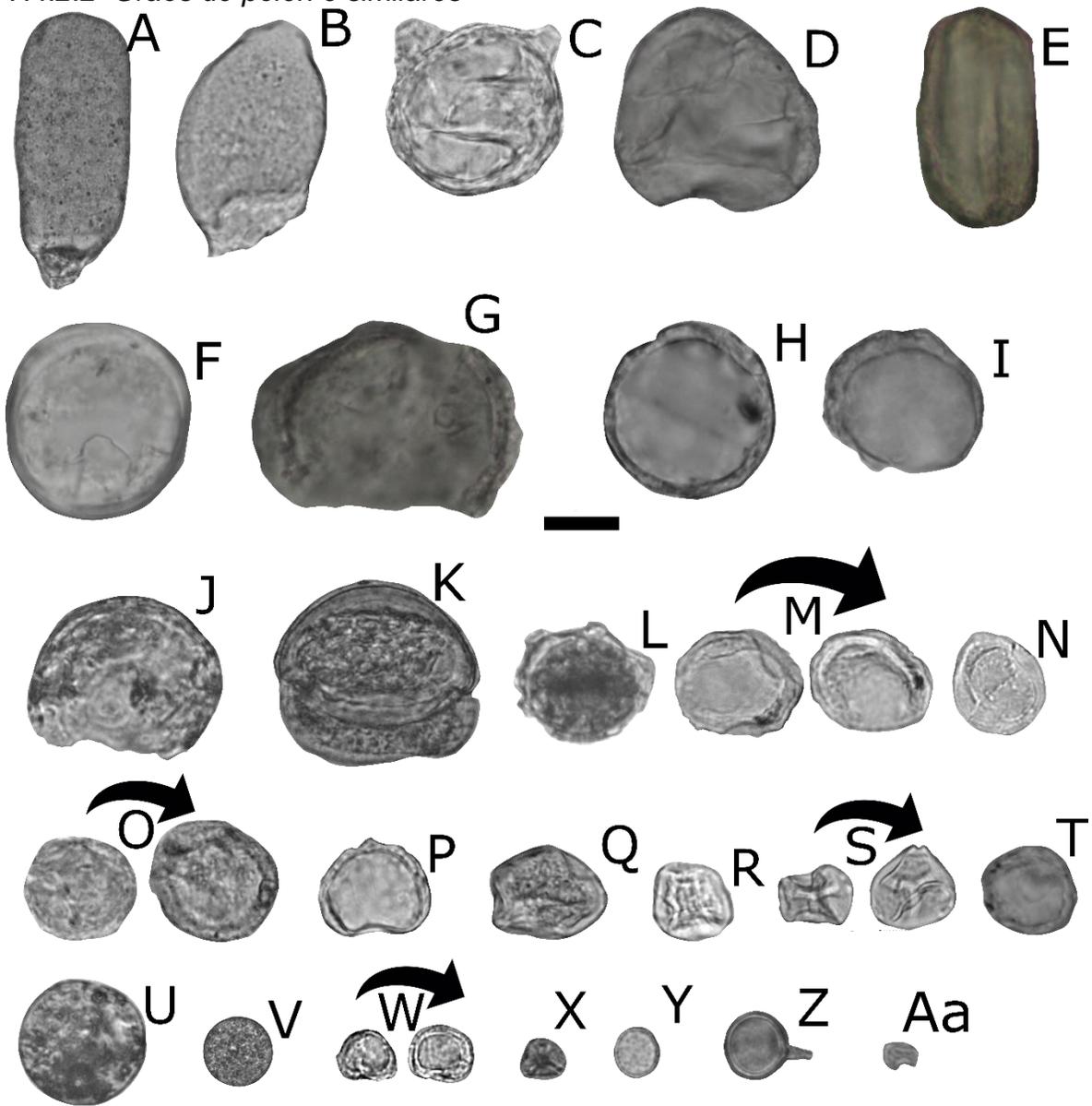


Figura 124 Grãos de pólen e microvestígios similares. **A-J, L-M, O-W, Y, Aa:** elementos indeterminados, mas que pelas suas características lembram a grãos de pólen ou microvestígios similares. **E:** elemento que lembra a um pólen de *Arecaceae*. **K:** grão de pólen de *Podocarpus*. **N:** grão de pólen de *Malpighiaceae*. **S:** grão de pólen triporado aspídoto. **X:** grão de pólen de *Myrtaceae*. **Z:** cysophite cyst Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

7.4.2.3 Estômatos

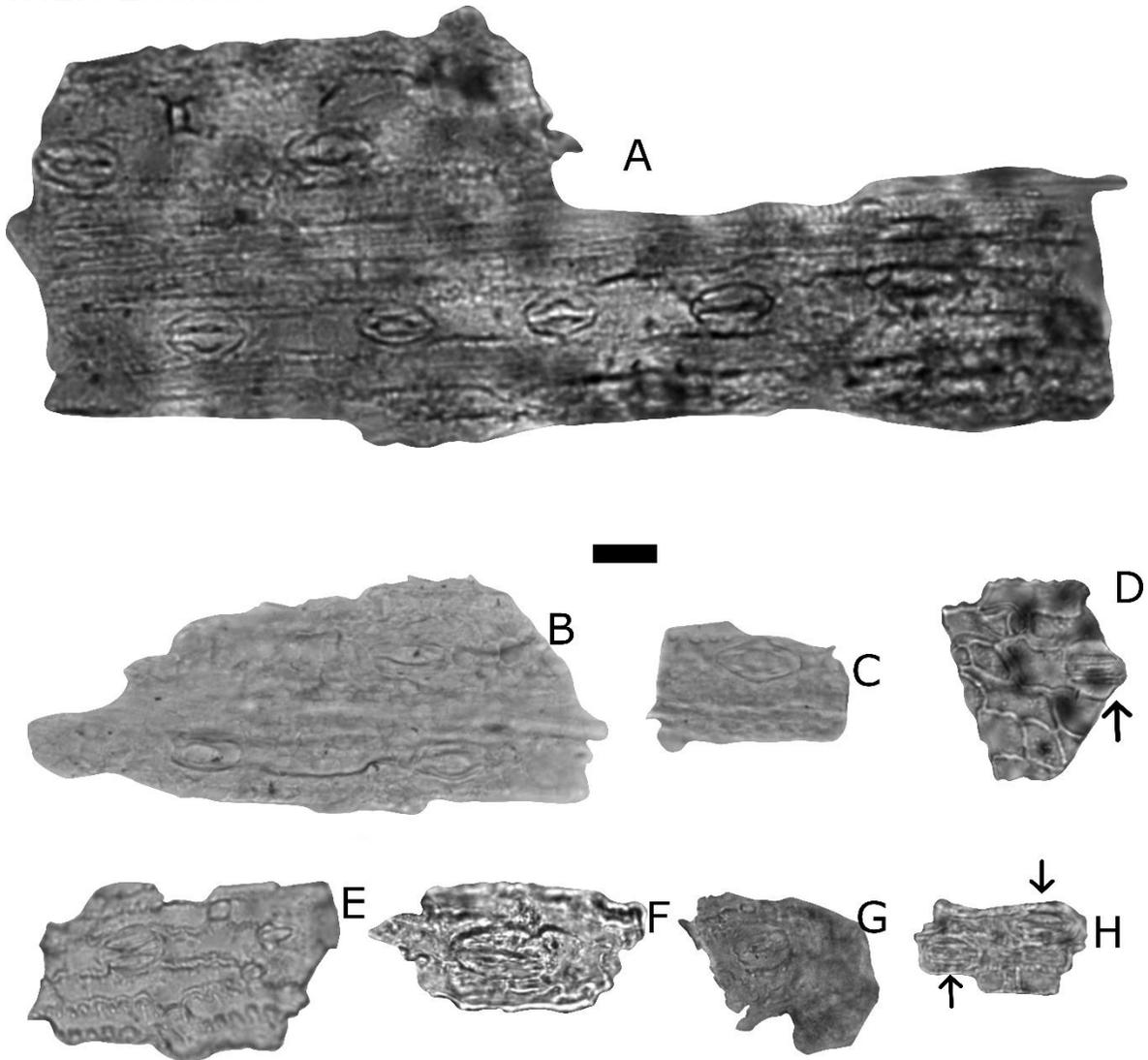


Figura 125 Estômatos embedidos em tecidos. As setas sinalizam estes elementos onde podem ser difíceis de ver. Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

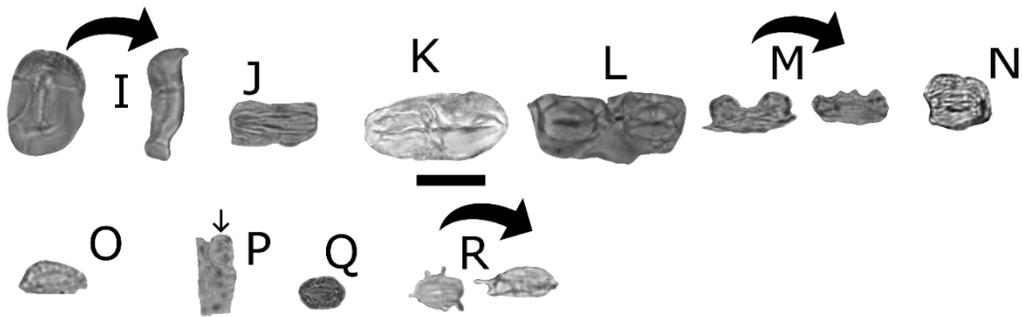


Figura 125 (continuação) Estômatos silicificados individualmente. As setas sinalizam estes elementos onde podem ser difíceis de ver. R é parecido com um estômato (Li et al., 2017, fig. 2), mas lembra a um fitólito achado no teosinte (Piperno, 2006a, fig. 3.4 f). Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

#### 7.4.2.4 Cistólitos

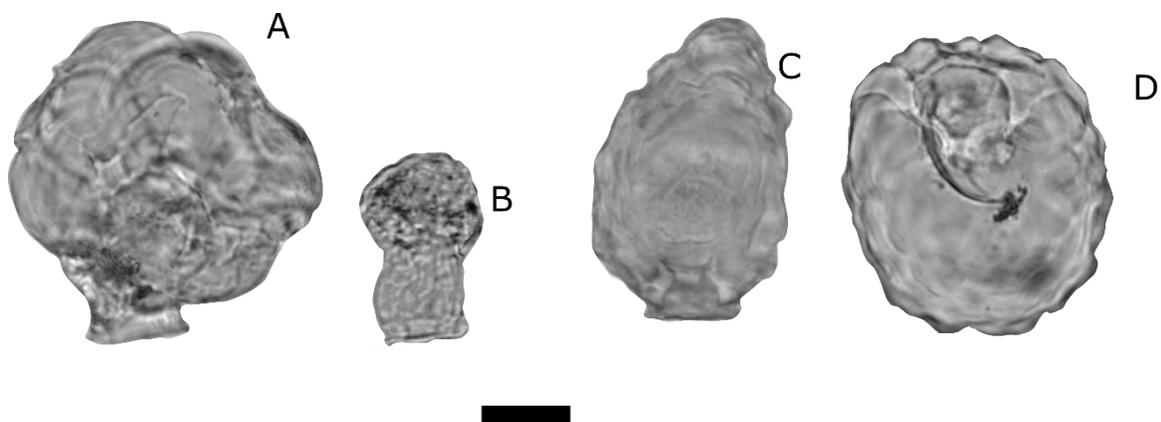


Figura 126 Cistólitos achados nos sedimentos arqueológicos Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

#### 7.4.2.5 Possíveis elementos de vaso

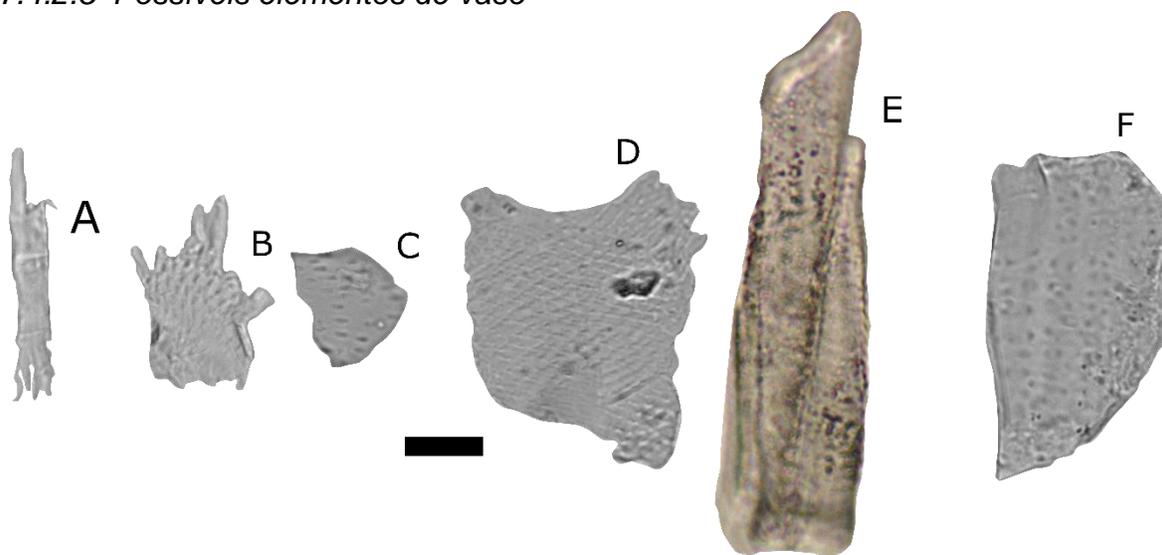


Figura 127 Possíveis elementos de vaso e fibras achados nos sedimentos arqueológicos. **A:** elemento parecido com fibra. **B-D, F:** paredes de elementos de vaso. **E:** conjunto de elementos de vaso. Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

#### 7.4.2.6 Alongado

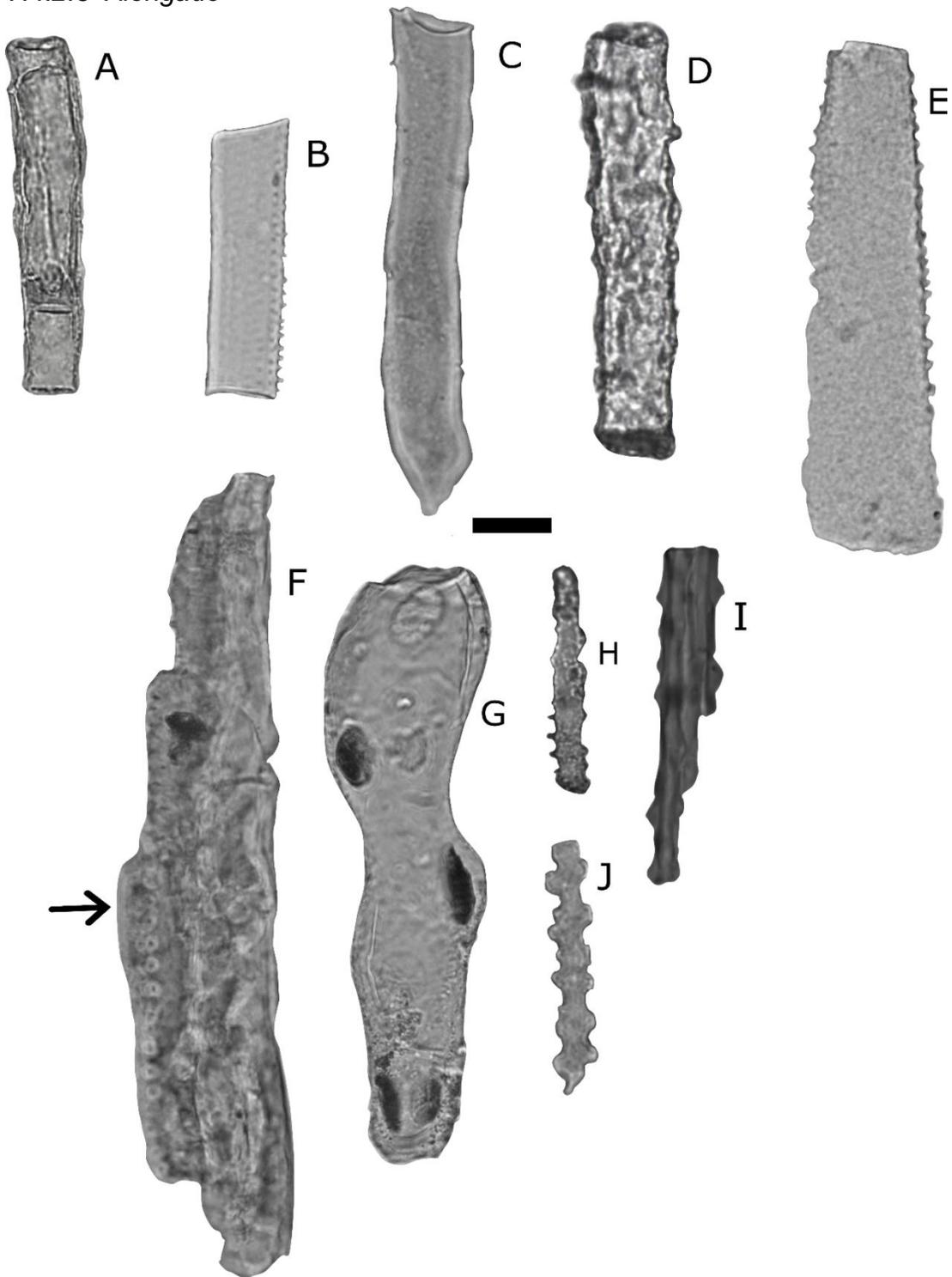


Figura 128 Alongados achados nos sedimentos arqueológicos . **A:** segmentado e corrugado, lembra a um elemento de vaso. **B:** vacular (VACULATE). **C:** psilato, lembra a um elemento de vaso. **D:** superfície rugosa, com algumas projeções vaculadas. **E:** vaculado, intemperizado. **F:** segmentado, rugoso, com elementos circulares sinalizados pela seta. **G:** parecido com o alongado bulbous achado em *Pinus halepensis* (Pinaceae) ("PhytCore DB", [s.d.]). **H:** vaculado, intemperizado. **I:** equinado. **J:** sinuate. Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

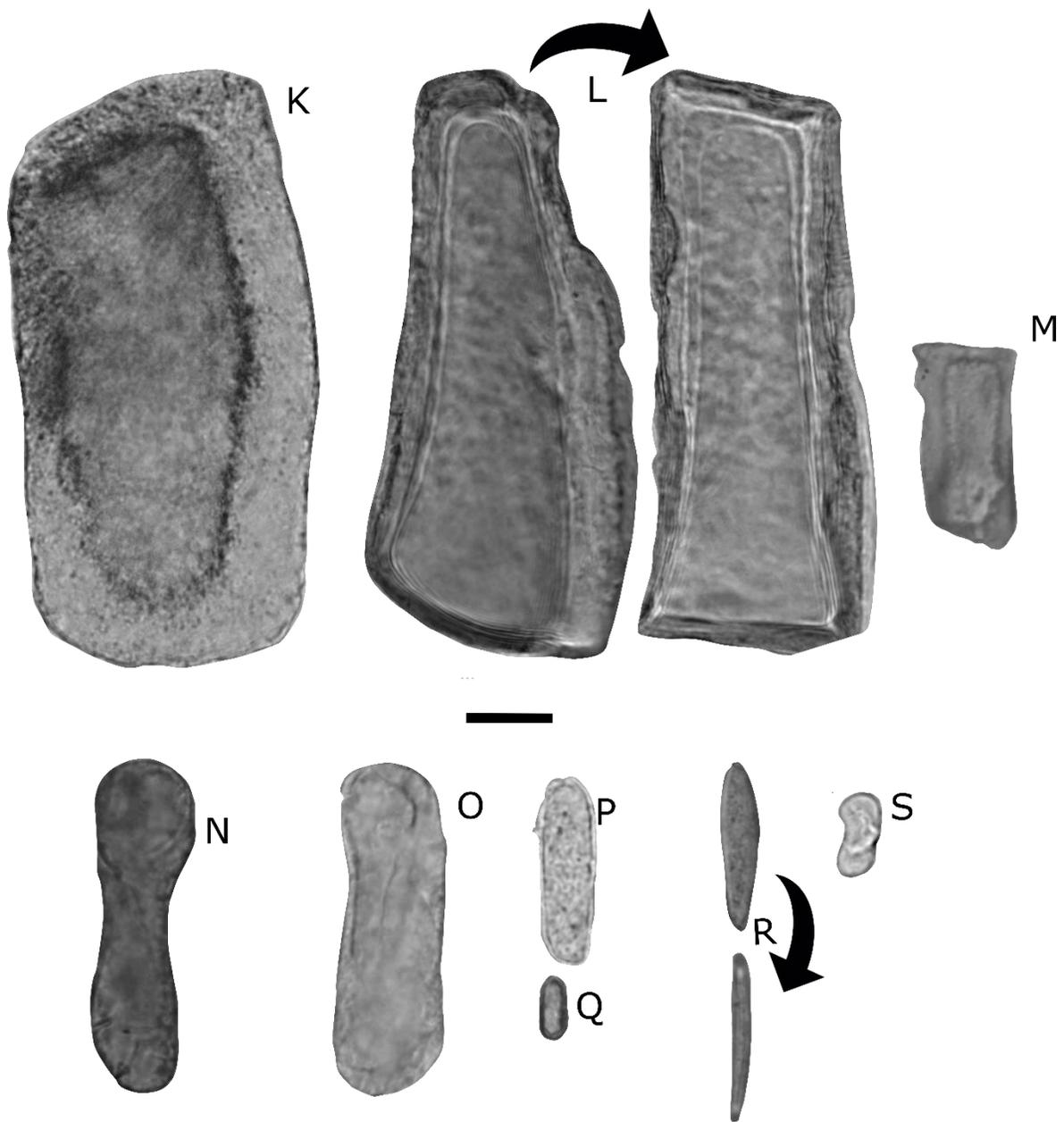


Figura 128 Alongado achados nos sedimentos arqueológicos (continuação) **K**: granuloso. **L**: com margem. **M**: parecido com o H, mas de menor tamanho. **N**: com a parte do meio mais fina do que os extremos. **O-P**: parecido com os achados nas folhas mortas da família Typhaceae ("PhytCore DB", [s.d.]). **Q**: pequeno com uma margem escura. **R**: com uma cor marrom-avermelhada. **S**: com uma aparência plegada. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m

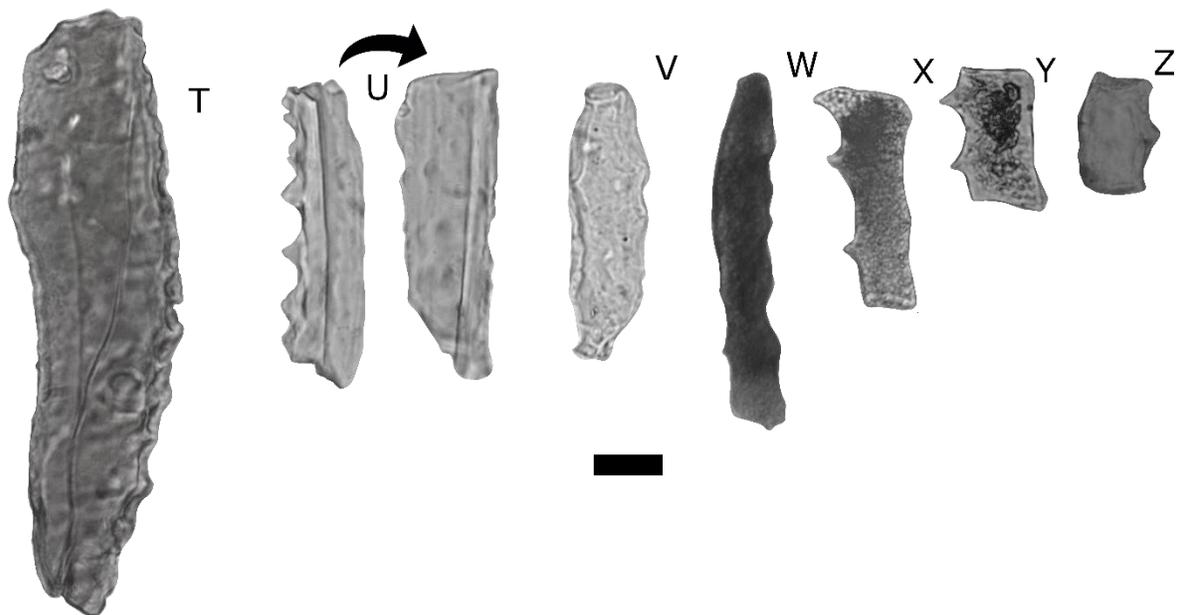


Figura 128 Alongados achados nos sedimentos arqueológicos (continuação). **T**: estrutura bem silicificada e intemperizada, dentate, parecido com elementos reportados em *Paspalum barbatum* Nees (Söndahl; Labouriau, 1970b, fig. 2). **U**: com uma cara com projeções equinaadas. **V**: reportado como “ELONGATE FACETATE” em PHYTCORE DB (“PhytCore DB”, [s.d.]). **W**: grosso sinuado (“THICK SINUATE”) (Mercader et al., 2009, fig. 6 d-e), com aspeto de queimado. **X-Z**: velloate. Tamanho da barra: 20  $\mu$ m.

#### 7.4.2.7 Em bloco

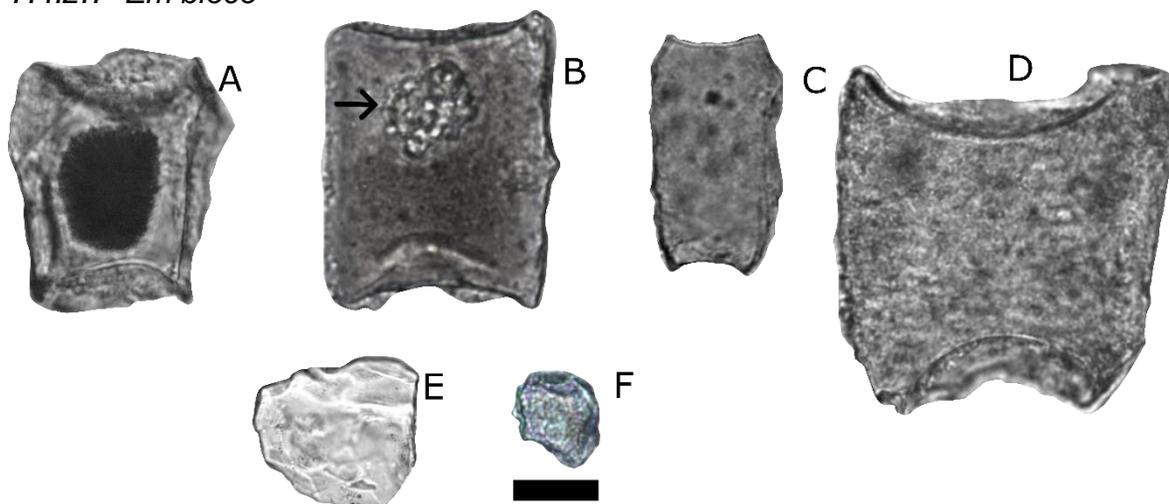


Figura 129. **A**: com uma inclusão de aparência granulada e queimada, muito parecido com o reportado para *Ichnanthus goyasensis* (Panicoideae) (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 6)<sup>13</sup>. **B**: com um esferoide tubercular (TUBERCULATE) no interior, sinalizado pela seta. **C-D**: velado (VELLOATE). **E**: facetado. **F**: granular. Tamanho: 20  $\mu$ m.

<sup>13</sup> Hoje o nome correto é *Hiladaea ruprechtii* (Döll) C. Silva & R.P. Oliveira

#### 7.4.2.8 Parecidos com o tipo papilar (PAPILLATE)

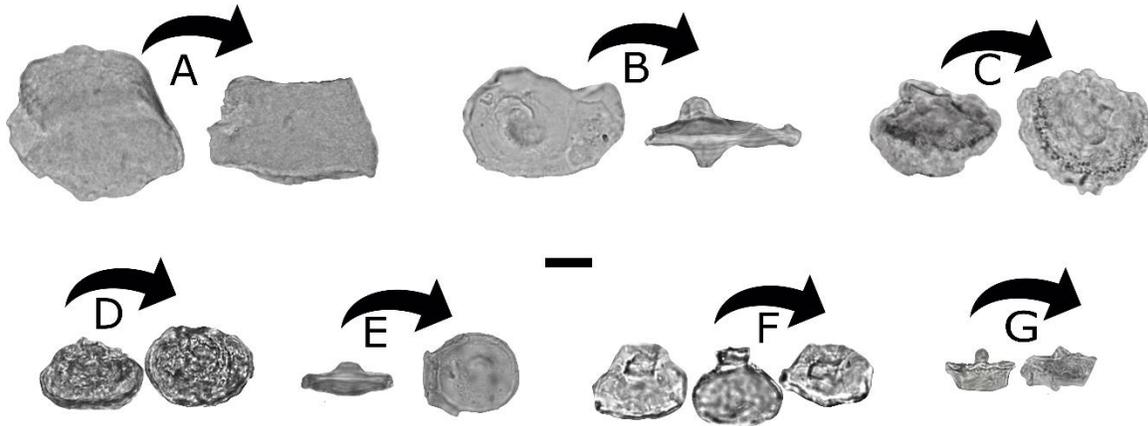


Figura 130 Fitólitos parecidos como tipo papilar. **A:** trapeziforme. **B:** plano, semicircular com duas projeções saindo de ambas caras opostas. **C:** elemento embedido em um tipo de tecido: **D:** rugoso com uma projeção com aparência de estourada. **E:** circular com uma projeção em uma das caras. **F:** parecido com os "salt gland phytoliths" reportados em *Distichlis humillis* (Chloridoideae) (Zucol et al., 2019 Plate I, 4d). **G:** trapeziforme com uma borda ondulada. Tamanho da barra:20  $\mu$ m

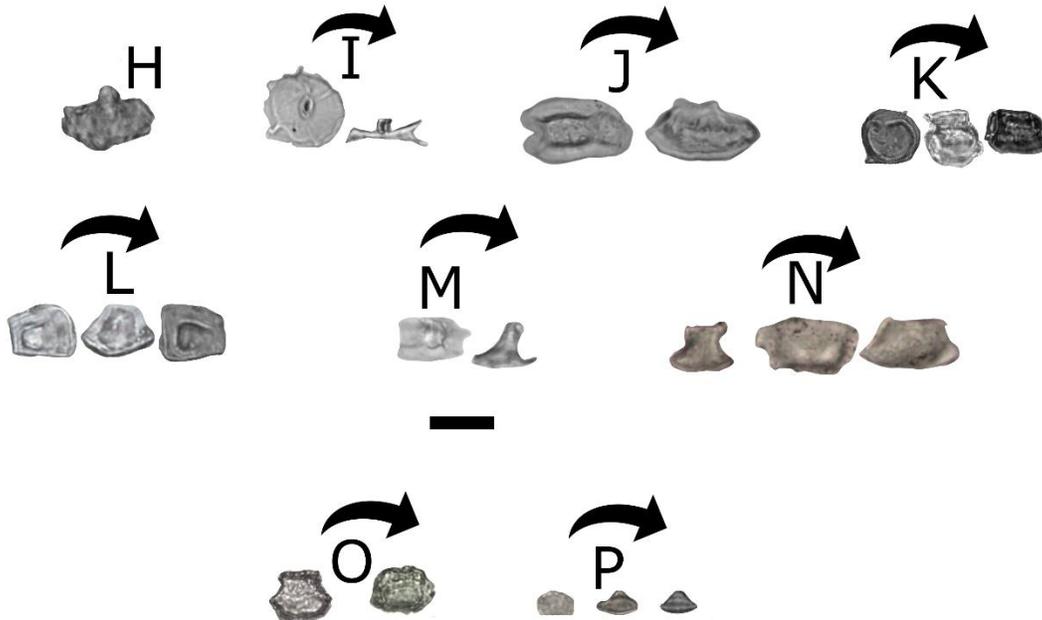


Figura 130 Fitólitos com projeções saindo no meio do corpo (continuação) **H:** tabular rugoso. **I:** circular carinari (CARINATE). **J:** elemento reportado em *Panicum procurrens* Nees (Panicoideae) (Sendulsky; Labouriau, 1966 prancha 36). **K:** forma que lembra a uma ânfora. **L:** trapeziform com uma concreção silicosa no meio. **M:** parecido com células papilares (Zucol et al., 2019). **N:** parecido, pela forma, com um papilar de Cyperaceae, mas sem a decoração característica. **O:** granuloso. **P:** Parecido com o reportado pelo Kohl (1889 apud Sendulsky; Lobouriau, 1966, fig. 1) como "Corpos silicosos granulares no interior das células epidérmicas de *Callisia*". Tamanho da barra:20  $\mu$ m

#### 7.4.2.9 Miscelâneos

Nesta seção são apresentados os fitólitos que não puderam ser classificados dentro das categorias anteriores.

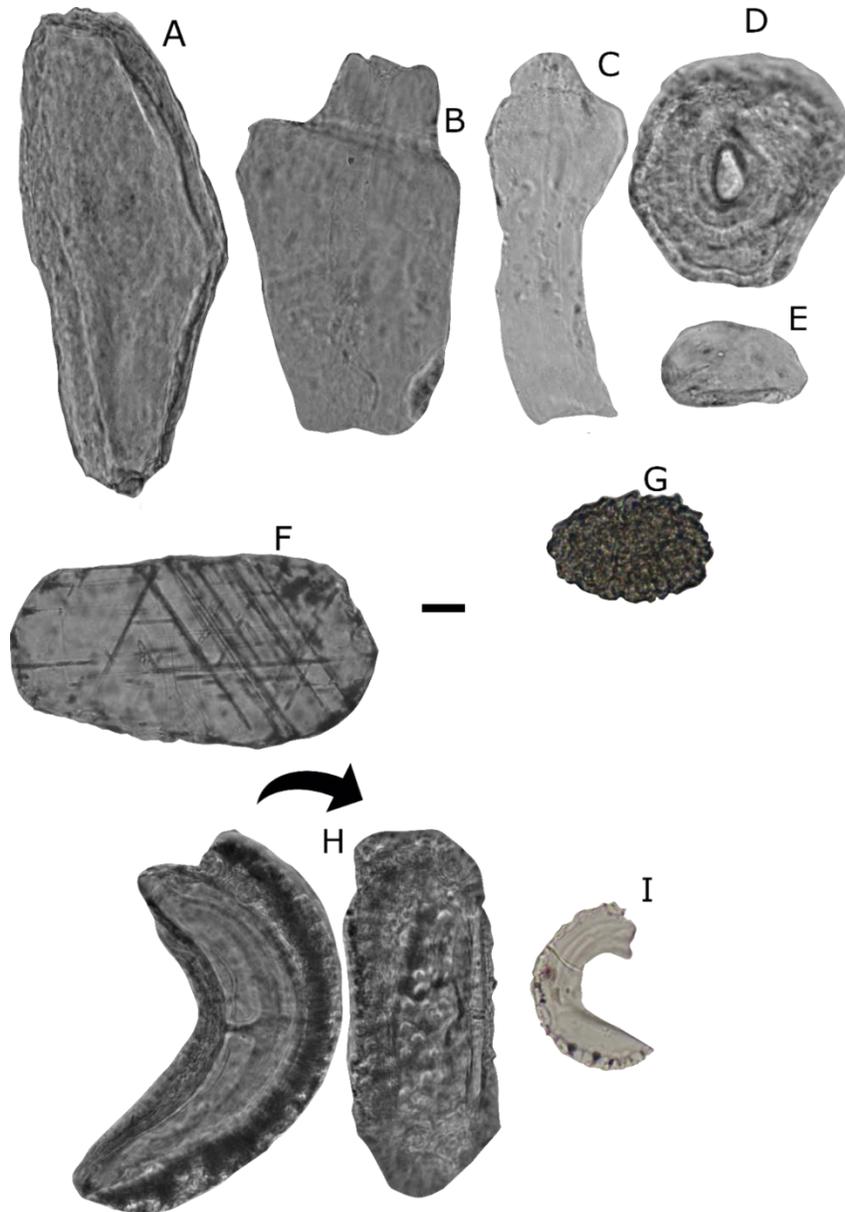


Figura 131 Fitólitos miscelâneos. **A**: parecido com um buliform, mas com o tamanho muito maior. **B-C**: as formas lembram a frutos. **D**: possível enchimento vascular. **E**: ovalar (OVATE), muito silicificado, lembra aos fitólitos encontrados em rizomas de *Calathea latifolia* (Marantaceae), que podem ser diagnósticos de gênero ou família (Piperno, 2006a, fig. 2.8 g) . **F**: possivelmente areia (Watling, 2019, informação pessoal), a decoração é parecida também com a presente no pecíolo de *Triticum aestivum* (Poaceae) (Neumann et al., 2019a, fig. 4T) . **G**: elementos granulosos em forma discoide. **H**: elemento com forma de meia lua segmentada, com uma “casca”. **I**: elemento similar com H, mas sem a “casca”.

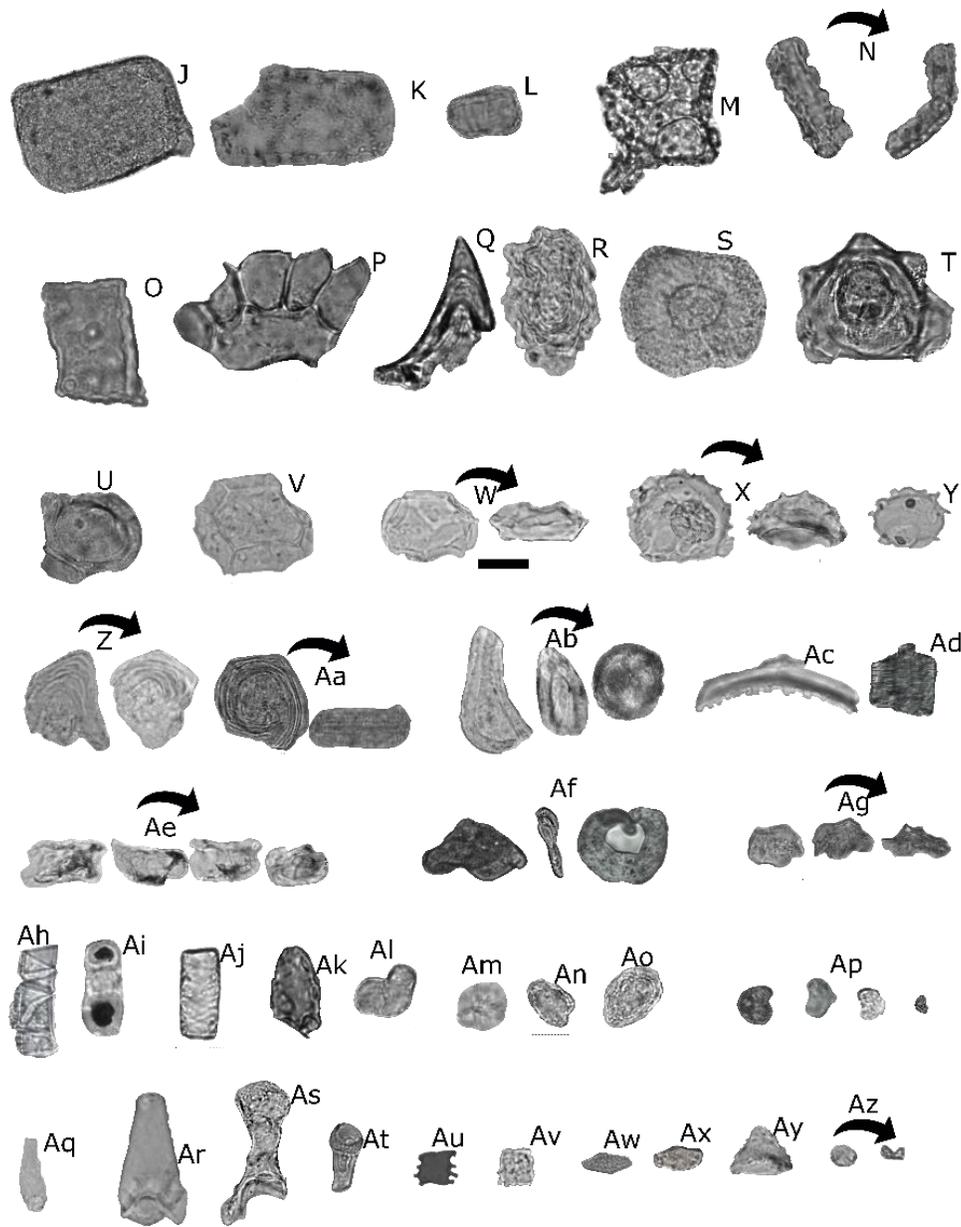


Figura 131 Fitólitos miscelâneos (continuação). **J-M, V:** poliédrico.. **N:** série de elementos lobados. **O:** tabular, com margens sinuosos. **P:** tecido com células poliédricas. **Q:** parecido com um tricoma tipo bulbo agudo. **R, Z-Aa, An-Ao:** possível enchimento vesicular. **S-U:** possível base de tricoma. **W-X:** estrutura poliédrica, mas de aparência oca visível ao gira-la; o X apresenta projeções equinadas na superfície. **Y:** elemento circular com projeções similares às equinadas, mas curvas. **Ab:** tricoma ou enchimento vesicular. **Ac:** alongado dentado. **Ad:** elemento desconhecido. **Ae:** elemento irregular, de aparência gelatinizada. **Af:** elementos com aparência de fezes. **Ag:** elemento desconhecido; **Ah-Ai:** alongado. **Aj:** sinuado cilíndrico. **Ak:** elemento desconhecido. **Al:** células redondas reunidas num conjunto reniforme. **Am:** esferoide com aparência de estar formado por cabelos, quase transparente. **Ap:** diversos reniformes (RENIFORM). **Aq-At:** claviforme (CLAVIFORM), **Au-Av:** parecido em forma, mas não em decoração, com o reportado como "sclereid pitted" (Collura; Neumann, 2017, fig. 5 m). **Aw -Ax:** poligonal granuloso (Aw) e psilato (Ax). **Ay:** cônico. **Az:** circular com lóbulos aparentes al ser girado. Tamanho da barra: 20  $\mu\text{m}$ .

### 7.5 Ráfides

As ráfides são agulhas microscópicas de oxalato de cálcio que podem estar presentes em diferentes partes de uma planta, sendo achadas em folhas, caules e pecíolos; a sua função parece ser de armazenagem de cálcio, como defesa contra herbívoros (Loy, 2006).

Cristais parecidos com ráfides foram achadas nos sedimentos do nível 03, facies 09. Pela forma (com os extremos terminando em ponta ou em plano e com a parte do meio mais grossa do que os extremos, figura a seguir) e um pouco pelo tamanho<sup>14</sup> são parecidos com os achados na peça 2081 no mesmo Sítio (Angeles Flores, 2015; Angeles Flores et al., 2016).

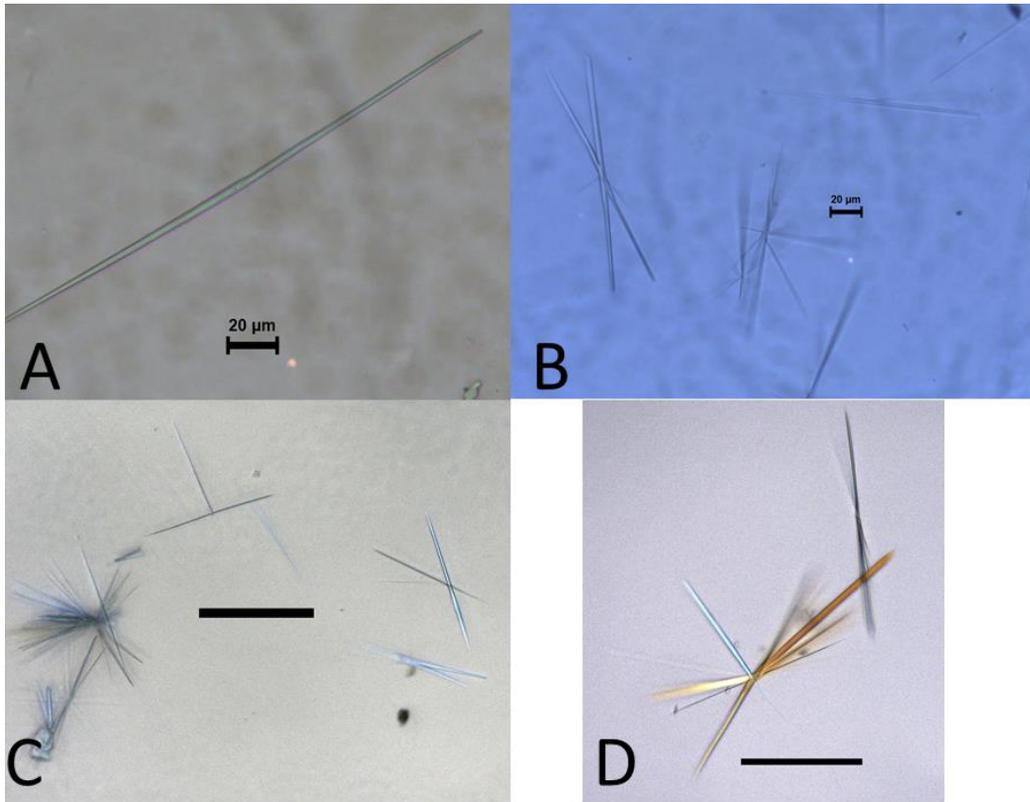


Figura 132 Possíveis ráfides achadas no sedimento do nível 03/ facies 09 (A-B) e na peça 2081 (C-D). Tamaho da barra: A-B, 20 µm; , C, 100 µm; D, 50 µm.

<sup>14</sup> Na peça 2081 (N=31), comprimento: 49,6- **93,7**- 156,2; largura: 0,7- **2,0**- 4;1. No sedimento, (N=4): comprimento: 138-**165**-224, largura 2,6-**3,3**-4,0.

## 7.6 Semente de algodão

Uma semente de algodão foi encontrada pela arqueóloga Elaine Nunes Chim ao analisar os sedimentos nas primeiras ocupações do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu (Quadra G7, Facies 19, Nível 8). Esta semente foi identificada inicialmente pela Profa. Dra. Myrtle Shock (informação pessoal, 2017)<sup>15</sup> como pertencente à espécie *Gossypium barbadense* var *brasiliensis*, caracterizada pela fusão das suas sementes e conhecida coloquialmente como “rim-de-boi” (Inglez Sousa; Peixoto; De Toledo, 1995, p. 144) (figura a seguir). A identificação foi respaldada tempo depois pela Dra. Marília Cristina Duarte, curadora do Herbarium Mogiense (HUMC) (informação pessoal, 2018)<sup>16</sup>.

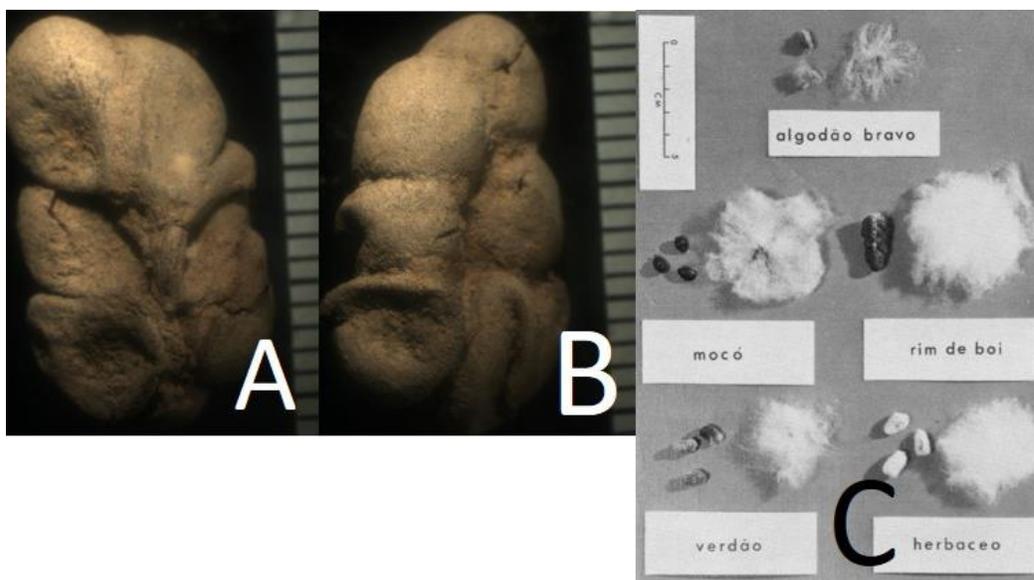


Figura 133 A e B: semente achada em Lapa Grande de Taquaraçu, C: Algumas sementes cultivadas no Nordeste do Brasil (Pickersgill; Barrett; De Andrade-Lima, 1975). Note as sementes fusionadas no material arqueológico e no “rim de boi” em C. Tamanho das linhas em A e B: 1mm .

## 7.7 Gráficos estratigráficos

Para facilitar a compreensão do escrito na seção de “Discussão”, são apresentados a seguir os dados dos fitólitos contados em forma de gráficos estratigráficos. A Figura 136 foi formada com dados apresentados na dissertação de mestrado (Angeles Flores, 2015).

<sup>15</sup> Shock, M Sem assunto. Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) em 2017

<sup>16</sup> Duarte, M.C. Malvaceae. Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) no 1 de outubro de 2018.

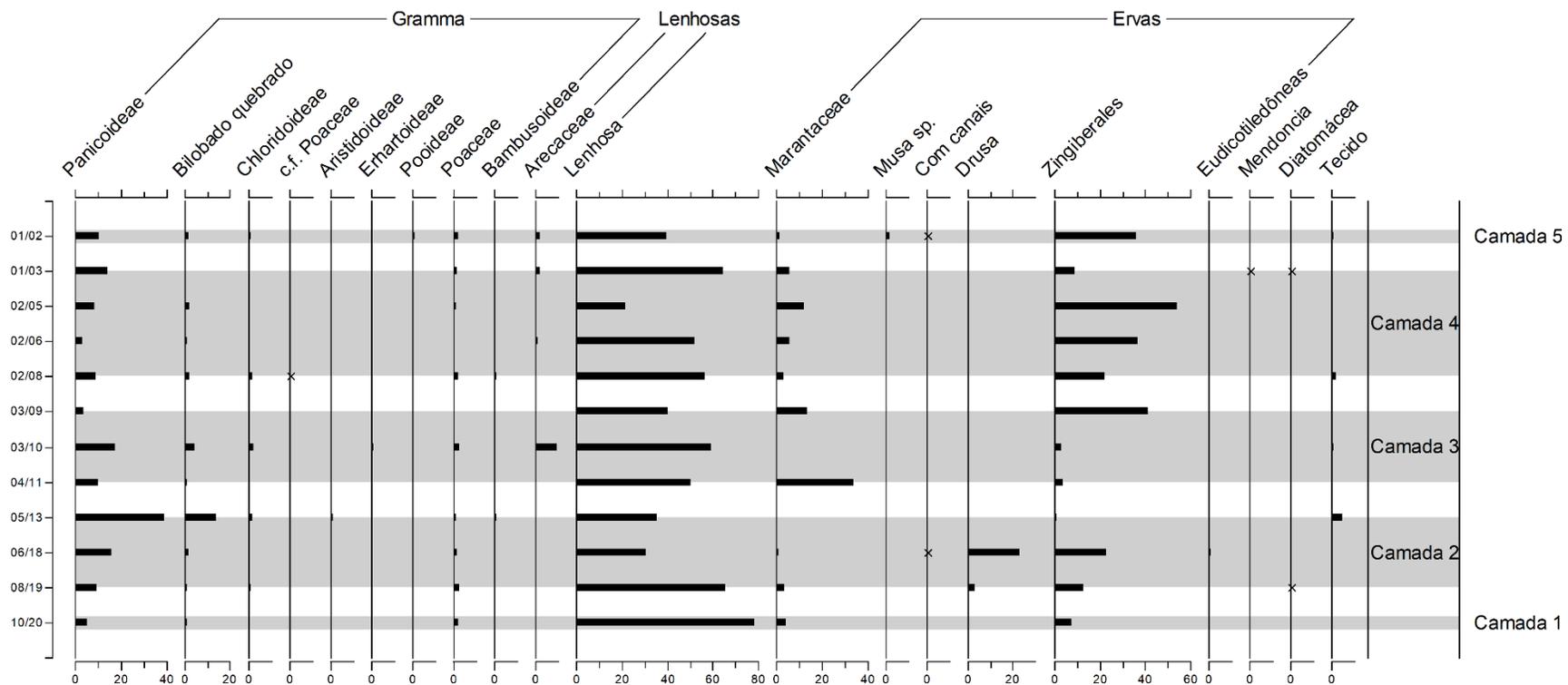


Figura 134 Frequência de fitólitos contados na fração “a” nos sedimentos arqueológicos. O eixo X indica a porcentagem e o Y o nível/facies. O “x” nos gráficos indica um valor menor do que 1% .

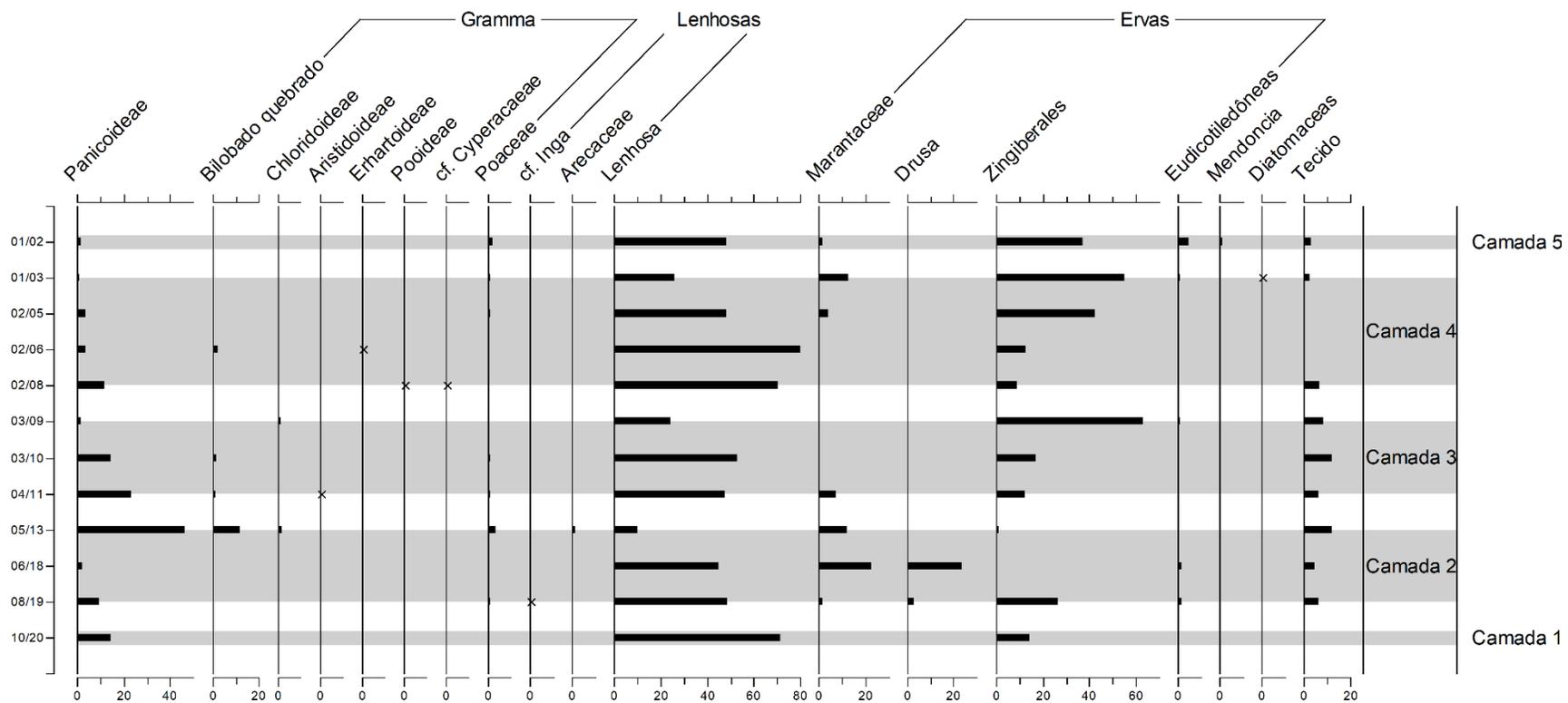


Figura 135 Frequência de fitólitos contados na fração “c” nos sedimentos arqueológicos. O eixo X indica a porcentagem e o Y o nível/facies. O “x” nos gráficos indica um valor menor do que 1% .

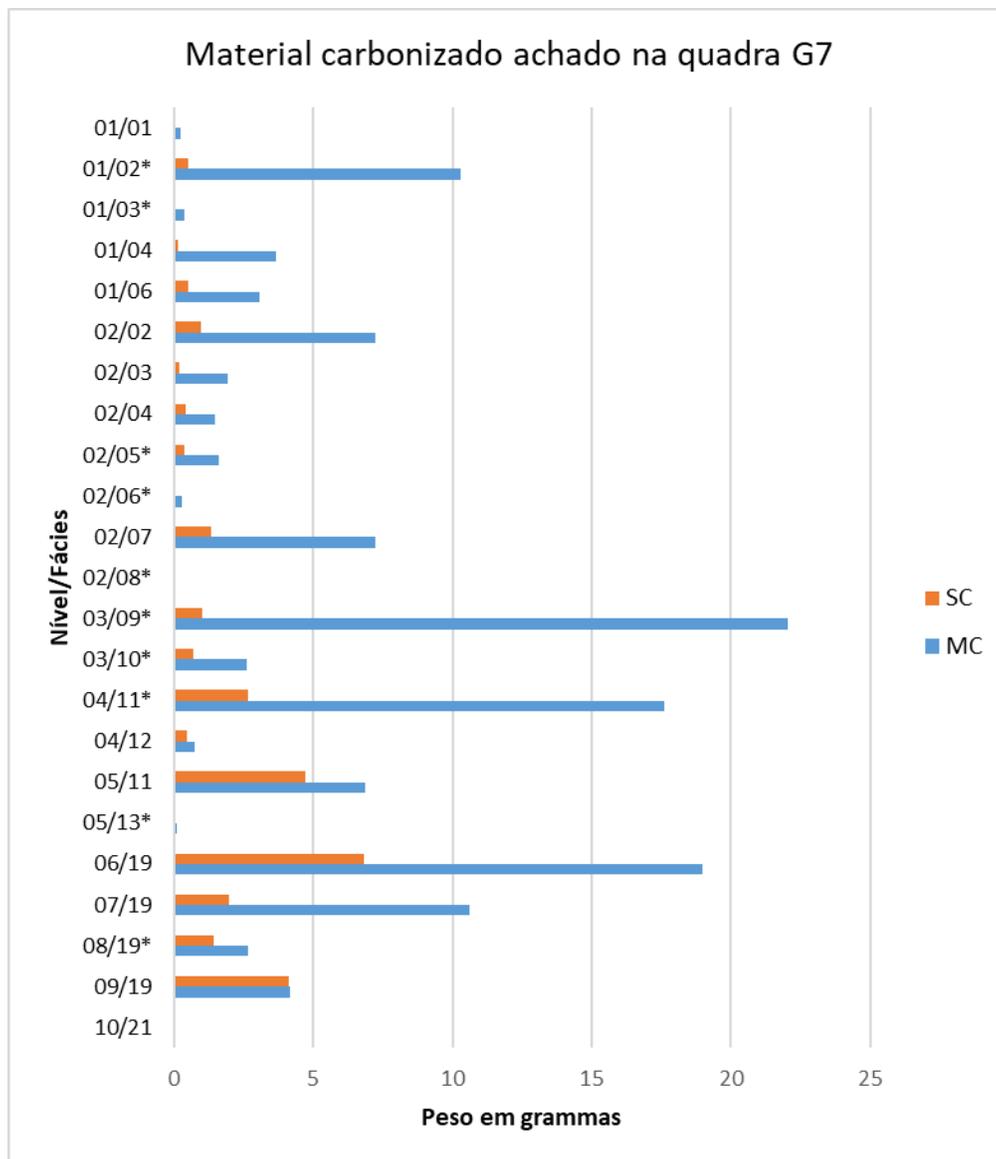


Figura 136 Peso da madeira e sementes carbonizadas achadas na quadra G7. SC: semente carbonizada; MC: Madeira carbonizada. \*= nível/ fácies estudados analisados para fitólitos em esta pesquisa

Tabela 14 Tecidos contados nos sedimentos arqueológicos. O "A' " corresponde a um tecido com estômatos registrado na Figura 125 A.

Nome	Nível /Facies											Total
	01/0 2	01/0 3	02/0 6	02/0 8	03/0 9	03/1 0	04/1 1	05/1 3	06/1 8	08/1 9	10/2 0	
A		1						1		1		3
A'					1							1
Aa	1					1						2
Ab										1		1
Ac		1										1
Ad				1								1
Ae				1	9							10
Af					1							1
Ag						1						1
Ah				1		1						2
Ai										1		1
Aj				11	1	20	9	30	5	1	1	78
Ak						1						1
Al		1										1
Am						1						1
An										1		1
B									1			1
C							1	1	1			3
D						1		2		1		4
E						1			1			2
F					1		1	1				3
G			1			1	1					3
H	1			1	1							3
I	1											1
J										1		1
K									1			1
L										1		1
M		2		2	2							6
N							1	1		1		3
O							1					1
P	2								1	1		4
Q										1		1
R					1				1			2
S				1								1
T				1								1
U					1			1		1		3
V		1										1

Nome	Nível /Facies											Total
	01/02	01/03	02/06	02/08	03/09	03/10	04/11	05/13	06/18	08/19	10/20	
<b>W</b>					1							1
<b>X</b>										1		1
<b>Y</b>						1	1			1		3
<b>Z</b>	1											1
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>158</b>

## 8 Discussão

### 8.1.1 Fitólitos contados

#### 8.1.1.1 Bilobados

Os bilobados são achados majoritariamente em Panicoideae, mas podem ser achados em quantidades menores em outras subfamílias de gramíneas como Arundinoideae, Pooideae, Bambusoideae, e Chloridoideae (Pearsall; Piperno, 1998, p. 2). Por exemplo: para Chloridoideae, Rasbold e colaboradores (2012) reportam bilobados na raiz de *Chloris elata*, na folha e raiz de *Chloris gayana* e na folha, panícula e raiz de *Tripogon spicatus*, todos em quantidades pequenas.

Trabalhos recentes no Cerrado evidenciam mais exceções. Dias e colaboradores (2020, p. 109) reportam bilobados em um par de plantas da família Melastomataceae do Cerrado: *Pleroma heteromallum* e *Tibouchina sebastianopolitana* em quantidades baixas (raras). Por outra parte, foi reportada uma produção média em *Eremanthus erythropappus* (Asteraceae).

Espécies de Arecaceae no Cerrado podem apresentar bilobados, porém, em quantidades muito pequenas. Rasbold e colaboradores (2011) reportam este tipo de fitólitos na raiz, na bráctea e nos pedúnculos de *Butia paraguayensis* em quantidades mínimas. Isto mesmo aconteceu na bráctea peduncular, folíolo e raque da folha de *Butia microspadix* (Pereira et al., 2013). Como Arecaceae é uma família muito estudada para a produção de fitólitos e nenhum desses estudos têm reportado bilobados, seriam necessários mais estudos independentes com as mesmas espécies para descartar que a presença deste tipo de fitólitos seja contaminação.

A forma de alguns bilobados podem ser diagnósticos para diferentes subfamílias, por exemplo, os bilobado escavados (SCOOPED) são produzidos nas folhas e caules de *Oryza* (Hilbert et al., 2017) e de *Leersia* (Yost; Blinnikov, 2011)<sup>17</sup>.

Outro fator que pode ajudar na discriminação taxonômica a nível de família ou subfamília entre os bilobados é a orientação deles nos tecidos, sendo esta

---

<sup>17</sup> Uma exceção: Weisskopf (Weisskopf, 2017) menciona “long scooped bilobates” nas folhas de *Digitaria adscendens* Kunth. (Panicoideae).

transversal (perpendicular ao eixo de crescimento) em Bambusoideae<sup>18</sup>, Streptogyneae, Ehrhartoideae e axial (paralelo ao eixo de crescimento) em Pooideae, Micarioideae, Aristidoideae, Danthonoideae, Arundinoideae, Chloridoideae, Centothecoideae e Panicoideae (Rudall; Prychid; Gregory, 2014, fig. 1).

Embora as exceções, acima expostas, o tipo bilobado foi registrado como pertencente à subfamília Panicoideae.

O “A” (Figura 111, p.214) destaca pela forma e tamanho, é parecido com um bilobado reportado por Piperno como um fitólito que ocorre com pouca frequência na inflorescência de *Zea mays* (Piperno, 2006a, fig. 3.4e), porém, o encontrado em Taquaraçu é maior. Contudo, por razões expressadas na seção 8.6.2, esse fitólito foi contado como Poaceae. Como mencionado, os fitólitos com os lóbulos em forma de “scooped” são achados tanto em *Oryza* como em *Leersia*, como não foi conseguido determinar em qual dos dois gêneros correspondiam Az e Ba (Figura 111, p.214) foram contados como *Ehrhartoideae* (comparar com Piperno, 2006a, fig. 2.2). Também pela forma, Ck-Co e Dg (Figura 111, p.214) foram registrados dentro de Aristidoideae<sup>19</sup>. “Em” (Figura 111, p.214) é um bilobado raro, é muito parecido com o tipo *transverse-unlobed* reportado para *Streptogyna crinita* (Ehrhartoideae–Streptogyneae)<sup>20</sup> e ao “*axial-bilobate (or unlobed)*” para *Potamophila pariflora* (Ehrhartoideae–Oryzeae) (Rudall; Prychid; Gregory, 2014), ou seja, pode ser ou não ser bilobado. Rudall e colaboradores (2014), usam a orientação para distinguir esses tipos, mas o tecido onde os dois fitólitos deste tipo foram achados não tem o

---

<sup>18</sup> Isso não parece acontecer com todos os Bambusoideae, Pearsall e Piperno reportam bilobados axiais no colmo de *Chusquea longifolia* (Pearsall; Piperno, 1998).

<sup>19</sup> Comparar com *Aristida gibbosa* (Nees) Kunth (Sendulsky; Labouriau, 1966 prancha 5), *Aristida recurvata* H.B.K. (Sendulsky; Labouriau, 1966 prancha 8), *Aristida tinctoria* T.&R [*Aristida torta* (Nees) Kunth] (Sendulsky; Labouriau, 1966 prancha 9). Ci lembra também ao tipo *ELONGATE BULBOUS* das folhas de *Quercus alpinus* (“PhytCore DB”, [s.d.]), mas acho improvável que seja pelo tamanho e pelo fato de não ser uma planta brasileira.

<sup>20</sup> Anteriormente o gênero *Streptogyna* era classificado dentro de Bambusoideae (Clark, 1990), mas hoje está classificado dentro de Oryzoideae (sinônimo de Ehrhartoideae) (Filgueiras; Santos-Gonçalves, 2004, p. 7).

tamanho suficiente para determinar isso. Ante esta dificuldade, o tipo foi classificado dentro de Ehrhathoideae. Os tipos restantes foram registrados como Panicoideae.

#### 8.1.1.2 Monturas

Este tipo de fitólito é geralmente associado com a família Chloridoideae. Segundo Pearsall e Piperno (1998, fig. 4) dos fitólitos produzidos por essa família, entre 32 e 86% são monturas. Já as monturas altas (com os lados côncavos menos de que os convexos) estão presentes nas famílias Bambusoideae e Arundinoideae em proporções de 90%. Quantidades abundantes deste tipo de montura também são comuns no género *Isachne* (Micrairoideae) (Pearsall; Piperno, 1998; Watling; Iriarte, 2013). O tamanho também é um fator que distingue entre um montura da família Chloridoideae e outro que não é, sendo que os fitólitos desta família geralmente são menores do que 15µm e os de bambu maiores (Pearsall; Piperno, 1998, p. 4). Obviamente, sobreposições podem acontecer e espécies de Chloridoideae, como *Chloris elata* e *Chloris gayana* podem apresentar MONTURAS que sobre passem essa medida (Rasbold et al., 2012, fig. 2).

Pela forma e pelo fato de estar orientados perpendicularmente al eixo de crescimento da folha, os monturas indicados com a letra “A” (Figura 114, p. 215) são parecidos com o reportado para Bambusoideae (Rudall; Prychid; Gregory, 2014, fig. 2; Sendulsky; Labouriau, 1966 prancha 53)<sup>21</sup>. Porém, monturas com formas e orientação similares foram reportados para Chloridoideae (Rasbold et al., 2012), isto, adicionado ao tamanho (< 15 µm) fez classificar este tipo de monturas dentro da subfamília mencionada. Seguindo o mencionado pelo artigo, é provável que se trate de fitólitos presentes no caule, pelo fato dos fitólitos não estar em uma ordem aparente, como acontece quando são recuperados de outras partes da planta (Rasbold et al., 2012).

Geralmente os monturas colapsadas são registrados como diagnósticos de bambus (Pearsall; Piperno, 1998), porém, trabalhos recentes no continente Africano

---

<sup>21</sup> No ICPN2 (Neumann et al., 2019a) descrevem o tipo de montura como “parallel with the long axis of the leaf” citando esse trabalho, mas no artigo mencionado este tipo de fitólito é descrito como “transversely elongated”.

têm colocado dúvida sob essa associação. Bremond e colaboradores (2008) ao analisar sedimentos em zonas de bambuzais de *Arundinaria alpina* em zonas montanhosas da África do Leste, perceberam que produziam monturas colapsadas (COLLAPSED SADDLES) e monturas altas (TALL SADDLES) em quantidades pequenas e que acontecia o mesmo em sedimentos não associados com bambus. Barboni e Bremond (2009), ao estudar 184 espécies de Poaceas na África do Leste acharam este tipo de fitólitos em 5 espécies da subfamília Chloridoideae (embora não tenham conseguido definir a presença deste tipo de fitólitos em bambus). O mesmo aconteceu com os monturas altas, que apareceram em 18 espécies de Chloridoideae. Por essas razões os autores não acham que sejam diagnósticos de bambus. Neumann e colaboradores (2017) chegam a uma conclusão similar ao estudar 51 espécies de Poaceae no África do Oeste.

Do mesmo jeito que com os bilobados, o Cerrado proporciona outra exceção: Rasbold e colaboradores (2011) reportam monturas colapsadas nas brácteas de *Butia paraguayensis* (Arecaceae) em quantidades mínimas (menos de 5 observações). São também reportados (mas não reconhecidos com esse nome) no caule de *Chloris elata* e na raiz e folha de *Tripogon spicatus* (Rasbold et al., 2012). Porém, no trabalho citado não especifica as quantidades achadas de este tipo de fitólito.

Piperno e Pearsall (1998) mencionam a presença deste tipo só nas tribos Guadineae e Chusqueinae. No Brasil existem 34 géneros de bambu e 232 espécies, das quais 174 são consideradas endêmicas (Filgueiras; Santos-Gonçalves, 2004, p. 8). No caso da tribo *Chusquea*, no Brasil existem 48 espécies da tribo *Chusquea* das quais 44 são endêmicas (Clark et al., 2020), mesmas que poderiam ser fontes de monturas colapsadas. Levando em conta esse endemismo, neste trabalho esse tipo de fitólito foi registrado como bambu, com a reserva que trabalhos regionais são necessários para definir o caráter diagnóstico deste tipo no Cerrado, Rio das Velhas ou Lagoa Santa.

### 8.1.1.3 *Rondeis*

Os tipo rondel ocorrem em grande quantidade em todas as subfamílias de Poaceae (Iriarte; Paz, 2009, p. 114), com exceção da Anomochlooideae (Neumann et al., 2019b). Neste trabalho foram assinados ao nível diagnóstico de Poaceae.

O rondel sinalizado com a letra “A” apresenta uma forma que lembra ao montura na vista planar (OPS), mas que ao ser girado apresenta uma forma cônica ou trapezoidal, no interior, perto da “apertura”, é visível uma concreção de sílica, as vezes na forma de paralelepípedo ou irregular como amostrado na Figura 115 A (p.216). Não foi achado um equivalente na literatura consultada, mas sim alguns tipos e descrições parecidos ou que lembravam ao achado. Testé e colaboradores (2020 plate I) apresentam os tipos papilar com um “*illuminous core*”, parecido com a mencionada concreção de sílica. Chama a atenção a grande similaridade com o “*papillae smooth*” (Testé et al., 2020 plate I ac), com a diferença de que o “A” não apresenta a parte tão plana e ondulada quanto o mostrado pelo mencionado artigo. Pela forma, o rondel “A” também é muito parecido com o “*saddle with a ridged platform*” de *Chusquea grandiflora* (Bambusoideae) reportado por Pearsall e Piperno (1998, fig. 29), mas não tem a concreção sílica nem está claro que apresente a mesma forma ao ser girado. No Cerrado, Borba-Roschel e colaboradores (2006) identificam um tipo de rondel distintivo para Cyperaceae na espécie *Rynchospora emaciata*, que parece ser similar ao “A”. Os autores afirmam que difere do rondel de Poaceae por: “[...]because significantly dorsally and ventrally more concave. This type is actually conical with oblong and concave ventral and dorsal faces [...]” (p.173). Infelizmente, os autores não acompanham a descrição com uma imagem.

No que diz respeito ao rondel “B” (Figura 115, p.216) , a mesma forma tem sido reportada tanto em Panicoideae: *Andropogon carinatus* Nees (Söndahl; Labouriau, 1970b, fig. 2); *Pennisetum setosum* (Sw.) (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 9); quanto em Chlorideoideae: *Sporobolus aeneus* (Trin.) Kunth (Söndahl; Labouriau, 1970b, fig. 10).

O rondel “C” (Figura 115, p.216) parece com o identificado por Ortega (2019, fig. 63.10) como “3-spiked rondel” de Bambusoideae, porém, embora este tipo esteja presente no *Raddiella nana* (Doell) Swallen (Bambusoideae) (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 11), aparece também em algumas Panicoideae (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 9; Söndahl; Labouriau, 1970b, fig. 7–8), razão pela qual foi contado dentro de Poaceae. O mesmo pode ser falado dos outros rondel achados.

O rondel “K” (Figura 115, p.216) é muito parecido com o “half-decorated Zea mays rondel” descrito por Pearsall (2016, fig. 5.31), encontrado em grande quantidade no fruto do teosinte e em poucos casos em alguns tipos de milho (Pearsall; Chandler-Ezell; Chandler-Ezell, 2003, p. 613). Porém, o “K”, é menor (9,7x 8,2 µm) do que o reportado pela autora (26,4 X 26,6 µm). Pela forma, também é parecido com “rondel–trapezoid epidermal cell” (Liztetz-szabó et al., 2015, fig. 4b.2) presente em *Poa angustifolia* (Poaceae) (15,2 X 11,9 µm). Os rondel sinalizados com as letras “W” e “X” são parecidos também com esse fitólito.

Devido às razões expostas, o tipo rondel foi registrado dentro de Poaceae.

#### 8.1.1.4 Cruz

Algumas famílias, como a Bambusoideae ou a Ehrhartidoideae produzem cruces que são distinguíveis das outras famílias (Piperno, 2006a, p. 52). No entanto, essas características (grossos e irregulares em Bambusoideae, escavado em Ehrhartidoideae) não foram percebidas no material analisado. Como este tipo de fitólitos geralmente está associado com a subfamília Panicoideae (Neumann et al., 2019a, p. 26) neste trabalho foram registrados da mesma maneira.

#### 8.1.1.5 Esferoides

Os esferoide psilato podem ser encontrados como preenchimentos vesiculares em células epiteliares ou de outro tipo em folhas ou órgãos reprodutivos de ervas ou árvores (Piperno, 2006a, p. 39), incluídas algumas gramíneas (Liztetz-Szabó et al., 2015; Sendulsky; Labouriau, 1966) e orquídeas (Raitz, 2012). No Cerrado tem sido reportados na espécie *Palhinhaea cernua* (Lycopodiaceae), (Dias

et al., 2020, p. 109) e *Ludwigia myrtifolia* (Onagraceae) (Dias et al., 2020, p. 113), ambas em produção média<sup>22</sup>. Por essa razão, o seu potencial diagnóstico é baixo (Neumann et al., 2019b, p. 195), porém, a sua abundância em eudicotiledôneas e dicotiledôneas têm sido um critério suficiente para associa-las com plantas lenhosas (Ortega, 2019; Watling et al., 2016). É por isso que neste trabalho foram associados da mesma maneira.

Os esferoides ornamentados são fitólitos esféricos ou semiesféricos que incluem várias ornamentações descritas e no ICPN (Neumann et al., 2019b) (granulate, verrucate, rugose, etc.). Estão presentes em diversos tipos de vegetação, Piperno (2006a, p. 39) menciona que ocorrem em folhas, pecíolos e em menor medida em ervas.

Diversos especialistas coincidem em que, de maneira geral, as espécies arbóreas produzem este tipo de fitólitos em menor tamanho do que as herbáceas. Piperno (2006a, p. 39), por exemplo, distingue entre monocotiledôneas (9- 25 µm) e eudicotiledôneas (3- 9 µm). Iriarte e Paz (2009, p. 117) distinguem entre 10-30 µm para Marantaceae e Cannaceae, enquanto o tamanho dos fitólitos produzidos pelas dicotiledôneas lenhosas seria de 3-10 µm. Já no Brasil, Watling e colaboradores (2020, p. 13) mencionam que neste tipo de fitólitos um tamanho >15 µm poderiam ser assinados a monocotiledôneas, mas alguns fitólitos menores poderiam não pertencer a espécies arbóreas.

No Cerrado, Dias e colaboradores (2020, p. 113) reportam uma produção rara de fitólitos esferoide granulate para *Miconia theaezans* (Melostomataceae), *Ageratum fastigiatum* (Asteraceae) e em *Dicranopteris flexuosa* (Gleicheniaceae); mas não indicam o tamanho.

Nesta pesquisa foi usado o critério de tamanho para distinguir entre arbóreas (<15µm) e herbáceas (>15 µm) neste tipo de fitólitos.

---

<sup>22</sup> Como visto na seção 7.2.3, esferoides psilatos foram encontrados também no folíolo de *Syagrus flexuosa*, e nas folhas de *Genipa americana*, porém, como os fitólitos não foram contados não posso falar que tão abundantes eles são.

Menção aparte merece o tipo esferoide equinado. Muito abundante em todas as partes da planta das Arecaceae (Morcote-Ríos; Bernal; Raz, 2016; Pereira et al., 2013; Rasbold et al., 2011), porém, também são produzidas pelas Bromélias. Piperno (2006a, p. 37).distingue entre estas duas famílias usando dois caracteres:1) os espinhos: entre as bromélias estão distribuídos de um jeito mais irregular do que nas palmeiras, nas palmeiras os espinhos também estão melhor definidos, sendo de forma predominantemente pontudas ou arredondadas; 2) o tamanho, tendo as bromélias um rango menor (2-10  $\mu\text{m}$ ) do que nas palmeiras (6-25  $\mu\text{m}$ ).

Algo pouco estudado são os fitólitos das orquídeas. Neste tipo de plantas, os fitólitos estão ausentes nas subfamílias Vanilloideae e Orchidoideae e na maioria das Epidendroideae, mas presentes em algumas Cyripedioideae e Apostasioideae (Prychid; Rudall; Gregory, 2003, p. 378). Podem ser achados dois tipos de fitólitos: 1) “[...] *small conical shapes that could be specific, as they have rounded cone and smooth surface*” (Piperno, 2006a, p. 38) ou algumas vezes “*spiny*” (Prychid; Rudall; Gregory, 2003, p. 391); 2) “*spherical, often with a rough, warty or spiny surface.*”<sup>23</sup> Do mesmo jeito do que nas Bromélias, os fitólitos esféricos “*spiny*” parecem diferenciar-se dos esferoide equinado de Arecaceae pelo tamanho: os das orquídeas podem chegar até os 10  $\mu\text{m}$  (Kealhofer; Piperno, 1998, p. 6), enquanto os das palmeiras chegam até os 25  $\mu\text{m}$  (Piperno, 2006a, p. 37).

Esferoides equinados também têm sido reportados em Zingiberales (Chen; Smith, 2013), nos gêneros *Phenakospermum* (Strelitziaceae) e *Megaphrynium* (Marantaceae); diferenciando-se de Arecaceae no primeiro gênero por ser muito pequenos ( <5  $\mu\text{m}$ ) e no segundo por apresentar espinhas grandes e finas.

Extraordinariamente, este tipo de fitólitos também foi reportado nas raízes de *Chloris elata* (Chloridoideae),porém, em quantidades mínimas (Rasbold et al., 2012).

---

<sup>23</sup> Raitz (2012) reporta globular psilato como diagnósticos para *Zigopetalum maxillare*, mas nas fotos parecem mais com ornamentação RUGOUSE.

Tendo em conta a quantidade de coquinhos achados nos sedimentos (Angeles Flores, 2015) neste trabalho foi assumido que os esferoides equinados com espinhos bem definidos e ordenados foram indicativos de Arecaceae.

Nos sedimentos arqueológicos analisados em esta pesquisa, destacam alguns esferoides classificados dentro das gramíneas. Um fitólito parecido com “Am” (Figura 118, p. 219) (elipsoidal, com uma espécie de surco partindo ele na metade) foi achado na página de Phytcore DB (“PhytCore DB”, [s.d.]) pertencente a *Sporobolus consimilis* (Chloridoideae), não nativa do Brasil. Como não foi achado nada parecido nas fontes consultadas foi registrada como “c.f. Poaceae”. O sinalizado com as letras “Ag” (Figura 118, p. 219) foi identificado por Iriarte (informação pessoal, 2019) como Pooideae.

“Ar” (Figura 118, p. 219) chama a atenção pelas dobras que apresenta na parte central, dois tipos de fitólitos foram achados parecidos com isto uma base de tricoma de Moraceae (Pearsall, [s.d.]) e um fitólito irregular pertencente a *Ctenanthe* sp (De Albuquerque; Braga; Vieira, 2013, fig. 3 c), como o elemento não estava dentro de uma estrutura silicificada como na mencionada base de tricoma, foi registrada dentro de Marantaceae.

Um tipo de incomum de esferoide psilato foi encontrado no nível 8, facies 19, (Cq, Figura 118, p.213). Destaca pela sua forma circular, com uma borda, mas que ao gira-lo percebe-se muito fino, como um disco, prato ou um glóbulo branco. Não foram encontradas fotos de fitólitos parecidos nas fontes consultadas, porém, Hoopes e Bozarth (2012) mencionam este tipo de fitólitos (“*lens-shaped*”) nos frutos de *Inga* sp. Nesta pesquisa foi classificado tentativamente como: “cf. *Inga*”, dentro de lenhosas.

Bz (Cq, Figura 118, p.213) , pela sua forma e a sua decoração com a aparência de quebrado e com um “núcleo”, é muito parecido com um fitólito achado no pedúnculo de *Cyperus immensus* (Cyperaceae) (“PhytCore DB”, [s.d.]). Porém, não está claro se é diagnóstico, como não foi achado nada parecido nas fontes consultadas foi registrada tentativamente como: “cf. Cyperaceae ”.

Destaca também o “Cn” (Figura 118, p. 219), que ao ser girado apresenta uma formação quase bilobada, que lembra ao “*cylindroid bulbous*” reportado por Mercader e colaboradores (Mercader et al., 2009), produzido maioritariamente por algumas espécies das família Fabaceae e Arecaceae. Neste trabalho foi registrado dentro das lenhosas.

Pela sua aparência “em dobras”, “Cz” (Figura 118, p. 219) é parecido com diversos fitólitos reportados dentro da família Marantaceae (De Albuquerque; Braga; Vieira, 2013, fig. 1 E; “PhytCore DB”, [s.d.]; Piperno, 2006a, fig. 2.8 f) e foi registrado dessa maneira.

Dq (Figura 118, p. 214), pela sua ornamentação parece com fitólitos de Zingiberales, especificamente com os fitólitos achados no rizoma de *Calathea latifolia* (Marantaceae) (Piperno, 2006a, fig. 2.8 g), por isso foi registrado como Marantaceae. Dt, pela sua decoração equinada e a aparência de um núcleo silicificado é muito parecido como o que Ortega reporta como “globular echinate de Arecaceae” (Ortega, 2019, fig. 52.12), porém, as projeções equinadas parecem estar mais ordenadas na fitólito do trabalho mencionado, mesmo assim, foi registrado como pertencente a Arecaceae. “Dx” e “Ed” (Figura 118, p. 214) são parecidos com um tipo de fitólito: “*globular tuberculate*”, reportado por Mercader e colaboradores (2009) nas folhas de *Pouzolzia mixta* (Urticaceae), uma planta de origem africano, no entanto, como não está claro se esse tipo de fitólito é diagnóstico, foram registrados dentro de “lenhosa”. “Dy” é muito parecida com os fitólitos apresentados para os folíolos de *Syagrus flexuosa* nesta pesquisa e um reportado como “globular echinate de Arecaceae” por Ortega (2019, fig. 39.11), foi registrado como Arecaceae.

Chama a atenção também alguns fitólitos cujas projeções equinadas são apenas perceptíveis (Du-Dw, Ec, projeções sinalizadas com uma seta em alguns deles, Figura 118, p. 214), como não foram achados equivalentes na literatura consultada, foram classificados como Zingiberale ou lenhosas seguindo o critério do tamanho.

Na Figura 118 (p. 214) são apresentados alguns dos maiores esferoides achados. A única identificação certa foi conseguida para “Fb” que o Dr. José Iriarte (informação pessoal, 2019) identificou como pertencente a *Mendoncia* sp (comparar também com Dickau et al., 2013). Os tipos restantes foram classificados de acordo com o tamanho e decoração.

#### 8.1.1.6 Base de tricomas

As bases de tricomas com um cristólito no centro (Figura 120, p. 223.A-D) são parecidas com a reportada para *Chlorophora tinctoria* (Moraceae) por Piperno (Piperno, 1988c, fig. 63), para *Cordia lutea* (Boraginaceae) por Pearsall ([s.d.]) e em *Andropogon villosus* [ sin. *Agenium villosum* (Nees) Pilg] por Söndahl e Labouriau (1970b, fig. 5); “D” (Figura 120, p. 223) em particular é parecida com *Davilla elliptica* (Dilleniaceae) (Lepsch et al., 2014, fig. 8 a). “G” e “H” (Figura 120, p. 223) lembram às diagnósticas para *Heliotropium* sp. (Boraginaceae) (Pearsall, [s.d.]). O tipo “J” (Figura 120, p. 223) lembra as células glandulares descritas para *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) (Stenglein et al., 2004, fig. 2 c-e). Já o tipo “K” (Figura 120, p. 223) é parecido como o que Piperno (2006a, fig. 2.11 d) e Lepsch e colaboradores (2014, fig. 8 d), reportam para *Curatella americana* (Dilleniaceae) mas com muitos mais elementos silicificados. L é semelhante com o achado nas folhas de *Piper aduncum* (Piperaceae) (Pearsall, [s.d.]) ou em *Cucurbita pepo* (Piperno, 1988c, fig. 15–16). “M” e “N” (Figura 120, p. 223) são parecidos com os reportados como diagnósticos para Flacourtiaceae (Pearsall, [s.d.]), porém, fitólitos parecidos foram reportados também em *Eriochloa distachya* Kunth (Panicoideae) (De Campos; Labouriau, 1969, fig. 2) e *Panicum macranthum* Trin. (Panicoideae) (Söndahl; Labouriau, 1970b, fig. 8). O “P” (Figura 120, p. 223) , parece com o reportado para a família Flacourtiaceae (Pearsall, [s.d.]). Por último, “Q” é parecido com o reportado para *Curatella americana* (Dilleniaceae) (Watling; Iriarte, 2013, fig. 5 m) e nas folhas de *Pteridium aquilinum* (Dennstaedtiaceae) (Raitz, 2012, fig. 7 F-G).

#### 8.1.1.7 Miscelâneos

As drusas “B-C” e “E-G” (Figura 122, p. 227), são muito parecidas com as reportadas para essa ordem (Chen; Smith, 2013; Prychid; Rudall; Gregory, 2003).

Não foi achado um equivalente para a drusa “D” (Figura 122, p. 227), de maior tamanho e de forma mais irregular do que as outras, nem para a sinalizada com a letra “A” (Figura 122, p. 227), com uma forma mais simétrica que lembra a uma estrela de mar, contudo, ambas foram registradas como Zingiberales.

O fitólito sinalizado com a letra “H” (Figura 122, p. 227) foi identificado pelo Dr. Iriarte (2019, informação pessoal) como pertencente a bambu isto é reforçado com elementos parecidos relacionados com bambu publicados em outras fontes (Del Puerto, 2015, fig. III.26). O mesmo pesquisador (2019, informação pessoal) identificou também o “I” como *Musa* sp. E os sinalizados com a letra “O” e “P” como Annonaceae.

Piperno (2006a, p. 38) menciona que o tamanho deste tipo de fitólitos quando achados em folhas é de 12 a 25 µm e até 55 µm para rizomas. “J” e “K” (Figura 122, p. 227) foram registrados como fitólitos com canais de Heliconiaceae.

Nas diatomáceas, a Dra. Priscilla Almeida identificou a “L” (Figura 122, p. 227) como pertencente ao género *Diploneis* (possivelmente *Diploneis ovalis*)<sup>24</sup>.

### 8.1.2 Elementos não contados

#### 8.1.2.1 Grãos de pólen e similares

Nos sedimentos foram encontrados alguns grãos de pólen e microvestígios parecidos com eles. São apresentados a seguir. Devido à pouca quantidade de grãos de pólen identificados, foi decidido não incluí-los dentro da contagem final. Os dados expostos a seguir fazem referência à Figura 124, p. 229.

Os elementos “A-B” lembram pela sua forma a ascos (células produtoras de esporas) (Catania; Romero, 2010). “C” “H-J”, “O” e “T” são parecidos com os grãos de pólen de *Peixotoa* sp (Malpighiaceae) (Cassino; Martinho; Caminha, 2016, fig. 6 F-G), nas famílias Moraceae /Urticaceae (Cassino; Martinho; Caminha, 2016, fig. 9 A-B), de *Myrsine* sp. (Primulaceae) (Cassino; Martinho; Caminha, 2016, fig. 13 B), ou a um estômatociste (um tipo de alga microscópica) esférico (Brea et al., 2008,

---

<sup>24</sup> Almeida, P.D. **Diatomáceas**. Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) em 27 de novembro de 2019.

fig. 5 F) (Cassino; Martinho; Caminha, 2016, fig. 6 H). C-D e F-I lembram Glomeromycota, um microfungo simbiótico com a maioria das plantas, e por isso mesmo não diagnóstico (Freitas et al., 2015).

Já o “D” pela sua forma lembra aos grãos de pólen com psuedocolpos, como os presentes em *Costus spicatus* (Jacq.) Sw (“Rede de catálogos polínicos online”, 2016). “E” é similar aos grãos produzidos por Melostamataceae (Cassino; Martinho; Caminha, 2016, fig. 10 C-D), mas também lembra aos pólenes de Arecaceae (Freitas 2021, informação pessoal)<sup>25</sup>, mas seriam necessárias mais fotos em outros ângulos.. “F” parece pela sua forma com alguns grãos de pólen de Poaceae (“Rede de catálogos polínicos online”, 2016). “J” parece com um grão de pólen degradado, ou um grão com ânulo bem desenvolvido, tal vez *Tocoyena*, mas são necessárias fotografias em outros ângulos<sup>26</sup>. “K” é um grão de pólen de Podocarpus dobrado (Freitas et al., 2013, fig. 1). “L” lembra a um grão de pólen com ornamentação de verrugas (Ybert; Carvalho; Scheel-Ybert, 2012, fig. 397); e também pela forma (mas não pelo tamanho) aos grãos presentes em *Heteropterys pteropetala* A.Juss (Malpighiaceae) e *Peperomia theodori* Trel. (Piperaceae) (“Rede de catálogos polínicos online”, 2016). “M” é parecido com um grão de pólen espiroperturado (Ybert; Carvalho; Scheel-Ybert, 2012, fig. 279) ou com os grãos presentes em *Eragrostis airoides* Nees (Poaceae) (“Rede de catálogos polínicos online”, 2016). “N” é um pólen de Malpighiaceae (Freitas, 2020, informação pessoal)<sup>27</sup>. “P” lembra a um pólen ou esporo como forma elipsoidal ou reniforme (Ybert; Carvalho; Scheel-Ybert, 2012, fig. 14–15). Q e R são grãos de pólen de Poaceae (Amaral, 2019, informação pessoal)<sup>28</sup>. O “S” é um pólen triporado aspidoto (Amaral, 2019, informação pessoal)<sup>29</sup>, pode pertencer. “U” e “V” lembram a algas (Wolle, 1887). “W” é parecido com os grãos de pólen produzidos por *Spermacoce* L. (Rubiaceae) ou *Piper amalago* L. (Piperaceae) (“Rede de catálogos polínicos online”,

---

<sup>25</sup> Freitas, A. **documentos + meus comentários sobre sua Defesa de Doutorado**. Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) no 23 de agosto de 2021

<sup>26</sup> Ibid

<sup>27</sup> Freitas, A. **Grãos de pólen?** Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) no 24 de março de 2020.

<sup>28</sup> Amaral, M.M. Mensagem recebido por Messenger de Facebook no 6 de julho de 2019.

<sup>29</sup> Ibid.

2016). “X”, grão de Myrtaceae pela abertura sincolporada nítida e por ser pequeno.(Freitas, 2020, informação pessoal)<sup>30</sup>. “Y” é parecido com os grãos produzidos por *Plantago cf. brasiliensis* Sims (Plantaginaceae)(“Rede de catálogos polínicos online”, 2016). Z: é um “*crysophyte cyst*” (Neumann et al., 2019b, fig. 2 J). ‘G’, “Aa” lembram a grãos de pólen, mas não foram achados equivalentes na literatura consultada.

#### 8.1.2.2 *Tricomas*

Os dados expostos a seguir fazem referencia à Figura 123, p. 228. O tricoma sinalizado com “B” é parecido com os diagnósticos do género *Trema* (Ulmeaceae) (Pearsall, [s.d.]). Já o “C” lembra aos presentes nas famílias Cucurbitaceae, Asteraceae e Piperaceae (Pearsall, [s.d.]). O “O” é similar com os presentes na família Flacourtiaceae (Pearsall, [s.d.]). “R” lembra a um esporo de fungo (Pluricellaesporites) de afinidade botânica com o género *Alternaria*, patógeno das raízes de algodão (Freitas et al., 2015); porém, pelo tamanho do microvestígio e a forma das segmentações é mais parecido com o reportado por Piperno (1988c, fig. 55) como tricoma segmentado de uma planta do género *Bidens* ou nas folhas de *Celosia* sp. (Amaranthaceae) (Mercader et al., 2009, fig. 3 At). O “T”: lembra ao reportado por Del Puerto (2015, fig. Al.1) como “*Elemento en forma de cono truncado con cintura demarcada*”.

Pearsall (2016) menciona que tanto eles como as bases de tricomas são muito difíceis de achar nos sedimentos arqueológicos. Neste trabalho foram achados diversos tipos destes fitólitos em todos os sedimentos, infelizmente, nenhum deles apresentava características diagnósticas para fazer uma identificação, por essa razão, não foram incluídos na contagem final.

---

<sup>30</sup> Freitas, *ibid.*

### 8.1.2.3 Cistólitos

Os dados expostos a seguir fazem referência à Figura 126, p.231. O cistólito sinalizado com a letra “A” é parecido com o “*spherical silica cystolith with high verrucate sculpturing*” descrito pelo Bozarth (1992, fig. 10.6 D). O “B”: lembra ao “*subglobular con superficie rugosa y una proyección o pie de base plana*” descrito por Del Puerto (2015, fig. Al.1, G17). Já o “C” parece com um “*cistolito ovoide alargado, folha de Celtis tala*” descrita por Honaine, Zucol e Osterrieth (2005). Não foi encontrado nenhum elemento parecido com o tipo D, mas foi classificado como cistólito pelo tamanho e a forma.

### 8.1.2.4 Estômatos

A utilidade dos estômatos na arqueobotânica ainda não é clara, pelo que foi decidido não incluí-los dentro da contagem final até realizar um estudo de referência específico para esse tipo de fitólitos. A exceção foi o fitólito sinalizado com a letra “A” (Figura 125, p.230), que foi contado também dentro dos tecidos

### 8.1.2.5 Miscelâneos

Os dados expostos a seguir fazem referência à Figura 131, p.236. O “J” é parecido com os “*blocky infilled polyhedrons*” reportados por Thummel, Brightly e Strömberg (2019, fig. 1 e). Já o “M” lembra ao “*Cork aerenchyma*” reportado por Collura e Neumann (2017, fig. 153) não diagnóstico, pois também é observado em frutos de algumas espécies de Marantaceae e folhas de Chrysobalanaceae. O “Ab” é parecido com “*silicified trichome*” de *Curatella americana* (Lepsch et al., 2014, fig. 4) só que não termina em ponta e não está claro se ao girar estes tricomas apresentem a vista esférica. O elemento registrado como “Ad” lembra às “*fiber bundles*” de *Bixa orellana* (Pearsall, [s.d.]). “Ag” lembra a fitólitos de sementes de *Musa acuminata* sub. Ensete (Musaceae) ou de *Calathea macrosepala* (Marantaceae) (Piperno, 2006a, fig. 3.10 c e 2.17 a). O “Ah” é parecido com os fitólitos achados nas folhas *Cyperus immensus* (Cyperaceae), mas também nas agulhas de *Pinus halepensis* (Pinaceae) (“PhytCore DB”, [s.d.]). O Ai é similar com o que Del Puerto (2015, fig. Al.1) descreve como: “*Elementos laminares*

*rectangulares a ovoides de borde liso u ondulado, con papilas grandes centrales (1-4) y satelitales menores*". O "Aj" tem sido reportado em eudicotiledôneas e briofitas (Raitz, 2012). "Ak" é parecido com "*silicified prickle base from Poaceae*" (Runge, 1999 Plate V 8) algo similar é reportado em *Eragrostis rufescens* Schrad. ex Schult. (Chloridoideae) (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 5). Elementos parecidos com "Am" tem sido reportados em *Ichanthus goyansensis*<sup>31</sup> (Panicoideae) (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 6). Fitólitos parecidos com "Ap" têm sido em *Trachypogon Polymorphus* Hack<sup>32</sup> (Panicoideae) (Söndahl; Labouriau, 1970a, fig. 11), *Trachypogon ligularis* Nees (Panicoideae) (Söndahl; Labouriau, 1970a, fig. 17–18)<sup>33</sup> e *Trachypogon mollis* Nees<sup>34</sup> (Söndahl; Labouriau, 1970a, fig. 20). Os fitólitos "Aq-As" são parecidos com elementos reportados em *Olyra sarmentosa* Doell<sup>35</sup> (Bambusoideae) (Leone Figueredo-Riberio; Handro, 1971, fig. 7) e como "*Micro pelos (<50 micras) unicelulares de cuerpo cilíndrico con el extremo romo y base nodular o plana en forma de estrella*" por Del Puerto (2015, fig. Al.1), e também com o que Alexandre e colaboradores referem-se como "*Poaceae point shape*" (Alexandre et al., 1999, fig. 3b). Já "Au-Av" são parecidos em forma, mas não em decoração, com o reportado como "*sclereid pitted*" (Collura; Neumann, 2017, fig. 5 m).

## 8.2 O que o conjunto de fitólitos nos fala?

De um modo geral, o conjunto de fitólitos evidência um "comportamento" parecido com o que foi achado durante o mestrado (Angeles Flores, 2015): da mesma forma que a madeira carbonizada domina o registro, fitólitos de plantas lenhosas foram os mais contados. Esta dominância de fitólitos de plantas lenhosas acontece embora um viés natural de sobre representação de fitólitos de gramíneas,

---

<sup>31</sup> Hoje o nome correto é *Hilddaea ruprechtii* (Döll) C. Silva & R.P. Oliveira

<sup>32</sup> Hoje o nome correto é *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze

<sup>33</sup> Ibid.

<sup>34</sup> Ibid

<sup>35</sup> Hoje o nome correto é *Parodiolyra lateralis* (J. Presl ex Nees) Soderstr. & Zuloaga

pois a família das Poaceae produz 20 vezes mais fitólitos do que as dicotiledôneas lenhosas (Webb; Longstaffe, 2020 apud Dias et al., 2020) e só 10 por cento das árvores e arbustos no mundo produzem fitólitos na madeira (Collura; Neumann, 2017). Isto mostra a grande quantidade de plantas lenhosas queimadas para formar o sedimento de Taquaraçu. A predominância de fitólitos de madeira é algo esperado em sedimentos derivados de fogueira (Goldberg; Miller; Mentzer, 2017; Schiegl et al., 1996), o que está em concordância com os trabalhos anteriores que coincidem com a origem antrópica do sedimento do abrigo (Chim, 2018; Da Silva, 2013; Tudela et al., 2020).

O conjunto de fitólitos está em acordo com as camadas de ocupação do Sítio, definidas por Chim (2018). A autora interpreta a facies 2 da camada 5, mais perto da superfície, com uma bioturbação, com materiais do Holoceno Médio e Tardio. A análise de fitólitos prova que esta facies também conta com material moderno ao serem identificados fitólitos pertencentes a folhas de *Musa*. sp, exclusiva do continente asiático (Costa; Espinelli; Figueredo, 2011), o que evidência ela como uma intrusão pós-colonial.

Na camada 4, a mesma autora nota uma diminuição nos vestígios arqueozoológicos com respeito à camada 3, e alguns exemplares sem nenhuma aparência de queima neles. Ela interpreta isto como uma indicação de que o Sítio foi menos frequentado ou de uma mudança nas áreas de atividade. O registro de material carbonizado parece seguir esse padrão, mas o registro de fitólitos não parece ter uma mudança significativa no que diz respeito ao registro de lenhosas. A facies 08 do nível 02 foi por Chim como uma lente “[...] aparece e desaparece rapidamente no quadrante sudeste, além de não ter sido descrita na ficha da quadra [...]” (Chim, 2018, p. 85).” Da mesma forma que o material carbonizado, pouca quantidade de restos faunísticos foi achada nessa facies, só um osso de peixe (Chim, 2018, tabela 31). Porém, a análise de fitólitos não mostrou nada que sugerisse uma atividade diferente das outras registradas na quadra.

A camada 3 corresponde ao uso mais intenso do abrigo, de acordo com Chim (2018) isso seria refletido na quantidade e variabilidade dos vestígios

zooarqueológicos. Isso está indicado também na abundância de vestígios de madeira e sementes carbonizadas. O registro de fitólitos de plantas lenhosas parece coincidir com os macrovestígios nessa camada, mas dois fatos sobressaem: 1) a grande porcentagem de fitólitos de *Arecaceae* (comparada com o registrado em outros níveis/facies) em 03/10 e ainda maior porcentagem de fitólitos de *Zingiberales* em 03/09.

As plantas da ordem *Zingiberales* são usadas de forma ornamental e medicinal. Além disso, as fibras de algumas famílias podem ser usadas para construção de cestas ou outros artesanatos, e as raízes, por serem ricas em amido, são consumidas por humanos (*Cannaceae*) (Costa; Espinelli; Figueredo, 2011).

As folhas de algumas espécies de *Calathea sp.* (*Marantaceae*) são usadas para embalar alimentos (Costa; Espinelli; Figueredo, 2011, p. 69, lâmina 15; Tirira; Rios, 2018). Além disso, duas espécies da mesma família são cultivos populares nos trópicos, por causa dos seus rizomas tuberosos: *Calathella allouia*<sup>36</sup> e *Maranta arundinacea*. Embora seja muito provável o uso de plantas tuberosas no Sítio, não é possível afirmar que sejam sobre essa família já que não foram achados grãos de amido nem fitólitos correspondentes aos rizomas do gênero (Chandler-Ezell; Pearsall; Zeidler, 2006; Piperno; Holst, 1998).

Tendo em conta isso e o contexto proporcionado pelos macrovestígios (Angeles Flores, 2015; Chim, 2018), fica evidente que essa alta presença de fitólitos de *Zingiberales* está na maioria das vezes associada com consumo de alimentos. Seriam vestígios de folhas usadas como recipientes para conter ou embrulhar alimentos. Isto também explicaria a presença de *Musa sp* nos primeiros níveis. Chama a atenção também a grande presença de *Zingiberales* em quase todas as amostras analisadas que contrasta com a pouca quantidade achada nos sedimentos de Lapa do Santo (Ortega, 2019), tal vez seja devido a que ambos Sítios estão localizados em ambientes com vegetações diferentes, ou pelo uso de critérios de classificação diferentes para os fitólitos.

---

<sup>36</sup> O nome correto é *Goepertia allouia* (Aubl.) Borchs. & S. Suárez (Saka, 2020), mas foi mantido o nome de *Calathella* porque é o mais usado nas fontes consultadas.

Minoritariamente, fitólitos de Zingiberales e Arecaceae, poderiam estar associados com a pesca; as talas provenientes do pecíolo de *Raphia taedigera* (Mart.) Mar podem ser usadas para criar diferentes elementos de pesca (Oliveira; Potiguara; Lobato, 2006, p. 123). Já as talas da haste caulinar de *Ischnosiphon arouma* (Aubl.) Koern. Arumã, são usados para formar paneiros. (Oliveira; Potiguara; Lobato, 2006, p. 124) e cestas feitas com folhas de Arecaceae têm sido achadas em Santa Elina (Gussella, 2003). É provável que espécies parecidas na região tenham sido usadas de maneiras similares.

Chim (2018) caracteriza a camada 2 como o início da fase de ocupação intensa do abrigo, e na que aparentemente a pesca começa a ser uma atividade importante. Duas coisas anormais se destacam no registro de fitólitos desta camada:

- Em 05/13, interpretada pela autora como uma lente, é o único lugar onde o registro de frequência relativa de bilobados sobrepassa ao de lenhosas. Além disso, é o lugar onde foram achados, por muito, mais bilobados quebrados do que em qualquer outra amostra analisada. Calegari (2008, p. 153) interpreta os altos índices de bilobados quebrados encontrados nos sedimentos como indicativo de que “[...]o material foi muito retrabalhado provavelmente por processos de erosão e deposição e/ou por intensa atividade biológica atuando na translocação de material dentro do perfil (remonte biológico) [...]”. A forma semi-oval da facies (que corresponde também à facies 15 da quadra H7, figura a seguir) e o tipo de fitólitos achados, lembra a um poço pequeno para cozinhar, como os reportados pelo Van den Bel na Guiana Francesa (Van Den Bel, 2010).

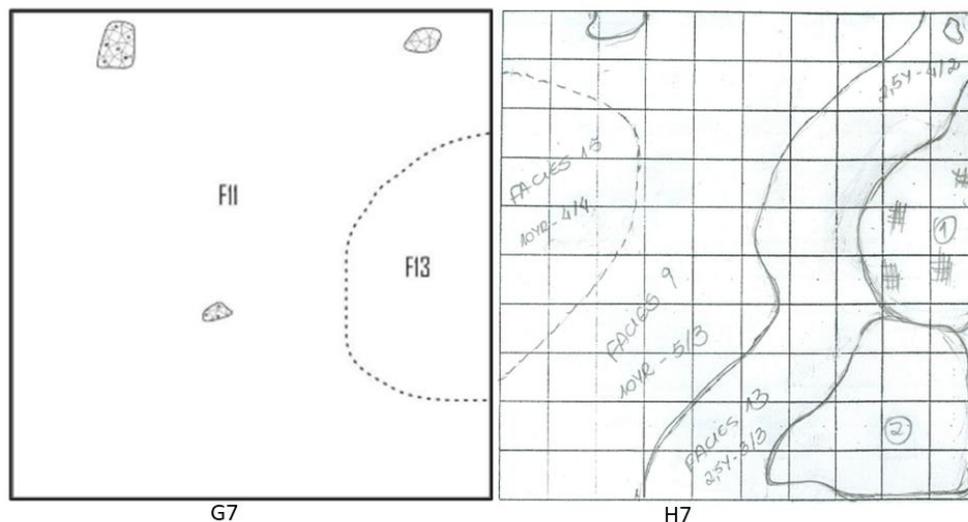


Figura 137 Facies 13 e facies 15 nas quadras G7 e H7. G7: desenho de Letícia Correa, recuperado d de Chim (2018, fig. 18). H7: desenho recuperado das fichas de escavação do Sítio.

- Algo incomum também aconteceu no nível/facies 06/18, já que no registro de fitólitos (infelizmente, não foi analisado para macrovestígios) é de longe o lugar que apresenta mais drusas em todas amostras analisadas. Como visto na seção de resultados, esse tipo de fitólito é comum em algumas famílias de Zingiberales, não entanto, esta concentração de drusas não acontece em 03/09 onde foi contabilizado o maior número de fitólitos dessa ordem. Poderia ser argumentado que neste sedimento em particular plantas das famílias produtoras de drusas (Cannaceae, Costaceae e Strelitziaceae) predominaram sobre as outras da mesma ordem, por causa de um tipo de atividade não identificada.

Nesta camada sepultamentos, foram escavados nas quadras G8 e H8 vizinhos do norte da quadra G7. Possivelmente as atividades não definidas em 05/13 e/ou 06/18 estejam relacionadas com esses sepultamentos, já que o final do nível 5 e tudo o nível 6 estão dentro das cotas de profundidade registradas para o sepultamento 1 (z -181 inicial e -280 final). Para esclarecer isto seria necessário analisar os sedimentos mais associados com os sepultamentos nas quadras mencionadas e também a facies 16, vizinha da quadra G8.

Por último, a camada 1 corresponderia às primeiras ocupações do Sítio. No registro arqueozoológico foram encontrados tanto ossos queimados como não

queimado pertencentes tanto à fauna própria do abrigo quanto a alóctone (Chim, 2018). O número de macrovestígios carbonizados de esta camada (10/21) é pouco, mas corresponde com a pouca quantidade de ossos queimados nessa facies (Chim, 2018, fig. 35). A análise de fitólitos desta camada foi feita na 10/20 e corresponde com o que Chim interpreta como uma fase de desocupação do Sítio, com um aumento de animais “naturais” do abrigo, embora ainda existisse material osso com alterações térmicas. Apesar de haver recuperado fitólitos de lenhosas, estes são provenientes da fração “a”. Na fração “c”, de cor avermelhada e textura argilosa, foram achados só 7 fitólitos o que indicava um sedimento arqueologicamente estéril.

Comparando o registro de fitólitos de plantas lenhosas e de madeira carbonizada, chama a atenção a pouca quantidade de peso registrado na madeira carbonizada em 01/03, 02/05, 02/08, 5/13 e 8/19 (Figura 136), contrasta com a frequência de fitólitos de plantas lenhosas encontrados nos mesmos níveis/ facies (Figura 134, Figura 135). Algumas possíveis explicações poderiam ser:

- 5) O material carbonizado corresponde ao sedimento peneirado em campo, mais propenso ao erro humano do que na flotação no laboratório. Talvez a coleta estivesse enviesada de acordo com a capacidade de detectar carvões das pessoas que coletaram as amostras.
- 6) As madeiras queimadas nessas facies em particular eram produtoras mais ricas de fitólitos do que as madeiras queimadas em outras facies.
- 7) Alguns dos fitólitos registrados como correspondentes a espécies lenhosas correspondem na verdade a outro tipo de plantas.
- 8) Os fitólitos de madeiras lenhosas correspondem a fogueiras que foram formadas fora da quadra G7.
- 9) Condições tafonômicas, como o pisotamento ou as combustões completas da madeira fizeram que restassem apenas cinzas no registro.
- 10) Qualquer combinação das razões acima apresentados.

Estas dúvidas poderiam ser resolvidas com o estudo de material carbonizado de flotação, com análises antracológicas e com um estudo de referência para fitólitos regional mais aprofundado.

### 8.2.1 *Fitólitos queimados?*

A presença de fitólitos com aparência de queimados (com uma cor preta ou marrom) tem sido usado como indicador do uso de fogo (Boyd, 2002; Piperno, 2006a). Porém, é notável que dentre os mais de 4000 fitólitos contados e centenas que não entraram na contagem final, pouquíssimos são os que apresentavam essa aparência. Nesse aspecto, os resultados de esta pesquisa coincidem com os de Delhon (2010). A pesquisadora coletou a cinza de 8 espécies e, de maneira similar a esta pesquisa, tratou elas com ácido nítrico, clorídrico e água oxigenada; os fitólitos foram flotados usando uma solução de polytungstato de sódio. Embora não tenha sido o objetivo principal do experimento, a pesquisadora notou que os fitólitos, uma vez extraídos da cinza, são indistinguíveis dos fitólitos “não queimados”. Delhon explica isso pelo registro errôneo de microcarvões como fitólitos ou por a deposição de material orgânico nos fitólitos. É muito provável que isso explique os poucos fitólitos com coloração diferente em Taquaraçu.

### 8.2.2 *Por quê se preservaram os fitólitos dos sedimentos de Taquaraçu?*

Como já foi mencionado, Da Silva, (2013) ao não observar fitólitos nas análises micromorfológicas do abrigo, inferiu que o ambiente básico das cinzas teriam destruído eles. Em efeito, a sílica tem um ponto de fusão de a 1713 °C , porém este ponto de fusão pode ser reduzido nos ambientes de cinza, já que a presença de sais alcalinas pode reduzir esse ponto (Canti, 2003, p. 350). Como é possível então que (com exceção de uma amostra) uma grande quantidade de fitólitos tenha sido encontrada em todas as amostras? Caberia se perguntar também: porquê em Sítios com sedimentos similares como Lapa do Santo (Ortega, 2019; Villagrán et al., 2017) ou Santana do Riacho (Sousa et al., 2017) foram encontrados fitólitos?

Piperno (1988a, 2006a) menciona alguns fatores que afetam a dissolução de fitólitos em solos:

- 1) Presença de óxidos de ferro e principalmente de alumínio no sedimento circundante, que retarda a dissolução de sílica
- 2) Superfície dos fitólitos e conteúdo de água (quanto maior a relação superfície-área-volume, maior o seu grau de solubilidade)

- 3) A biodegradação dos desfeitos circundantes (quanto mais rápido é essa decomposição, maior a decomposição de fitólitos).
- 4) Medidas extremas de pH. A solubilidade da sílica é independente do pH quando ele está entre 3 e 9, mas aumenta rapidamente acima de 9.
- 5) A rapidez com que os fitólitos foram enterrados.
- 6) Teor de alumínio nos tecidos das plantas.

Como mostra a tabela a seguir, as medidas de pH de Taquaraçu estão, ou sobre passam um pouco o limite de solubilidade exposto por Piperno.

Tabela 15 Medidas de pH nos sedimentos do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu

Amostra	pH	T °C
O4A2	9,76	27
9	9,01	27
463	9,33	26,6
464	9,2	26,8
467	9,12	26,7

Outro Sítio com sedimentos de natureza similar aos de Taquaraçu e onde são reportados dados de pH e presença de fitólitos no sedimento é Santana do Riacho. O pH nos sedimentos desse Sítio é mais perto do neutro, indo de 4,38 a 6,44 por H<sub>2</sub>O e de 3,25 a 6,06 por uma solução de KCl (Sousa et al., 2017). Os autores também mencionam um alto teor de alumínio nos solos na região circundante ao Sítio, chegando a mais do 50% de saturação. Embora não exista um estudo mais profundo que possa indicar a quantidade e tipo de fitólitos presentes nos sedimentos de Santa do Riacho é evidente que o pH não é um fator que impeça a presença de fitólitos tanto nesse Sítio, quanto em Taquaraçu. É possível que os fitólitos tenham sobrevivido tanto em Taquaraçu quanto em Sítios similares da área pelas razões expostas a seguir.

Foi notada a em várias ocasiões uma grande quantidade de tecidos silicificados nas amostras analisadas de Taquaraçu. Isto foi observado também por Sendulsky e Labouriau (1966, fig. 161) em folhas de Poaceae, explicando isto como resultado da intensa atividade de silicificação das gramíneas do Cerrado. Söndahl e Laboriau (1970a), chegam a essa mesma conclusão ao observar a preferência de folhas novas e gemas de árvores pelos herbívoros grandes do Cerrado.

Um dos fatores que influem na produção de sílica nas plantas é a idade. O conteúdo de sílica aumenta nas partes mais velhas das plantas, inclusive depois da senescência. Por exemplo, Dias e colaboradores (2019) notaram isso ao estudar folhas de *Brachiaria decumbens* (Panicoideae) em diferentes idades, tanto a

contagem total como em número/ peso seco era maior em folhas mais velhas Motomura e colaboradores (2004) também notaram um aumento significativo na frequência de células silicificadas de *Sasa veitchii* (Bambusoideae). Dias e colaboradores explicam este fato pela necessidade das plantas mais novas de expandir as suas células, o que não acontece em etapas superiores do seu desenvolvimento. (Dias et al., 2020, p. 101). Sendo as fogueiras a origem da maioria do sedimento em Taquaraçu, não seria estranho que uma grande quantidade de folhas maduras e secas fossem usadas para acendê-las. O sedimento antrópico de Taquaraçu seria então formado por tecidos bem silicificados, trazendo como consequência uma maior quantidade de tecidos.

Outra explicação para a grande atividade de silicificação nas plantas da área poderia ser o alumínio. Como expressado na seção de Vegetação, na Depressão São Franciscana no Médio e Baixo Rio das Velhas os solos dominantes (horizonte B latossólico e cambiossolo), estão caracterizados por serem ácidos e terem um alto teor de alumínio, isto acontece também nos solos em que está assentado o Cerrado no carste de Lagoa Santa (Brina, 2020, p. 27). As concentrações de alumínio podem inibir o crescimento das raízes e assim afetar a aquisição de nutrientes e água (Franceschi; Nakata, 2005, p. 50). Porém, a sílica pode amenizar os efeitos tóxicos deste e outros metais pesados (Epstein, 1999). De maneira geral, (McKeague e Cline, 1963, apud Piperno, 1988c, p. 13) os solos ácidos têm mais ácido de sílica livre para a produção de fitólitos em plantas No Cerrado, Lepsch e Paula (2006) ao estudar a quantidade de fitólitos em latossolos notaram que a quantidade de fitólitos ia diminuindo conforme a profundidade aumentava. Porém, o contrário acontecia com a sílica assimilável. Isto mostra que pelo menos nos solos do Cerrado a presença de sílica é constante, seja em forma de fitólitos ou sílica livre. Ao parecer isto ocorre mesmo que as altas concentrações de óxidos de Al e Fe (muito presentes nos solos do Cerrado) possam cobrir os solos com sílica, impedindo que entrem na planta (Piperno, 2006a, p. 8). Talvez a alta disponibilidade de sílica explique porquê as folhas das gramíneas e algumas árvores e arbustos do Cerrado contenham

grandes quantidade de fitólitos estando algumas folhas formadas entre 5 e 8% de sílica (Vilarinhos 2013 apud Lepsch et al., 2014, p. 78).<sup>37</sup>

Embora as relações entre sílica e alumínio sejam complexas (Epstein, 1999) pode ser hipotetizado que a sílica presente nos solos ao redor dos Sítios mencionados (Taquaraçu, Santa do Riacho, Lapa das Boleiras) impedem a inibição das raízes provocada pelo Al, o que permite a entrada de água e nutrientes nas plantas, mas também do próprio alumínio. A interação do alumínio e a sílica nas plantas provocaria fitólitos cobertos de Al, o que os faria resistentes contra os mecanismos de dissolução (Lepsch; Paula, 2006, p. 187; Piperno, 2006a, p. 22). Isso explicaria a presença grande de tecidos silicificados nas plantas do Cerrado, já que ao entrar uma quantidade maior de água teria uma maior quantidade de sílica para formar fitólitos na planta<sup>38</sup>, e ao mesmo tempo a criação de fitólitos seria um mecanismo de defesa para lidar com o alumínio e outros metais pesados dentro da planta. Também seria possível explicar, em parte, a supervivência dos fitólitos em sedimentos alcalinos formados por cinzas de fogueiras, talvez o alumínio também influa na queda do ponto de fusão da sílica. Obviamente, isto teria que ser comprovado a partir de estudos futuros na área.

A associação entre quantidade de sílica e tecidos silicificados fica em evidência com os trabalhos de Rosello Casselles e colaboradores. No primeiro dos trabalhos consultados (Rosello Caselles et al., 2018), ao analisar cinzas de *Pennisetum purpureum* Schum var. purple as pesquisadoras perceberam que as cinzas de folha queimadas a 460 e 650°C produziam tecidos inorgânicos que eles

---

<sup>37</sup> Vilarinhos, C. R. O.; Oliveira, L. A.; Korndörfer, G. H.; Carvalho, F. A. & Neves, A. L. 2003. **Acumulação de Alumínio, Cálcio e Silício em espécies Lenhosas Nativas do Cerrado Brasileiro**. Em II Simpósio Sobre silício na agricultura, Lavras-MG. Resumos Expandidos. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras

<sup>38</sup> Contudo, maior quantidade de sílica nas plantas não necessariamente está relacionada com uma maior produção de fitólitos, Lizztez-Szabó e colaboradores (2015) analisaram o conteúdo de sílica de 9 espécies de Poaceae e não encontraram uma relação estatisticamente significativa entre número de fitólitos e o conteúdo de sílica biogênica.

chamaram de “*spodograms*”. Estes tecidos começavam a ter evidências de sinterização numa temperatura de 850°. Resultados similares foram evidentes ao analisar as cinzas produzidas em folhas de bambu e de cana de açúcar. Nas últimas os “*spodograms*” não foram formados, possivelmente pelo baixo teor de sílica que a planta produz (Roselló et al., 2019). Nas fogueiras experimentais feitas por Villagrán em Lapa do Santo (Villagrán et al., 2017) a temperatura máxima alcançada foi 875°C (o ponto de fusão da sílica em condições normais é o dobro), mas essa temperatura não foi atingida em todas as partes da fogueira nem em todo o tempo em que esteve acesa. Ainda que o ambiente alcalino pudesse ter baixado o ponto de fusão da sílica, isso não teria sido suficiente para destruir todos os fitólitos. A chance de sobrevivência dos fitólitos poderia ter sido acrescentada se as fogueiras tivessem sido cobertas com o solo circundante ao abrigo, de caráter ácido (Canti, 2003; Piperno, 1988a, 2006a).

### 8.2.3 A dissolução de fitólitos

A pesar dos processos mencionados acima, a dissolução de fitólitos é evidente pelo fato de que os fitólitos de tamanho maior têm uma tendência a aparecer nos primeiros níveis.

Diversos fitólitos, tanto contados como não contados aparecem com características superficiais que podem ser interpretadas como desgaste ou intemperização (Ex.: bilobado, Figura 111 Ed; bulliform Figura 117 E; tricoma Figura 123 A).

Um fator para a dissolução dos fitólitos é a relação entre superfície e volume (Cabanés; Shahack-Gross, 2015; Lepsch; Paula, 2006). Esse fator não foi medido mas é muito evidente nos tecidos, com uma grande área superficial, mas com grossor variável, cujos maiores exemplares (Figura 125 A, Figura 121 Ad, Ae, Af.; com exceção dos tecidos na Figura 121 L e An) aparecem só nos primeiros três níveis da escavação (Tabela 14). Na Figura 134 e Figura 135 a frequência de tecidos parece ser maior no nível 03 /facies 10 e no nível 05/facies 13, no entanto, isso é devido à quantidade de tecidos pequenos formados por células longas (Figura 121 Aj), presentes em quase todas as amostras (Tabela 14). Outros exemplos de fitólitos

com grande área superficial são achados no nível 01/facies 02 (Figura 128 L, Figura 131 B) e nível 01/facies03 (Figura 123 A, Figura 128 K).

A dissolução de fitólitos teve como consequência uma sub-representação de espécies produtoras de fitólitos grandes nos sedimentos mais profundos. Chen e Smith (Chen; Smith, 2013) suspeitam que as bases do “*hat-type*” de Marantaceae são suscetíveis à dissolução. Talvez isso tenha acontecido com os “*hat-shaped*” de Arecaceae como de Marantaceae que não foram encontrados nos sedimentos, embora outros tipos de fitólitos dessas famílias fossem encontrados.

#### 8.2.4 *Tricomas e base de tricomas*

A pesar de não terem sido considerados na contagem final. Foi notada a presença de vários tricoma e base de tricomas.

Segundo Collura e Neumann (2017), os tricomas, base de tricomas e fragmentos de epidermes indicam a presença de folhas, isso não seria raro para um sedimento como Taquaraçu, onde folhas secas poderiam ter sido usadas como combustível.

A silicificação de tricomas também tem sido explicado como adaptação à insolação e seca na Caatinga (Ricardo et al., 2018) e no Cerrado (Dias et al., 2020). Porém, é curioso que em nenhuma das fontes consultadas o tipo de fitólito tricoma incinado tenha sido encontrado.

#### 8.2.5 *Diatomáceas*

A recuperação de diatomáceas em diversas profundidades do Sítio respalda a inundação esporádica do abrigo reportada por informantes locais e análises microcmorfológicos (Da Silva, 2013). A profundidade onde foi achada uma delas (N8 F19) indica que isso acontece pelo menos desde as primeiras ocupações do Sítio.

Como já foi mencionado, a Dra. Pryscilla Almeida identificou uma das diatomáceas como pertencente ao género *Diploneis* (possivelmente *Diploneis*

*ovalis*)<sup>39</sup>. Esse gênero é bastante silicificado e não é achado livre na água corrente e sim aderido ao substrato, possivelmente proveniente de águas com baixos teores de matéria orgânica e nutrientes (Almeida, 2019, informação pessoal)<sup>40</sup>.

É diferente das diatomáceas registradas em Lapa do Santo, do gênero *Eunotia*, e da espécie *Hantzschia amphioxys relacionados* com alagamentos temporários do Sítio (Strauss et al., 2016)

Também é possível que as diatomáceas provenham dos estômagos dos peixes do Rio das Velhas. Não é raro encontrar uma variedade alta de diatomoflórula no conteúdo estômatal dos peixes (Souza; Tavares; Freitas, 1997), além disso, a presença de anzóis e de ossos de peixe no abrigo coloca em evidência que a pesca era uma atividade recorrente na ocupação do Sítio (Chim, 2018).

### 8.3 Ráfides

O fato de ter achado cristais parecidos com ráfides, similares em tamanho e forma tanto no sedimento quanto na peça 2081 (Angeles Flores, 2015), faz pensar na possibilidade que o achado na lesma corresponda em realidade ao sedimento e não esteja relacionado com o seu uso. Porém, deve se considerar que as ráfides achadas na peça 2081 estavam localizadas em uma parte específica da peça e em um sedimento recuperado depois de um tratamento de ultrassonificação (Angeles Flores, 2015). Se tivesse sido produto de contaminação seria provável achar estes cristais parecidos com ráfides em todas as partes da peça e no sedimento escovado à seco. Algo que também tem que ser sinalizado é que se esses cristais fossem de fato ráfides, o tratamento feito nos sedimentos deveria tê-las feito desaparecer. Talvez nesta amostra o tratamento com ácidos não foi suficiente ou terminou antes de tempo, o que permitiu que alguns desses cristais sobrevivessem. Outra possibilidade seria que esses cristais na verdade fossem cristais de calcita, esperados em sedimentos de abrigos calcários, porém, estes cristais geralmente não terminam em ponta como as ráfides (Crowther, 2009).

---

<sup>39</sup> Almeida, P.D. **Diatomácea**. Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) em 27 de novembro de 2019.

<sup>40</sup> *Ibid.*

Embora em trabalhos taxonômicos sejam notados só a ausência ou presença das ráfides, alguns trabalhos sugerem uma importância taxonômica mais profunda. As ráfides são muito comuns em tuberosas da família Araceae (Sakai; Hanson, 1974) ou nos gêneros *Dioscorea* ou *Colocasia* razão pela qual a morfologia dos grãos de amido e das ráfides podem ajudar na identificação de tuberosas em contextos arqueológicos (Boyadjian, 2012; Crowther, 2005; Horrocks; Grant-Mackie; Matisoo-Smith, 2008; Loy; Matthews; Wickler, 1992) . Os trabalhos de Loy (Loy, 2006; Loy; Matthews; Wickler, 1992) têm servido como base para o uso de ráfides como identificadores de taxa de plantas em contextos arqueológicos, mas nenhum, além de Crowther (2009) tem aprofundado mais no tema.

O mencionado estudo de Crowther coloca em evidência um fato: embora as ráfides apresentem características taxonomicamente diferenciáveis ao nível de família, algumas delas (micro pelos nas pontas, estrutura num corte transversal) são visíveis apenas na microscopia de varredura, que não foi usada nesta pesquisa.

Pouco do que se tinha planejado fazer com respeito às ráfides foi conseguido, só foi possível descrever e medir algumas ráfides da polpa do Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e, por dificuldades de acesso ao laboratório derivado da pandemia, foram medidas apenas 4 das ráfides encontradas no sedimento arqueológico. Mesmo assim, foi possível perceber que as ráfides achadas nos sedimentos são parecidas com as encontradas na peça 2081, e não são parecidas com as do Jerivá. Como já mencionado, as possíveis ráfides em *Syagrus flexuosa* foram achadas em feixes e não foi possível a sua descrição individual.

Seria bom que futuros estudos de referência diferenciarem os distintos tipos de ráfides que pudessem ser achadas nas plantas, especialmente nas grandes produtoras de ráfides que tenham sido encontradas em contextos arqueológicos de Lagoa Santa, como plantas tuberosas ou sementes de *Arecaceae* (“coquinhos”). Neste caso, a potencialidade de diferenciação taxonômica baseada na quantidade de ráfides produzidas em coquinhos tem sido reportada por Broschar e Latham (1994); Okoli e Green (1987) também suspeitam de diferenças interespecíficas em

*Dioscorea* seguindo o tamanho das ráfides. Seria interessante também uma descrição mais profunda das ráfides.

Após exposta a importância das ráfides, é necessário dizer que poderia ter sido melhor usar técnicas que não danificassem os oxalatos de cálcio na hora de processar os sedimentos para a análises de fitólitos. Isto permitiria a recuperação de ráfides e de drusas de oxalato de cálcio. Pelo menos as da família Cactácea parecem ser diagnósticas pelo seu grande tamanho, podendo chegar aos 600  $\mu\text{m}$  (Jones; Bryant, 1992).

#### 8.4 *Dioscorea*

Durante a pesquisa de mestrado (Angeles Flores, 2015) tinha-se a suspeita que o grão de amido tipo C pertencia a uma *Dioscorea*. A suspeita transformou-se em certeza ao revisar o trabalho de Pagán Jiménez (2015, p. 64), onde ele reporta grãos de amido muito parecidos com os encontrados na pesquisa (figura a seguir), esses grãos correspondem a uma *Dioscorea* silvestre, não domesticada. No entanto, diferenças podem ser percebidas: o aspecto enrugado da superfície e a depressão na parte proximal (modificações provavelmente devidas ao desgaste enzimático) estão presentes no material arqueológico; mas não no trabalho de Pagán Jiménez; o contrário acontece com o hilo visível e a marca de pressão evidente na parte distal. É provável que essas diferenças ocorram a antiguidade do grão de amido, associado à peça 1477 achado em um sedimento do nível 6 facies 19, com uma idade de  $11477 \pm 133$  cal AP.

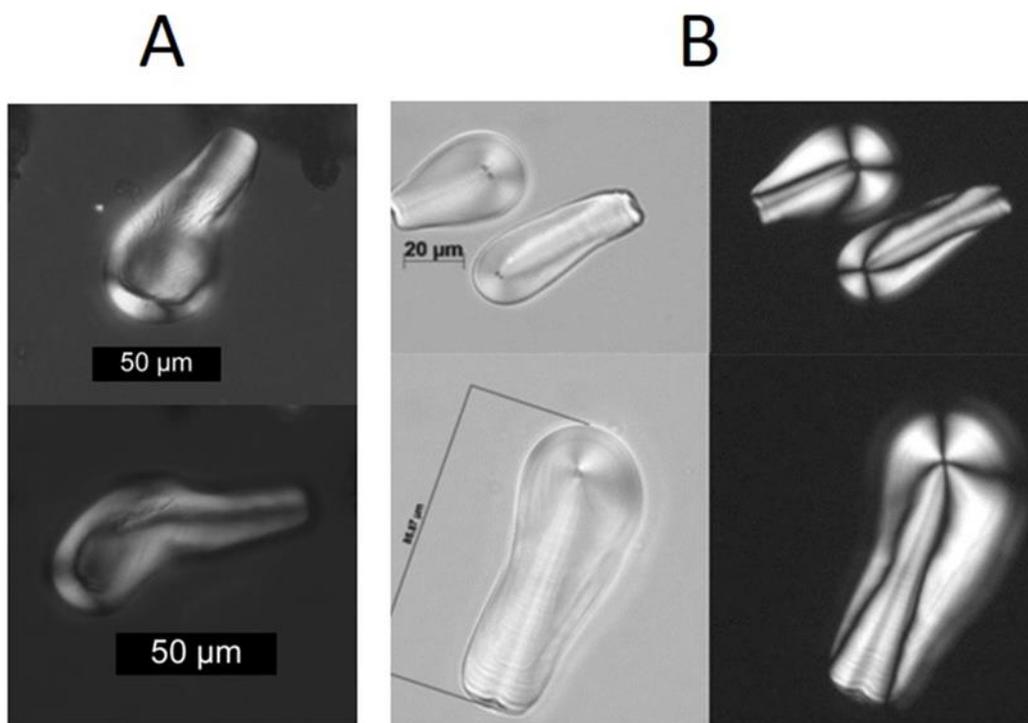


Figura 138 Grão do tipo C extraído de Angeles Flores (2015) . B; *Dioscorea* registrada por Pagán Jiménez (2015)

Em Lapa do Santo, Ortega (2019, p. 147) reporta um possível grão de *Dioscorea* na peça 14391, nível 16 (150-160 cm) da quadra P11, período 1 8,5-12,7 mil cal AP, mas de acordo com a pesquisadora seria mais parecido com *Solanum*, razão pela qual foi registrada como contaminação.

Outros registros antigos de *Dioscorea* nas Américas são os grãos de *Dioscorea trifida* achados em uma pedra de moer no Abrigo de Água Dulce, no Panamá (5700 cal BP) e em um contexto similar no Sítio de El Jazmín, 7590 ± 90 BP (8493–8313 cal BP) (Piperno, 2011 Tabela 1).

Um pouco mais antigos são os grãos de amido de *Dioscorea* reportados para uma pedra de moer associada a um sedimento datado em 7920 ± 40 B.P. (8990–8610 cal A.P.) no abrigo de Xihuatoxtla (Ranere et al., 2009).

O grão de *Dioscorea* achado em Taquaraçu tem uma idade maior do que os mencionados acima e muito provavelmente seja a evidência direta mais antiga de uma *Dioscorea* nas Américas.

## 8.5 Considerações sobre os estudos de referência

### 8.5.1 Estudo de referência para detectar mudanças nos grãos de amido

No que diz respeito ao estudo de referência para detectar as mudanças de grãos de amido sob diferentes processos podem ser feitas as observações seguintes.

A falta de mudanças perceptíveis nas amostras maceradas pode ter acontecido porque o morteiro de porcelana usado era muito liso como para danificar os grãos de amido. Relacionado a isto, foi observado que macerar as amostras em água produzia uma concentração maior de grãos de amido não danificados em comparação com amostras raspadas com uma navalha. Seria interessante repetir o experimento sobre outras superfícies mais irregulares (seixos, pedras de moenda feitas com pedra vulcânica, *molcajetes* de cerâmica, etc.) para definir melhor as possíveis mudanças nos grãos.

Mesmo com 20 minutos de cozimento, a maioria dos grãos de amido perdem as suas características diagnósticas, sendo impossíveis de identificar. Este fato poderia impossibilitar a identificação de grãos de amido em materiais arqueológicos, especialmente quando as plantas tuberosas fossem cozidas em água. Porém, em alimentos com menos tempo de cozimento como *tortillas* (Pagán-Jiménez et al., 2017), farinha de mandioca (Cascon, 2017), ou bebidas fermentadas (Pagán-Jiménez, 2013); uma quantidade suficientemente grande de grãos de amido com características ou modificações diagnósticas pode sobreviver. Pode se afirmar que distinguir estas modificações de cozinha com as provocadas em grãos de amido antigos é algo que ainda difícil de discernir (Collins; Copeland, 2011), sobretudo em amostras arqueológicas, onde muitas vezes sobrevivem dois ou três grãos de amido por amostra.

### 8.5.2 Grãos de amido e fitólitos

No referente à análise de grãos de amido e fitólitos, esta pesquisa mostrou-se pioneira. No caso de *Genipa americana* não foi encontrada informação sobre fitólitos nenhuma das fontes consultadas, incluídas duas grandes bases de dados online de fitólitos (Pearsall, [s.d.]; “PhytCore DB”, [s.d.]) apresentavam fitólitos desta planta. Grão de amido têm sido identificados nas folhas (Erbano; Duarte, 2010; Sant’Anna-Santos et al., 2006; Vasconcelos et al., 2017) e nas sementes (Rivera, 2019), mas não foram descritos. É necessário sinalizar, portanto, que é necessária uma análise mais profunda.

Talvez a falta de estudos sobre microvestígios de Jenipapo tenha impedido sua identificação em contextos arqueológicos. As únicas menciones que foram achadas em esta pesquisa foram uma de Vásquez Sanchez e colaboradores (Vásquez et al., 2013) sobre um trabalho de Ugent e Ochoa<sup>41</sup> que não foi possível consultar. Este trabalho cita a descoberta de frutos desidratados da planta nas mãos de múmias em cemitérios da cultura Chancay.

Nesta pesquisa, a análise dos grãos de amido de *Genipa americana* foram feitos em um fruto verde, já que nesse estado é usado para pintura corporal. Em estudos futuros, é preciso comparar os grãos de amido presentes num fruto maduro, pois é deste jeito que é consumido.

Este estudo também é pioneiro na análise de grãos de amido de *Sicana Odorifera*. Embora seja reconhecida como um cultivo importante na América do Sul e o Brasil ser considerado como seu país de origem (Alimentos regionais brasileiros, 2015, p. 249; Sauer, 1950, p. 505) esta espécie não tem sido identificada em contextos arqueobotânicos. Os fitólitos da casca têm sido descritos em pesquisas anteriores (Piperno, 2009; Piperno; Andres; Stothert, 2000), mas não identificados em contextos arqueológicos. O uso pré-colombiano desta planta infere-se pela

---

<sup>41</sup> Ugent, D.; Ochoa, C. M. **La etnobotánica del Perú: desde la prehistoria al presente**. Lima, Perú: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, 2006.

menção que o cronista Bernabé Cobo faz sobre ela no século XVI chamando-a de “*calabaza del Paraguay*” (apud Brücher, 1989, p. 269). Segundo ele, esta planta era consumida tanto cozida, quanto crua, mas era mais apreciada pelo seu cheiro (apud Sauer, 1950, p. 505)

Infelizmente, não foram achados grãos de amido diagnósticos nesta espécie. O grão tipo M (Figura 60, p.166) poderia ser confundido com um de *Zea mays* ou de *Ipomoea batatas*, pelo tamanho, facetas de pressão e fissura. Porém, as quantidades pequenas contadas abrem a possibilidade de que seja contaminação por material moderno, são necessários mais estudos de referência independentes para comprovar isso.

O jatobá é uma planta muito presente na vida brasileira. Praticamente toda a árvore é aproveitada no presente por populações indígenas ou urbanas (tabela 5). Vestígios de *Hymenea* sp também têm sido reportados em vários Sítios de Lagoa Santa (Angeles Flores, 2015; Nakamura; Melo Junior; Ceccantini, 2010), principalmente sementes e cascas do fruto. Até presente pesquisa os grãos de amido encontrados na planta não tinham sido descritos. Os grãos de amido do tipo C (Figura 38, p.145) parecem ser mais característicos desta planta, mas seu caráter diagnóstico só pode ser afirmado com mais estudos. Seria interessante para pesquisas futuras estudar os grãos de grãos de amido das sementes e da resina desta espécie, assim como os fitólitos que pudessem estar presentes nas folhas e compara-las com outras espécies próprias do bioma como o jatobá do Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.).

Espera-se que as descrições dos microvestígios da *Genipa americana* e *Sicana odorifera*, realizadas neste trabalho, seja mais uma ferramenta para suas identificações em contextos arqueológicos

*Manihot esculenta* é a quarta fonte de energia deitaria mais importante nos trópicos (Alves 2002, p.67 apud Isendahl, 2011) . Os estudos mais recentes sugerem que o seu ancestral não domesticado é *Manihot esculenta* sub *fabellifolia* (Isendahl, 2011) e que a sua domesticação aconteceu no Sudeste Amazônico. Nas Américas, fitólitos de células excretórias silicificadas de *Manihot esculenta* com

10.350 cal.AP de antiguidade foram achados na Bolívia (Lombardo et al., 2020). Esse tipo de fitólito também foi achado na fase Massangana (uns 6.500 -5.500 cal AP, segundo a cronologia local) no Sítio Tetônio no estado de Rondônia, Sudoeste na Amazônia (Watling et al., 2018). Datas similares ou um pouco mais antigas são reportadas nos abrigos de Água Dulce (7740–7640 cal AP) e Chiriqui (5.600 cal AP) no Panamá, Abeja (5.539–5.351 cal AP) na Amazônia Colombiana, Loma Alta (5.539–5351 cal AP) e Real Alto (5.000 cal AP) no Chile, vale de Zanha no Perú (8500 cal BP) (Piperno, 2011). Os grãos de amido registrados coincidem com o reportado por outros estudos de referência (Boyadjian, 2012; Pagán-Jiménez, 2007, 2015; Piperno, 2006b), mas nesta pesquisa foram apresentados fotos e medidas dos tipos de grãos individuais, esperando facilitar estudos futuros.

Como no broto de *Chusquea* foi achado somente um grão de amido, é provável que se trate de contaminação moderna, ou um amido de transição. Fitólitos de diversas espécies de bambu têm sido estudados morfológicamente e identificados em contextos arqueológicos, (Pearsall; Piperno, 1998; Piperno, 2009; Watling et al., 2017; Watling; Iriarte, 2013). Porém, esse não é o caso dos grãos de amido, pois os dois estudos que os referenciam como parte da estrutura dos bambus foram encontrados na área da botânica, sendo inexistente em contextos arqueológicos (Azzini et al., 1981; Herminia et al., 2018). Nesta pesquisa não foi possível estudar outras espécies de bambu em outros estágios de crescimento, mas é necessário que estudos futuros façam, já que o mundo dos grãos de amido é pouco estudado e apresentam o potencial de complementar às análises de fitólitos.

*Maytenus ilicifolia*, é registrada em trabalhos etnográficos como medicinal (Almeida; Pasa; Guarim, 2014; Gonçalves; Pasa, 2015; Zank; Hanazaki; De Mello, 2015). Porém, não têm sido encontradas em contextos arqueológicos. Este trabalho mostra que isso é uma tarefa difícil já que pelo menos as folhas (que é parte mais usada pelo ser humano) não são grandes produtoras de fitólitos.

Outra espécie que mostrou ser pobre em produção de fitólitos na casca é a *Dioscorea trifida*. Esta espécie é a única da família que foi domesticada nas Américas (Piperno, 2006b, p. 62) e os vestígios arqueológicos mais antigos (5700

cal AP) foram achados em pedras de moer (grãos de amido) no Abrigo de Água Dulce no Panamá (Piperno, 2011, tabela 1). Os grãos de amido continuam sendo a melhor maneira de identificar a essa espécie.

Os coquinhos são muito comuns nos Sítios arqueológicos de Lagoa Santa (Angeles Flores, 2015; Nakamura; Melo Junior; Ceccantini, 2010), mas raramente são identificadas no nível de espécies. Sementes de *Syagrus flexuosa* têm sido identificadas em Lapa das Boieiras (Nakamura; Melo Junior; Ceccantini, 2010). Fitólitos das folhas de *Syagrus romanzoffiana* têm sido descritos por Raitz (Raitz, 2012), Del Puerto y colaboradores reportam fitólitos de 3660 cal AP em um Sítio indeterminado do Leste de Uruguay (2016, tabela 1). Temporalidades similares, mas em sementes carbonizadas, têm sido achadas para a mesma espécie em Santa Elina (Gussella, 2003). Os dados obtidos no estudo de referência para *Syagrus flexuosa* foram superficiais, pois não foi feita uma contagem de fitólitos. Porém, são dados auxiliares para trabalhos futuros.

As implicações relacionadas com *Euphorbia cotinifolia* e *Gossypium hirsutum* são expostas nas subseções seguintes.

### 8.5.3 Grãos de amido em látex

Como mencionado na seção de Materiais e Métodos, os grãos de amido de *Euphorbia cotinifolia* foram analisados com o fim de expandir as análises de grãos de amido fora das espécies úteis para o consumo humano. Esta espécie é geralmente classificada como tóxica (Fernando et al., 2018; Oler et al., 2019; Otaiza et al., 2006; Prance, 1972)

*Euphorbia cotinifolia* não é uma espécie própria do Cerrado nem da Mata Atlântica (biomas presentes na área de estudo desta pesquisa), mas dados etnográficos indicam que os índios Maku na Alto Rio Uneixi na Amazônia usam esta planta em específico para pesca, batendo as folhas nos rios para envenenar os peixes e facilitar a sua coleta (Prance, 1972, fig. 11). Este é um dado interessante para Taquaraçu, considerando as evidências sobre pesca no Sítio.

Para estudos futuros, seria interessante ver se existem espécies similares na área. Demarco, Castro e Ascensão (2013), fazem um levantamento dos diversos tipos de grãos de amido achados nesta família, mostrado na tabela a seguir.

Tabela 16 Presença de grãos de amido no látex de Euphorbiaceae. Modificado de Demarco, Castro e Ascensão (2013).

<b>Tribo</b>	<b>Genero</b>	<b>Tipos de grão (número de espécies estudadas)</b>
<b>Hippomaneae</b>	<i>Excoecaria</i>	Bastonete (1)
	<i>Hippomane</i>	Bastonete (1)
	<i>Sapium</i>	Bastonete (1)
<b>Hureae</b>	<i>Hura</i>	Bastonete (1)
<b>Euphorbieae</b>	<i>Anthostema</i>	Disco biconcavo (1)
	<i>Chamaesyce</i>	Bastonete (6)
	<i>Euphorbia</i>	Discoide (14)
		Osteoide (128)
		Bastonete (47)
		Fuso (4)
	<i>Monadenium</i>	Discoide (1)
		Osteoide (6)
	<i>Pedilanthus</i>	Osteoide (1)
	<i>Synadenium</i>	Osteoide (1)

No Brasil existem 973 espécies da família Euphorbiaceae, sendo 602 endêmicas (Silva et al., 2020). Para ter uma ideia das espécies que poderiam estar perto da área de estudo, foi criada uma tabela com espécies similares às da tabela 13 com plantas nativas da Mata Atlântica ou Cerrado (tabela a seguir).

Tabela 17 Euforbiáceas brasileiras possíveis produtoras de látex reportadas nos biomas da Mata Atlântica e no Cerrado. Dados recuperados de Flora do Brasil 2020, exceto onde indicado.

Nome científico	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação
<b><i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong</b>	Burra leitera, janaguba, seringarana. Pau-leiteiro, leitero (Assis et al., 2017)	Gênero sapium, medicinal, segundo Rodrigues-Silva (2006). Sementes de Sapum sp, com látex cáustico, usado anteriormente como raticida Rodrigues-Silva (2006) Tratamento de hérnias e cicatrizante (Assis et al., 2017) (citam outras fontes)	N	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Caatinga (stricto sensu), Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial)
<b><i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton ) (Costa, 2002) sin <i>Euphorbia prostrata</i> Aiton (Flora do Brasil)</b>	Quebra-pedra rastrera (Costa, 2002)	A folha cozida é usada contra sangue na urina e urina presa (Costa, 2002)	N	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Área Antrópica

Nome científico	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação
<b><i>Chamaesyce thymifolia</i> (L.) Millsp</b> (Grijalva Pineda, 2005) <b>sin. <i>Euphorbia thymifolia</i> L.</b> (Flora do Brasil)	Talminilla, na Nicarágua. (Grijalva Pineda, 2005)	" <i>Es usada en medicina popular en cocción para problemas en los riñones.</i> " (Grijalva Pineda, 2005, p. 135). Propriedades diuréticas e laxativas nos extratos das plantas. (Kane et al., 2009) (Estudo feito com plantas da Índia)	N	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Área Antrópica
<b><i>Manihot tripartita</i> Müll. Arg.</b>	Mandioca-brava	"[...]o decoto da raiz [da <i>harconia speciosa</i> ] é usado junto com o quiabinho ( <i>Manihot tripartita</i> ) para tratar luxações e hipertensão (HIRSCHMANN e ARIAS, 1990)". (Fontes Viera et al., 2006, p. 193)	N, E	Amazônia, Cerrado	Área Antrópica, Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial)

Nome científico	Nome comum	Usos	Nativa (N) ou endêmica (E)	Domínios Fitogeográficos	Tipo de Vegetação
<b><i>Sapium haematospermum</i></b>	Sarã-leite (Almeida; Pasa; Guarim, 2014)	Pesca (Almeida; Pasa; Guarim, 2014)	N	Cerrado, Mata Atlântica	Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta Ombrófila(= Floresta Pluvial)

Rodrigues-Silva (2006) reporta um fruto de *Sapium* sp. perto da superfície no Sítio Lapa do Santo na região de Lagoa Santa. Foi registrada a espécie *Sapium glandulosum* (L.) Morong ao redor do Sítio, razão pela qual a autora infere que o fruto achado no Sítio provavelmente seja dessa espécie. Assis e colaboradores (2017) não reportam grãos de amido no látex, mas sim no parênquima do pedúnculo, descrevendo-os como " [...]very small and rounded and/or ovate and appeared compound aggregates of two or more granules" p. 286. Um estudo mais aprofundado sobre esses grãos é necessário.

*Sapium haematospermum* Müll. Arg. está presente no Cerrado (Mendonça et al., 1995) e tem sido reportado o uso como auxiliar para pesca em Mato Grosso (Almeida; Pasa; Guarim, 2014). Demarco, Castro e Ascensão (2013) reportam os grãos de amido no látex, classificando-o como “bastonetes”.

Como são pertencentes às tribos reportadas por Demarco, Castro e Ascensão (2013), é muito possível que as plantas acima apresentadas tenham grãos de amido no látex. Se achado em contexto arqueológico, este tipo de amido seria diagnóstico da tribo, já que nenhuma outra tribo nem família produz grãos de amido no látex.

Grãos de amido pouco reagentes sob luz transmitida polarizada como os mencionados para a família Euphorbiaceae ou como os de *Genipa americana* colocam em evidência a necessidade de analisar sob luz transmitida não polarizada (“normal”) as lâminas destinadas a detectar grãos de amido em amostras arqueológicas. Isto deve de ser feito pelo menos uma vez, como as amostras foram analisadas só sob luz transmitida polarizada esses tipos de grãos de amido poderiam passar despercebidos. Uma solução interessante seria o uso de Lugol para tingir os grãos de amido, no entanto, isso poderia ocultar algumas características diagnósticas como hilo ou laminado. Apesar do fato descrito acima, um experimento informal<sup>42</sup> foi constatado que em uma solução de 1ml de água destilada / 5 gotas de Lugol os grãos de amido de batata conservaram as suas

---

<sup>42</sup> Feito com a ajuda da Dra. Marli Botânico

características superficiais visíveis. Por isso, seria interessante que em estudos futuros este experimento fosse repetido com um maior número de plantas.

É interessante também ver que muitas plantas tóxicas são usadas na pesca. Heizer (1987) reporta mais de 70 espécies vegetais usadas como veneno para pesca na América do Sul das quais a maioria são usadas no Brasil, incluída a *Euphorbia cotinifolia* e *Manihot esculenta*.

Embora não tenha sido encontrada nenhuma referência específica, seria interessante comprovar que existem microvestígios dessas plantas nos anzóis recuperados das escavações de Taquaraçu ou Lapa do Santo.

### 8.6 Plantas domesticadas em Taquaraçu?

Os fitólitos achados nos sedimentos de Lapa Grande De Taquaraçu sofrem dos mesmos vieses do que os restos carbonizados analisados na pesquisa de mestrado: representam dos materiais usados como combustível e não necessariamente são representativos do paleoambiente nem de outras atividades além da combustão. A conservação de microvestígios botânicos alheios a esse processo seriam acidentais.

#### 8.6.1 Feijão?

Um primeiro indicativo de plantas domesticadas seriam os tricomas incinados (UNCINATE HAIRS), chamados antigamente de HOOKED HAIRS são frequentemente relacionados com *Phaseolus* (Bozarth, 1990; Diaz; Morales-Puentes; Vaughan, 2016; Piperno, 2006a). Porém, fitólitos similares têm sido reportados em espécies de diferentes famílias como *Odontocarya tamoides* (Menispermaceae) (Piperno, 1988c, fig. 11), nas folhas de *Orthoclada laxa* (Poaceae) (Morcote-Ríos; Giraldo-Cañas; Raz, 2015, p. 169), nas de *Commelina coelestis* (Commelinaceae) (Pearsall, [s.d.]), *Ecbolium violácea* (Acanthaceae), *Echinodorus bracteatus* (Marantaceae), *Aristolochia bracteata* (Aristolochiaceae), *Celtis australis* (Cannabaceae), *Parietaria judaica* (Urticaceae) (“PhytCore DB”, [s.d.]) e *Desmodium brownii* (Fabaceae) (Wallis, 2003, fig. 29).

Com o finalidade de definir melhor esses tricomas de *Phaseolus*, Bozarth (1990) comparou os tricomas incinados de diversas espécies em duas variedades de *Phaseolus vulgaris*, as partes aéreas de feijão silvestre (*P. polystachios*), *Boehmeria cylindrica*, *Desmodium illinoense*, *Parietaria pensylvanica*, *Aristolochia tomentosa* e nas folhas de amora *Morus rubra*. O autor fez medições de 30 tricomas incinados aleatórios para cada espécie (com exceção do *P. polystachios* que produz poucos fitólitos desse tipo) e mostrou que os produzidos nas vagens do feijão comum eram significativamente mais largos perto da ponta (medido a 6 µm a partir da ponta) do que nas outras espécies.

Nesta pesquisa foram achados estes tipos de fitólitos praticamente em todos os sedimentos analisados e alguns deles coincidiam com as medidas de Bozarth. Porém, não foram incluídos na contagem final nem foram associados com o feijão, pois é compara-los com a um estudo de referência regional profundo. Dito isso, é interessante perceber que em nenhum dos estudos de fitólitos do Cerrado consultados nem no do Sítio arqueológico Lapa do Santo (Ortega, 2019) este tipo de fitólito tenha sido reportado. Talvez os tricomas incinados correspondam a plantas próprias da Mata Ciliar, que é o tipo de vegetação onde o Sítio está localizado.

#### 8.6.2 Algodão?

O género *Gossypium* está amplamente espalhado pelo mundo, e diversas culturas em continentes separados por um oceano cultivaram diferentes espécies do género para aproveitá-las de uma maneira similar. Isto aconteceu com quatro espécies, duas africanas e asiáticas: *G. arboreum* e *G. herbaceum* e duas americanas: *G. hirsutum* e *G. barbadense* (Weiger; Alavez; Piñero, 2016, p. 440).

*Gossypium barbadense* e *Gossypium hirsutum* são tetraploides que contêm tanto o genoma A achado nos diploides do velho mundo (*G. herbaceum* e *G. arboreum*) quanto o genoma D achado nos diploides do novo mundo. Nas espécies tetraploides e nas diploides com o genoma A as fibras do revestimento das sementes são diferenciados em fibras de fiapos longos, as quais torcem ao secar e podem ser processados para formar fios. Isso não acontece nos diploides com o

genoma D (Pickersgill; Barrett; De Andrade-Lima, 1975, p. 42). As características das espécies com o genoma A estão presentes só nas espécies cultivadas<sup>43</sup>, pelo que seria esperado que esse genoma fora quase sinônimo de domesticação, porém, a evidência genética mostra que os aloploidos foram originados no Pleistoceno Médio, dois milhões de anos antes do *Homo sapiens*, tornando evidente que o ser humano não foi responsável pela sua hibridização (Weiger; Alavez; Piñero, 2016, p. 443).

*Gossypium barbadense* var. *brasiliense* é exclusiva do sul do continente, a característica das espécies fusionadas está presente também em alguns algodões da Argentina razão pela qual Hutchinson e colaboradores hipotetizaram a sua distribuição no Brasil pelo sul (Hutchinson; Silow; Stephens, 1947, p. 102). Porém, um estudo mais recente feito em alizomas de *Gossypium barbadense* encontrou uma variabilidade genética grande e possível origem na parte Noroeste da América do Sul (Percy; Wendel, 1990). ]

O vestígio mais antigo de algodão nas Américas é uma bola de algodão (5490±60 AP, 6278–5948 cal AP) achada num piso enterrado de uma casa no Sítio CA-09-71 na parte norte do Peru (Dillehay et al., 2007). Para o centro de Brasil, nos silos achados em Lapa do Boquete (MG) foram encontradas fibras, maçarocas, sementes e cordas de algodão. Uma dessas cordas achava-se envolta em um fragmento de sabugo de milho (Prous; Junqueira; Malta, 1984, p. 66). Embora não mencionem esses achados, Veloso e Resende (1992) dão uma data de 1000- 280 AP para o algodão do Sítio. Shock e colaboradores (2013), reportam sementes de *Gossypium barbadense*, aparentemente da variedade *brasiliensis* no estrato 2 (150 -750 AP) e 3 (750 - 2000 AP) no Sítio Lapa dos Bichos. Para a área de Lagoa Santa, esta espécie não tem sido reportada nem nos estudos de macrovestígios botânicos (Nakamura; Melo Junior; Ceccantini, 2010; Rodrigues-Silva, 2006) nem no material carbonizado de Taquaraçu analisado durante o mestrado. No entanto, foi achado um fuso para trabalhar algodão da tradição Aratu-Sapucai-Uma dentro da região,

---

<sup>43</sup> Com exceção de *G. mustelinum*, que apresenta fibras longas, mas em menor quantidade do que as espécies cultivadas (Pickersgill; Barrett; De Andrade-Lima, 1975).

essa tradição tem uma idade mínima de 2.600 anos cal AP (Strauss et al., 2020, p. 252). Historicamente, a primeira menção do algodão rim de boi, provêm de Lery quem morou no Brasil entre 1557 e 1558 (De Léry, 1961, cap. XIII):

O arbusto do algodão cresce em muitos lugares do Brasil; a flor é uma campânula amarela semelhante à flor das abóboras na Europa; quando o fruto está formado tem a configuração da nossa "feinte des coteaux" e quando maduro fende-se em quatro partes, saindo o algodão (ameni-ju) em flocos ou capulhos no meio dos quais se abrigam caroços pretos muito unidos em forma de rim, da grossura e comprimento de uma fava [...].

Outra citação histórica, mas do algodão em geral é a feita por Belon (1555, p. 297), que refere que os "selvagens do Brasil" colocavam um chumaço de algodão nas pontas de flecha quando caçavam papagaios, assim, as aves caíam estontadas sem sofrer ferimentos maiores.

A semente achada em Lapa Grande de Taquaraçu antecede em antiguidade a todos esses vestígios. Já que foi achado no Nível 8, Facies 19, este sedimento está associado às primeiras ocupações do Sítio. A facies 19 não foi datada no nível 8, mas está presente também no nível 9 e ali foi datada em  $9990 \pm 60$  AP (11.750 a 11.250 cal AP).

Arqueologicamente, o algodão é identificado quando as suas fibras são recuperadas ou quando têxtis desse material são escavados. Adicionalmente, a presença dele pode ser inferida pelos artefatos usados para o seu processamento, como fusos. Stephens (1970) propõe mais marcadores biológicos para identificar esta planta e conseguir uma discriminação interespecífica, tais como: características anatômicas das fibras, pedúnculos, cor das fibras, presença ou ausência de penugem nas sementes, agregados de sementes e fibras, tamanho e divisão do casulo e nectários. No entanto, os indicadores propostos pelo Stephens raramente são achados, identificados ou reportados nos Sítios arqueológicos.

Outras atividades relacionadas com o algodão que não estão necessariamente relacionadas com a produção de fios, podem ocasionar potencialmente microvestígios em contextos arqueológicos. Weiger; Alavez e Piñero (2016) mencionam vários usos de *G. hirsutum*: entre os mayas de Yucatán, brotos, sementes e folhas eram tratadas para diferentes doenças; as sementes

moídas. Brücher (1989, p. 153) sugere alguns usos prováveis das sementes de *Gossypium hirsutum* achados no Sítio de Coxcatlan (o autor erroneamente refere-se ao Sítio como Coaxtalan) e no Vale de Tehuacán no México como são: a maceração, o seu consumo como alimento ou o uso do óleo para cozinhar, Weiger; Alavez e Piñero (2016), mencionam o consumo de sementes moídas junto com as de mezquite (*Prosopis* sp) em Tepoztlán no século XX. Já no Brasil, especificamente no estado de Bahia, no Brasil, Soares de Souza (1851, p. 202) reporta no século XVI o consumo de algodão da forma seguinte: “[...]Estes caroços de algodão come o gentio pizados e depois cozidos que se faz em papas que chamam mingáu.” Blatt e colaboradores (2011) reportam fibras de algodão em cálculos dentários

Tendo em conta os trabalhos acima apresentados, é possível afirmar que as análises de microvestígios têm o potencial de indicar o processamento dessa planta, no entanto, as fibras de *Gossypium barbadense* não produzem grãos de amido nem fitólitos. Até agora, a única especialista em fitólitos que tem publicado algo sobre estes vestígios em algodão tem sido Piperno (1988c, p. 225), que apresenta uma foto do mesofilo silicificado. Porém, esses tipos de fitólitos não são diagnósticos, pois existem várias plantas que silicificam o mesofilo (Watling 2018, informação pessoal). Espera-se que os grãos de amido descritos na mucilagem de *Gossypium hirsutum* (seção 7.1.1) pesquisados neste trabalho ajudem na identificação de algodão em estudos futuros.

É necessário realizar estudos de referência para grãos de amido e fitólitos de diferentes espécies de algodão, incluindo o “rim de boi” e o *Gossypium mustelinum*, que é endêmico do Brasil (Pickersgill; Barrett; De Andrade-Lima, 1975). Nesta pesquisa foi evidente que pelo menos na substância mucilagínosa de *Gossypium hirsutum* existem grãos de grãos de amido distinguíveis de outras espécies. Chama a atenção as facetas de pressão em um grão no tipo B (Figura 67) e em muitos do tipo H, um pouco irregulares que dão aparência de entalhes. Esta característica não foi notada nas outras espécies analisadas nem nas fontes consultadas. Talvez seja diagnóstica.

Seria interessante verificar a presença de amidos também nas espécies sul americanas, incluídas as suas sementes. No Sítio de Taquaraçu seria possível verificar o uso do algodão analisando os microvestígios que podem compor tártaro nos dentes do sepultamento I, no qual, uma mandíbula foi recuperada. Outra possibilidade seria realizar uma análise de grãos de pólen nos sedimentos, os elementos parecidos com grãos de pólen achados nesta pesquisa não eram similares com os reportados para *Gossypium barbadense* (Miranda et al., 2020) mas podem aparecer numa análise específica de grãos de pólen. Por último, Freitas e colaboradores (2015) expõem outro microvestígio que pode diagnosticar a presença de algodão no Sítio: esporos (Pluricellaesporites) de *Altemaria*, um fungo patógeno das raízes de *Gossypium* spp, mas que pode ser achado também em outras plantas (Meena; Swapnil; Upadhyay, 2017) . Como já foi discutido, um tricoma presente na Figura 123 ( marcado com a letra “R”) é parecido com esse esporo, mas pelo tamanho e forma das segmentações apresenta uma similitude maior com os tricomas segmentados reportados por Piperno (1988c, fig. 55) e Mercader (2009, fig. 3 At) (Figura 139).

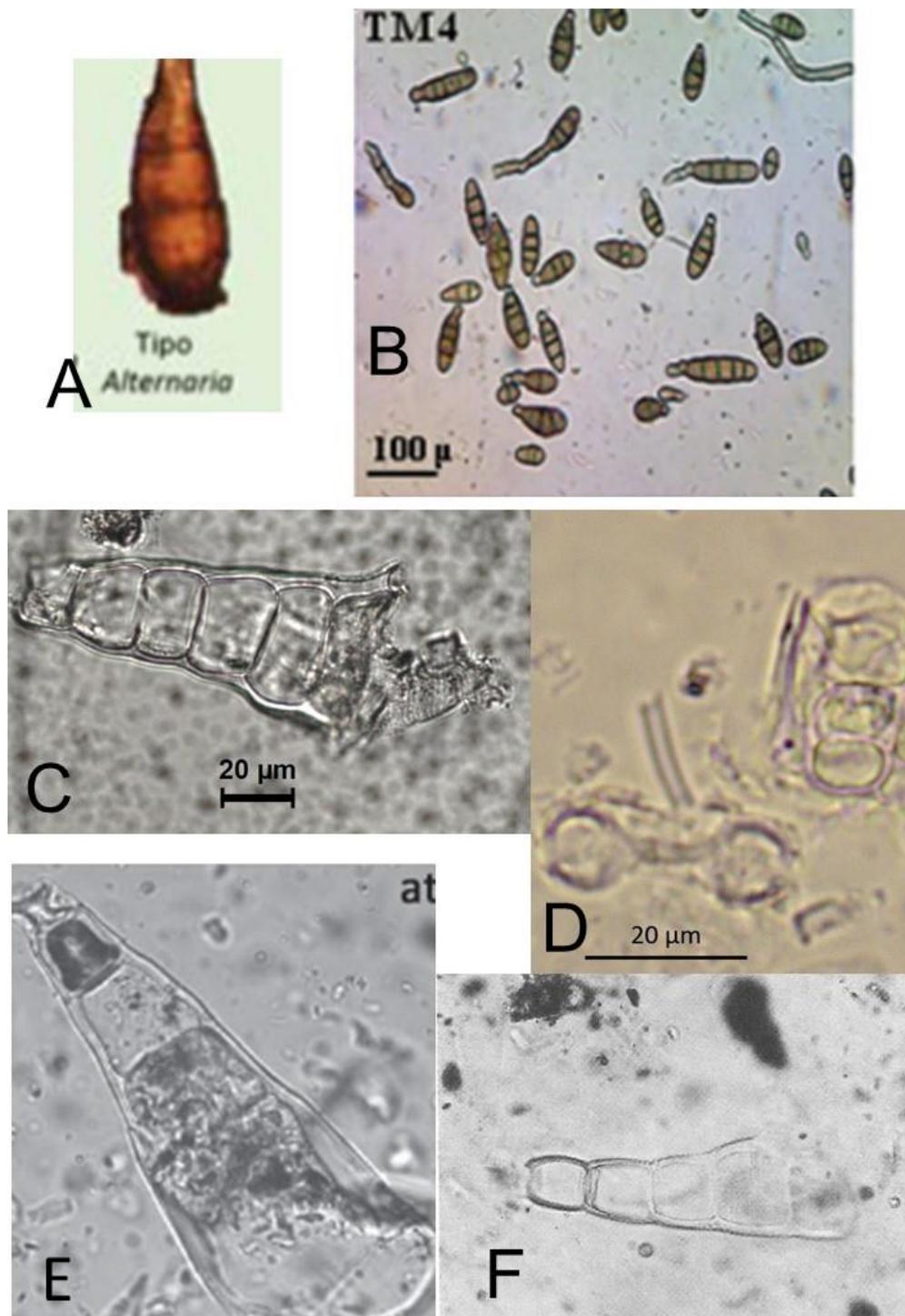


Figura 139 Esporos e tricomas segmentados. **A:** esporo tipo *Alternaria* reportado por Freitas e colaboradores (2015, fig. 10). **B:** esporos de *Alternaria* registrados por Meena, Swapnil e Upadhyay (2017, fig. 1). **C e D:** Elementos recuperados nos sedimentos arqueológicos de Lapa Grande de Taquaraçu. **E:** tricoma reportado por Mercader (2009, fig. 3 At). **F:** tricoma reportado por Piperno (1988c, fig. 55)

. A semente pode ter chegado por causa das enchentes do rio que alagam o Sítio. Diante disso, é preciso mencionar que Pickersgill e colaboradores (1975) reportam populações de algodão selvagem nas beiras de corpos de água. No entanto, os mesmos autores sinalizam que os locais reportados correspondiam a terrenos de uso presente ou passado como campo de cultivo. Os mesmos autores citam a Pearse (1921)<sup>44</sup>, que o algodão era cultivado na beira dos rios na região do Seridó em Rio Grande do Norte. Será que as beiras dos rios contribuem com o bom cultivo do algodão e que essa atividade acontecia em Lapa Grande de Taquaraçu? Fossem ou não cultivado em Taquaraçu e tirando a sua possível origem acidental, a sua presença no Sítio poderia obedecer a questões medicinais<sup>45</sup>: alimentícias como caça ou relativas com a pesca, já que o algodão também é usado para construir redes (Beresford-Jones et al., 2017).

Perante esses fatos, a presença de uma semente de algodão em Taquaraçu indica domesticação? Não necessariamente. Como já exposto, as características de fibras longas, usadas pelas diversas culturas humanas estão presentes nos algodões cultivados desde antes da aparição do *Homo sapiens*, motivo pelo qual não pode ser considerada como “domesticada” segundo a definição usada nesta pesquisa. Agora, *Gossypium barbadense* var. *brasiliense* apresenta uma característica única que é a fusão de sementes. Mas qual seria a causa para a existência deste tipo de sementes? Wendel e colaboradores (2010) interpretam essa característica como produto da domesticação, relacionado com a facilidade do descaroçamento manual. Isto coincide com o que Smith (2006, p. 18) sinaliza como um indicativo para a domesticação refletida em sementes, a coleta das partes interessantes para o ser humano em uma planta influenciaria a apresentação do conjunto de sementes em aglomerados compactos. Isso parece ter acontecido com o “rim de bo”, já que em todas as outras espécies de algodão as sementes estão espalhadas dentro das fibras. A aglomeração das sementes de “rim de boi” ajudaria

---

<sup>44</sup> Pearse, A. S. **Brazilian cotton**. Manchester: International Federation of Master Cotton Spinners' and Manufacturers' Associations, 1921.

<sup>45</sup> A raiz, a folha, as sementes e as flores são usadas para diversos fins medicinais (Miranda et al., 2020, p. 67)..

a tirar com maior facilidade as fibras de algodão. Além disso, apresentaria uma vantagem para a planta, já que as sementes seriam mais facilmente visíveis e coletadas, e assim, mais facilmente semeadas para o próximo ciclo de cultivo (Spengler, 2020, p. 25). A característica de “rim-de-boi” está determinada por um gene recessivo (Turcotte; Percy, 1990) o que é interpretado como uma forma local de domesticação (Brubaker et al. 1999 apud De Almeida et al., 2009)<sup>46</sup>. Então, pode se afirmar que a semente achada em Taquaraçu provem de uma planta domesticada. O que não pode ser afirmado é que os habitantes antigos de Taquaraçu manipulavam essa planta no seu cotidiano, porque evidências mais diretas são necessárias. Porém pode-se afirmar que pelo menos na área de Lagoa Santa e/ou na Médio/Alto bacia do Rio das Velhas o algodão já era domesticado desde os princípios do Holoceno. Isto potencialmente mudaria a origem pelo menos da variante brasileira, já que o consenso é que esse lugar é o Noroeste De América do Sul (Percy; Wendel, 1990), mais em específico Perú ou Equador (Westengen; Huamán; Heun, 2005). Isto também colocaria ao Sítio como a evidência mais antiga para a presença de algodão domesticado nas Américas. Porém, é necessário obter uma datação direta da semente. Para verificar esta evidência, um estudo genético está sendo feito na semente na Universidade de Warwick, U.K., sob a supervisão do Prof. Robin G. Allaby<sup>47</sup>.

### 8.6.3 Milho?

Durante a pesquisa de mestrado (Angeles Flores, 2015) foram achados vários grãos de amido nas amostras que lembravam os reportados para *Zea mays*<sup>48</sup>. Porém, o fato de que algumas plantas produzem tipos de grãos parecidos (ex. Giovannetti et al., 2008), que os grãos de amido de milho sejam um contaminante moderno muito comum (Crowther et al., 2014; Laurence et al., 2011; Mercader et

---

<sup>46</sup> Brubaker, C.L.; Bourland, F.M.; Wendel, J.F. The Origin and Domestication Of Cotton. In: Smith, C.W.; Cothen, J.T. (Ed.). **Cotton: origin, history, technology and production**. New York: John Wiley & Sons, 1999. p.23-32

<sup>47</sup> Allaby, Robin G. talk about the project. Mensagem recebida por [rodrigo.angelesf@gmail.com](mailto:rodrigo.angelesf@gmail.com) em 25 jan. 2019.

<sup>48</sup> Grãos de amido tipo A, J, M, seguindo a classificação da pesquisa. Sobre tudo o grão 9Bg16, vindo de sedimento recuperado depois de um tratamento de sonificação feito numa peça lítica e sem equivalente com as amostras de controle.

al., 2017) e que grãos de amido parecidos tenham sido encontrados em amostras de controle, levantaram dúvidas de que seja milho antigo o encontrado nas amostras.

Tempo depois, Ortega (2019), reportou grãos de amido similares em Lapa do Santo, identificando-os como milho ou como batata doce. Ortega apresentou uma nova evidência: fitólitos tipo cruz var.1 que pelo tamanho coincidiam com o reportado para *Zea Mays* (Iriarte, 2003). Porém, advertiu que no caso dos grãos de amido alguns Poaceae poderiam produzir grãos parecidos com os grãos de milho

Nesta pesquisa também foram encontrados fitólitos tipo cruz, mas nenhuma tão grande quanto as reportadas por Ortega: como já foi apresentado no apartado de resultados, o bilobado exibido na Figura 111 A, p. 214 e a estômato na Figura 125 R, p.230, são parecidas com o reportado para *Zea mays*. Contudo, só foi achado um fitólito para cada tipo e não foram registrados como milho.

Considerando que a evidência de vestígios para milho na América do Sul parece estar recuando e o macrovestígio mais antigo seja uma espiga de 6700 anos cal AP (Grobman et al., 2012), talvez não seja difícil encontrar microvestígios desta planta com alguns de milhares de anos de idade mais velhos do que a reportada acima. No Cerrado, análises de fitólitos centrados em Poaceae foram feitos nos anos 1970 (De Campos; Labouriau, 1969; Leone Figueiredo-Riberio; Handro, 1971; Sendulsky; Labouriau, 1966; Söndahl; Labouriau, 1970a, 1970b). Em um desses trabalhos foi notada uma espécie com fitólitos tipo cruz com tamanhos e formas parecidos também com a variante 1 (Figura 140). Mesmo assim, para determinar a presença de milho em tempos paleoíndios e na savana com a maior biodiversidade do mundo é necessário realizar um estudo de referência profundo de grãos de amido e fitólitos para Lagoa Santa.

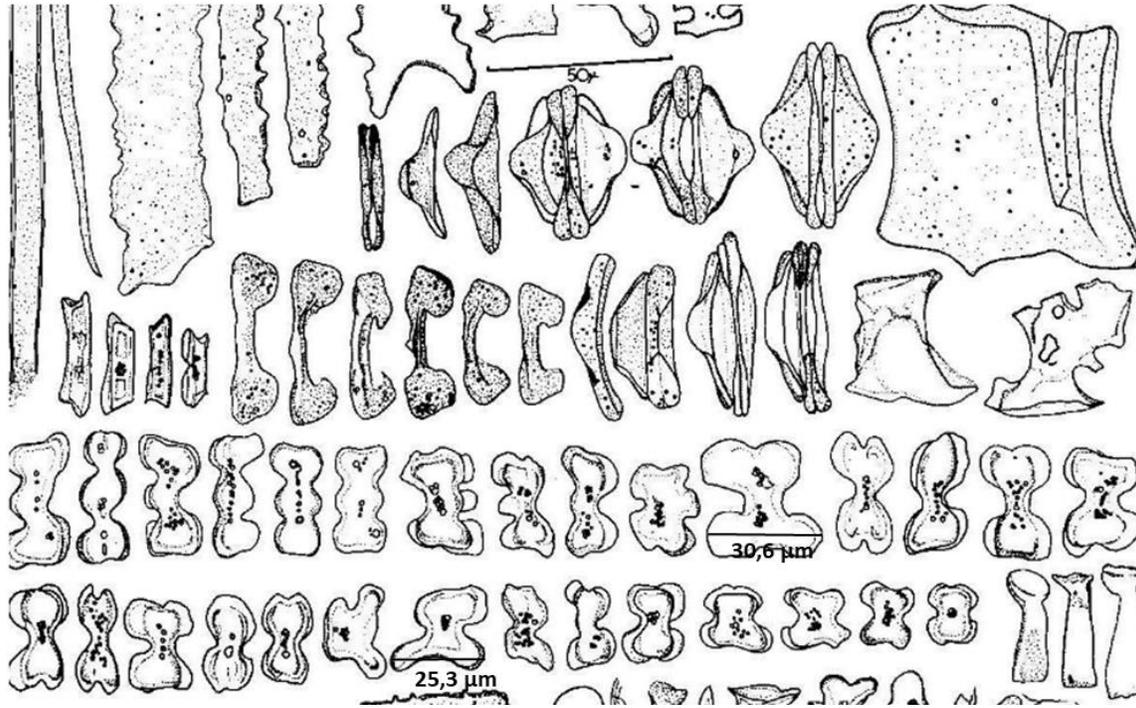


Figura 140 Alguns fitólitos presentes em *Cenchrus echinatus* L. Panicoideae. Note-se as medidas nas cruzes: 30,6  $\mu\text{m}$  e 25,3  $\mu\text{m}$ . Modificado de Leone Figueredo – Ribeiro e Handro (1971, fig. 3).

## 9 Conclusões

- Os fitólitos recuperados das camandas de ocupação do Sítio Lapa Grande de Taquaraçu nos apoiam a interpretação de que os sedimentos do Sítio são produto na sua maioria de fogueiras
- É muito provável que os cristais parecidos com ráfides recuperados nos sedimentos sejam do mesmo tipo que os registrados na peça 2081 (Angeles Flores et al., 2016). Mas isto não prova que a presença na peça seja contaminação do sedimento.
- O comportamento do conjunto de fitólitos, em concordância com os macrovestígios, o fato de que a maioria dos fitólitos de tamanho maior fossem recuperados dos níveis superiores e que *Musa* sp. fosse achada só no primeiro nível; sugerem que não houve mistura temporal ou alterações pós-deposicionais significativas nas camadas de ocupação humana. As bioturbações são algo comum no Sítio, mas quando elas acontecem são detectáveis tanto macroscópica quanto microscopicamente.
- Devido à alta alcalinidade dos sedimentos do Sítio, os fitólitos sobreviveram provavelmente a grande quantidade de sílica produzida pelas plantas que foram calcinadas nas fogueiras em Taquaraçu. Essa grande quantidade de sílica talvez esteja relacionada ao alumínio e sílica presente nos solos da área e/ou a possibilidade de que as plantas usadas tenham sido senescentes. As temperaturas alcançadas por fogueiras experimentais na área fazem pensar que a baixa no ponto de fusão de sílica ocasionada por estar num ambiente alcalino (cinzas de fogueira) não tenha sido suficiente para destruir todos os fitólitos. A chance de preservação dos fitólitos seria aumentada se tivessem sido cobertos com terra circundante.
- A pesar da preservação de uma grande quantidade de fitólitos, a dissolução de alguns deles é evidente na presença maioritária dos

fitólitos formas maiores, presentes nos níveis (ou camadas) mais superficiais e no aspecto de alguns deles.

- Uma semente de algodão não é suficiente para falar da presença de espécies domesticadas em Taquaraçu, mas a semente de *Gossypium barbadense* var. *brasiliense* apresenta características que estão relacionadas diretamente com à sua domesticação.
- Serão necessários estudos de referência de fitólitos e grãos de amido para falsear a presença de milho e feijão nas áreas arqueológicas de Taquaraçu e Lagoa Santa MG.

## 10 Referências

Alexandre, A. et al. Late Holocene Phytolith and Carbon-Isotope Record from a Latosol at Salitre , South-Central Brazil. **Quaternary Research**, v. 51, n. 2, p. 187–194, 1999.

**Alimentos regionais brasileiros**. 2ª ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015.

Almeida, S. E.; Pasa, M. C.; Guarim, V. L. Uso da biodiversidade em quintais de comunidades tradicionais da Baía de Chacorore, Barão de Melgaço, Mato Grosso, Brasil. **Biodiversidade**, v. 13, n. 1, p. 141–155, 2014.

Alves, R. J. V. et al. Longevity of the Brazilian underground tree *Jacaranda decurrens* Cham. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 2, p. 671–677, 2013.

Angeles Flores, R. **Uso de recursos vegetais em Lapa Grande de Taquaraçu: Evidências macro e microscópicas**. Dissertação de mestrado—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2015.

Angeles Flores, R. et al. Before Lagoa Santa: Micro-remain and technological analysis in a lithic artifact from the Itaparica industry. **Journal of Lithic Studies**, v. 3, n. 1, p. 1–24, 2016.

Araujo, A. G. de M. **Escavações na Lapa Grande de Taquaraçu**, [s.d.].

Araujo, A. G. de M. et al. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the “ Archaic Gap ”. **Quaternary Research**, v. 64, p. 298–307, 2005.

Araujo, A. G. de M. **A Lapa Grande de Taquaraçu: análise geoarqueológica de um sítio abrigado do período paleoíndio no sudeste brasileiro (relatório interno de pesquisa)**. [s.l: s.n.].

Araujo, A. G. de M. Paleoenvironments and Paleoindians in Eastern South America. In: STANFORD, D. J.; STENGER, A. (Eds.). . **Pre-Clovis in the Americas: International Science Conference Proceedings**. 1. ed. Washington, D.C.: Smithsonian institution, 2014. p. 221–261.

Araujo, A. G. de M. **Por uma arqueologia cética: ontologia , epistemologia, teoria e prática da mais interdisciplinar das disciplinas**. Curitiba: Editora Prismas, 2019.

Araujo, A. G. de M.; Neves, W.; Kipnis, R. Lagoa Santa Revisited: An Overview of the Chronology, Subsistence, and Material Culture of Paleoindian Sites in Eastern Central Brazil. **Latin American Antiquity**, v. 23, n. 4, p. 533–550, 1 dez. 2012.

Araujo, A. G. de M.; Piló, L. B. Towards the Development of a Tropical Geoarchaeology : Lagoa Santa as an Emblematic Case Study. In: DA GLORIA, P. J. T.; NEVES, W. A.; HUBBE, M. (Eds.). . **Archaeological and Paleontological Research in Lagoa Santa: the quest for the first Americans**. [s.l.] Springer, 2017. p. 373–391.

Assis, E. et al. Anatomy and histochemistry of leaves and stems of *Sapium glandulosum*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 3, p. 282–289, 2017.

Auler, A. S.; Piló, L. B. As descobertas de Lund. In: DA GLORIA, P. J. T.; NEVES, W. A.; HUBBE, M. (Eds.). . **Lagoa Santa: História das pesquisas arqueológicas e paleontológicas**. São Paulo: Annablume, 2016. p. 37–51.

Avidos, M. F. D.; Ferreira, L. T. Frutos dos Cerrados: preservação gera muitos frutos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 3, n. 15, p. 36–41, 2000.

Azzini, A. et al. Obtenção de amido a partir do colmo de bambu. **Bragantia - Revista Científica do Instituto Agrônomo de Campinas**, v. 40, n. 7, p. 211–216, 1981.

Baeta, A. M. **Os grafismos rupestres e suas unidades estilísticas no Carste de Lagoa Santa e Serra do Cipó; MG**. Tese de doutorado—[s.l.] Universidade de São Paulo, 2011.

Barboni, D.; Bremond, L. Phytoliths of East African grasses : An assessment of their environmental and taxonomic significance based on floristic data. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 158, p. 29–41, 2009.

Barbosa, J. M. **Uso e manejo de plantas alimentares em ambientes agrícolas e florestais em Iporanga, SP**. Dissertação de mestrado—Botucatu, SP: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2007.

Barton, H.; Matthews, P. J. Taphonomy. In: TORRENCE, R.; BARTON, H. (Eds.). . **Ancient Starch Research**. Walnut Creek, California: Left Coast Press, 2006. p. 75–94.

Behling, H. et al. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. **Quaternary Science Reviews**, v. 19, n. 10, p. 981–994, 2000.

Belon, P. **Le sixiesme livre de la nature des oyseaux qui habitent indifferemment en tours lieux, & se paissent de toutes sortes de viandes: avec leurs descriptions & portraits, retirez du naturel**. Paris: [s.n.].

Beresford-jones, D. et al. Refining the maritime foundations of Andean Civilization : how plant fiber technology drove social complexity during the Preceramic Period. **Journal of Archaeological Method and Theory**, v. 2, n. 25, p. 393–245, 2017.

Bernado, D. V.; Neves, W. A.; Kipnis, R. O projeto “Origens” e a questão dos primeiros americanos. In: DA GLORIA, P. J. T.; NEVES, W. A.; HUBBE, M. (Eds.). . **Lagoa Santa: História das pesquisas arqueológicas e paleontológicas**. São Paulo: Annablume, 2016. p. 151–225.

Bettinger, R. L. **Hunter-Gatherers: archaeological and evolutionary theory**. New York: Springer Science + Business Media, 1991.

Bissa, W. M.; Mantovani, W. Recursos potenciais de grupos caçadores-coletores no médio Ribeira de Iguape (SP). **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 5, p. 117–124, 1995.

Blatt, S. H. et al. Dirty teeth and ancient trade: Evidence of cotton fibres in human dental calculus from Late Woodland, Ohio. **International Journal of Osteoarchaeology**, v. 21, n. 6, p. 669–678, nov. 2011.

Borba-Roschel, M. et al. Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in the Brazilian cerrado. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 88, n. 1- 3 SPEC. ISS., p. 172–176, 2006.

Boyadjian, C. H. C. **Microfósseis contidos no cálculo dentário como evidência do uso de recursos vegetais nos sambaquis de Jabuticabeira (SC) e Moraes (SP)**. [s.l.] Universidade de Sao Paulo, 2007.

Boyadjian, C. H. C. **Análise e identificação de microvestígios vegetais de cálculo dentário para a reconstrução de dieta sambaquiteira : estudo de caso de Jabuticabeira II , SC** . Tese de doutorado—São Paulo, SP: Universidade de Sao Paulo, 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, n. 10, p. 1622–1628, 2007.

Boyd, M. Identification of anthropogenic burning in the paleoecological record of the Northern Prairies: A new approach. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 92, n. 3, p. 471–487, 2002.

Bozarth, S. R. Diagnostic opal phytoliths from pods of selected varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris*). **American Antiquity**, v. 55, n. 1, p. 98–104, 1990.

Bozarth, S. R. Classification of opal phytoliths formed in selected Dicotyledons native of the Great Plains. In: RAPP, G. J.; MULHOLLAND, S. C. (Eds.). . **Phytolith Systematics: Emerging Issues**. New York: Plenum Press, 1992. p. 193–214.

Branstetter, M. G. et al. Dry habitats were crucibles of domestication in the evolution of agriculture in ants. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1852, p. 20170095, 2017.

Brea, M. et al. Reconstrucción de Paleocomunidades Arbóreas Mediante Análisis Fitolíticos en Sedimentos del Paleoceno Superior-Eoceno? (Formación Las Flores), Chubut, Argentina. In: KORSTANJE, A.; BABOT, M. DEL P. (Eds.). . **Matices Interdisciplinarios en Estudios Fitolíticos y de Otros Microfósiles**. [s.l.] BAR International Series S1870, 2008. p. 91–108.

Bremond, L. et al. Phytolith indices as proxies of grass subfamilies on East African tropical mountains. **Global and planetary change**, v. 61, p. 209–224, 2008.

Brina, A. E. The vegetation of Lagoa Santa Karst. In: AULER, A. S.; PESSOA, P. (Eds.). . **Lagoa Santa Karst: Brazil's Iconic Karst Region**. [s.l.] Springer, 2020. p. 27–50.

Brito, M. C. W. **Cerrado: Bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do estado de São Paulo**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 1997.

Briuer, F. New clues to stone tool function: plant and animal residues. **American Antiquity**, v. 41, n. 4, p. 478–484, 1976.

Broschat, T. K.; Latham, W. G. Oxalate content of palm fruit mesocarp. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 22, n. 4, p. 389–392, 1994.

Brücher, H. **Useful Plants of Neotropical Origin**. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.

Cabanes, D.; Shahack-gross, R. Understanding Fossil Phytolith Preservation : The Role of Partial Dissolution in Paleoecology and Archaeology. **PloS one**, p. 1–16, 2015.

Calegari, M. R. **Ocorrência e significado paleoambiental do Horizonte A húmico em Latossolos**. Tese de doutorado—Piracicaba, São Paulo: Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

Canti, M. G. Aspects of the chemical and microscopic characteristics of plant ashes found in archaeological soils. **Catena**, v. 54, n. 3, p. 339–361, 2003.

Cascon, L. M. **Pequenas Grandes Permanências: métodos e técnicas para a construção de coleções de referencia e extração de grãos de amido e outros microvestígios de diversos contextos**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

Cascon, L. M. **Alimentação na floresta tropical: Um estudo de caso no sítio Hatahara, Amazônia Central, com base em microvestígios botânicos**. Dissertação de mestrado—Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

Cascon, L. M. **Indo à Raiz da Questão: Repensando o papel de plantas cultivadas no passado Amazônico através da Etnoarqueologia entre os Asurini do Rio Xingu**. [s.l.] Museu de Arqueologia e Etnologia, 2017.

Cassino, R. F.; Martinho, C. T.; Caminha, S. Diversidade de grãos de pólen das principais fitofisionomias do cerrado e implicações paleoambientais. **Gaea Journal of Geoscience**, v. 9, n. 1, p. 4–29, 2016.

Castro Souza, V. et al. **Guia das plantas do Cerrado**. Piracicaba, São Paulo: Taxon Brasil, 2018.

Catania, M. del V.; Romero, A. I. Micromicetes asociados a la corteza y madera de *Podocarpus parlatorei* (Podocarpaceae) en la Argentina. VI. Ascomycota. **Darwiniana**, v. 48, n. 2, p. 123–140, 2010.

Cavalcante, P. B. Contribuição ao estudo dos corpos silicosos das gramíneas amazônicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, n. 30, p. 1–37, 1968.

Chandler-Ezell, K.; Pearsall, D. M.; Zeidler, J. A. Root and tuber phytoliths and starch grains document manioc (*Manihot esculenta*), arrowroot (*Maranta arundinacea*), and Ileren (*Calathea* sp.) at the Real Alto site, Ecuador. **Economic Botany**, v. 60, n. 2, p. 103–120, 2006.

Chen, S. T.; Smith, S. Y. Phytolith variability in Zingiberales: A tool for the reconstruction of past tropical vegetation. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 370, p. 1–12, 2013.

Chim, E. N. **Zoarqueologia da Lapa Grande de Taquaraçu**. Dissertação de mestrado—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2018.

Chizmar Fernández, C. et al. **Plantas comestíveis de Centroamérica**. 1. ed. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, 2009. v. 1

Chu, E. P.; Figueiredo-Ribeiro, R. C. L. Native and exotic species of dioscorea used as food in Brazil. **Economic Botany**, v. 45, n. 4, p. 467–479, 1991.

Chueng, K. F. et al. Reconstituição paleoambiental em sítios arqueológicos a través da análise de fitólitos: estudos de caso no Brasil. In: **Geografia Física: Estudos Teóricos e Aplicados**. [s.l.] Atena Editora, 2020. p. 84–97.

Clark, L. G. Diversity and biogeography of neotropical bamboos (Poaceae: Bambusoideae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 125–132, 1990.

Clark, L. G. et al. **Chusquea**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB13085>>. Acesso em: 27 fev. 2021.

Clement, C. R. et al. Disentangling Domestication from Food Production Systems in the Neotropics. **Quaternary**, v. 4, n. 4, 2021.

Coe, H. H. G.; Chueng, K. F.; Gomes, J. G. Reconstituições da vegetação e inferências de paleoclimas através da utilização dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono – exemplos de estudos no Brasil. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 4, p. 248–261, 2012.

Collins, M. J.; Copeland, L. Ancient starch: Cooked or just old? **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 22, p. E145–E145, 2011.

Collura, L. V.; Neumann, K. Wood and bark phytoliths of West African woody plants. **Quaternary International**, v. 434, p. 142–159, 2017.

Copeland, L. et al. Form and functionality of starch. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 6, p. 1527–1534, ago. 2009.

Corteletti, R. **Projeto Arqueológico Alto Canoas-Paraca. Um estudo da presença Jê no planalto catarinense**. Tese de doutorado—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2012.

Corteletti, R. et al. Revisiting the economy and mobility of southern proto-Jê (Taquara-Itararé) groups in the southern Brazilian highlands: starch grain and phytoliths analyses from the Bonin site, Urubici, Brazil. **Journal of Archaeological Science**, v. 58, p. 46–61, jun. 2015.

Costa, F. R.; Espinelli, F. P.; Figueiredo, F. O. G. **Guia de Zingiberales dos sítios PPBio na Amazônia Ocidental Brasileira**. Manaus: Áttema Design Editorial, 2011,

2011.

Costa, M. dos A. G. **Aspectos etnobotânicos do trabalho com plantas medicinais realizado por curandeiros no município de Iporanga, Sp.** [s.l.] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, 2002.

Crowther, A. Starch residues on undecorated Lapita pottery from Anir, New Ireland. **Archaeology in Oceania**, v. 40, n. 2, p. 62–66, jul. 2005.

Crowther, A. Re-viewing raphides: Issues with the identification and interpretation of calcium oxalate crystals in microfossil assemblages. In: FAIRBAIRN, A. S.; O'CONNOR, S.; MARWICK, B. (Eds.). **New Directions in Archaeological Science**. Canberra, Australia: ANU E Press, 2009. p. 105–118.

Crowther, A. et al. Documenting contamination in ancient starch laboratories. **Journal of Archaeological Science**, v. 49, p. 90–104, set. 2014.

Da Gloria, P.; Larsen, C. S. Oral health of the Paleoamericans of Lagoa Santa, Central Brazil. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 154, n. January, p. 11–26, 2014.

Da Silva, L. V. **O antropogênico e o geogênico na sedimentologia pré-histórica de Lagoa Santa: estudo gearqueológico do sítio Lapa do Niáctor.** [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

Da Silva, L. V. Fogueiras ancestrais: identificação de cinzas vegetais através dos cristais de oxalato de cálcio. **MG-Biota**, v. 8, n. 4, p. 56–60, 2016.

Da Silva, L. V.; Prous, A. O papel dos resíduos de combustão na formação dos estratos sedimentares na Lapa do Niáctor: o elemento antrópico como agente dominante na sedimentação em abrigos. **Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico. Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 23, n. 2, p. 107–141, 2014.

De Albuquerque, E. S. B.; Braga, J. M. A.; Vieira, R. C. Morphological characterisation of silica phytoliths in Neotropical Marantaceae leaves. **Plant Systematics and Evolution**, v. 299, n. 9, p. 1659–1670, 2013.

De Almeida, V. C. et al. In situ and genetic characterization of *Gossypium barbadense* populations from the states of Pará and Amapá, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 7, p. 719–725, 2009.

De Campos, A. C.; Labouriau, L. G. Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados II. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 4, p. 143–151, 1969.

De Castro, E. A.; Kauffman, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, n. 3, p. 263–283, 1998.

De Léry, J. **Viagem à Terra do Brasil (versão eletrônica)**. 2. ed. [s.l.] Biblioteca do Exército, 1961.

Del Puerto, L. **Interrelaciones humano-ambientales durante el Holoceno tardío**

**en el este del Uruguay: cambio climático y dinámica cultural.** [s.l.] Universidad de la República, 2015.

Del Puerto, L.; Capdepon, I.; Inda, H. Paleoetnobotánica y subsistencia de los constructores de cerritos del Holoceno Tardío en el Este Del Uruguay: análisis fitolítico en sedimentos y artefactos arqueológicos. **Tessituras: Revista de Antropología e Arqueología**, v. 4, n. 1, p. 117–160, 2016.

Delhon, C. Phytolithes et taphonomie, apport de l'expérimentation à la quantification des phytolithes dans les cendres de bois. In: THÉRY-PARISOT, I.; CHABAL, L.; COSTAMAGNO, S. (Eds.). . **Taphonomie de la combustion des résidus organiques et des structures de combustion en contexte archéologique.** [s.l.] Paleoethnologie, 2010. p. 95–108.

Demarco, D.; Castro, M. D. M.; Ascensão, L. Two laticifer systems in *Sapium haemospermum*—new records for Euphorbiaceae. **Botany**, v. 91, n. May, p. 545–554, 2013.

Dias, R. R. et al. Morphological variation of phytoliths according to leaf senescence and position in the organs of *Brachiaria decumbens*. **Flora**, v. 260, n. November 2018, p. 151478, 2019.

Dias, R. R. et al. Fitólitos de plantas do cerrado. In: RODRIGUES LEMOS, J. (Ed.). . **Os percursos da botânica e suas descobertas.** [s.l.] Atena Editora, 2020. p. 98–189.

Diaz, N. P.; Morales-Puentes, M. E.; Vaughan, G. Phytoliths produced by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), achira (*Canna indica* L.), and squash (*Cucurbita ficifolia* Bouché), crop species from Boyacá, Colombia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 40, n. 154, p. 137, 2016.

Dickau, R. et al. Differentiation of neotropical ecosystems by modern soil phytolith assemblages and its implications for palaeoenvironmental and archaeological reconstructions. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 193, p. 15–37, 2013.

Dillehay, T. D. et al. Pre-ceramic Adoption of Peanut, Squash, and Cotton in Northern Peru. **Science**, v. 316, n. 5833, p. 1890–1893, 2007.

Dunnell, R. C. Evolutionary theory and archaeology. **Advances in archaeological method and theory**, v. 3, p. 35–99, 1980.

Edwards, M. R. Alguns Dispositivos para Proteção de Plantas Contra a Seca e o Fogo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica**, v. 13, p. 35–68, 1956.

EMBRAPA. **SOMA Brasil . Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil.** Disponível em: <<https://mapas.cnpm.embrapa.br/somabrasil/webgis.html>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

Epstein, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, n. 641–664, 1999.

Erbano, M.; Duarte, M. R. Morfoanatomia de folha e caule de *Genipa americana* L., Rubiaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 6, p. 825–832, 2010.

Fedotova, A. A. The Origins of the Russian Chernozem Soil ( Black Earth ): Franz Joseph Ruprecht's "Geo-Botanical Researches into the Chernozem" of 1866. **Environment and History**, n. 16, p. 271–293, 2010.

Fernando, J. et al. Etnobotânica histórica das plantas do Maranhão no século XVII baseada na obra de Cristóvão de Lisboa. **Biota amazônica**, v. 8, n. 3, p. 15–18, 2018.

Filgueiras, T. de S.; Santos-Gonçalves, A. P. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil (Poaceae). **The Journal of the American Bamboo society**, v. 18, n. 1, p. 07–18, 2004.

**Flecha Abajo PNG transparente - StickPNG**. Disponível em: <[https://www.stickpng.com/es/img/iconos-logotipos-emojis/flechas/flecha-abajo#google\\_vignette](https://www.stickpng.com/es/img/iconos-logotipos-emojis/flechas/flecha-abajo#google_vignette)>. Acesso em: 30 mar. 2021.

**Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

Fontes Viera, R. et al. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

Franceschi, V. R.; Nakata, P. A. Calcium oxalate in plants: formation and function. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, n. 1, p. 41–71, 2005.

**Free vector icons - SVG, PSD, PNG, EPS & Icon Font - Thousands of free icons**. Disponível em: <<https://www.flaticon.com/>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

Freire, G. D. Q. **Madeiras fósseis holocénicas de Riberão da Mata: anatomia ecológica, relações florísticas e interpretação paleoambiental da região arqueológica de Lagoa Santa, MG**. Tese de doutorado—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2011.

Freitas, A. G. et al. Manejo y cultivo de plantas en sierras húmedas del NE de Brasil ca. 670-530 BP: evidencias palinológicas del Yacimiento Evaristo I. **SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia**, v. 47, p. 203–231, 2015.

Freitas, A. G. De et al. Pollen grains in quaternary sediments from the Campos Basin, state of Rio de Janeiro, Brazil: Core BU-91-GL-05. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 4, p. 761–772, 2013.

Freitas, F. de O. Uso de material arqueológico no estudo de evolução de plantas—estudo de caso: milho- *Zea mays* L. e mandioca- *Manihot esculenta* CRANTZ. **Revista de Arqueologia / Sociedade de Arqueologia Brasileira**, v. 17, p. 33–40, 2004.

Freitas, F. O.; Martins, P. S. FOCUS: Calcite Crystals Inside Archaeological Plant Tissues. **Journal of Archaeological Science**, v. 27, n. 11, p. 981–985, 2000.

Fuller, D. Q. et al. Convergent evolution and parallelism in plant domestication revealed by an expanding archaeological record. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 17, p. 6147–6152, 29 abr. 2014.

Gardiman, G. G. **Vereda III: Uma análise paleoetnobotânica**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

Giovannetti, M. A. et al. Starch grain characterization of *Prosopis chilensis* ( Mol .) Stuntz and *P . flexuosa* DC , and the analysis of their archaeological remains in Andean South America. **Journal of Archaeological Science**, v. 35, p. 2973–2985, 2008.

Goldberg, P.; Miller, C. E.; Mentzer, S. M. Recognizing fire in the paleolithic archaeological record. **Current Anthropology**, v. 58, n. August, p. S175–S190, 2017.

Gonçalves, K. G.; Pasa, M. C. A etnobotânica e as plantas medicinais na Comunidade Sucuri , Cuiabá , MT , Brasil. **Interações**, v. 16, n. 2, p. 245–256, 2015.

Gott, B. et al. Biology of Starch. In: TORRENCE, R.; BARTON, H. (Eds.). . **Ancient Starch Research**. Walnut Creek, California: Left Coast Press, 2006. p. 35–45.

Gremillion, K. J. Human behavioral ecology and plant resources in archaeological research. In: PRENTISS, A. M. (Ed.). . **Handbook of evolutionary research in archaeology**. [s.l.] Springer, 2019. p. 255–273.

Grijalva Pineda, A. **Flora útil etnbotânica de Nicaragua**. Managua: MARENA, 2005.

Grobman, A. et al. Preceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 5, p. 1755–1759, 31 jan. 2012.

Gussella, L. W. **Identificação de restos vegetais do sítio arqueológico Santa Elina - MT**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2003.

Harris, M. **El desarrollo de la teoría antropológica. Historia de las teorías de la cultura**. 12. ed. [s.l.] Siglo Veintiuno Editores, S.A. de C.V., 1996.

Haslam, M. The decomposition of starch grains in soils: implications for archaeological residue analyses. **Journal of Archaeological Science**, v. 31, n. 12, p. 1715–1734, dez. 2004.

Heizer, R. F. Venenos de pesca. **Suma etnológica brasileira**, v. 1, p. 189–233, 1987.

Hermenegildo, T. **Reconstituição da dieta e dos padrões de subsistência das populações pré-históricas de caçadores-coletores do Brasil Central através da ecologia isotópica**. Dissertação de mestrado—Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.

Herminia, M. et al. Characterization of young bamboo culm starch from *Dendrocalamus asper*. **Food Research International**, n. January, p. in press, 2018.

Herrmann, G. et al. **Gestão ambiental - APA Carste de Lagoa Santa**. Belo Horizonte: [s.n.].

Hilbert, L. et al. Evidence for mid-Holocene rice domestication in the Americas. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 11, p. 1693, 2017.

Hinata, S. **Relatório 02B. Diagnóstico específico das UTEs. Revisão 02. Tomo II/IV**. Porto Alegre, Brasil: [s.n.].

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 of the United States of America**, v. 104, n. 45, p. 17608–13, 2007.

Holten, B.; Sterll, M. Peter Wilhem Lund: Vida e Objetivos. In: DA GLORIA, P. J. T.; NEVES, W. A.; HUBBE, M. (Eds.). **Lagoa Santa: História das pesquisas arqueológicas e paleontológicas**. São Paulo: [s.n.]. p. 19–36.

Honaine, M. F.; Zucol, A. F.; Osterrieth, M. L. Biomineralizaciones de sílice en *Celtis tala* (Celtidaceae). **Bol. Soc. Argent. Bot.**, v. 40, n. 3–4, p. 229–239, 2005.

Hoopes, J. W.; Bozarth, S. **Report on Phytolith Analysis**. [s.l.: s.n.].

Horrocks, M.; Grant-Mackie, J.; Matisoo-Smith, E. Introduced taro (*Colocasia esculenta*) and yams (*Dioscorea* spp.) in Podtanean (2700–1800years BP) deposits from Mé Auré Cave (WMD007), Moindou, New Caledonia. **Journal of Archaeological Science**, v. 35, n. 1, p. 169–180, jan. 2008.

Hurt, W. R.; Blasi, O. O projeto arqueológico “Lagoa Santa” - Minas Gerais, Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense. Nova Série**, n. 4, p. 60, 1969.

Hutchinson, J. B.; Silow, R. A.; Stephens, S. G. The evolution of *Gossypium*. 1947.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

ICSN. **The International Code for Starch Nomenclature**. Disponível em: <<http://fossilfarm.org/ICSN/Code.html>>. Acesso em: 1 dez. 2015.

Inglez Sousa, J. S.; Peixoto, A. M.; De Toledo, F. F. **Enciclopédia agrícola brasileira (Vol.1)**. [s.l.] EDUSP, 1995.

Iriarte, J. Assessing the feasibility of identifying maize through the analysis of cross-shaped size and three-dimensional morphology of phytoliths in the grasslands of southeastern South America. **Journal of Archaeological Science**, v. 30, p. 1085–1094, 2003.

Iriarte, J. New perspectives on plant domestication and the development of agriculture in the New World. In: DENHAM, T.; IRIARTE, J.; VRYDAGHS, L. (Eds.). **Rethinking agriculture: archaeological and ethnoarchaeological perspectives**. Walnut Creek, California: Left Coast Press, 2007. p. 167–188.

Iriarte, J.; Paz, E. A. Phytolith analysis of selected native plants and modern soils from southeastern Uruguay and its implications for paleoenvironmental and

archeological reconstruction. **Quaternary International**, v. 193, n. 1–2, p. 99–123, 2009.

Isendahl, C. The domestication and early spread of manioc (*manihot esculenta* crantz): a brief synthesis. **Latin American Antiquity**, v. 22, n. 4, p. 452–468, 2011.

**Jatobá tem usos medicinais e é árvore que ajuda no reflorestamento.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2016/04/jatoba-tem-usos-medicinais-e-e-arvore-que-ajuda-no-reflorestamento.html>>. Acesso em: 5 ago. 2020.

Jones, J. G.; Bryant, V. M. Phytolith taxonomy in selected speices of Texas cacti. In: RAPP, G.; MULHOLLAND, S. C. (Eds.). . **Phytolith Systematics: Emerging Issues**. New York: Springer Science + Business Media, 1992. p. 215–238.

Kane, S. R. et al. Diuretic and laxative activity of ethanolic extract and its fractions of *Euphorbia* fractions of *Euphorbia Thymifolia* Linn. **International Journal of ChemTech Research**, v. 1, n. 2, p. 149–152, 2009.

Kealhofer, L.; Piperno, D. R. **Opal phytoliths of southeast Asian Flora**. Washington, D.C.: Smithsonian institution Press, 1998.

Keuller, A. T. A. M. Os estudos antropológicos de Lagoa Santa no Museu Nacional do Rio de Janeiro: inserção, debates e controvérsias científicas na virada dos séculos XIX/XX. In: DA GLORIA, P. J. T.; NEVES, W. A.; HUBBE, M. (Eds.). . **Lagoa Santa: História das pesquisas arqueológicas e paleontológicas**. São Paulo: Annablume, 2016. p. 53–75.

Kipnis, R. **Foraging societies of eastern central Brazil: an evolutionary ecological study of subsistence strategies during the Terminal Pleistocene and Early/Middle Holocene**. Tése de doutorado—[s.l.] University of Michigan, 2002.

Kipnis, R.; Bissaro Júnior, M. C.; Prado, H. M. Os restos faunísticos. In: ARAUJO, A. G. DE M.; NEVES, W. A. (Eds.). . **Lapa das Boeliras, Um Sítio Paleóíndio do Carste de Lagoa Santa, MG, Brasil**. 1. ed. Sao Paulo: Annablume, FAPESP, 2010. p. 121–147.

Kuhlmann, M. **Chave para frutos e sementes do Cerrado**. Disponível em: <<http://frutosatrativosdocerrado.bio.br/chave-interativa>>. Acesso em: 15 out. 2020.

Laland, K.; Matthews, B.; Feldman, M. W. An introduction to niche construction theory. **Evolutionary ecology**, v. 30, p. 191–202, 2016.

Lamming-Emperaire, A. et al. **Grottes et abris de la region de Lagoa Santa, premier rapport de la mission archéologique franco-brésilienne de Lagoa Santa**. Paris: Cahiers d'Archéologie de Amerique do Sud 1, 1975.

Larson, G. et al. Current perspectives and the future of domestication studies. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 17, p. 6139–6146, 2014.

Laurence, A. R. et al. Airborne Starch Granules as a Potential Contamination Source

at Archaeological Sites. v. 31, n. 2, p. 213–232, 2011.

Ledru, M.-P. Évolution des végétations du Plio-Pléistocène à l'Holocène en Amérique du sud. In: SÉMAH, A.-M.; RENAULT-MISKOVSKY, J. (Eds.). . **L'Évolution de la végétation depuis deux millions d'années**. [s.l.] Éditions Artcom', 2004. p. 226–247.

Ledru, M. Late Quaternary history and evolution of the Cerrados as revealed by palinological records. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). . **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 33–50.

Ledru, M. P. et al. Millennial-scale climatic and vegetation changes in a northern Cerrado (Northeast, Brazil) since the Last Glacial Maximum. **Quaternary Science Reviews**, v. 25, n. 9–10, p. 1110–1126, 2006.

Leone Figueredo-Riberio, R. de C.; Handro, W. **Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados V**. (M.G. Ferri, Ed.)III Simpósio sobre o Cerrado. **Anais...São Paulo: EDUSP, 1971**

Lepsch, I. F. et al. Phytoliths from the rough leaves of two dicotyledonous species from the Brazilian Cerrado biome and their occurrence in soils. In: COE, H. H. G.; OSTERRIETH, M. L. (Eds.). . **Synthesis of some phytolith studies in South America (Brazil and Argentina)**. New York: Nova Science Publishers, 2014. p. 75–89.

Lepsch, I. F.; Paula, L. M. A. Fitólitos em solos sob cerradões do Triângulo Mineiro: relações com atributos e sílico absorvido. **Caminhos de Geografia**, v. 6, n. 19, p. 185–190, 2006.

Li, D. et al. Holocene climate reconstruction based on herbaceous phytolith indices from an AMS 14 C-dated peat profile in the Changbai Mountains , northeast China H. **Quaternary International**, v. 447, n. January 2018, p. 144–157, 2017.

Lima, T. A. Teoria arqueologica em descompasso no Brasil: o caso da arqueologia darwiniana. **Revista de Arqueologia / Sociedade de Arqueologia Brasileira**, n. 19, p. 125–141, 2006.

Liztez-Szabó, Z. et al. Quantifiable differences between phytolith assemblages detected at species level: analysis of the leaves of nine Poa species (Poaceae). **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, v. 84, n. 3, p. 369–383, 2015.

Lombardo, U. et al. Early Holocene crop cultivation and landscape modification in Amazonia. **Nature**, v. 581, n. 7807, p. 190–193, 2020.

Lorenzi, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1996.

Loy, T. Raphides (Box 7.7). In: TORRENCE, R.; BARTON, H. (Eds.). . **Ancient Starch Research**. Walnut Creek, California: Left Coast Press, 2006. p. 136.

Loy, T. H.; Matthews, S.; Wickler, S. Direct evidence for human use of plants 28,000

years ago: starch residues on stone artefacts from the northern Solomon Islands. **Antiquity**, v. 66, n. 253, p. 898–912, 1992.

Luz, L. D. et al. Estágio atual do conhecimento sobre fitólitos no Brasil. **Terrae diidatica**, v. 11, n. 1, p. 52–64, 2015.

Madella, M.; Alexandre, A.; Ball, T. International code for phytolith nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v. 96, n. 2, p. 253–260, 2005.

Mahlberg, P.; Ake Assi, L. A new shape of plastid starch grains from laticifers of *Anthostema* (Euphorbiaceae). **South African Journal of Botany**, v. 68, p. 231–233, 2002.

Medeiros, J. de D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado, 500 espécies**. Brasília, DF: Ministério de Meio Ambiente (MMA), 2011.

Meena, M.; Swapnil, P.; Upadhyay, R. S. Isolation , characterization and toxicological potential of *Alternaria*- mycotoxins ( TeA , AOH and AME ) in different *Alternaria* species from various regions of India. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–19, 2017.

Melo Junior, J. C. F.; Ceccantini, G. Análise antracológico preliminar. In: ARAUJO, A. G. DE M.; NEVES, W. A. (Eds.). . **Lapa das Boleiras, Um Sítio Paleoíndio do Carste de Lagoa Santa, MG, Brasil**. 1. ed. Sao Paulo: Annablume, FAPESP, 2010. p. 149–161.

Mendoça, R. C. De et al. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. DE; RIBEIRO, J. F. (Eds.). . **Cerrado: ecologia e flora (Vol.2)**. [s.l.] EMBRAPA, 2008. p. 422–442.

Mendonça, R. C. De et al. Flora vascular do bioma Cerrado. In: **Cerrado, ambiente e flora**. [s.l.] EMBRAPA, 1995. p. 289–556.

Mercader, J. et al. Phytoliths in woody plants from the Miombo woodlands of Mozambique. **Annals of Botany**, v. 104, n. 1, p. 91–113, 2009.

Mercader, J. et al. Starch contamination landscapes in field archaeology: Olduvai Gorge, Tanzania. **Boreas**, p. 1–17, 2017.

Mesoudi, A.; Whiten, A.; Laland, K. N. Towards a unified science of cultural evolution. **Behavioral and brain sciences**, v. 29, p. 329–383, 2006.

Mingatos, G. S.; Okumura, M. Modelo de Amplitude de Dieta aplicada a restos faunísticos do sítio Lapa do Santo ( MG ) e suas implicações para o entendimento da dieta em grupos Paleoíndios do Brasil central. **Paleoindian Archaeology**, v. 1, n. 1, p. 15–31, 2016.

Miranda, I. P. de A. et al. **Atlas do Pólen de Plantas Medicinais**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2020.

Monteiro, M. dos R.; Parolin, M.; Caxambu, M. G. Análise da assambléia fitolítica em solo superficial e serrapilheira em área urbana de Campo Mourão- Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, n. 4, p. 1256–1272, 2015.

Morcote-Ríos, G.; Bernal, R.; Raz, L. Phytoliths as a tool for archaeobotanical, palaeobotanical and palaeoecological studies in Amazonian palms. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 182, n. 2, p. 348–360, 2016.

Morcote-Ríos, G.; Giraldo-Cañas, D.; Raz, L. **Catálogo Ilustrado de fitolitos contemporâneos com ênfasis arqueológico y paleoecológico. I. Gramíneas amazônicas de Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2015.

Motomura, H.; Fujii, T.; Suzuki, M. Silica Deposition in Relation to Ageing of Leaf Tissues in *Sasa veitchii* (Carrière) Rehder (Poaceae : Bambusoideae). **Annals of Botany**, v. 93, p. 235–284, 2004.

Mueller, U. G. et al. The Evolution of Agriculture in Insects. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 36, p. 563–595, 2005.

Nakamura, C. **Folhas fósseis do Ribeirão da Mata: uma abordagem florística e anatômica param caracterização do paleoambiente do Holoceno Médio de Lagoa Santa, MG**. [s.l.] Universidade de Sao Paulo, 2011.

Nakamura, C.; Melo Junior, J. C. F.; Ceccantini, G. Macro-restos vegetais: uma abordagem paleoetnobotânica e paleoambiental. In: ARAUJO, A. G. M.; NEVES, W. A. (Eds.). **Lapa das Boieiras, um sítio paleoíndio do Carste de Lagoa Santa, MG, Brasil**. 1. ed. Sao Paulo: Annablume, FAPESP, 2010. p. 164–190.

Neumann, K. et al. Taxonomic, ecological and palaeoecological significance of leaf phytoliths in West African grasses. **Quaternary International**, v. 434, p. 15–32, 2017.

Neumann, K. et al. International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. Supplementary Information: Morphotype Descriptions. **Annals of Botany**, v. 124, p. 189–199, 2019a.

Neumann, K. et al. International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. **Annals of Botany**, v. 124, n. 2, p. 189–199, 24 set. 2019b.

Neves, W. A.; Hubbe, M. Cranial morphology of early Americans from Lagoa Santa, Brazil: implications for the settlement of the New World. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 51, p. 18309–14, 20 dez. 2005.

Neves, W. A.; Hubbe, M.; Piló, L. B. Early Holocene human skeletal remains from Sumidouro Cave, Lagoa Santa, Brazil: history of discoveries, geological and chronological context, and comparative cranial morphology. **Journal of human evolution**, v. 52, n. 1, p. 16–30, jan. 2007.

Neves, W.; Cornero, S. What did South American paleoindians eat? **Current Research in Pleistocene**, v. 14, p. 93–97, 1997.

Okoli, 'Bosa E; Green, B. O. Histochemical Localization of Calcium Oxalate Crystals in Starch Grains of Yams (*Dioscorea*). **Annals of Botany**, v. 60, n. 4, p. 391–394, 1987.

Oler, J. R. L. **Plantas Tóxicas Do Município De Cananéia - Sp: Um Enfoque Etnobotânico**. Trabalho de Conclusão de Curso—Río Claro, SP: Universidade Estadual Paulista, 2009.

Oler, J. R. L. et al. Etnobotânica de plantas tóxicas como subsídio para campanhas de prevenção de acidentes: um estudo de caso em Cananéia, São Paulo, Brasil. **Scientia Plena**, v. 15, n. 11, 2019.

Oliveira, J.; Potiguara, R. C. de V.; Lobato, L. C. B. Fibras vegetais utilizadas na pesca artesanal na microrregião do Salgado, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 1, n. 2, p. 113–127, 2006.

Ortega, D. D. **Microvestígios em artefatos líticos do sítio Lapa do Santo (Lagoa Santa, Minas Gerais)**. Dissertação de mestrado—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2019.

Otaiza, G. et al. Estudio etnobotánico de especies toxicas, ornamentales y medicinales de uso popular, presentes en el Jardín de Plantas Medicinales “Dr. Luis Ruiz Terán” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. **Boletín Antropológico**, v. 24, n. 68, p. 463–481, 2006.

Pagán-Jiménez, J. R. **De Antiguos Pueblos y Culturas Botánicas en el Puerto Rico Indígena**. Oxford, England: Archaeopress, 2007.

Pagán-Jiménez, J. R. **Ensayo de laboratorio (reporte preliminar): Elaboración de chicha de maíz: chicha fermentada con saliva y otra con levadura**. Quito, Ecuador: [s.n.].

Pagán-Jiménez, J. R. **Almidones: Guía de material comparativo modernos del Ecuador para los estudios paleoetnobotánicos en el Neotrópico**. [s.l.] Aspha Ediciones, 2015.

Pagán-Jiménez, J. R. et al. Cocción experimental de tortillas de casabe ( *Manihot esculenta* Crantz ) y de camote (*Ipomea batatas* [L.] Lam.) en planchas de barro: evaluando los efectos en la morfometría de los almidones desde una perspectiva paleoetnobotánica. **Americae**, v. 2, 2017.

Parizzi, M. G.; Salgado-Labouriau, M. L.; Kohler, H. C. Genesis and environmental history of Lagoa Santa, southeastern Brazil. **Holocene**, v. 8, n. 3, p. 311–321, 1998.

Pearsall, D. M. **Phytoliths in the flora of Ecuador: The University of Missouri Online Phytolith Database**. Disponível em: <<http://phytolith.missouri.edu>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

Pearsall, D. M. **Paleoethnobotany: a handbook of procedures**. 3. ed. [s.l.] Routledge, 2016.

Pearsall, D. M.; Chandler-Ezell, K.; Chandler-Ezell, A. Identifying maize in neotropical sediments and soils using cob phytoliths. **Journal of Archaeological Science**, v. 30, n. 5, p. 611–627, 2003.

Pearsall, D. M.; Piperno, D. R. The silica bodies of tropical American grasses :

morphology, taxonomy, and implications for grass systematics and fossil phytolith identification. **Smithsonian contributions to botany**, n. 85, p. 22, 1998.

Percy, R. G.; Wendel, J. F. Allozyme evidence for the origin and diversification of *Gossypium barbadense* L. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 79, n. 4, p. 529–542, 1990.

Pereira, J. S. R. et al. Caracterização morfológica dos fitólitos de *Butia microspadix* Burret (ARECACEAE). **Revista de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 59–63, 2013.

Perry, L. Starch granule size and the domestication of manioc (*Manihot esculenta*) and Sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Economic Botany**, v. 56, n. 4, p. 335–349, 2002.

Pessenda, L. C. R. et al. Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 297, n. 3–4, p. 597–608, 2010.

**PhytCore** DB. Disponível em:  
<<https://www.phytcore.org/phytolith/index.php?rdm=FqSdxZysg6&action=home>>.  
Acesso em: 21 mar. 2020.

Pickersgill, B.; Barrett, S. C. H.; De Andrade-Lima, D. Wild Cotton in Northeast Brazil. **Biotropica**, v. 7, n. 1, p. 42, 1975.

Piperno, D. R. The production, deposition and dissolution of phytoliths. In: **Phytolith analysis: an archaeological and geological perspective**. San Diego: Academic Press, 1988a. p. 11–49.

Piperno, D. R. History of phytolith research. In: **Phytolith analysis: an archaeological an geological perspective**. San Diego: Academic Press, 1988b. p. 1–10.

Piperno, D. R. **Phytolith analysis: an archaeological and geological perspective**. San Diego: Academic Press, 1988c.

Piperno, D. R. **Phytoliths: A comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. Lanham. New York. Oxford: Altamira Press, 2006a.

Piperno, D. R. Identifying manioc (*Manihot esculenta* Crantz) and other crops in Pre-Columbian Tropical America through starch grain analysis: a case study from Central Panama. In: ZEDER, M. A. et al. (Eds.). . **Documenting domestication: new genetic and archaeological paradigms**. London, England: University of California Press, 2006b. p. 46–67.

Piperno, D. R. Identifying crop plants with phytoliths (and starch grains) in Central and South America: A review and an update of the evidence. **Quaternary International**, v. 193, n. 1–2, p. 146–159, 2009.

Piperno, D. R. The origins of plant cultivation and domestication in the New World Tropics: patterns, process and new developments. **Current Anthropology**, v. 52, n.

4, p. S453–S470, 2011.

Piperno, D. R. et al. Niche construction and optimal foraging theory in Neotropical agricultural origins: A re-evaluation in consideration of the empirical evidence. **Journal of Archaeological Science**, v. 78, p. 214–220, 2017.

Piperno, D. R.; Andres, T. C.; Stothert, K. E. Phytoliths in Cucurbita and other Neotropical Cucurbitaceae and their Occurrence in Early Archaeological Sites from the Lowland American Tropics. **Journal of Archaeological Science**, v. 27, n. 3, p. 193–208, 2000.

Piperno, D. R.; Becker, P. Vegetational History of a Site in the Central Amazon Basin Derived from Phytolith and Charcoal Records from Natural Soils. **Quaternary Research**, v. 45, n. 2, p. 202–209, 1996.

Piperno, D. R.; Holst, I. The Presence of Starch Grains on Prehistoric Stone Tools from the Humid Neotropics: Indications of Early Tuber Use and Agriculture in Panama. **Journal of Archaeological Science**, v. 25, n. 8, p. 765–776, ago. 1998.

Pozzobon, J. **Hupda**. Disponível em: <[https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Hupda#Outras\\_leituras](https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Hupda#Outras_leituras)>. Acesso em: 16 out. 2021.

Prabhakar, M. Structure, delimitation, nomenclature and classification of stomata. **Acta Botanica Sinica**, v. 46, n. 2, p. 242–252, 2004.

Prance, G. T. Ethnobotanical Notes from Amazonian Brazil. **Economic Botany**, v. 26, n. 3, p. 221–237, 1972.

Prentiss, A. M. Introduction. In: PRENTISS, A. M. (Ed.). . **Handbook of evolutionary research in archaeology**. [s.l.] Springer, 2019. p. 1–24.

Prous, A. Recherches et destructions dans la region archeologique dite de “Lagoa Santa”. In: LAMMING-EMPERAIRE, A. et al. (Eds.). . **Grottes et abris de la region de Lagoa Santa, premier rapport de la mission archéologique franco-brésilienne de Lagoa Santa**. Paris: Ecole Pratique des Hautes Etudes, 1975. p. 11–17.

Prous, A. et al. Amidos Pré-Históricos em mós do sítio Arqueológico Caixa D’água, de Buritizeiro/Mg: abordagem Arqueobotânica no Cemitério do Holoceno Médio André. **Anais do 2º Seminário de Pós-Graduação em Ciência e Conservação - História da Arte Técnica**, v. 2, n. 1, p. 186–192, 2012.

Prous, A. As Muitas Arqueologias das Minas Gerais. **Revista Espinhaço**, v. 2, n. 2, p. 36–54, 2013.

Prous, A. As missões arqueológicas desenvolvidas na região de Lagoa Santa na segunda metade de século XX. In: DA GLORIA, P. J. T.; NEVES, W. A.; HUBBE, M. (Eds.). . **Lagoa Santa: História das pesquisas arqueológicas e paleontológicas**. São Paulo: Annablume, 2016. p. 111–130.

Prous, A.; Baeta, A. M.; Rubbioli, E. **O patrimônio arqueológico da região de**

**Matozinhos: conhecer para proteger.** Belo Horizonte: Editora do Autor, 2003.

Prous, A.; Junqueira, P. A.; Malta, I. M. Arqueologia do Alto Médio São Francisco Região de Januária e Montalvânia. **Revista de Arqueologia**, v. 2, n. 1, p. 59–72, 1984.

Prychid, C. J.; Rudall, P. J.; Gregory, M. Systematics and biology of silica bodies in monocotyledons. **The Botanical Review**, v. 69, n. 4, p. 377–440, 2003.

Raczka, M. F. et al. Two paleoecological histories spanning the period of human settlement in southeastern Brazil. **Journal of Quaternary Science**, v. 28, n. 2, p. 144–151, 2013.

Raitz, E. **Coleção de referência de silicofitólitos da flora do sudeste do Paraná: subsídios para estudos paleoambientais.** Dissertação de mestrado—Francisco Beltrão: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012.

Ranere, A. J. et al. The cultural and chronological context of early Holocene maize and squash domestication in the Central Balsas River Valley, Mexico. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 13, p. 5014–8, 31 mar. 2009.

Rasbold, G. G. et al. Caracterização dos tipos morfológicos de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (Arecaceae). **Iheringia - Serie Botanica**, v. 66, n. 2, p. 265–270, 2011.

Rasbold, G. G. et al. Avaliação e quantificação dos fitólitos presentes em *Chloris elata* Desv., *Chloris gayana* Kunth e *Tripogon spicatus* (Ness) Ekman (Chloridoideae). **Iheringia - Serie Botanica**, v. 67, n. 2, p. 137–148, 2012.

Rawitscher, F. The Water Economy of the Vegetation of the “Campos Cerrados” in Southern Brazil. **Journal of Ecology**, v. 36, n. 2, p. 237–268, 1948.

**Rede de catálogos polínicos online.** Disponível em: <<http://chaves.rcpol.org.br/>>. Acesso em: 24 jan. 2020.

Reichert, E. T. **The differentiation and specificity of starches in relation to genera, species, etc. Stereochemistry applied to protoplasmic processes and products, and as a strictly scientific basis for the classification of plants and animals. (Part 1),** 1913.

Resende, E. T.; Prous, A. Os vestígios vegetais do Grande Abrigo de Santana do Riacho. **Arquivos do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 12, p. 87–111, 1991.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. DE; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e forma.** [s.l.] EMBRAPA Cerrados/ EMBRAPA Informação Tecnológica, 2008. p. 151–212.

Ricardo, S. D. F. et al. Reference collection of plant phytoliths from the Caatinga biome, Northeast Brazil. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of**

**Plants**, v. 249, n. October, p. 1–8, 2018.

Richerson, P. J. et al. Was agriculture impossible during the Pleistocene but mandatory during Holocene? A climate change hypothesis. **American Antiquity**, v. 66, n. 3, p. 387–411, 2012.

Richerson, P. J.; Boyd, R. Natural Selection and Culture. **BioScience**, v. 34, n. 7, p. 430–434, 1984.

Riede, F. Niche construction theory and human biocultural evolution. In: PRENTISS, A. M. (Ed.). . **Handbook of evolutionary research in archaeology**. [s.l.] Springer, 2019. p. 337–358.

Rivera, E. V. **Anatomía y fisiología de la semilla de tejoruco “Genipa americana L.” de Guerrero**. Tése profissional—Chapingo, Edo de México: Universidad Autónoma de Chapingo, 2019.

Rodrigues-Silva, D. G. **Estratégias de subsistência de sociedades forrageiras pré-históricas da região de Lagoa Santa , MG: uma abordagem paleoetnobotânica**. Dissertação de mestrado não defendida—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2006.

Rodrigues, V. E. G.; Carvalho, D. A. De. Levantamento Etnobotânico De Plantas Medicinais no Domínio do Cerrado Na Região Do Alto Rio Grande - Minas Gerais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 102–123, 2001.

Rosello Caselles, J. et al. Microscopic chemical characterization and reactivity in cementing systems of elephant grass leaf ashes. **Microscopy and Microanalysis**, v. 24, n. 6, p. 593–603, 2018.

Roselló, J. et al. Microscopy Characterization of Silica-Rich Agrowastes to be used in Cement Binders: Bamboo and Sugarcane Leaves. **Microscopy and Microanalysis**, v. 21, p. 1314–1326, 2019.

Rowley-Conwy, P.; Layton, R. Foraging and farming as niche construction: Stable and unstable adaptations. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 366, n. 1566, p. 849–862, 2011.

Rudall, P. J.; Prychid, C. J.; Gregory, T. Epidermal patterning and silica phytoliths in grasses : an evolutionary history. **The Botanical Review**, v. 80, n. 1, p. 59–71, 2014.

Runge, F. The opal phytolith inventory of soils in central Africa - Quantities, shapes, classification, and spectra. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 107, n. 1–2, p. 23–53, 1999.

Saka, M. N. **Goepertia**. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB138097>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

Sakai, W. S.; Hanson, M. Mature Raphid and Raphid Idioblast Structure in Plants of the Edible Aroid Genera *Colocasia* . *Alocasia* , and *Xanthosoma*. **Annals of Botany**, v. 38, n. 3, p. 739–748, 1974.

Sant’Anna-Santos, B. F. et al. Effects of simulated acid rain on leaf anatomy and

micromorphology of *Genipa americana* L. (Rubiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 2, p. 313–321, 2006.

Santos, R. de O. **As tecnologias esqueléticas: uma investigação sobre o uso de matérias-primas de origem esquelética por meio de análise comparativa entre coleções arqueológicas e etnográficas**. Dissertação de mestrado—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2011.

Sauer, C. O. Cultivated plants of South and Central America. In: STEWARD, J. H. (Ed.). **Handbook of South American Indians. Vol. 6**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Bureau of American Ethnology, 1950. p. 487–544.

Schellenberg, H. c. Wheat and barley from the North Kurgan, Anau. In: PUMPELLY, R. (Ed.). **Explorations in Turkestan vol. 2**. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington, 1908. p. 471–473.

Schiegl, S. et al. Ash deposits in Hayonim and Kebara caves, Israel: Macroscopic, microscopic and mineralogical observations, and their archaeological implications. **Journal of Archaeological Science**, v. 23, n. 5, p. 763–781, 1996.

Scotti, M. R. M.; Stehmann, J. R. A diversidade da vegetação. In: **Navegando o Rio das Velhas, das minas aos gerais. Volume 2: Estudos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**. Belo Horizonte: Projeto Manuelzão/ UFMG, 2005. v. 2p. 632–650.

Sendulsky, T.; Labouriau, L. G. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados I. **Annaes da Academia Brasileira de Ciências (suplemento)**, v. 38, p. 159–185, 1966.

Seshagiri Rao, K.; Prasad, M. N. V. Typology of latex starch grains of certain Euphorbiaceae and their possible significance in systematics. **Plant Systematics and Evolution**, v. 160, n. 3–4, p. 189–193, 1988.

Shennan, S. Evolution in Archaeology. **Annual Review of Anthropology**, v. 37, p. 75–91, 2008.

Shock, M. P. **Holocene hunter-gatherer plant use and foraging choice: a test from Minas Gerais, Brazil**. Tese de doutorado—Santa Bárbara: University of California, 2010.

Shock, M. P. et al. A chronology of the introduction of domesticated plants in Central Brazil. **Tipití: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America**, v. 11, n. 2, p. 52–59, 2013.

Shock, M. P.; Moraes, C. de P. A floresta é o domus: a importância das evidências arqueobotânicas e arqueológicas das ocupações humanas amazônicas na transição Pleistoceno / Holoceno. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 14, n. 2, p. 263–289, 2019.

Silva, O. L. M. et al. **Euphorbiaceae**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB113>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

Smith, B. D. Guilá Naquitz revisited, agricultural origins in Oaxaca, México. In: FEINMAN, G. M.; MANZANILLA, L. (Eds.). . **Cultural evolution: contemporary viewpoints**. [s.l.] Kluwer Academic / Plenum publishers, 2000.

Smith, B. D. Documenting domesticated plants in the archaeological record. In: ZEDER, M. A. et al. (Eds.). . **Documenting domestication: new genetic and archaeological paradigms**. [s.l.] University of California Press, 2006. p. 15–24.

Smith, B. D. Niche construction and the behavioral context of plant and animal domestication. **Evolutionary Anthropology**, v. 16, p. 188–199, 2007.

Smith, B. D. A Comparison of Niche Construction Theory and Diet Breadth Models as Explanatory Frameworks for the Initial Domestication of Plants and Animals. **Journal of Archaeological Research**, v. 23, n. 3, p. 215–262, 2015.

Soares de Souza, G. **Tratado descritivo do Brazil em 1587**. [s.l.] Rio de Janeiro:Typographia Universal de Laemmert, 1851.

Söndahl, M. R.-I.; Labouriau, L. G. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados IV. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 5, p. 183–207, 1970a.

Söndahl, M. R.; Labouriau, L. G. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados III. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 5, p. 167–182, 1970b.

Sousa, D. V. De et al. Archaeanthrosol formation and evolution of the “ Santana do Riacho ” archaeological shelter: An old burial site in South America. **Geoarchaeology**, p. 1–16, 2017.

Souza, R. M. De; Tavares, A. S.; Freitas, V. P. Contribuição ao conhecimento da diatomoflórula do conteúdo estomacal de algumas espécies de peixes da Amazônia. I- Myleus Sp. (Pacu ) do Lago do Prato, AM., Brasil. **Acta Amazônica**, v. 27, n. 1, p. 9–26, 1997.

Spengler, R. N. Anthropogenic Seed Dispersal: Rethinking the Origins of Plant Domestication. **Trends in Plant Science**, v. 25, n. 4, p. 340–348, 2020.

Spilatro, S. R.; Mahlberg, P. G. Composition and Structure of Nonutilizable Laticifer Starch Grains of *Euphorbia pulcherrima* Willd. **Botanical Gazette**, v. 146, n. 1, p. 26–31, 1985.

Stenglein, S. A. et al. Micromorphological variability of leaf epidermis in Mesoamerican common bean (*Phaseolus vulgaris*, Leguminosae). **Australian Journal of Botany**, v. 52, n. 1, p. 73–80, 2004.

Stephens, S. G. The botanical identification of archaeological cotton. **American Antiquity**, v. 35, n. 3, p. 367–373, 1970.

Strauss, A. et al. The oldest case of decapitation in the new world (Lapa do Santo, East-Central Brazil). **PLoS ONE**, v. 10, n. 9, p. 1–31, 2015.

Strauss, A. et al. Early Holocene ritual complexity in South America: the archaeological record of Lapa do Santo (east-central Brazil). **Antiquity**, v. 90, n. 354, p. 1454–1473, 2016.

Strauss, A. et al. The archaeological record of Lagoa Santa (East-Central Brazil). In: AULER, A. S.; PESSOA, P. (Eds.). . **Lagoa Santa Karst: Brazil's Iconic Karst Region**. [s.l.] Springer, 2020. p. 228–281.

Strömberg, C. A. E. Using phytolith assemblages to reconstruct the origin and spread of grass-dominated habitats in the great plains of North America during the late Eocene to early Miocene. **Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 207, p. 239–275, 2004.

Testé, M. et al. The phytoliths of Naachtun (Petén, Guatemala): Development of a modern reference for the characterization of plant communities in the Maya Tropical Lowlands. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 272, p. 104130, jan. 2020.

Thummel, R. V; Brightly, W. H.; Strömberg, C. A. E. Evolution of phytolith deposition in modern bryophytes , and implications for the fossil record and influence on silica cycle in early land plant evolution. **New Phytologist**, v. 221, p. 2273–2285, 2019.

Tirira, D. G.; Rios, M. **Monitoreo Biológico Yasuní. Volumen 8: Uso de flora y fauna por el pueblo Waorani, Amazonía del Ecuador**. Quito, Ecuador: Ecuambiente Consulting Group, 2018.

Torrence, R. Starch and archaeology. In: TORRENCE, R.; BARTON, H. (Eds.). . **Ancient Starch Research**. Walnut Creek, California: Left Coast Press, 2006. p. 17–33.

Trigger, B. G. **História do pensamento arqueológico**. São Paulo, SP: Odysseus, 2004.

Tudela, D. R. G. **Caracterização físico-química de sedimentos do sítio arqueológico Lapa Grande de Taquaraçu , MG**. Dissertação de mestrado—São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2013.

Tudela, D. R. G. et al. Preliminary evidence of prehistoric human activity by chemical analysis of sediments from Lapa Grande de Taquaraçu archaeological site using INAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 325, n. 3, p. 725–736, 2020.

Turcotte, E. L.; Percy, R. G. Genetics of kidney seed in *Gossypium barbadense* L . **Crop science**, v. 30, n. 2, p. 384–386, 1990.

Twiss, P. C.; Suess, E.; Smith, R. M. Morphological Classification of Grass Phytoliths. **Soil Science Society of America Journal**, v. 33, n. 1, p. 109–115, jan. 1969.

Ugent, D.; Pozorski, S.; Pozorski, T. Archaeological potato tuber remains from the casma valley of peru. **Economic Botany**, v. 36, n. 2, p. 182–192, 1982.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal - tempo e espaço. Uma avaliação multitemporal da perda da cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da reserva da biosfera do Cerrado - Fase I**. 2ª ed. Distrito Federal: UNESCO, 2002.

Van den Bel, M. A description of Late Archaic rock-filled pits in French Guiana.

**Revista de Arqueologia / Sociedade de Arqueologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 60–71, 2010.

Vasconcelos, A. L. et al. Anatomical characterization of ultra-structures, biominerals and histolocalization of metabolites in leaves of *genipa americana*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 5, p. 541–548, 2017.

Vásquez, V. et al. Estudio microquímico mediante MEB-EDS (Análisis de Energía Dispersiva por Rayos X) del Pigmento utilizado en el tatuaje de la Señora de Cao. **Archaeobios**, v. 1, n. 7, p. 5–29, 2013.

**VelhasMap**. Disponível em: <<https://siga.cbhvelhas.org.br/portal/sigaweb.zul>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

Veloso, T. P. G.; Resende, E. M. T. P. **Vestígios alimentares nos sítios arqueológicos sob abrigo de Minas Gerais**. Anais do III Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. **Anais...**Belo Horizonte: 1992

Venezia, M. E.; Araujo, A. G. de M. Caracterização da indústria lítica do sítio Lapa Grande de Taquaraçu, MG. **Revista Noctua- Arqueologia e Patrimônio**, v. 1, n. 4, p. 141–164, 2019.

Villagrán, X. S. et al. Buried in ashes: Site formation processes at Lapa do Santo rockshelter, east-central Brazil. **Journal of Archaeological Science**, v. 77, p. 10–34, jan. 2017.

Wallis, L. An overview of leaf phytolith production patterns in selected northwest Australian flora. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 125, n. 3–4, p. 201–248, 2003.

Watling, J. et al. Differentiation of neotropical ecosystems by modern soil phytolith assemblages and its implications for palaeoenvironmental and archaeological reconstructions II: Southwestern Amazonian forests. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 226, p. 30–43, 2016.

Watling, J. et al. Impact of pre-Columbian “geoglyph” builders on Amazonian forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 8, p. 1868–1873, 21 fev. 2017.

Watling, J. et al. Direct archaeological evidence for Southwestern Amazonia as an early plant domestication and food production centre. **Plos One**, v. 13, n. 7, p. e0199868, 2018.

Watling, J. et al. Phytoliths from native plants and surface soils from the Upper Madeira river, SW Amazonia, and their potential for paleoecological reconstruction (In Press). **Quaternary International**, n. March, p. 1–26, 2020.

Watling, J.; Iriarte, J. Phytoliths from the coastal savannas of French Guiana. **Quaternary International**, v. 287, p. 162–180, 2013.

Weiger, A.; Alavez, V.; Piñero, D. Cotton: traditional and modern uses. In: LIRA, R.; CASAS, A.; BLANCAS, J. (Eds.). **Ethnobotany of Mexico: interactions of people**

**and plants in Mesoamerica.** [s.l.] Springer, 2016. p. 439–456.

Weisskopf, A. A wet and dry story : distinguishing rice and millet arable systems using phytoliths. **Vegetation History and Archaeobotany**, v. 26, n. 1, p. 99–109, 2017.

Wendel, J. F.; Brubaker, C. L.; Seelanan, T. The origin and evolution of *Gossypium*. In: OOSTERTHUIS, D. et al. (Eds.). . **Physiology of cotton.** [s.l.] Springer, 2010. p. 1–18.

Wesolowski, V. **Caries, 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 ?** [s.l.] Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/FIOCRUZ, 2007.

Wesolowski, V. et al. Evaluating microfossil content of dental calculus from Brazilian sambaquis. **Journal of Archaeological Science**, v. 37, n. 6, p. 1326–1338, jun. 2010.

Westengen, O. T.; Huamán, Z.; Heun, M. Genetic diversity and geographic pattern in early South American cotton domestication. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 110, n. 2, p. 392–402, 2005.

Whiten, A. et al. Cultures in chimpanzees I. **Nature**, v. 399, n. 17, p. 682–685, 1999.

Whiten, B. A. Culture and conformity shape fruitfly mating. **Science**, v. 362, n. 6418, p. 998–999, 2018.

Wolle, F. **Fresh-water algae of the United States; (exclusive of the diatomaceae) complementary to Desmids of the United States.** Bethlehem, PA: The Comnenius Press, 1887.

Ybert, J.; Carvalho, M. de A.; Scheel-Ybert, R. **Dicionário temático de morfologia esporopólica.** Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2012.

Yost, C. L.; Blinnikov, M. S. Locally diagnostic phytoliths of wild rice (*Zizania palustris* L.) from Minnesota, USA: Comparison to other wetland grasses and usefulness for archaeobotany and paleoecological reconstructions. **Journal of Archaeological Science**, v. 38, n. 8, p. 1977–1991, 2011.

Zank, S.; Hanazaki, N.; De Mello, A. S. Participatory approaches and conservation of medicinal plants: Identifying priority species in the community of areas da ribanceira (Brazil). **Ethnobotany Research and Applications**, v. 14, n. December, p. 357–366, 2015.

Zucol, A. F. et al. Phytolith analysis of the main species of *Distichlis* sp . (*Chloridoideae* : *Poaceae* ) distributed in South America. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 269, p. 42–54, 2019.

Zucol, A. F.; Brea, M.; Passeggi, E. Los estudios fitolíticos en América del Sur, una visión retrospectiva. In: KORSTANJE, M. A.; BABOT, M. DEL P. (Eds.). . **Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos e de otros microfósiles.** [s.l.] BAR

International Series S1870, 2008. p. 3–21.