

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
MUSEU DE ARQUEOLOGIA E ETNOLOGIA

HUGO LOPES TAVARES

Estudo geoarqueológico da formação das terras pretas e da paisagem
no sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal, região do alto rio
Tapajós.

São Paulo

2022

HUGO LOPES TAVARES

Estudo geoarqueológico da formação das terras pretas e da paisagem
no sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal, região do alto rio
Tapajós.

Versão revisada

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-
graduação em Arqueologia do Museu de
Arqueologia e Etnologia da Universidade de
São Paulo para a obtenção do título de Mestre
em Arqueologia.

Área de concentração: Arqueologia e
Ambiente

Orientadora: Profa. Dra. Jennifer G. Watling

Co-orientadora: Profa. Dra. Ximena S. Villagran

São Paulo

2022

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)

Tavares, Hugo
Estudo geoarqueológico da formação das terras pretas e da paisagem no sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal, região do alto rio Tapajós / Hugo Tavares; orientadora Jennifer Watling; coorientador Ximena Villagran. -- São Paulo, 2022.
147 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia) -- Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2022.

1. Arqueologia amazônica. 2. Paleoecologia. 3. Geoarqueologia. 4. rio Tapajós. I. Watling, Jennifer, orient. II. Villagran, Ximena, coorient. III. Título.

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

Agradecimentos

Esta dissertação só existe por conta do investimento na educação pública, que neste trabalho consistiu em uma bolsa de estudos CAPES, e no financiamento do projeto Pessoas, Plantas e Paisagens (FAPESP 2017/25157-0), que possibilitou a execução integral da etapa de campo, laboratório, obtenção de datações e demais custos que uma pesquisa em arqueologia demanda. Assim, agradeço ao contribuinte brasileiro, que por meio dos impostos pagos tornou essa dissertação possível. Espero que os investimentos do erário público na educação e na produção de ciência se tornem maiores e o acesso a esses mais amplo. A educação de qualidade é um direito do povo brasileiro e devemos lutar sempre pela manutenção desta, principalmente nos períodos conturbados, como o que vivemos.

Nos últimos 3 anos a distância me alienou do convívio com o seu Aluizio, a dona Diana, a Betina, Zeca & Maria, então todo o trabalho escrito nas páginas a seguir é dedicado à minha família, que, apesar das saudades, entendem o porquê estive longe sem deixar de compartilhar as dores e as delícias da vida comigo.

Em São Paulo encontrei uma *crew* ponta firme demais: Isis, Andersão, Maiane, Gui, Zé “carreto” e Gustavo “careca”, foram, a sua forma e em diferentes momentos, pessoas incríveis que criaram o melhor ambiente possível durante a elaboração deste trabalho. À Jenny & Felipe & Paola “mascote” agradeço pelos bons momentos na 411.

À Jennifer Watling, orientadora, agradeço a paciência, os ensinamentos, e por ser uma fonte inesgotável de entusiasmo! Agradeço à Ximena Villagran, co-orientadora, pelos ensinamentos micromorfológicos em laboratório, na descrição das lâminas, e por todas as ideias valiosas.

À Bruna Rocha e Vinicius Honorato, companheiros da arqueologia do alto Tapajós, agradeço pela motivação de sempre! Essa é uma contribuição ao trabalho iniciado por vocês há 10 anos – guardo grande admiração pela agenda da arqueologia pelo/com os povos da floresta que vocês me apresentaram. “Aquele abraço!” para o Jair “pirarara” e Natália Pinheiro, que também entendem a importância da arqueologia nessa frente de trabalho.

Agradeço aos beiradeiros e beiradeiras de Montanha e Mangabal por toda a hospitalidade, por nos receberem em suas casas e permitirem nosso acesso ao seu território, tornando possível a execução da etapa de campo que subsidiou esta dissertação: Josué Lobato, Jucilene dos Anjos, Odila Diloca Braga, Pedro Braga, Chico “águia” Catitu. Agradeço à Morgan Schmidt, Utu Kuikuro e Hulke Kuikuro (nunca vou esquecer daquele quase naufrágio subindo o Tapajós a noite) pela força na escavação, ideias e pelas lindas fotos feitas com o drone.

Aos amigos e amigas do MAE/USP: Julia, Matheus, Ana, Taubinha (*união sinistra papão-burro*), Laura, Renan, Brunão, Renato, Mau, Nicolás, Ed, Marcony, Kelly, Leticia, Geovanni, Erê e Carla pelos momentos de descontração, de troca de ideias e por tornarem a estadia em São Paulo mais leve.

Resumo

Este estudo foca em compreender os processos de formação dos solos e das feições vegetais sobre o sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré, ambos localizados na região do alto rio Tapajós, sudoeste do estado Pará. O contato do primeiro – um sítio arqueológico com matriz de Terra Preta com vegetação florestal – com o segundo – um campo composto por vegetação de gramíneas, sem Terra Preta, com poucas e esparsas evidências arqueológicas ocorrendo em superfície – conforma um contato fito-pedológico entre campos de vegetação aberta e áreas florestais comuns na região do alto rio Tapajós. Os métodos utilizados para a investigação da gênese dessa paisagem, advindos da paleoecologia (fitólitos e isótopos estáveis de carbono) e da geoarqueologia (geoquímica e micromorfologia de solos), demonstraram que há fortes indícios de que a ocupação humana em Terra Preta do Mangabal tenha sido a propulsora da formação do Campo do Jacaré.

Palavras-chave: Arqueologia amazônica; Paleoecologia; Geoarqueologia; rio Tapajós.

Abstract

This study focuses on understanding the processes of soil formation and plant features on the archaeological site Terra Preta do Mangabal and Campo do Jacaré, both located in the upper Tapajós River region, southwest of the state of Pará. The contact of the first - an archaeological site with a matrix of Amazon dark earth with forest vegetation - with the second - a field composed of grass vegetation, without Amazon dark earth, with few and sparse archaeological evidence occurring on the surface - conforms a phytopedological contact between open vegetation fields and forest areas that are common in the upper Tapajós River region. The methods used to investigate the genesis of this landscape, derived from paleoecology (phytoliths and stable isotopes of carbon) and geoarchaeology (soil geochemistry and micromorphology), showed that there are strong indications that human occupation in Terra Preta do Mangabal has been the driving force behind the formation of Campo do Jacaré.

Keywords: Amazon archaeology; Paleoecology; Geoarchaeology; Tapajós river.

Lista de gráficos

Gráfico 1: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U1.	85
Gráfico 2: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U2.	86
Gráfico 3: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U3.	86
Gráfico 4: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U4.	87
Gráfico 5: Dendrograma mostrando dois grandes agrupamentos e mais três subagrupamentos texturais das amostras analisadas das áreas de Terra Preta e a área de campo.	88
Gráfico 6: Covariância de componentes principais de pH, MO e P e Al das amostras analisadas.	91
Gráfico 7: Demonstração de quais variáveis tiveram maior contribuição para a separação dos agrupamentos observados no gráfico anterior.	92
Gráfico 8: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U1 (área central de Terra Preta do Mangabal).	113
Gráfico 9: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U2 (área transição do Campo do Jacaré).	115
Gráfico 10: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U3 (área de transição do Campo do Jacaré).	117
Gráfico 11: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U4 (área central do Campo do Jacaré).	119
Gráfico 12: Isótopos C13 ao longo da estratigrafia das unidades escavadas entre Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré.	122

Lista de mapas

Mapa 1: Sítios arqueológicos levantados no interior do PAE Montanha e Mangabal por (Honorato de Oliveira et al., 2013).....	35
Mapa 2: Intervenções executadas no sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal.	37
Mapa 3: Detalhe dos campos (marcados em laranja) na região de Montanha e Mangabal e a situação espacial com o sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal.....	43
Mapa 4: Mapa com a localização das intervenções arqueológicas realizadas em agosto de 2019 (todas as unidades e sondagens), e a localização das tradagens realizadas nas três etapas de campo anteriores.....	49

Lista de tabelas

Tabela 1: Relação de datas ^{14}C obtidas das unidades escavadas na área central (N1074/E1000) e no montículo (N998/E974,5 e N998/E973,5) do sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal. Adaptado a partir de Honorato de Oliveira (2015) e Rocha (2017).....	41
Tabela 2: Relação de datas OSL obtidas para as unidades escavadas em Terra Preta do Mangabal (U1 e U2) e para o Campo do Jacaré (U3 e U4).....	83
Tabela 3: Resultado das análises geoquímicas das amostras escavadas nas unidades na área de Terra Preta (U1 e U2).	89
Tabela 4: Resultado das análises geoquímicas das amostras escavadas nas unidades na área de campo (U3 e U4).....	90

Lista de figuras

Figura 1: Lixeira moderna no quintal de uma casa em Sawre Muybu. Foto gentilmente cedida por Bruna Rocha.	27
Figura 2: Perfil de solo de Terra Preta de Índio do sítio arqueológico e aldeia Munduruku Sawre Muybu. Foto gentilmente cedida por Bruna Rocha.	27
Figura 3: Cerâmicas do Complexo Mangabal: a. lábios com acabamento sobressalente (<i>overhang</i>), que consiste em deixar, deliberadamente, sobras de argila na face externa do lábio; b. projeção de forma cerâmica restrita com contorno infletido e decoração incisa com motivos em losango; c. acabamentos de superfície brunido (à esquerda) e polido (à direita). Prancha reproduzida a partir de Rocha (2017).	39
Figura 4: Exemplo de material lítico lascado recorrente na indústria lítica de Terra Preta do Mangabal: a. lasca bipolar; b e c. núcleos bipolares. Adaptado a partir de Honorato de Oliveira (2015).	40
Figura 5: Exemplo de material lítico polido presente na indústria lítica de Terra Preta do Mangabal: a. lâmina de machado adelgaçada e polida; b. entalhe de fragmento de lâmina de machado; c. lasca de <i>façonnage</i> . Adaptado a partir de Honorato de Oliveira (2015).	40
Figura 6: Cerâmicas diagnósticas do Complexo Mangabal (à esquerda) e cerâmicas Axinim oriundas do sítio arqueológico Vila Gomes (à direita). Pranchas reproduzidas a partir de Rocha (2017) e Moraes (2013).	42
Figura 7: Reabertura da unidade N1074/E1000 (U1) em agosto de 2019. Foto: Jennifer Watling.	61
Figura 8: Perfil norte da unidade de escavação N1074/E1000 (U1).	62
Figura 9: Perfil norte da unidade de escavação N1074/E1000 (U1) amostrado. Foto: Jennifer Watling.	63
Figura 10: Unidade N1225/E1000 (U2) demarcada (abaixo, à direita) entre algumas palmeiras de babaçu (<i>Attalea speciosa</i>). Foto: Jennifer Watling.	64
Figura 11: Digitalização do perfil norte da unidade de escavação N1225/E1004 (U2). ..	65
Figura 12: Perfil norte da unidade de escavação N1225/E1004 (U2) amostrado. Foto: Jennifer Watling.	66

Figura 13: Escavação da unidade N1400/E1000 (U3) próximo ao limite entre a área de vegetação florestal e o campo. Foto: Jennifer Watling.....	67
Figura 14: Digitalização do perfil leste da unidade de escavação N1400/E1000 (U3)...	68
Figura 15: Perfil leste da unidade N1400/E1000 (U3) amostrado. Foto: Jennifer Watling.	69
Figura 16: Aspecto geral da área onde a unidade no centro do campo foi escavada. À esquerda é possível ver o limite entre o campo e a floresta, e, ao fundo, o rio Tapajós e a cachoeira do Mangabal. Foto: Jennifer Watling.....	70
Figura 17: Digitalização do perfil norte da unidade escavada no campo (U4).	71
Figura 18: Perfil norte da Unidade do Campo (U4) do Jacaré amostrado. Foto: Jennifer Watling.....	72
Figura 19: Ilhas de floresta no interior da área do Campo do Jacaré (setas vermelhas) e localização do sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal (seta amarela). Foto: Morgan Schmidt.....	73
Figura 20: Digitalização do perfil norte das sondagens executadas em Terra Preta do Mangabal.....	74
Figura 21: Perfil norte da sondagem N1007/E1000 (S1). Foto: Jennifer Watling.	75
Figura 22: Perfil norte da sondagem N1049/E1001 (S2). Foto: Jennifer Watling.	76
Figura 23: Perfil norte da sondagem N1310,5/E1000 (S3). Foto: Vinicius Honorato. ...	77
Figura 24: Digitalização dos desenhos dos perfis amostrados das sondagens executadas no Campo do Jacaré.	78
Figura 25: Perfil oeste da sondagem escavada no centro da Ilha pequena. Foto: Jennifer Watling.....	79
Figura 26: Perfil leste da sondagem escavada entre as ilhas de floresta do Campo do Jacaré. Foto: Jennifer Watling.	80
Figura 27: Perfil oeste da sondagem escavada no centro da Ilha grande. Foto: Jennifer Watling.....	81
Figura 28: Seção esquemática do gradiente fito-pedológico com as datações de ¹⁴ C e OSL obtidas até o momento para as unidades amostradas do Campo do Jacaré e Terra Preta do Mangabal. Sem escala.	84

Figura 29: Croqui esquemático da lâmina TPM-P1-A1.....	93
Figura 30: Lâmina TPM-P1-A1 escaneada.....	93
Figura 31: Vazios de empacotamento simples – 5x PPL.....	94
Figura 32: Vazios de empacotamento simples – 2,5x PPL.....	94
Figura 33: Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A1: (A) Preenchimento por argila laminada (seta amarela) indicativo do processo de argiluviação – PPL.....	95
Figura 34: Vazios presentes na lâmina TPM-P1-A2, a seta amarela indica um vazio do tipo câmara conectada a vazios do tipo canal. 2,5 x PPL.....	97
Figura 35: Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A2: (A) Carvão na fração grossa observado em PPL (seta amarela).....	98
Figura 36: Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A3: (A) Fundo matricial observado em XPL.....	100
Figura 37: Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A5: (A) Osso queimado – PPL (seta amarela).....	101
Figura 38: Fotomicrografias da lâmina TPM-P2-A3: (A) Oxi(hidr)óxido de ferro – PPL (seta amarela).....	103
Figura 39: Fotomicrografias da lâmina TPM-P3-A2: (A) Nódulo de oxi(hidr)óxido de ferro – PPL (seta amarela).	104
Figura 40: Microfotografias da lâmina TPM-P4-A3: (A) e (B) Óxidos de ferro (seta amarela) e carvões (seta vermelha)– PPL (à esquerda) e OIL (à direita). (C) e (D) Relação da fração grossa dos minerais de quartzo vista em XPL (à esquerda) e PPL (à direita)..	106
Figura 41: Prancha com os principais fitólitos identificados. A, D, M, R, X, AD: spheroid echinate; B, H, I, P, Q, T, V, AA: bilobate; C, AC: spheroid psilate; E: morfotipo não identificado; F: tracheary; J: zingiberales tabular; K: elongated (poeaceae); L, N: blocky; O: elongated (arbóreo); S, U, AB: spheroid ornate; Y: zingiberales ornate spheroid; W: zingiberales tabular.	110
Figura 42: Prancha com exemplos das espículas de sílica (cauíxí) identificadas. Apenas a última imagem da linha inferior esquerda pertence a uma lâmina montada com amostra de solo do Campo do Jacaré, da U3.	111

Figura 43: Cenários hipotéticos da evolução da paisagem sobre Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré. Cerca de 5.000 A.P: A vegetação florestal dominava a paisagem, provavelmente uma vegetação do tipo floresta ombrófila ocorria na área do sítio e do campo em um período anterior a ocupação humana. Cerca de 1.500 AP: Princípio da ocupação humana e formação das terras pretas em Terra Preta do Mangabal e início do manejo da vegetação, provavelmente através da utilização do fogo no Campo do Jacaré, as gramíneas começam a surgir no campo juntamente com o aumento de palmeiras em ambos os compartimentos fitopedológicos. 1.200 A.P: Formação da Terra Preta e da paisagem de campo. Ambas as áreas manejadas até os dias de hoje pelos Beiradeiros pela abertura de roças na área de Terra Preta e pela queima anual das gramíneas do campo, também expandem-se pela queima da vegetação do campo e das roças as matas de babaçu (*Attalea speciosa*), ubíquas no trecho encachoeirado do alto Tapajós. Sem escala. 126

Sumário

Introdução	16
1 Histórico sobre as ocupações humanas no holoceno tardio na região amazônica 18	
1.1 A relação humano-ambiente e as principais hipóteses de ocupação da região amazônica.....	18
1.2 As terras pretas e as transformações paisagísticas nas terras baixas: perspectivas sobre sua formação e os processos de longa duração de antropização das paisagens amazônicas	23
2 O sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal e seu contexto regional.....	32
2.1 O contexto regional do alto rio Tapajós.....	32
2.2 O Contexto arqueológico de Montanha e Mangabal	33
2.3 A paisagem de Terra Preta do Mangabal e a formulação do problema de pesquisa 42	
2.4 Escolha de métodos e bases conceituais	45
3 Métodos.....	48
3.1 Métodos de campo	48
3.1.1 Coleta de amostras para análise de micromorfologia de solos, geoquímica, fitólitos e isótopos de estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$).....	48
3.1.2 Escavação arqueológica	50
3.2 Métodos de laboratório	51
3.2.1 Micromorfologia.....	51
3.2.2 Fitólitos.....	54
3.3 Demais análises contempladas	57
3.3.1 Granulometria	57
3.3.2 Análises geoquímicas	58
3.3.3 Isótopos estáveis de carbono.....	59
4 Escavação e coletas de amostras	60
4.1 Estratigrafia e datações das unidades escavadas	60
4.1.1 N1074/E1000 (U1).....	60
4.1.2 N1225/E1004 (U2).....	63
4.1.3 N1400/E1000 (U3).....	66
4.1.4 Unidade do Campo do Jacaré (U4).....	69
4.2 Estratigrafia das Sondagens	72

4.2.1	Sondagens em Terra Preta do Mangabal	73
4.2.2	Sondagens no Campo do Jacaré	77
5	Resultados	82
5.1	Recorte amostral	82
5.2	Granulometria	84
5.3	Geoquímica	88
5.4	Micromorfologia de solos	92
5.4.1	N1074/E1000 (U1)	93
5.4.2	N1225/1004 (U2)	102
5.4.3	N1400/E1000 (U3)	103
5.4.4	Unidade do Campo do Jacaré (U4)	105
5.5	Fitólitos e isótopos de carbono	107
5.5.1	Descrição dos principais morfotipos identificados	107
5.5.2	Morfotipos identificados	107
5.5.3	N1074/E1000 (U1)	111
5.5.4	1225/E1004 (U2)	114
5.5.5	N1400/E1000 (U3)	116
5.5.6	Unidade do Campo do Jacaré (U4)	118
6	Discussão e conclusões	123
6.1	Caraterísticas e processos de formação dos solos	123
6.2	A formação das feições vegetais de floresta e campo	124
7	Referências	130

Introdução

Neste trabalho buscamos averiguar a gênese das paisagens sobre o sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré, ambos situados na região do alto rio Tapajós, no sudoeste do estado do Pará. Nos debruçaremos em entender os processos de formação da área de campo adjacente ao sítio arqueológico, uma vez que, sobre o sítio arqueológico, com matriz de Terra Preta de Índio, ocorre uma vegetação florestal, enquanto no campo, uma área sem Terra Preta de Índio, ocorre uma vegetação composta majoritariamente por gramíneas.

As observações acima, que deram origem ao projeto de pesquisa que guiou esta dissertação, foram feitas durante as etapas de prospecção e escavação do sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal executadas nos âmbitos do Projeto Alto Tapajós (PROALTA) durante o levantamento arqueológico no Projeto Agroextrativista Montanha e Mangabal. O sítio, com ocupação inicial por volta de 1.200 A.P e cerca de 20 ha, foi formado em um único episódio ocupacional que durou cerca de 200 anos. Adjacente a ele está localizado o Campo do Jacaré, um campo aberto com cerca de 143 ha de área com poucas e esparsas evidências arqueológicas ocorrendo em superfície. Áreas como essas são um tanto comuns no trecho encachoeirado do alto rio Tapajós, e são designadas pelos beiradeiros, povo tradicional que ocupa territórios na margem esquerda do alto rio Tapajós desde metade do século XIX, como “campos da natureza”.

Essas observações, a ocorrência de um sítio arqueológico com Terra Preta de Índio sob uma vegetação florestal contíguo a um campo dominado por gramíneas sem Terra Preta de Índio e com poucas evidências de ocupação humana contínua, nos levou a elaborar duas hipóteses:

- a) a área de campo representa a vegetação original da região, enquanto a vegetação florestal é de origem antrópica, e sua formação está relacionada à ocupação e formação das terras pretas de índio na área do sítio;
- b) a vegetação florestal é a vegetação original da área, e a área de campo foi formada pelo manejo humano durante a ocupação do sítio arqueológico.

Os métodos, técnicas e bases conceituais empregados na investigação da gênese dessas paisagens são emprestados da geoarqueologia e paleoecologia, nas quais, através da micromorfologia de solos, geoquímica, granulometria, fitólitos e isótopos estáveis de carbono, buscamos identificar aditivos orgânicos e minerais no solo relacionados à ocupação humana, taxas de plantas relacionadas a vegetação florestal ou de campo, e a assinatura isotópica referente a essas feições vegetais. Com isso, buscamos entender as feições vegetais (i.e. campo e floresta) de forma diacrônica, em uma associação cronoestratigráfica lastreada por datas de ^{14}C e OSL (*optically stimulated luminescence* ou luminescência opticamente estimulada).

Esta dissertação organiza-se em 6 capítulos que objetivam entender como pessoas manejaram paisagens na Amazônia centro-oriental no Holoceno tardio. Tendo em mente essa consideração, o **capítulo 1** faz uma síntese sobre como a relação entre povos tradicionais e o ambiente amazônico foi tratada na arqueografia para formular hipóteses acerca das ocupações humanas nas terras baixas. No **capítulo 2** apresentamos o contexto ambiental do alto rio Tapajós, o que sabemos até o momento sobre as ocupações humanas na região, como formulamos as hipóteses dessa pesquisa, e, em seguida como escolhemos nossas bases conceituais e metodológicas a partir dessas. No **capítulo 3** apresentamos a metodologia de campo, que incluiu a coleta de amostras para cinco análises diferentes, e a metodologia de laboratório, onde detalhamos os procedimentos de preparação das amostras e como essas serão analisadas.

Nos **capítulos 4 e 5** apresentamos os resultados de campo, descrevendo o passo-a-passo de escavação, interpretação da estratigrafia e da bateria de coletas executada durante a etapa de campo. Em seguida apresentamos os resultados analíticos do processamento das amostras recuperadas durante a etapa de campo, que foram antecidos por um recorte amostral propiciado pelas datas OSL, que guiou a seleção para de todas as amostras analisadas. O **capítulo 6** sintetiza os resultados das análises, discutindo como os dados que dispomos nos fazem chegar à conclusão de que o Campo do Jacaré tem sua origem diretamente relacionada à ocupação humana em Terra Preta do Mangabal.

1 Histórico sobre as ocupações humanas no holoceno tardio na região amazônica

1.1 A relação humano-ambiente e as principais hipóteses de ocupação da região amazônica

O pioneirismo das pesquisas arqueológicas feitas pelos norte americanos Betty Meggers e Clifford Evans nos âmbitos do Projeto Nacional de Pesquisas Arqueológicas da Bacia Amazônica (PRONAPABA), objetivavam, entre outras coisas, elucidar a cronologia das ocupações indígenas ceramistas pré-coloniais através da datação relativa dos tipos cerâmicos e sua posterior classificação em horizontes estilísticos (Meggers, 1990; Meggers & Evans, 1961). Nesse interim, os/as arqueólogos/as estadunidenses, influenciados pela antropologia cultural boasiana e pelo neoevolucionismo norte americano, incorporaram em seu arcabouço teórico-metodológico o sistema de classificações tipológicas em áreas culturais, reformulado por Julian Steward e Robert Lowie, na primeira edição do *Handbook of South American Indians* (Viveiros de Castro, 2002).

As classificações tipológicas adotadas na arqueologia sul-americana objetivavam organizar o desenvolvimento cultural dos povos indígenas da região em quatro grandes zonas geoculturais, baseando-se nas premissas da ecologia cultural – que previa, entre outras coisas, que os ambientes tropicais limitavam o desenvolvimento de formas sociais complexas. Desse modo, estabeleceram-se os tipos culturais relacionados aos povos andinos, caracterizados pela presença de uma organização política centralizada, semelhante aos estados impérios e ao estado moderno; populações caribenhas, que apresentavam organizações políticas do tipo cacicado; povos de floresta tropical, caracterizados pela baixa presença de hierarquização social e pela economia baseada na agricultura de coivara; e as tribos marginais, formadas por bandos de caçadores-coletores que viviam em grupos dispersos sob baixa ou nenhuma estratificação social (Meggers, 1954).

A tentativa de elucidar a cronologia e a dispersão dos horizontes estilísticos corroboraria a hipótese de Meggers sobre a origem exógena dos povos indígenas, e da

complexidade cultural atrelada, que habitaram os sítios arqueológicos do estuário amazônico, na ilha de Marajó. A grandiosidade das estruturas de terra construídas pelos antigos habitantes da ilha, bem como a rebuscada cerâmica, presentes em uma sequência arqueológica com mais de 2.000 anos de duração, seriam o reflexo das migrações de populações oriundas de outras regiões, com um nível de desenvolvimento político e cultural superior à dos povos de floresta tropical, que entraram no processo de degeneração cultural (Noelli & Ferreira, 2007) ao longo do período em que se estabeleceram nas terras baixas tropicais e logo se tornariam “povos de floresta tropical” (Meggers, 1987; Meggers & Evans, 1957).

De tal modo, investigar a cronologia dos horizontes cerâmicos ao longo do rio Amazonas e seus tributários serviria como pressuposto para inferir as rotas e temporalidades dessas migrações nas terras baixas (Meggers & Evans, 1961). Esse modelo de ocupação ficou posteriormente conhecido como modelo padrão, e abordava a Amazônia como uma região marginal na América do Sul, sendo inferior aos cacicados caribenhos e aos povos andinos (Meggers, 1987; Viveiros de Castro, 2002).

Posteriormente, o arqueólogo estadunidense Donald Lathrap, também influenciado pelo neoevolucionismo norte americano, propõe o “modelo cardíaco” (Lathrap, 1975), contraponto do modelo padrão que buscava na região da Amazônia Central, situada entre o baixo curso dos rios Negro e Madeira, nos arredores da cidade de Manaus, as primeiras evidências de produção cerâmica no continente sul americano, a domesticação da mandioca – alimento base (*staple food*) para o desenvolvimento de grandes populações nas terras baixas – e o centro de origem das expansões de três dos principais troncos linguísticos da América do Sul (Tupi, Arawak e Karib) (Brochado, 1984, 1989; Lathrap, 1975; Noelli, 1996).

O âmago desse modelo é que a dispersão da cultura material (os conjuntos cerâmicos) e a expansão dos principais troncos linguísticos estariam relacionados à procura por áreas de várzea na margem dos grandes rios de águas brancas (como os rios Amazonas e Madeira) por conta de seus sedimentos férteis aptos à agricultura de mandioca (Lathrap, 1975). O controle dessas áreas, por sua vez, propiciaria as condições

históricas e materiais para o surgimento de organizações políticas centralizadoras e o desenvolvimento cultural atestado pelo registro arqueológico de sítios arqueológicos como os tesos marajoaras e o sítio arqueológico localizado sob a atual cidade de Santarém, localizado na foz do rio Tapajós (Carneiro, 2007; Neves, 2009).

Apesar do aparente antagonismo entre os modelos arqueológicos de Meggers e Lathrap, influências da ecologia cultural estão presentes em ambos através do determinismo ambiental, sendo o ambiente ora visto como um limitante das formas sociais, que ocasionaria o subdesenvolvimento cultural de grupos que habitavam áreas inóspitas ao estabelecimento humano; ora como uma condicionante de desenvolvimento cultural – as férteis e extensas planícies aluviais conduziram os povos indígenas a adotarem o inexorável caminho da agricultura –, e como consequência – com a finalidade de gerenciar os excedentes produzidos por esta – o desenvolvimento de organizações políticas centralizadoras e estratificadas (Moraes, 2015; Neves, 2009; Viveiros de Castro, 2002).

As hipóteses sobre o desenvolvimento histórico dos povos indígenas pré-colombianos fundadas no determinismo ambiental foram primeiramente contestadas pelas pesquisas da arqueóloga Anna Roosevelt (1991). A partir das escavações no sítio arqueológico Teso dos Macacos, na região do rio Arari, a autora demonstra que os povos que fabricavam e usavam as cerâmicas da fase Marajoara – então filiada à Tradição Policroma da Amazônia¹ – se estabeleceram na região antes da ascensão das grandes culturas incas florescerem na cordilheira no oeste do continente sul americano, além de demonstrar que os povos que habitavam essa região permaneceram na ilha por mais de 1.000 anos. Roosevelt (2008) definiu a organização política desses povos como heterarquias, onde os diferentes habitantes dos tesos teriam autonomia política local, não regional, como presumido para uma organização do tipo cacicado. A falta de

¹ Tradição cerâmica dispersa da alta Amazônia, nas vertentes orientais dos Andes, até a foz do rio Amazonas, caracterizada, principalmente, pela pasta composta por caraipé e decoração pintada vermelha e preta sobre engobo branco (Meggers & Evans, 1961). Apesar dos recentes questionamentos acerca da filiação das cerâmicas policrômicas da sequência arqueológica da Ilha do Marajó à tradição policroma, as cerâmicas Jatuarana do alto rio Madeira, filiadas à tradição policroma, ainda são mais antigas que as cerâmicas policromas da região andina (Almeida & Moraes, 2016).

evidências que sugerissem uma estratégia econômica especializada na exploração de um determinado recurso, como a agricultura de milho – e a decorrente impossibilidade de gerar excedentes a partir dessa – não permitiam extrapolar para a ilha do estuário características sociopolíticas como as observadas na região do Caribe (Roosevelt, 1991, 1999).

Voltando aos tesos Marajoaras, a arqueóloga Denise Schaan (2004, 2008) busca elementos para compreender a ecologia desses assentamentos na ilha, levando a cabo um estudo da paisagem na região do igarapé Camutins, um dos formadores do rio Anajás, atribuindo ao manejo de fauna aquática papel fundamental na economia dos antigos habitantes dos tesos – atestado pelas grandes obras de canais e barragens associados aos tesos no curso do igarapé. A persistência de traços decorativos nos diferentes conjuntos cerâmicos que convergiam até a fase Marajoara, era, na visão da arqueóloga, uma clara evidência do desenvolvimento cultural *in situ* dos povos responsáveis pelas ocupações da fase Marajoara. A exploração da fauna aquática através de obras que demandaram mobilização de grandes contingentes e o controle desse recurso por meio de um sistema de assentamento que restringia o acesso a este, apoiado sobre uma cosmologia baseada na ancestralidade mítica de alguns indivíduos relacionados às elites – indicadas pelos sepultamentos com presença de bens de prestígio (amuletos de rocha e machados polidos) recuperados dos tesos – seriam evidências da presença de um cacicado na região, que teve seu domínio iniciado por de 1.600 AP e perdurou por quase 1.000 anos.

Na segunda metade dos anos 90, os esforços do Projeto Amazônia Central, que tinha como principal objetivo testar a hipótese de Donald Lathrap sobre a origem das grandes inovações culturais na região entre o baixo curso dos rios Negro e Madeira, levou a cabo o mapeamento e escavação de dezenas de sítios arqueológicos, jogando luz sobre uma sequência arqueológica de mais de 8.000 anos de ocupação nos arredores da cidade de Manaus, no estado do Amazonas (Neves, 2013). Os dados obtidos por Eduardo Neves e os/as pesquisadores do Projeto Amazônia Central (Lima, 2008; Moraes, 2007, 2013; Tamanaha, 2012) refutam a hipótese do modelo cardíaco de Lathrap, uma

vez que as cerâmicas da tradição Pocó-Açutuba² e das fases Manacapuru, Paredão e Guarita (pertencentes a tradição Borda Incisa³) (P. Hilbert & Hilbert, 1980; Lima, 2008; Meggers & Evans, 1961) – são mais recentes que as cerâmicas presentes no sambaqui de Taperinha, no baixo Amazonas, as cerâmicas Mina do litoral do Pará e as cerâmicas Pocó-Açutuba no alto rio Madeira e no médio rio Solimões (Costa, 2012; Kater, 2018; Roosevelt et al., 1991; Silveira & Schaan, 2010) – o que retiraria da Amazônia Central o posto de centro de invenção da tecnologia cerâmica nas terras baixas.

Neves (2009) argumenta que, em contraste ao que fora inferido para as ocupações de outras regiões da Amazônia, as ocupações ceramistas do Holoceno tardio na região do entorno da cidade de Manaus não estavam organizadas sob um sistema político centralizado – seja pela falta de evidências do controle de recursos econômicos estratégicos, ou pela falta de evidências do controle político de grandes contingentes populacionais para a construção dos grandes montículos associados aos sítios arqueológicos da região. A percepção de que os modelos de cacicados e da intensificação da exploração de uma única fonte de recursos (Roosevelt, 1991; D. P. Schaan, 2008) não eram compatíveis com o registro arqueológico escavado na Amazônia central, o fez-se voltar a buscar entender como se deram os sistemas de manejo dos povos indígenas da Amazônia antiga a partir da matriz dos sítios arqueológicos da região: as terras pretas de índio.

A articulação dos dados relativos à cronologia dos conjuntos cerâmicos da região com dados contextuais dos sítios arqueológicos e do sistema de implantação desses na paisagem, seja em áreas adjacentes à várzea do rio Amazonas, seja em áreas de terra firme próximas ao rio Negro, permitiu melhorar o entendimento sobre as terras pretas

² Tradição cerâmica dispersa por quase todo o vale do rio Amazonas e afluentes da sua margem direita (rios Madeira e Tapajós) e da margem esquerda (rios Negro e Trombetas). Suas principais características são o uso de cauxí e caraipé na pasta cerâmica, morfologia complexa e decoração pintada (em grande variação crômica com laranja, vermelho, cor-de-vinho) em conjunto com incisões e acanalados em motivos geométricos (linhas retas, curvas, círculos) (Neves et al., 2014).

³ O mais hipotético dos complexos cerâmicos propostos por (Meggers & Evans, 1961), está disperso por quase toda a bacia amazônica, tem como características principal a utilização de cauxí como antiplástico na pasta cerâmica, bordas com seção triangular e lábios decorados que recém decoração plástica incisa em vasos com formas composta.

de índio⁴. Essas são consideradas o primeiro sinal de antropização das paisagens amazônicas associadas temporalmente ao Holoceno tardio e ao momento histórico em que os sítios arqueológicos amazônicos começam a se tornar maiores e mais densos e as ocupações ficam mais sedentarizadas (Arroyo-Kalin, 2008; Neves et al., 2003; Neves et al., 2014).

A partir das pesquisas que buscam entender a relação dos sítios arqueológicos de Terra Preta como transformações paisagísticas de longa duração e com efeitos persistentes até o presente, fundamentadas nas premissas da ecologia histórica (Balée, 2006), foi possível pensar em um modelo alternativo ao possibilismo atrelado à agricultura de várzea e ao determinismo ambiental, que buscava entender a relação entre pessoas e paisagens de forma mais dialética ao longo do espaço e do tempo. No cerne dessa questão, nos voltaremos às pesquisas que buscam evidenciar quais fatores contribuíram para a intensificação dos sistemas de manejo na Amazônia e como esses parecem culminar nas terras pretas.

1.2 As terras pretas e as transformações paisagísticas nas terras baixas: perspectivas sobre sua formação e os processos de longa duração de antropização das paisagens amazônicas

Comumente encontradas nas paisagens amazônicas, as terras pretas vêm sendo relatadas por naturalistas e viajantes desde a metade final do século XIX, que as descreviam possuindo papel central na produção de alimentos para os povos que viviam sobre ou próximos a essas áreas. Nesse período a observação assistemática da contínua associação entre estes solos e materiais arqueológicos já era pressuposto como resultado da ação humana (Barbosa Rodrigues, 1875; Hartt, 1885; W. Woods & Denevan, 2009).

Esses solos extremamente férteis são originados a partir do intenso descarte e decomposição de matéria orgânica, como vestígios vegetais e faunísticos, e posterior revolvimento por processos pedogenéticos (Macedo et al., 2017). São caracterizados

⁴ Doravante, terra preta.

pelos altos teores de nutrientes como P, Ca, Mg, Mn e apresentam pH quase neutro, estando quase sempre associados a abundantes quantidades de vestígios arqueológicos e a áreas de assentamentos indígenas pré-coloniais, onde também serviram como material de construção para estruturas arqueológicas (Arroyo-Kalin, 2017; Machado, 2005; Neves et al., 2003; Py-Daniel, 2009).

As terras pretas possuem variação cromática baixa (5YR 2.5/1, 7.5 YR 2/0 - 3/1, 10YR 2/0 - 3/2 na tabela Munsell®), e texturas que podem variar entre a fração argilosa, siltosa e arenosa, normalmente predominando a primeira, e comumente apresentam horizonte A espesso (podendo ser maior que 1 m) (Kern et al., 2017). A formação e espessamento desses solos são atribuídos em parte a processos pedogenéticos, como as bioturbações; e as dinâmicas de ocupação humana, como a construção de pisos de ocupação e de montículos, alterações nas matrizes clásticas desses solos também ocorrem devido às atividades humanas, como a alteração na textura em decorrência do uso intenso do fogo (Macedo et al., 2017, p. 12) (Figura 1 e Figura 2).

Geralmente, nas adjacências das áreas de Terra Preta também são identificadas as “terras mulatas”⁵– solos identificados por Sombroek (1966) nas proximidades de sítios arqueológicos de Terra Preta no município de Belterra, região do baixo rio Tapajós, e associados ao cultivo de corte e queima – com concentrações de nutrientes superiores às encontradas nos solos naturais da Amazônia, porém em quantidades menores que as terras pretas. As terras marrons, até o momento evidenciadas somente em contextos associados temporalmente ao holoceno tardio, provavelmente foram formadas a partir de atividades de queima relacionadas às práticas agrícolas, limpeza de assentamentos e adubação orgânica (Arroyo-Kalin, 2010, 2017; Neves et al., 2003; Schmidt et al., 2014; Sombroek, 1966).

Arroyo-Kalin (2010, 2012) sugere um modelo em que esses solos tenham desempenhado grande importância já durante o holoceno médio na região do sudoeste amazônico, uma vez que os dados pedológicos e arqueológicos demonstram que as

⁵ O termo “terra mulata” será referido daqui em diante como “terra marrom” para evitar o uso de termos étnico-raciais na descrição de cores de solo.

terras marrons e pretas possuem pH menos ácido que os solos naturais da Amazônia e mais propícios para o cultivo de tubérculos, como a mandioca (*Manihot esculenta*). A inter-relação da evidência genética da domesticação dessa planta na região com a presença de solos com sinais de modificações antrópicas relacionadas as camadas de ocupação relacionadas a fase Massangana parece se confirmar, principalmente quando visto à luz dos resultados das análises dos vestígios microbotânicos do sítio arqueológico Teotônio – situado na região do alto rio Madeira, no sudoeste da Amazônia. Neste sítio, fitólitos de *Manihot esculenta* foram encontrados associados a contextos da fase Massangana (datada por volta de 6.400 AP), que ocorre em uma matriz de Terra Preta que, por hora, é a mais antiga identificada na Amazônia (Watling et al., 2018).

Com o maior aporte que as abordagens geoarqueológicas e das ciências do solo tem ganhado nos últimos 20 anos na arqueologia da região amazônica, as problematizações envolvendo solos antrópicos têm alterado significativamente nosso entendimento sobre organização do espaço interno de assentamentos, formação de paisagens e sistemas de assentamento (Arroyo-Kalin et al., 2009; Arroyo-Kalin, 2012; Neves et al., 2003; Rebellato, 2007; Schmidt et al., 2014).

Arroyo-Kalin (2017) enumera os quatro principais, e mais bem aceitos, modelos hipotéticos para a formação de solos de Terra Preta e terra marrom, nos quais ambas seriam geradas por comportamentos de apropriação das paisagens a partir de episódios ocupacionais intensos em grandes adensamentos populacionais. São eles:

1) o *kitchen midden model*, no qual as terras pretas se originariam e expandiriam da decomposição de matéria orgânica, restos alimentícios (vegetal e faunístico), excremento humano, casas abandonadas e restos de lixeiras com detritos (orgânicos e inorgânicos) carbonizados;

2) o *house garden model*, que propõe que os mesmos aditivos orgânicos teriam sido depositados em áreas de descarte e depois remanejados para roças e jardins (*homegardens*) para o cultivo de plantas próximas as áreas de habitação;

3) o *long lived longhouse model* que prevê que as habitações teriam gerado áreas adjacentes de acúmulo de detritos orgânicos, a partir do remanejamento espacial pela limpeza de áreas domésticas e o pisoteamento; o posterior revolvimento do solo pela fauna transformaria esses detritos nos aditivos orgânicos que caracterizam as terras pretas; e finalmente,

4) o *outfield* ou *intensive cultivation model* trata das origens das terras marrons e das terras pretas sem vestígios arqueológicos. Nesses casos pensa-se que estas terras pretas teriam sido antigas áreas utilizadas como roças de corte e queima, e a concentração de matéria orgânica e nutrientes seriam oriundas da queima da vegetação decomposta sobre o solo.



Figura 1: Lixeira moderna no quintal de uma casa em Sawre Muybu. Foto gentilmente cedida por Bruna Rocha.



Figura 2: Perfil de solo de Terra Preta de Índio do sítio arqueológico e aldeia Munduruku Sawre Muybu. Foto gentilmente cedida por Bruna Rocha.

Os grandes sítios arqueológicos de Terra Preta, que outrora foram entendidos como palimpsestos de episódios ocupacionais curtos e utilizados para interpretar a sucessão de conjuntos cerâmicos testemunhos de insucessos adaptativos no passado pré-colonial (Meggers, 1987; 1990), hoje denotam a intensificação de manejo das paisagens, que atestam às intervenções das ocupações indígenas de longa duração sobre o meio, geradores de verdadeiros *capitais paisagísticos* (Arroyo-Kalin, 2019) para as ocupações posteriores na região amazônica (e.g. Balée et al., 2020).

Por serem pervasivas na região amazônica (Clement et al., 2015; Schmidt et al., 2014), ressaltamos o caráter em nos informar acerca das modificações paisagísticas ocorridas nas áreas adjacentes a sua ocorrência. A concentração de espécies de árvores hiperdominantes, em sua grande maioria espécies úteis para as ocupações humanas, também ubíquas na floresta (ver Steege et al., 2013), quando interpretados em conjunto com os dados de Levis et al. (2017), que demonstram que a maior parte das plantas inventariadas encontram-se próximas aos sítios arqueológicos, podem indicar que os

impactos humanos nas paisagens amazônicas foram maiores e mais intensos do que imaginava-se outrora.

As informações tratadas acima parecem dialogar com a estimativa de Balée (2013) sobre a intensidade de antropização da floresta amazônica, onde cerca de 11% da sua área total, com ênfase sobre a extensa área de terra firme, teria sofrido influências do manejo humano das paisagens, que podem remontar à ocupações relacionadas temporalmente a transição Pleistoceno-Holoceno (e.g. Roosevelt et al., 1996).

O sistema agroflorestal, caracterizado por alterações paisagísticas de baixa intensidade, por outro lado, parece ser o sistema de manejo da paisagem mais corroborado por pesquisas recentes em sítios arqueológicos de Terra Preta na região de Belterra, de onde foram recuperados fitólitos de plantas como a abóbora (*Cucurbita* sp.), milho (*Zea mays*) e palmeiras (*Arecaceae*), que atestariam a adoção de estratégias de manejo que englobam cultivos domesticados e árvores manejadas, com o fogo de baixa intensidade em áreas pouco extensas, tendo papel central na abertura de pequenas áreas nas adjacências dos sítios arqueológicos. A estratégia de *polyculture agroforestry* parece ter predominado na região desde o Holoceno médio, cerca de 4.500 AP até o período mais tardio (Maezumi et al., 2018).

No entanto, mudanças diacrônicas nos sistemas de manejo de outras regiões da Amazônia também têm sido documentadas. No sítio arqueológico Teotônio, no alto rio Madeira, por exemplo, foram evidenciadas mudanças no sistema de manejo da paisagem relacionado à ocupação ceramista da tradição Jamari. Nesta tradição é possível observar maior ênfase no manejo do milho em relação às ocupações precedentes e que a sucedem, relacionadas às cerâmicas da tradição Pocó-Açutuba e a subtradição Jatuarana, que davam maior ênfase à utilização de palmeiras e ao cultivo de tubérculos e leguminosas, respectivamente (Watling, Almeida, et al., 2020).

Visões dissonantes sobre o grau de impacto que os povos indígenas tiveram sobre a Amazônia têm sido comuns entre alguns ecólogos e paleoecólogos, principalmente nas áreas de terra firme da porção oeste da Amazônia, que é composta por florestas, savanas e áreas alagadas. McMichael et al. (2012) argumentam que os impactos das

ocupações pré-colombianas sobre a vegetação foram menos intensos nas terras baixas a partir das baixas quantidades de carvões – interpretados como *proxy* de abertura da vegetação – e de fitólitos de espécies sucessionais, que representariam o baixo impacto dos desmatamentos ocorridos na floresta. Esses resultados dialogariam com perspectivas de que apenas as regiões adjacentes aos grandes cursos de água estariam sobre grandes transformações culturais e paisagísticas no período que antecedeu a invasão europeia (Brochado & Lathrap, 1982).

Em resposta ao artigo de McMichael et al. (2012), Stahl (2015) busca repensar como seriam os modos de manejo dos povos indígenas no passado, indicando, a partir de pesquisas arqueológicas, etnográficas, etnobotânicas e ecológicas que talvez esses assemelhavam-se mais a um padrão agroflorestal do que ao padrão de corte e queima – sistema que parece ter ganhado popularidade no período colonial e perdura até as ocupações atuais nas terras baixas (Fausto & Neves, 2018).

Perspectiva diferente de que os impactos das ocupações humanas na Amazonia teriam sido esparsos também provêm da hipótese de que o declínio populacional pós-invasão das Américas teria diminuído as taxas de emissão de CO₂ em decorrência das altas mortalidades pós 1.500, e que geraram mudanças climáticas de curta duração, como a *little ice age*, que ocasionou o resfriamento de porções da Europa (Koch et al., 2019; Nevle et al., 2011).

As abordagens arqueológicas e paleoecológicas têm proporcionado uma série de evidências que mudaram totalmente os paradigmas sobre as ocupações humanas do Holoceno tardio. Se pensadas sob a luz do conceito de inclusão, proposto por Shock & Moraes (2019), as terras pretas nos parecem ser uma verdadeira convergência de longos processos que iniciaram ainda na transição do Pleistoceno-Holoceno. Neste momento, as evidências de alterações paisagísticas, seja pelo manejo de plantas úteis (e.g. Morcote-Ríos et al., 2020; Roosevelt et al., 1996) ou pelo cultivo de plantas domesticadas (e.g. Lombardo et al., 2020), apontam para a intensificação dos sistemas de manejo da Amazônia antiga e para a sobreposição desses processos no espaço ao longo do tempo, que ocasionou o aparecimento de áreas com maior grau de

antropização, como as terras pretas associadas a fase Massangana, no sítio arqueológico Teotônio, região do alto rio Madeira (Arroyo-Kalin, 2012; Watling et al., 2018).

Seguindo esse raciocínio, compreende-se em parte a variabilidade observada nas terras pretas dos sítios arqueológicos amazônicos, uma vez que, bem como os conjuntos artefatuais, a reocupação e sobreposição (dos conjuntos líticos, cerâmicos e dos diferentes sistemas de manejo da paisagem) geraram sítios arqueológicos com configurações espaciais e solos com características heterogêneas. Watling et al. (2020) demonstram muito bem como as mudanças nas estratégias de manejo co-variam com os conjuntos cerâmicos presentes na estratigrafia do sítio arqueológico Teotônio.

Nos parece salutar pensar nesse fenômeno em uma escala espacial e temporal mais ampla, com efeitos persistentes para as ocupações presentes na região, demonstrados pela maior agrobiodiversidade sobre os sítios arqueológicos de Terra Preta. Não soa nada ocasional que a maior aptidão desses solos para o cultivo de plantas nativas e exógenas marca continuidade com a diversidade cultural na estratigrafia das terras pretas (Junqueira et al., 2010; Lins et al., 2015).

Esse modelo, nada inédito, deriva do proposto por Levis et al. (2018) sobre um contínuo de práticas de manejo florestais que se sobrepõem espaço-temporalmente, e que, apesar de seus pormenores e relações com os conjuntos artefatuais ainda necessitarem ser entendidos com maior profundidade, está longe de ser exclusivo das terras baixas amazônicas e se estenderia a todas as florestas localizadas na zona tropical do globo (Wiersum, 1997 citado em Levis et al., 2018).

Portanto, compreender os processos (e.g. manejo de solos e plantas, padrões de descarte) de formação das terras pretas, e as paisagens presentes hoje em dia no seu entorno, é chave no debate sobre os impactos que os povos indígenas tiveram no meio ambiente, e quais são seus legados no presente. Enxergar esses processos demanda aplicar abordagens interdisciplinares e *multi-proxy* que buscam compreender a interação entre processos antrópicos e naturais na construção dos solos e paisagens. Seguindo trabalhos seminais feitos em terras pretas em outras regiões amazônicas

(Arroyo-Kalin, 2014, 2017; Macedo et al., 2017), as abordagens escolhidas serão à paleoecologia e a geoarqueologia.

2 O sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal e seu contexto regional

2.1 O contexto regional do alto rio Tapajós

O rio Tapajós, quinto maior afluente do rio Amazonas e o primeiro afluente da margem direita oriundo do maciço brasileiro, é um rio de águas claras que drena um embasamento cristalino bastante erodido, que o torna pobre em carga sedimentar. Suas águas com tom translucido-esverdeado decorrem do fitoplâncton em suspensão (Morais, 2008; Sioli, 1984). Seu curso pode ser dividido em dois compartimentos, à jusante da cachoeira de São Luiz do Tapajós, em uma extensão de mais de 100 km em linha reta, onde sofre influências diretas das dinâmicas de enchente e vazante do rio Amazonas e forma-se um lago margeado por uma extensa planície aluvial (Irion et al., 2006); e à montante da mesma cachoeira, onde o rio corre mais encaixado ao seu leito, com desnível topográfico marcado no seu eixo longitudinal por cachoeiras e corredeiras – 99 entre São Luiz do Tapajós e a cachoeira de Chacorão, próximo à divisa do estado do Pará com o Mato Grosso – e no eixo transversal, marcado pelo aclave abrupto entre o nível máximo das águas durante o período de enchente e os morros de topo convexo nas suas margens – feições geomorfológicas pertencentes ao domínio dos planaltos dissecados do Tapajós (João et al., 2013).

Ao passar pelo sudoeste do estado do Pará, o rio Tapajós erode formações geológicas do Domínio do Tapajós, que na região de nosso estudo (figura 1), predomina a suíte intrusiva Parauari. Datadas do período pré-cambriano, essas formações são compostas majoritariamente por rochas magmáticas, como granitos e granodioritos (Vasquez & Rosa-Costa, 2008). Sobre essa litologia formam-se Latossolos distróficos vermelhos e amarelos com texturas que variam entre argilosa e cascalhenta (IBGE, 2008b).

O clima da região da bacia do rio Tapajós, segundo a classificação Köppen, é do tipo equatorial úmido (Af), marcado por um período de predominantemente seco, de julho a dezembro, e um período chuvoso, de janeiro a julho (Scoles, 2016), com médias de temperatura de 25° C (Brasil, 2012).

A vegetação da bacia do rio Tapajós pode ser dividida em duas a partir do desnível topográfico da bacia. Em seu baixo curso, abaixo da cidade de Itaituba, predominam as florestas ombrófila densas; acima da cidade de Itaituba e até a transição entre a floresta amazônica e o cerrado, no norte do Mato Grosso, predominam as florestas ombrófilas abertas (Brasil, 2012; IBGE, 2008a; Scoles, 2016). As florestas ombrófilas abertas desenvolvem-se principalmente sobre Latossolos, em ambientes onde os períodos sem precipitação são mais longos (com cerca de 2 meses sem chuva), e possuem uma estrutura florestal composta por palmeiras de pequeno porte e lianas herbáceas (Brasil, 2012; IBGE, 2008a) – plantas que geralmente são indicadoras de distúrbios ou estão relacionadas a estágios de sucessão florestal (Balée, 1989).

2.2 O Contexto arqueológico de Montanha e Mangabal

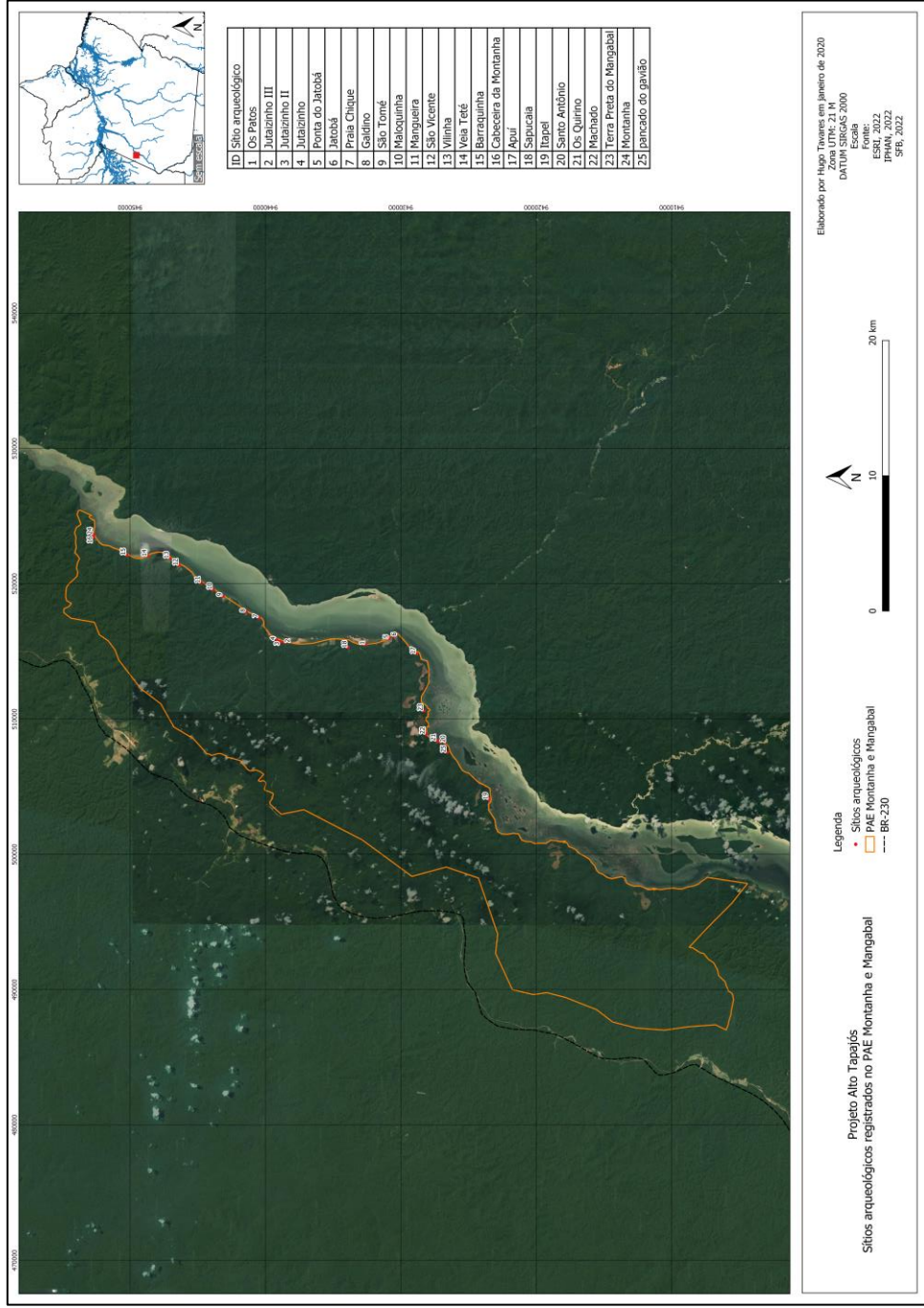
Na bacia do rio Tapajós a presença humana parece remeter a ocupações muito antigas, como sugerem 8 das 13 pontas de flecha encontradas nas terras baixas amazônicas, oriundas de regiões adjacentes à bacia do rio Tapajós (Hilbert, 2008). Apesar das informações contextuais parcas, as semelhanças tecnológicas e morfológicas notadas entre algumas parecem reforçar uma “continuidade cultural” de ocupações muito antigas (Roosevelt et al., 2009).

No entanto, são as ocupações relacionadas temporalmente ao Holoceno tardio no baixo e médio curso do rio Tapajós, compreendidos entre a cachoeira de São Luiz do Tapajós e a cidade de Santarém, as mais bem conhecidas na região. Desde Santarém até a cidade de Itaituba, predominam ocupações relacionadas aos conjuntos cerâmicos da tradição Inciso-Ponteadada, datadas entre os séculos X e XVIII (Meggers & Evans, 1961; Nimuendajú, 1953; Perota, 1979; Quinn, 2004). Estas não se restringem às margens do rio, pois sítios arqueológicos com cerâmicas estilisticamente relacionadas a essa tradição são encontrados em uma variedade de compartimentos ecológicos e topográficos por todo o vale do médio e baixo Tapajós (Almeida et al., 2011; Martins, 2012; Schaan & Lima, 2012; Stenborg et al., 2018).

Em 2010, a prospecção arqueológica executada no interior do Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE) Montanha e Mangabal, território ocupado

tradicionalmente pelos beiradeiros do alto Tapajós desde meados do século XIX (M. G. Torres, 2008), por Honorato de Oliveira et al. (2013) resultou na identificação e registro de 24 sítios arqueológicos na margem esquerda do rio Tapajós (situados, em vários compartimentos topográficos, os maiores concentram-se no alto dos barrancos na margem do rio com cobertura vegetal florestal ou de campo) (Mapa 1). Dos 24 sítios arqueológicos identificados, três deles (Apuí, Itapel e Terra Preta do Mangabal) foram alvo de intervenções arqueológicas (tradagens), mas apenas Terra Preta do Mangabal foi escavado sistematicamente. No presente estudo abordaremos a relação entre os sítios arqueológicos Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré.

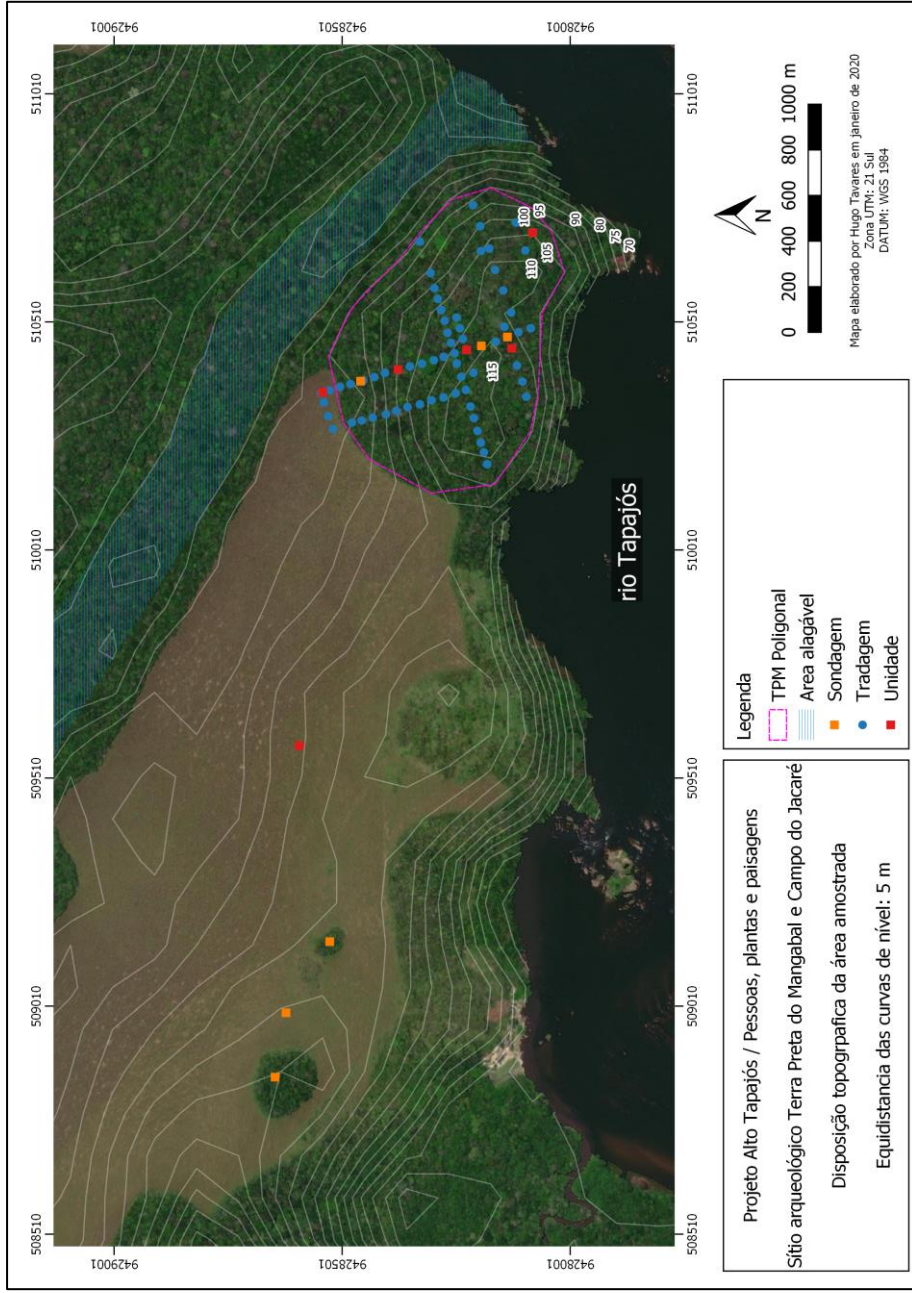
O sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal foi delimitado e escavado nas etapas de campo ocorridas em 2011 e 2014, que consistiram na delimitação do sítio com 72 tradagens e a escavação de quatro unidades de 1m² para a obtenção de amostras arqueológicas que subsidiaram duas dissertações de mestrado e uma tese de doutorado (Honorato de Oliveira, 2015; Rocha, 2012, 2017).



Mapa 1: Sítios arqueológicos levantados no interior do PAE Montanha e Mangabal por (Honorato de Oliveira et al., 2013).

Na etapa de campo de 2011, com os dados iniciais das escavações das tradagens em mãos, foi possível estabelecer áreas com potencial informativo (profundidade do solo antrópico e quantidade de material arqueológico) para abertura de uma unidade de escavação, localizada na área central do sítio arqueológico. A escolha dessa área se deu por não ser próxima dos, até então, prováveis montículos, que apresentam contextos mais complexos (e.g. Machado, 2005; Py-Daniel, 2009), o que tornou mais fácil a compreensão da estratigrafia do sítio (Mapa 2).

Em 2014 a malha de tradagens foi ampliada e a topografia da porção sudoeste do sítio arqueológico foi executada, o que possibilitou testar a observação da etapa de campo anterior da existência de montículos, confirmada pela escavação de duas unidades contíguas. A abertura de uma unidade de escavação, próxima ao limite sudeste do sítio, também objetivou recuperar amostras arqueológicas para observar a representatividade do material escavado nas tradagens e nas unidades da área central e no montículo. Os resultados das análises do material cerâmico e lítico recuperados dessas escavações serão brevemente sumarizados a seguir, mas podem ser encontrados mais detalhadamente em Honorato de Oliveira (2015) e Rocha (2012, 2017).



Mapa 2: Intervenções executadas no sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal.

A dispersão horizontal e vertical da Terra Preta, as análises dos conjuntos cerâmicos e líticos aliados às datações (Tabela 1), permitiram inferir que o sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal foi formado em um único episódio ocupacional, com cerca de 200 anos de duração, que se iniciou por volta de 1.200 AP (Honorato de Oliveira, 2015; Rocha, 2017).

O conjunto cerâmico escavado em Terra Preta do Mangabal foi definido por Rocha (2017) como o Complexo Mangabal, caracterizado pela variabilidade de modos tecnológicos, pouco rígidos enquanto cadeia operatória, não sendo observada covariação entre composição da pasta, morfologia e decoração. A presença de antiplástico mineral (principalmente quartzo) e caixí, e a queima em ambientes oxidantes são as principais características relacionadas à tecnologia de produção cerâmica. As dimensões morfológicas e estilísticas, no entanto, seguem regras mais rígidas – com exceção dos exemplares únicos, onde há maior recorrência de técnicas e motivos decorativos –, predominando as formas irrestritivas e contornos infletidos, com incisões formando losangos e linhas paralelas e convergentes na superfície externa superior dos vasos, e na superfície interna de formas cerâmicas associadas aos assadores (Figura 3).

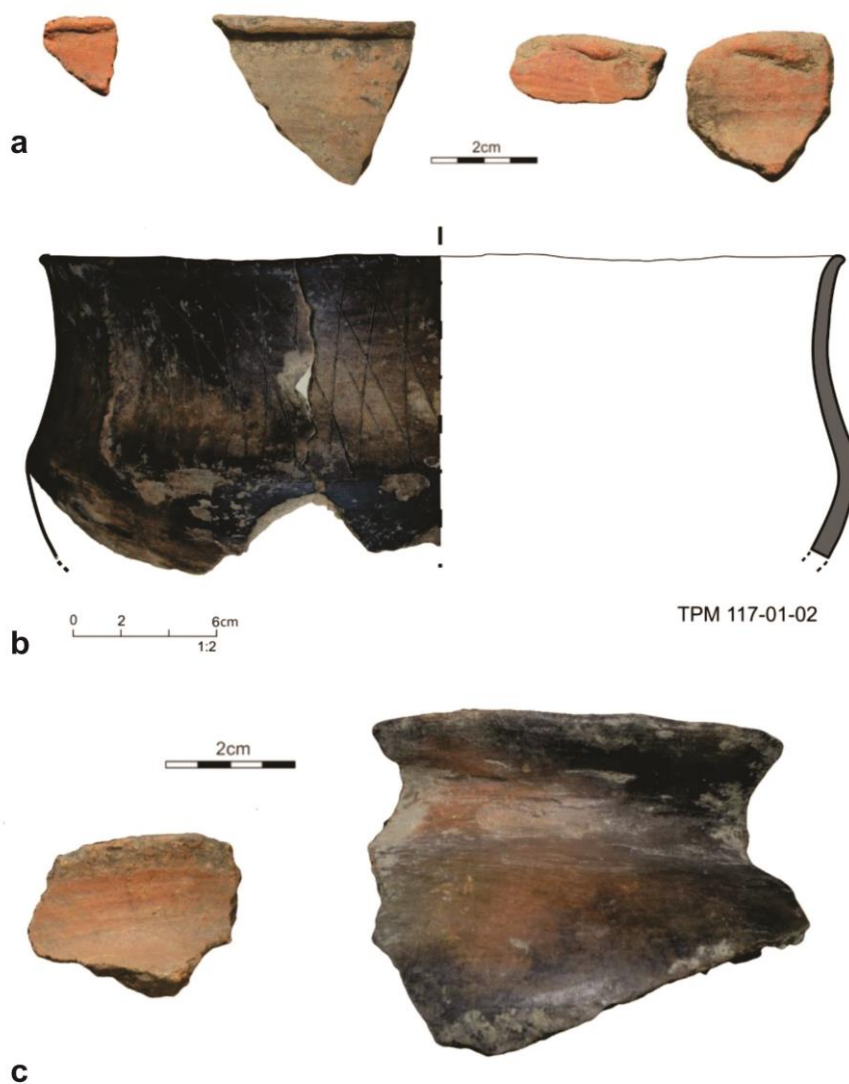


Figura 3: Cerâmicas do Complexo Mangabal: a. lábios com acabamento sobressalente (*overhang*), que consiste em deixar, deliberadamente, sobras de argila na face externa do lábio; b. projeção de forma cerâmica restrita com contorno infletido e decoração incisa com motivos em losango; c. acabamentos de superfície brunido (à esquerda) e polido (à direita). Prancha reproduzida a partir de Rocha (2017).

A persistência tecnológica ao longo dos conjuntos arqueológicos evidenciados na estratigrafia de Terra Preta do Mangabal também é presente no material lítico analisado por Honorato de Oliveira (2015). O aproveitamento das mesmas matérias-primas durante todo o período em que o sítio foi ocupado, principalmente argilitos e arenitos silicificados, que aparentam ter origem local, modificados majoritariamente por lascamento unipolar e bipolar – sugeridos pelo alto número de detritos de lascamento diminutos – parecem sugerir um quadro de persistência na cadeia operatória dos

artefatos fabricados em rocha (Figura 4). Também chama atenção a quantidade de artefatos polidos, produzidos majoritariamente sobre suportes basálticos, que estão presentes no pacote arqueológico de Terra Preta do Mangabal em todas as etapas da cadeia operatória de produção – o que sugere a produção *in situ* destes (Figura 5).

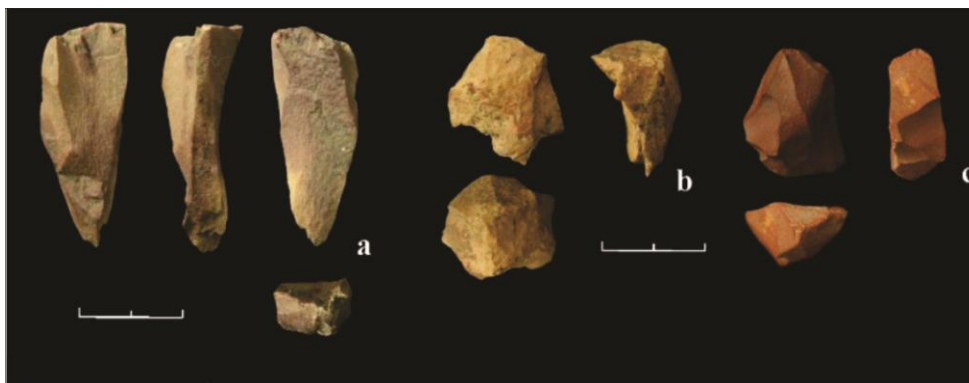


Figura 4: Exemplo de material lítico lascado recorrente na indústria lítica de Terra Preta do Mangabal: a. lasca bipolar; b e c. núcleos bipolares. Adaptado a partir de Honorato de Oliveira (2015).

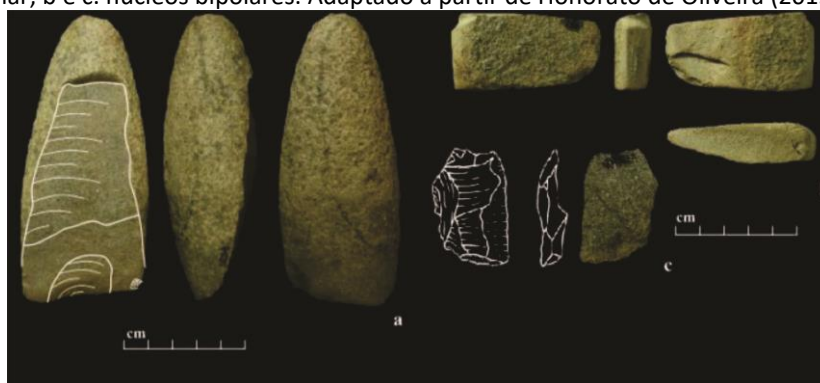


Figura 5: Exemplo de material lítico polido presente na indústria lítica de Terra Preta do Mangabal: a. lâmina de machado adelgada e polida; b. entalhe de fragmento de lâmina de machado; c. lasca de *façonnage*. Adaptado a partir de Honorato de Oliveira (2015).

Tabela 1: Relação de datas ^{14}C obtidas das unidades escavadas na área central (N1074/E1000) e no montículo (N998/E974,5 e N998/E973,5) do sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal. Adaptado a partir de Honorato de Oliveira (2015) e Rocha (2017).

Unidade de escavação	PN	Profundidade (cm)	Natureza do material	C_{14} (AP)	C_{14} cal.	Código do laboratório	Observação
N998/E974,5	TPM-528	55	Carvão lenhoso	1151±29		OxA-33125	Camada V
N998/E973,5	TPM-1102	85	Carvão lenhoso	1193±26	768 AD	UBA-29069	Entre as camadas IV – V
N998/E973,5	TPM-1045	74	Carvão lenhoso	1199±26	767 AD	UBA-29068	Entre as camadas IV – V
N998/E174.5	TPM-513	30-40	Carvão lenhoso	1200±30	890 AD	Beta-432570	Encontrado na camada IV
N998/E974,5	TPM-572.6	120-130	Carvão lenhoso	1243±30		OxA-34134	Associado a Feição F1
N998/E974,5	TPM-607	135	Carvão lenhoso	1251±28		OxA-34133	Camada III
N998/E974,5	TPM-510	20-30	Semente de palmeira carbonizada	1265±28		OxA-34135	Entre as camadas V – VI
N1074/E1000 (U1)	TPM-114	35	Carvão lenhoso	1270±30	770 AD	Beta-400865	Camada III

Regionalmente as cerâmicas do Complexo Mangabal parecem dialogar com os contextos estudados por (Moraes, 2013) no médio rio Madeira, onde a cerâmica Axinim – associada outrora à tradição Inciso-Ponteadada, e reclassificada por (Moraes, 2013) como pertencente à tradição Borda Incisa – parece manter uma similaridade estilística (Figura 6). A discussão feita por Rocha (2017) a respeito das semelhanças estilísticas entre essas cerâmicas relaciona ambas a uma gênese comum com povos falantes de línguas do tronco Tupi (Rocha, 2017). Curiosamente, cerâmicas associadas à tradição Inciso-Ponteadada, como as cerâmicas da fase Santarém, que possuem vasta dispersão espacial no baixo e médio Tapajós (Martins, 2012; Rocha, 2017; Schaan & Lima, 2012) não apresentam correlatos nas regiões das corredeiras do alto Tapajós, descontinuidade observada também nas indústrias líticas das regiões à jusante e montante do trecho encachoeirado do Tapajós, o que levou a proposição de uma fronteira de interação linguística e cultural na região que operou por volta do ano 1.000 AP.



Figura 6: Cerâmicas diagnósticas do Complexo Mangabal (à esquerda) e cerâmicas Axinim oriundas do sítio arqueológico Vila Gomes (à direita). Pranchas reproduzidas a partir de Rocha (2017) e Moraes (2013).

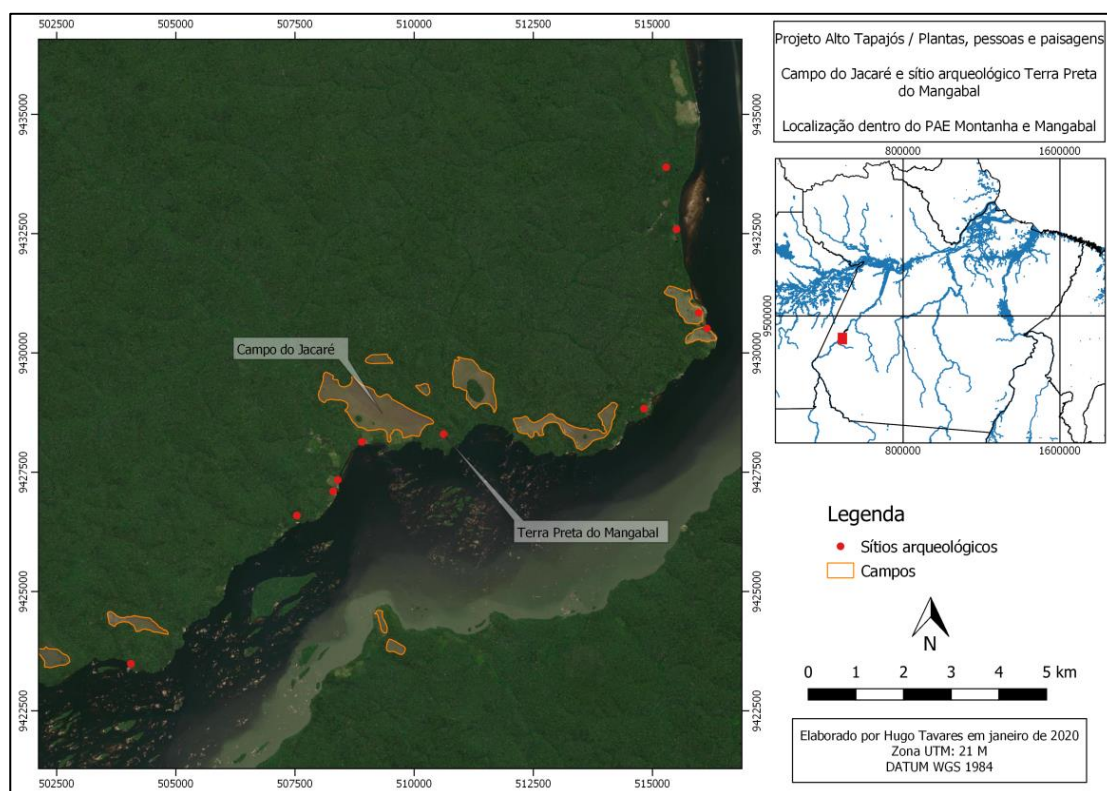
Chama atenção como a ocupação relacionada ao Complexo Mangabal não apresenta mais sinais após a ocupação de Terra Preta do Mangabal, diferente dos seus correlatos estilísticos mais próximos, os povos responsáveis pelas ocupações da cerâmica Axinim parecem ter passado por uma dinâmica conflituosa com povos que utilizavam e/ou fabricavam a cerâmica Guarita e por estes foram substituídos na região do médio e baixo rio Madeira (Moraes, 2013; Moraes & Neves, 2012). Os motivos para as lacunas no registro arqueológico na região do alto rio Tapajós, no entanto, só poderão ser averiguados a partir do levantamento de mais sítios arqueológicos na região do alto rio Tapajós e da continuidade de pesquisas que contemplem também outras linhas de evidências arqueológicas.

2.3 A paisagem de Terra Preta do Mangabal e a formulação do problema de pesquisa

Os campos presentes na região do PAE Montanha e Mangabal conformam paisagens marcantes no alto Tapajós, os beiradeiros, ocupantes históricos desse território, os chamam de “campos de natureza”, apesar de suas origens evolutivas permanecerem desconhecidas até o momento (Torres, 2008). Em termos geológicos, geomorfológicos e pedológicos esses campos diferem bastante das “campinaranas” formadas sobre Espodossolos, em substratos de areia brancas que se formam ou pela lixiviação dos nutrientes nesses solos, o que os torna extremamente ácidos e pobres, ou

pela inundação do substrato pelo lençol freático em períodos de maior precipitação, o que também contribui para a lixiviação dos nutrientes e da matéria orgânica (Adeney et al., 2016; Buso Junior et al., 2019).

Em Montanha e Mangabal, no entanto, os campos de vegetação aberta estão inseridos em uma configuração geomorfológica diferente – sobre um morro com topo convexo, cerca de 60 m acima do nível máximo atingido pelas águas nos períodos de cheia do rio Tapajós, sobre Latossolos com textura que varia entre argila e silte. O Campo do Jacaré, especificamente, possui 143 ha de área, no entanto o tamanho dos campos da área varia em tamanho e forma (Mapa 3).



Mapa 3: Detalhe dos campos (marcados em laranja) na região de Montanha e Mangabal e a situação espacial com o sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal.

Anteriormente, observamos uma correlação entre a vegetação de floresta e a ocorrência de Terra Preta e material arqueológico na área de Terra Preta do Mangabal. No entanto isso não se repete na área do Campo do Jacaré, onde algumas poucas lascas produzidas em argilito e quartzo foram encontradas em superfície, o que levou o seu

registro como uma ocorrência arqueológica (Honorato de Oliveira, 2015; Honorato de Oliveira et al., 2013; Rocha, 2012, 2017). As perguntas deste projeto relacionam-se à origem (antrópica ou natural) da feição vegetal existente sobre o sítio arqueológico Campo do Jacaré, adjacente ao sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal.

Exemplos da bibliografia demonstram que as ocupações humanas foram fundamentais para a alteração da estrutura da biota da floresta, e, quando vistas em profundidade cronológica, tornaram a floresta um verdadeiro exemplo da construção humana (Balée, 2009; Erickson, 2008). Exemplos etnográficos e etnoarqueológicos também atestam esses postulados e demonstram que a ocupação humana é imprescindível para a manutenção da diversidade no ambiente amazônico (Balée, 1989, 1994; Balée et al., 2020; Politis, 1996).

As duas hipóteses com quais trabalharemos são:

a) O Campo do Jacaré representa a feição vegetal original da região, que por motivos ambientais particulares da área (e.g. propriedades físico-químicas do solo) se mantém como uma feição reliquiar apesar do desenvolvimento da vegetação florestal nos seus arredores – nesse cenário, a ocupação humana de Terra Preta do Mangabal pode estar relacionada ao processo de antropização dos ambientes;

Ou

b) A formação do Campo do Jacaré está relacionada à ocupação de Terra Preta do Mangabal – o uso intenso da área pelos habitantes do sítio (e.g. para práticas agrícolas) exauriu os nutrientes do solo e criou condições que impossibilitam o desenvolvimento da vegetação florestal. A permanência do campo se daria em parte pela tradição anual de pôr fogo na área pelos beiradeiros para facilitar a captura de quelônios (Josué Lobato Cirino, comunicação pessoal, agosto de 2019).

Para abordar essas hipóteses, nossa pesquisa buscará aplicar métodos comuns às abordagens geoarqueológica e paleoecológica – especificamente, micromorfologia, geoquímica e granulometria de solos, associadas a análises de fitólitos e isótopos de carbono – para compreender o processo de formação da Terra Preta e da vegetação

atual sobre os sítios arqueológicos Terra Preta do Mangabal e do Campo do Jacaré. No seio da discussão feita anteriormente (Capítulo 1) acerca das modificações paisagísticas pelos povos indígenas nas terras baixas amazônicas no Holoceno tardio, compreender como as interações entre pessoas e paisagens ocorreram no alto rio Tapajós, uma das principais conexões entre o vale amazônico e o planalto central brasileiro, nos ajudará a compor o cenário dessas transformações em comparação às pesquisas arqueológicas desenvolvidas nas demais regiões da bacia (e.g. Iriarte et al., 2020; Maezumi et al., 2018; McMichael et al., 2012; Watling et al., 2017).

2.4 Escolha de métodos e bases conceituais

Para que se extraia o máximo de informações que nos ajudarão a testar as hipóteses apresentadas anteriormente, é imprescindível que seja feito o uso métodos e técnicas das disciplinas que por excelência estudam as transformações paisagísticas e suas relações com os seres humanos: as ciências da terra e o *corpus* teórico da arqueologia – a base da abordagem cunhada como geoarqueologia (Butzer, 1982). Dessa forma, poderemos compreender melhor como os solos podem refletir os sinais das ocupações humanas do passado, buscando diferenciar os impactos de origem antrópica das alterações ocorridas em decorrência dos processos pedogenéticos naturais (ou geogênicos) (Holliday, 2004).

Holliday (2004, p. 290) pontua que modificações antrópicas sobre os solos devem ser identificadas e delimitadas, i.e., suas características devem ser pormenorizadamente descritas e seus limites espaciais devem ser reconhecidos, para que seu potencial interpretativo seja relevante. Entretanto, faz a ressalva de que a intensidade em que essas modificações ocorreram no passado determinará a possibilidade de detecção no registro arqueológico.

As alterações físicas e químicas nos solos e sedimentos dos sítios arqueológicos podem ser descritas a partir dos mecanismos de formação do contexto arqueológico. (Butzer, 1982, p. 78) encadeia os processos de formação do contexto arqueológico em basicamente dois momentos: a introdução (ou deposição) do material arqueológico no

sítio arqueológico e a decomposição desse material e sua posterior entrada no registro arqueosedimentar.

Goldberg & Macphail (2006, p. 27) trazem duas definições que nos parecem bastante interessantes. A primeira estabelece que todos os depósitos sedimentares compostos por material pelítico “com conexões culturais” (que tiveram suas características químicas e físicas parcial ou totalmente modificadas pela ação humana) são sedimentos arqueológicos, argumentando que estes, assim como todo e qualquer depósito sedimentar, estão sob as dinâmicas de erosão, transporte e deposição. A segunda trata dos depósitos arqueológicos, acumulados a partir de dinâmicas sedimentares e comportamentais das ocupações humanas, que envolvem descarte e movimentação de material (arqueológico e clástico). Vale ressaltar que os depósitos arqueológicos acumulam-se a partir das dinâmicas sedimentares e podem ser depositados em sedimentos arqueológicos e, a profunda alteração desses depósitos/sedimentos por processos pedogenéticos resulta na formação de solos, como as terras pretas (Goldberg & Macphail, 2006, p. 46).

Essa distinção de conceitos nos parece bastante útil, pois possibilitará uma caracterização menos subjetiva do nosso objeto de estudo, as terras pretas (e demais solos antrópicos), permitindo ao final da nossa discussão uma síntese entre os dados e observações empíricas advindos da aplicação de métodos e técnicas das geociências, como a micromorfologia de solos e a geoquímica, e sua posterior inserção em debates mais amplos concernentes à própria Terra Preta e à arqueologia amazônica.

Na arqueologia amazônica abordagens geoarqueológicas sobre sítios de matriz de Terra Preta têm permitido reconhecer com maior profundidade como processos pedogenéticos alteram os *inputs* humanos sobre os solos, e como esses são fundamentais para a recalcitrância da expansão das terras pretas sobre os solos naturais (Macedo et al., 2017). Estes trabalhos disponibilizaram evidências empíricas que demonstram como o material mineral e orgânico observado em lâminas de micromorfologia marca continuidade com as altas taxas de nutrientes, embasando os modelos de formação e espessamento desses solos (Arroyo-Kalin, 2008). Também tem

permitido entender processos de construção de estruturas de terra em sítios sem Terra Preta, como os montículos do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre, localizado no estado do Acre, onde foi possível observar a seleção de solos argilosos e com muito óxido de ferro para a construção da base do montículo, que provavelmente conferiu maior resistência às estruturas construídas (Silva, 2019).

O estudo das alterações vegetacionais ocorridas ao longo de todo Holoceno na Amazônia através da análise de fitólitos tem permitido o reconhecimento das influências que os humanos têm exercido sobre a formação das florestas tropicais (Calegari, Madella, et al., 2017; Iriarte et al., 2020; Watling et al., 2017). Inventários que buscam testar a representatividade do registro paleoecológico em estratigrafia em relação à vegetação sobrejacente (Dickau et al., 2013; Watling et al., 2020; Watling et al., 2016), têm demonstrado que as análises de fitólitos conferem, de fato, segurança às inferências feitas, principalmente quando empregado em conjunção com outras técnicas, como isótopos de carbono e análise do registro polínico (Bremond et al., 2008; Calegari et al., 2017; Pessenda et al., 2005).

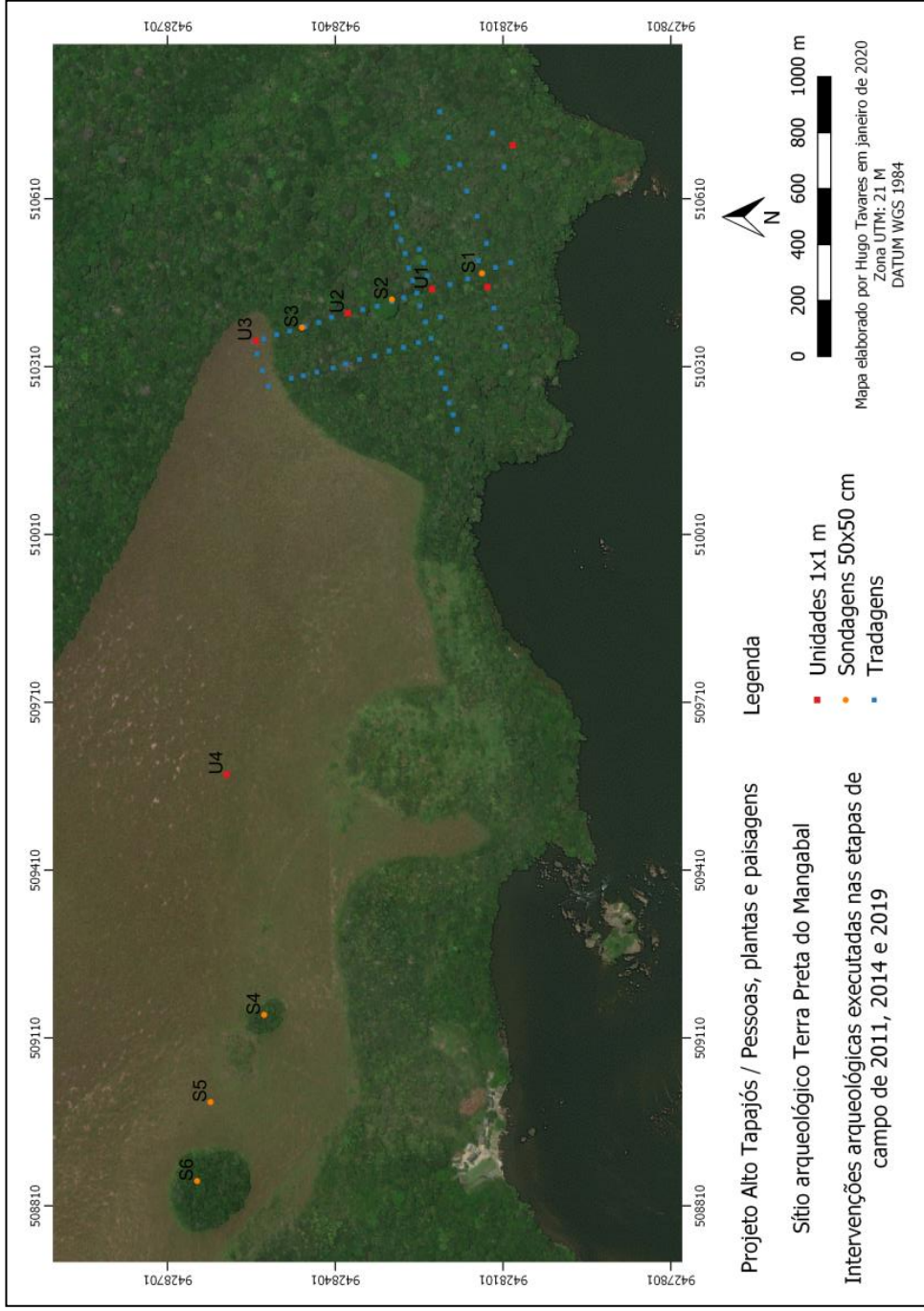
O emprego das análises de isótopos de carbono, que consiste na mensuração da relação $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ presente na matéria orgânica do solo adicionado a partir do processo de fototranspiração das plantas – que ao consumirem e digerirem o CO_2 presente na atmosfera, alteraram a estrutura do seu sistema digestivo, tornando a assinatura química das diferentes vegetações, campos e florestas, distintas. Dessa forma, plantas com o sistema digestivo C_4 (principalmente gramíneas das subfamílias Panicoideae e Chloridoideae), mais bem adaptadas a ambientes mais quentes e secos, tendem a ter o conteúdo de $\delta^{13}\text{C}$ maior do que as plantas com sistema digestivo C_3 (árvores, arbustos, palmeiras, etc.) (Gibson, 2009).

3 Métodos

3.1 Métodos de campo

3.1.1 Coleta de amostras para análise de micromorfologia de solos, geoquímica, fitólitos e isótopos de estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$)

Durante uma etapa de campo realizada em agosto de 2019 objetivamos obter amostras para análises de granulometria, geoquímica, micromorfologia de solos, fitólitos, isótopos de carbono e datação que nos ajudariam a testar as hipóteses apresentadas anteriormente. Utilizando o *grid* estabelecido em escavações prévias, estabelecemos pontos de coleta dentro do Campo do Jacaré e de Terra Preta do Mangabal que pudessem ser representativas do gradiente fito-pedológico entre as duas áreas (Mapa 4).



Mapa 4: Mapa com a localização das intervenções arqueológicas realizadas em agosto de 2019 (todas as unidades e sondagens), e a localização das tradagens realizadas nas três etapas de campo anteriores.

Ao todo, escavamos quatro unidades de escavação de 1 m² até 1,30 m de profundidade, nas quais um protocolo de coleta de amostras para todas as técnicas de análises descritas anteriormente foi aplicado: duas (U1 e U2) dentro do sítio arqueológico, que representam um contraste de Terra Preta mais escura (U1) e mais clara (U2), uma (U3) em uma área de campo sem Terra Preta adjacente ao sítio, e outra (U4) em um ponto no meio do Campo do Jacaré. Seis sondagens adicionais de 50x50 cm, escavadas até 50 cm de profundidade, foram escavadas para fazermos análises geoquímicas exclusivamente. Coletamos, ao todo, 16 blocos de micromorfologia, 66 amostras de 100 g de solo para extração de fitólitos, e outras 66 amostras de solo de 400 g que foram subamostradas para análises de geoquímica⁶, granulometria e isótopos estáveis de carbono, além de 5 amostras para datação por OSL. Dessas amostras, só algumas foram escolhidas para análise nesta pesquisa (Item 5.1).

As amostras coletadas para as análises de fitólitos, geoquímica e granulometria foram coletadas a partir de colunas de sedimentos feitos nos perfis escavados, obedecendo a níveis artificiais de 5 em 5 cm ou 10 em 10 cm – determinados a partir do refinamento que objetivamos obter das camadas amostradas. As amostras de micromorfologia foram feitas com caixas confeccionadas em papelão medindo 10 cm x 6 cm x 5 cm, estas objetivaram caracterizar as camadas e seus contatos.

3.1.2 Escavação arqueológica

A metodologia de escavação seguiu a que já vinha sendo aplicada nas etapas de campo anteriores, adaptada do Projeto Amazônia Central (Neves, 2013) e de outras pesquisas que aprimoraram a aplicação dos métodos e técnicas arqueológicas em diferentes regiões e contextos amazônicos (Moraes, 2007, 2013; Rocha, 2017; Tamanaha, 2012), escavando as unidades em níveis artificiais de 10 em 10 cm, peneirando todo o solo escavado⁷ e atribuindo números de proveniência (PN) que identificam a origem horizontal (unidade em que a amostra foi escavada) e vertical (nível

⁶ Ao todo, incluindo as sondagens de 50 x 50 cm, foram coletadas 109 amostras de solo para análise geoquímica, no entanto, na presente pesquisa, trataremos somente do material escavado nas unidades de 1 x 1 m.

⁷ A exceção se deu pela unidade de escavação U1, escavada em julho de 2011 e reaberta na etapa de campo de agosto de 2019 (Item 4.1.1).

de escavação) para cada tipo de vestígio arqueológico (cerâmica, lítico, material arqueobotânico...). Ao final das escavações, são coletadas amostras que porventura tenham ficado nos perfis, e os perfis com informações mais relevantes são desenhados e as suas camadas são descritas em relação às suas características físicas (cor, textura e compactação) e a sua composição (presença ou ausência de vestígios arqueológicos, bioturbações), buscando-se interpretar o processo de formação do pacote arqueológico.

As descrições das unidades de escavação, o contexto espacial onde elas foram executadas e o contexto estratigráfico delas serão apresentados no Capítulo 4.

3.2 Métodos de laboratório

3.2.1 Micromorfologia

A micromorfologia de solos é um método advindo da pedologia que visa descrever perfis de solo a partir da observação no microscópio petrográfico de lâminas delgadas produzidas de blocos intactos. Ela integra a micropedologia, disciplina fundada a partir da publicação da obra *Micropedology* de 1938 do pedólogo austríaco Walter Kubiena (Castro & Cooper, 2019). O uso da micromorfologia de solos aplicada a questões arqueológicas remete ainda a seus primeiros esforços para se solidificar como um dos principais métodos das geociências, com publicações fazendo o seu uso desde a década de 1960 (Goldberg & Macphail, 2006).

A utilização da micromorfologia para o estudo de solos profundamente alterados por processos pedogenéticos torna eficaz a identificação e delimitação de unidades estratigráficas em solos pouco estratificados. No caso das terras pretas, a micromorfologia é uma excelente ferramenta para qualificar e quantificar as contribuições e alterações antrópicas sobre esses solos, bem como entender quais e como os processos biológicos e pedogenéticos os alteraram após a interrupção da ocupação humana (Arroyo-Kalin, 2017; Macedo et al., 2017).

Arroyo-Kalin (2014) descreve como, a partir do uso da micromorfologia, foi possível compreender o caráter recalcitrante das terras pretas, com os materiais

orgânicos (e.g. ossos e restos botânicos) tendo papel fundamental para o aporte de nutrientes nesses solos, e os próprios vestígios arqueológicos (e.g. micro fragmentos cerâmicos, argila queimada) no aumento da suscetibilidade magnética desses, criando um gradiente em termos pedológicos e arqueológicos entre as terras pretas, terras marrons e os solos naturais adjacentes. O método permitiu compreender os diferentes processos de formação desses horizontes de solo, permitindo a quantificação das feições orgânicas e minerais que o compõem e a identificação de seus respectivos correspondentes em termos atômicos (elemento químicos), tendo a ação humana papel central na adição dos dois primeiros, conjugada aos processos pedogenéticos (bioturbação e iluviação) que alteram e propiciam a manutenção desses solos no espaço e no tempo.

3.2.1.1 Métodos de laboratório

3.2.1.1.1 Fabricação de blocos

Transformar blocos de solo (material friável) coletados em campo em blocos impregnados com resina (material sólido) requer grande cuidado para manter todas as características físicas do bloco de solo intactas. Dessa forma, torna-se essencial a utilização de protocolos para tentar manter a fidedignidade das amostras, e, em nosso trabalho, optamos pelo protocolo sugerido por Castro & Cooper (2019) para a confecção de blocos de micromorfologia de solos tropicais, utilizado no Laboratório de Microarqueologia do MAE/USP.

Os blocos de solo, antes de serem impregnados, passam por duas etapas de secagem: a primeira ocorre ao ar livre e dura o tempo necessário para a eliminação de fungos e mofo – indicadores de umidade – surgidos durante o transporte entre o campo e o laboratório, dessa forma, evitando que as amostras de solo sejam expostas diretamente a uma temperatura alta e constante para que a matéria orgânica e as argilas constituintes do bloco de solo não se expandam a ponto de que surjam rachaduras (artefatos), ou mesmo de quebra da amostra; a segunda etapa de secagem ocorre na estufa a uma temperatura de 40° C durante duas semanas até que os blocos sequem completamente para que se inicie o processo de impregnação.

A impregnação é feita com uma solução elaborada a partir da mistura de resina de poliéster, monômero de estireno e catalisador de resina poliéster, na proporção de ½ parte de resina, ½ parte de monômero e 1 ml de catalisador.

A impregnação segue o protocolo adotado pelo Laboratório de Microarqueologia e é dividida em três etapas: a primeira consiste em encher um recipiente, com o bloco de solo em seu interior, com a mistura até que ela atinja cerca de 2 cm de altura do bloco, segue-se de 15 minutos na estufa a vácuo sob pressão de 220 mm.Hg (milímetros de mercúrio) em temperatura ambiente; na segunda etapa verifica-se até onde a resina penetrou no bloco e adiciona-se mistura no recipiente até que ela atinja o nível de resina penetrada no bloco, a amostra deve ir para a estufa a vácuo novamente sob as mesmas configurações; na terceira e última etapa do processo, a mistura é vertida no recipiente para que recubra todo o bloco, que deve ficar por 1 hora na estufa a vácuo.

O bloco deve catalisar completamente em cerca de duas semanas após o término do processo de impregnação. Após a impregnação o bloco deve ser cortado e polido até que atinja a espessura de 30 µm para então ser montado em uma lâmina.

Durante todo esse processo é fundamental o cuidado para que todas as informações relativas ao contexto de coleta do bloco (proveniência e orientação) sejam guardadas para que não se perca o potencial informativo da amostra (Villagrán, 2009).

3.2.1.2 Microscopia, identificação

A descrição de lâminas de solo em micromorfologia utiliza equipamentos e conceitos bastante similares aos da petrologia tradicional no que concerne identificação, descrição e quantificação de feições, apesar disso, o objetivo da micromorfologia de solos é observar feições (agregados de argila, vestígios de iluviação dos agregados) nas lâminas de solo que possam indicar processos que elucidem a formação dos solos e permitam a sua classificação (Bullock et al., 1985).

A utilização de microscópio petrográfico com luz plana polarizada (PPL), luz polarizada cruzada (XPL), e luz oblíqua incidente (OIL) sob magnificações que variam de x1 (em escala natural), x25, x40, x100, x200, x400 deve ser feita de forma contínua,

identificando feições e minerais que podem ser observadas a olho nu, até a descrição e quantificação dessas em magnificações mais altas (Goldberg & Macphail, 2006).

(Bullock et al., 1985, p. 14) apresentam duas formas de se descrever uma lâmina de micromorfologia de solos a partir de observações que contemplem escalas de aproximação: iniciando a descrição a partir da observação minuciosa das microestruturas presentes na lâmina relacionando-as com as informações empíricas de campo (textura do solo, bioturbações, relações com os horizontes sub e subjacentes); ou, de forma inversa, iniciando a descrição a partir da macroescala, descrevendo as principais características observadas no horizonte de proveniência do bloco de solo, os agregados e minerais observados a olho nu na lâmina de solo, e assim por diante até que se chegue às microestruturas observáveis somente em magnificações altas. Neste trabalho, será utilizado o guia de (Stoops, 2003) para descrição micromorfológica e o manual de (Macphail et al., 1990) para sedimentos arqueológicos. A análise micromorfológica foi feita com microscópio petrográfico Leica 2700P, com *software* de captura de imagens LAS, seguindo ficha de descrição padrão utilizada no Laboratório de Microarqueologia do MAE/USP.

3.2.2 Fitólitos

Fitólitos são corpos de sílica opalina que ocorrem em diversas partes anatômicas das plantas (raízes, galhos, folhas, frutos), e são formados pela entrada de água subterrânea no sistema vascular e deposição de ácido monossilícico na epiderme e outras células das plantas. A produção e o grau de desenvolvimento desses corpos dependem e variam de acordo com as condições climáticas, disponibilidade de água no solo e afinidade genética das plantas (Lorente et al., 2015). Eles tendem a reproduzir as formas das células em que foram depositadas nas plantas, e podem ser usados para identificar diferentes *taxa* em nível de gênero, família e espécie (Pearsall, 1989; Piperno, 2006).

A utilização de fitólitos para a compreensão da dinâmica entre as ocupações humanas e as plantas é uma ótima solução para contextos em que não ocorre a preservação de vestígios macrobotânicos. Nas Américas, data de meados do século

passado os primeiros esforços de pesquisa com fitólitos em arqueologia, primeiramente com o intuito de estudar plantas cultivadas no Peru e Equador (Pearsall, 1989).

Nos últimos anos, também vem ganhando força, principalmente nas terras baixas, o uso dos fitólitos nos estudos relacionados à interação humano-ambiente, que tem gerado debates bastante profícuos para o entendimento da história de ocupação da região amazônica durante todo o holoceno (Maezumi et al., 2018; McMichael et al., 2012; Watling et al., 2017).

Em Terra Preta do Mangabal nosso maior interesse é avaliar a porcentagem de fitólitos de gramíneas (família Poaceae), dominantes na vegetação de campo *versus* a porcentagem de fitólitos de espécies arbóreas e palmeiras (particularmente *Attalea* sp.), que dominam a vegetação florestal acima do sítio arqueológico. A avaliação das amostras analisadas foi balizada pelas datas OSL que se situam próximo a ca. 1 CE em diante, para capturar a vegetação durante os períodos pré, durante e pós-ocupação do sítio arqueológico. O refinamento obtido pela análise de fitólitos para diferenciar dinâmicas de alterações vegetacionais entre savana e floresta tem sido demonstrado em vários estudos em diferentes regiões do mundo (Fredlund & Tieszen, 1997; Twiss, 1992), e se tornam muito eficazes quando combinados com estudos de isótopos estáveis de carbono (Calegari et al., 2017; Dickau et al., 2013).

Compreender como a ocupação humana afetou a paisagem no entorno do sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal a partir dos fitólitos nos permitiu compor um cenário completo da relação entre humanos, paisagem e ambiente, inserindo a região do alto Tapajós, que possui um dos maiores vazios científicos das terras baixas, na discussão sobre quais os impactos que os povos indígenas tiveram sobre a floresta amazônica no período que precedeu a invasão européia.

3.2.2.1 Métodos de laboratório

3.2.2.1.1 Extração de fitólitos de solos

A extração de fitólitos de amostras de solo para montagem em lâminas seguirá o protocolo descrito por Piperno (2006), dividido em dez etapas que podem ser adaptadas às nossas necessidades. Adaptações desse protocolo para processar amostras de

fitólitos provenientes de sítios arqueológicos de Terra Preta podem ser vistas em Lombardo et al. (2016), Watling et al. (2020), Watling et al. (2018).

Os fitólitos são extraídos de amostras de 15 g separadas em tubos de ensaio. O passo inicial é a defloculação e remoção inicial das argilas, feito pela adição de 45 ml de uma solução de 5% de hexametáfosfato de sódio (NaPO_3), a remoção delas se dá pela centrifugação das amostras a 1500 rpm por 3 minutos.

A remoção de carbonatos ocorre pelo ataque químico com ácido clorídrico (HCl 10%), bem como a matéria orgânica, abundante em solos como as terras pretas, é removida pelo ataque químico com peróxido de hidrogênio (H_2O_2 , 30%). Ambas as etapas são intercaladas por sessões de banho de ultrassom em água pré-aquecida a 60° – o calor, a pressão das ondas de ultrassom e das microbolhas formadas no sobrenadante dos tubos de ensaio permite a dispersão e quebra de microagregados de argila e material orgânico, otimizando a separação dos fitólitos (Lombardo et al., 2016).

Para a separação dos fitólitos de outros minerais, adiciona-se 15 ml de politungstato de sódio (SPT), um líquido pesado fabricado a uma densidade de 2,3 g/cm^3 , seguido por uma etapa de centrifugação a 3.000 rpm por 10 minutos. Os fitólitos, que flutuarão no topo do tubo de ensaio, devem ser removidos com o auxílio de uma pipeta e transferidos para um novo tubo. Repete-se a centrifugação para que mais fitólitos sejam recuperados da amostra. Os fitólitos recuperados das amostras são lavados duas vezes com água, secados com Acetona, e montados em lâminas com Entellan® e lamínulas.

3.2.2.1.2 Microscopia, quantificação e identificação

A identificação, contagem e descrição dos fitólitos serão feitos com o auxílio de microscópio de luz transmitida, e a contagem de fitólitos seguirá a proposta por Piperno (2006), de 200 fitólitos por lâmina, para a elaboração de diagramas de proporção relativa para as reconstituições paleoambientais.

Esses dados serão descritos de forma sumarizada de acordo com os manuais e com o código internacional da nomenclatura de fitólitos (Neumann et al., 2019; Pearsall, 1989; Piperno, 2006).

3.3 Demais análises contempladas

Com o objetivo de compreender melhor as variações cronoestratigráficas e fitopedológicas entre o Campo do Jacaré e Terra Preta do Mangabal, uma série de outros métodos serão empregados de forma secundária para compreender como processos ecológicos não controlados e ações humanas agem sobre as paisagens. Esses métodos complementaram os resultados que obtivemos através das análises de micromorfologia de solos e de fitólitos. Segue uma breve descrição deles.

3.3.1 Granulometria

Como explicado por Suguio (1973), a granulometria – técnica de análise física do solo que visa quantificar a proporção de cada classe de fração mineral através da mensuração individual destes em uma amostra de solo (Teixeira et al., 2017, p. 95)-- tem como seu principal objetivo descrever as características físicas (no caso, a textura) de um solo de maneira menos subjetiva possível. A representação da caracterização física de diferentes classes granulométricas através de diagramas, tabelas e gráficos de amostras de solos coletadas em áreas específicas podem nos dizer sobre a gênese e os processos de transporte dos solos e sedimentos estudados. Sanaiotti et al. (2002), por exemplo, demonstram que mudanças vegetacionais induzidas pelos seres humanos geram mudanças no gradiente textural dos solos estudados sob savanas de diversas regiões amazônicas.

Em nosso caso, nossa caracterização objetivou comparar os solos do Campo do Jacaré e de Terra Preta do Mangabal para tentar identificar se há alguma diferença física ocorrendo entre esses que proporcione condições edáficas (e.g. hidromorfismo) que impossibilita o crescimento de vegetação exuberante sobre um e permita sobre o outro.

A análise granulométrica foi executada no Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências da USP, sob os auspícios do professor Paulo Giannini, com uma

Malvern Mastersizer 2000[®], equipamento que mede o diâmetro das partículas de solo através de um feixe de luz infravermelha.

3.3.2 Análises geoquímicas

As alterações humanas sobre os solos podem ser de ordem física – na maior parte das vezes observadas a olho nu em campo, como construção de montículos, escavação de valas e estradas –, e químicas, que só podem ser detectadas apenas a nível atômico, como o enriquecimento de nutrientes no solo pela decomposição do refugo das ocupações humanas. O princípio das análises geoquímicas na arqueologia é que todo material descartado (orgânico e mineral) sobre os sítios arqueológicos deixará uma assinatura química diferente após a sua decomposição, e o maior aporte de alguns elementos químicos em determinadas áreas podem ser indicadores de atividades específicas – assim, a identificação de atividades humanas no passado depende, primeiramente, da intensidade em que elas ocorreram (Holliday, 2004)

Para as terras pretas, a síntese de Woods (2003) é um trabalho seminal que elencou quais elementos químicos podem estar relacionados ao comportamento de descarte e decomposição de determinados materiais, que nos ajudam a inferir os processos de formação desses solos. Os elementos mais comuns nos solos dos sítios arqueológicos relacionados às ocupações humanas são o C, N, P, Ca, Mg, K (Holliday, 2004). Os três primeiros são indicadores diretos de enriquecimento de matéria orgânica, principalmente pela adição de restos vegetais parcialmente carbonizados, e os demais podem estar associados ao descarte de excrementos, cinzas de fogueira e ossos, respectivamente (W. Woods, 2003)

As análises tratadas em nosso projeto quantificaram os nutrientes disponíveis, e não totais no solo (Teixeira et al., 2017). Apesar da crítica feita na geoarqueologia a esse método, por ter a finalidade de calcular a disponibilidade de elementos para crescimento de plantas, e não sua fração orgânica e inorgânica total (Holliday, 2004, p. 307), acreditamos que esses resultados nos trouxeram uma boa noção do aporte desses nutrientes nas amostras de solos coletadas no Campo do Jacaré e de Terra Preta do Mangabal. Além disso, é de praxe nos trabalhos sobre composição química das terras

pretas o uso dos métodos provenientes da ciência do solo, o que nos permitiu comparar nossos resultados com outros estudos da bacia amazônica.

3.3.3 Isótopos estáveis de carbono

As amostras para análise de isótopos estáveis de carbono foram subamostradas das amostras de solo coletadas para análise geoquímica. Pouco mais de 3 g de solo foram secas a 40° C durante uma semana e peneiradas a seco para a remoção de galhos e outros materiais intrusivos.

Os isótopos de carbono funcionam como bons desambiguadores das amostras de fitólitos, uma vez que estes são marcadores isotópicos de taxas com via fotossintética relacionadas às gramíneas (plantas C₄, com valores de enriquecimento de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ na matéria orgânica do solo que variam entre -9% a -17% com média de -13%) e arbóreas (plantas C₃, com valores de $\delta^{13}\text{C}$ de -32% a -22% com média de -27%) (Pessenda et al., 2005).

As análises foram feitas no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (ESALQ/USP), sob os auspícios do professor Luiz Pessenda. Os resultados das análises de isótopos estáveis de carbono, conjugada com os resultados das análises de fitólitos e as datas obtidas a partir das amostras para OSL e ^{14}C permitiram criar um quadro amplo sobre as mudanças paisagísticas ocorridas na paisagem arqueológica de Montanha e Mangabal, incluindo períodos que antecedem a ocupação humana na região, que fogem do escopo desta pesquisa, mas muito nos ajudaram a entender as dinâmicas paleoambientais do alto Tapajós.

4 Escavação e coletas de amostras

4.1 Estratigrafia e datações das unidades escavadas

As intervenções executadas em Terra Preta do Mangabal e no Campo do Jacaré (Mapa 2), objetivaram a coleta de amostras espacialmente significativas do gradiente fito-pedológico observado durante as etapas de campo anteriores. A seguir descreveremos as escavações das unidades executadas na etapa de campo de 2019, descrevendo a estratigrafia evidenciada, bem como o entorno imediato dessas unidades de escavação.

Para melhor complementar as informações acerca da estratigrafia da área do sítio e do campo, também descreveremos a estratigrafia das sondagens de 50 x 50 cm – localizadas à distância de cerca de 75 m ao norte das unidades de escavação – e que devem nos demonstrar melhor a variação estratigráfica entre Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré.

4.1.1 N1074/E1000 (U1)

Unidade localizada na área central do sítio arqueológico aberta em 2011 para a coleta de amostras que subsidiaram a dissertação de (Rocha, 2012). Optamos reabrir essa unidade por conta de já possuímos informações acerca da estratigrafia dessa área e datas dos conjuntos cerâmicos e líticos que atestam a presença de um único componente responsável pela formação do sítio (Figura 7).



Figura 7: Reabertura da unidade N1074/E1000 (U1) em agosto de 2019. Foto: Jennifer Watling.

Foram evidenciadas 4 camadas no perfil dessa unidade de escavação (Figura 8), as amostras coletadas objetivaram representar a maior parte das principais características observadas na estratigrafia observadas no perfil das unidades, sempre evitando fazer coletas próximo as bioturbações. Vale ressaltar que, por esta ser uma unidade reaberta, escavada anteriormente, a ausência e/ou baixa frequência de vestígios arqueológicos não significa que essa é totalmente estéril, e sim que os vestígios já foram escavados.

- Camada I: Latossolo evidenciado por volta de 75 cm de profundidade, arqueologicamente estéril, cor 7.5YR 6/6, textura argilo-arenosa altamente compactada. Presença de muitas bioturbações (manchas verticais de Terra Preta), provavelmente material revolvido das camadas superiores por conta de raízes;
- Camada II: Transição entre o Latossolo e a Terra Preta, baixa quantidade de materiais arqueológicos, cor 7.5YR 2.5/3, textura argilo-arenosa compactada. Possui bastante variação com o Latossolo abaixo e presença de bioturbações;

- Camada III: Camada de Terra Preta, presença de material cerâmico, lítico e de material vegetal carbonizado; cor do solo 10YR 2/2, textura silto-argilosa mediamente compactada. Presença de bioturbações ao longo de toda camada;
- Camada IV: Camada de Terra Preta, presença de material cerâmico, lítico e de material vegetal carbonizado; cor do solo 10YR 2/1, textura silto-argilosa com compactação média. Bioturbações ocorreram na base dessa camada associadas às raízes.
- Camada V: Camada húmica, presença de material cerâmico, lítico e de material vegetal carbonizado; cor do solo 10YR 2/1, textura areno-argilosa solta. Presença de radículas e raízes.

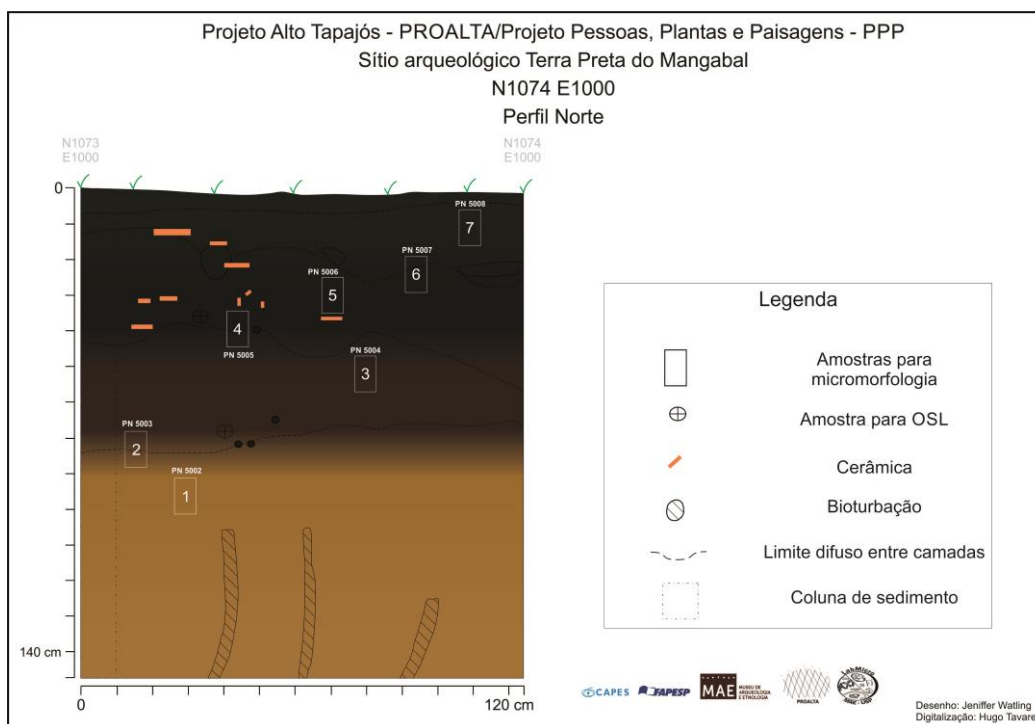


Figura 8: Perfil norte da unidade de escavação N1074/E1000 (U1).

Coletamos 7 blocos de micromorfologia de solo medindo 10 cm x 6 cm x 5 cm, buscando representar as camadas e os contatos entre elas. As amostras de solo para análises de fitólitos, geoquímica, granulometria, e isótopos estáveis de carbono foram coletadas a partir da mesma coluna em níveis arbitrários de 10 em 10 cm (Figura 9).

Também foram coletados dois carvões e duas amostras para datações por OSL dessa unidade.



Figura 9: Perfil norte da unidade de escavação N1074/E1000 (U1) amostrado. Foto: Jennifer Watling.

Nosso objetivo com essas coletas é verificar o processo de formação da Terra Preta e da vegetação sobrejacente atribuindo temporalidade a esses processos a partir das datas que serão obtidas por ^{14}C e OSL.

4.1.2 N1225/E1004 (U2)

Essa unidade de escavação localiza-se cerca de 150 m ao norte da unidade N1074/E1000 (U1), em uma área plana intermediária entre o campo e a área central de Terra Preta do Mangabal (Figura 10 e Figura 11). Além de recuperarmos quantidade bem menor de vestígios arqueológicos, também percebemos que as características físicas do solo, principalmente cor e textura, bem como a vegetação, mais aberta nessa área – informações adquiridas durante a delimitação do sítio pela execução das tradagens – se

diferenciam bastante do que acreditamos ser a área onde ocorreu uma ocupação mais intensa sobre o sítio arqueológico.



Figura 10: Unidade N1225/E1000 (U2) demarcada (abaixo, à direita) entre algumas palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa*). Foto: Jennifer Watling.

Assim, a abertura dessa unidade justifica-se pela necessidade de se obter mais dados sobre os diferentes contextos presentes no sítio, bem como a quais atividades e/ou processos essas áreas foram submetidas durante o período em que foram ocupadas.

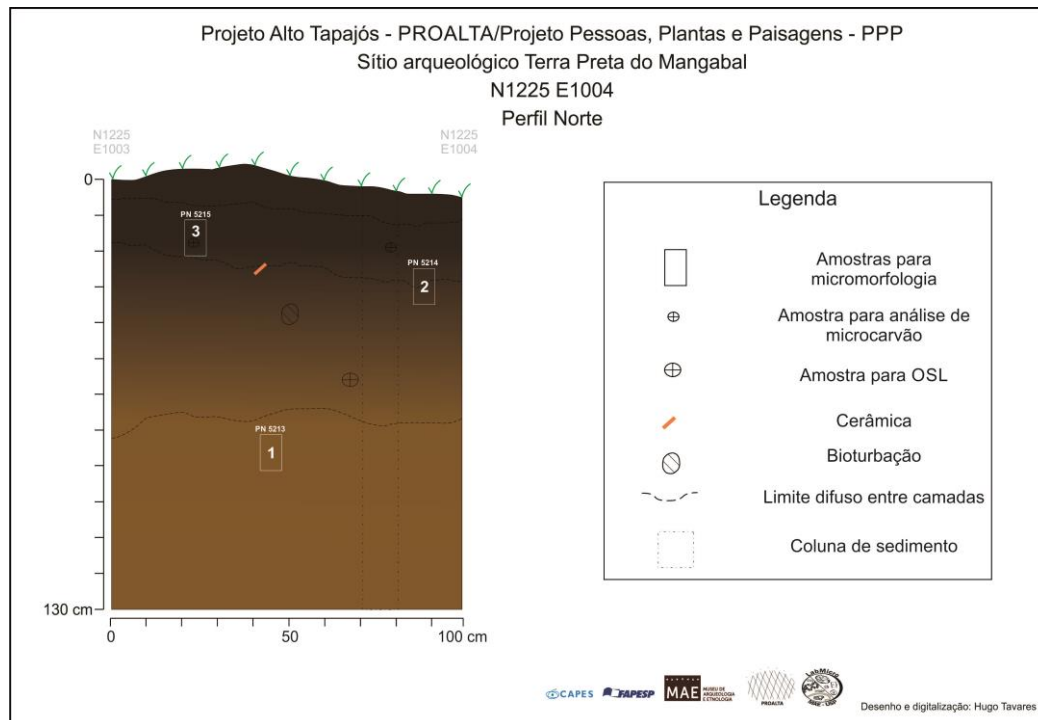


Figura 11: Digitalização do perfil norte da unidade de escavação N1225/E1004 (U2).

Apesar da diferença contextual entre essa área e a área centra do sítio arqueológico, sabemos, a partir da análise tecnológica e estilística da cerâmica escavadas nas tradagens desse perímetro, que o componente ocupacional presente nessas intervenções é o mesmo presente nas demais áreas do sítio, inclusive nos contextos relacionados ao montículo e a área mais baixa, próxima aos polidores na beira do rio Tapajós (Honorato de Oliveira, 2015; Rocha, 2017).

A estratigrafia evidenciada nessa escavação é constituída por 4 camadas, são elas:

- Camada I: Latossolo arqueologicamente estéril, cor 10YR 4/6 e textura silto-arenosa com baixa compactação; presença de pequenas bioturbações relacionadas a raízes;
- Camada II: Camada de transição com cores variegadas entre o 7.5YR 2.5/3 e 10YR 4/6, textura silto-arenosa, compactação média; baixa presença de vestígios cerâmicos e líticos, e pequenos carvões (>2 cm) foram evidenciados dispersos na camada;

- Camada III: Camada de Terra Preta, com cor 7.5YR 2.5/3 textura silto-arenosa solta; apresenta, em maior quantidade e tamanho, material cerâmico, lítico e carvões e algumas raízes próximo à base da camada;
- Camada IV: Camada húmica, o solo apresenta coloração 7.5 YR 2.5/3 textura areno-siltosa solta; há a presença de alguns pequenos fragmentos cerâmicos e líticos associados a carvões, radículas e raízes pequenas.

Foram coletados 3 blocos para micromorfologia de solo, e uma coluna de sedimento de solo, subdividida pelos níveis de 10 cm, para às análises de granulometria, geoquímica, fitólitos e isótopos de carbono (Figura 12).



Figura 12: Perfil norte da unidade de escavação N1225/E1004 (U2) amostrado. Foto: Jennifer Watling.

4.1.3 N1400/E1000 (U3)

Unidade de escavação localizada na área de campo, próxima ao limite entre o campo e a floresta (Figura 13). A escolha desse ponto para a abertura de uma escavação se baseou, mais uma vez, nos dados obtidos através das tradagens e das observações

de campo. Sendo localizado poucos metros do limite do sítio e da vegetação de floresta, presença de uma camada de solo com cores mais escuras (que variam entre o 10YR 2/2, 10 YR 3/3 e 10YR 3/2) nos primeiros 20 cm de profundidade, nos chamou atenção para entender de que maneira ocorreu a formação do campo.



Figura 13: Escavação da unidade N1400/E1000 (U3) próximo ao limite entre a área de vegetação florestal e o campo. Foto: Jennifer Watling.

Foi possível identificar 4 camadas no perfil dessa unidade, ocorrendo ao longo de todo perfil pequenos fragmentos de carvão (~0,5 cm), mas sem outros materiais arqueológicos (Figura 14). Foram coletadas 3 amostras de micromorfologia de solos, e 20 amostras de solos para análise geoquímica, granulométrica, fitólitos e isótopos de carbono. Também coletamos amostras de para a datação por OSL e C_{14} (Figura 15).

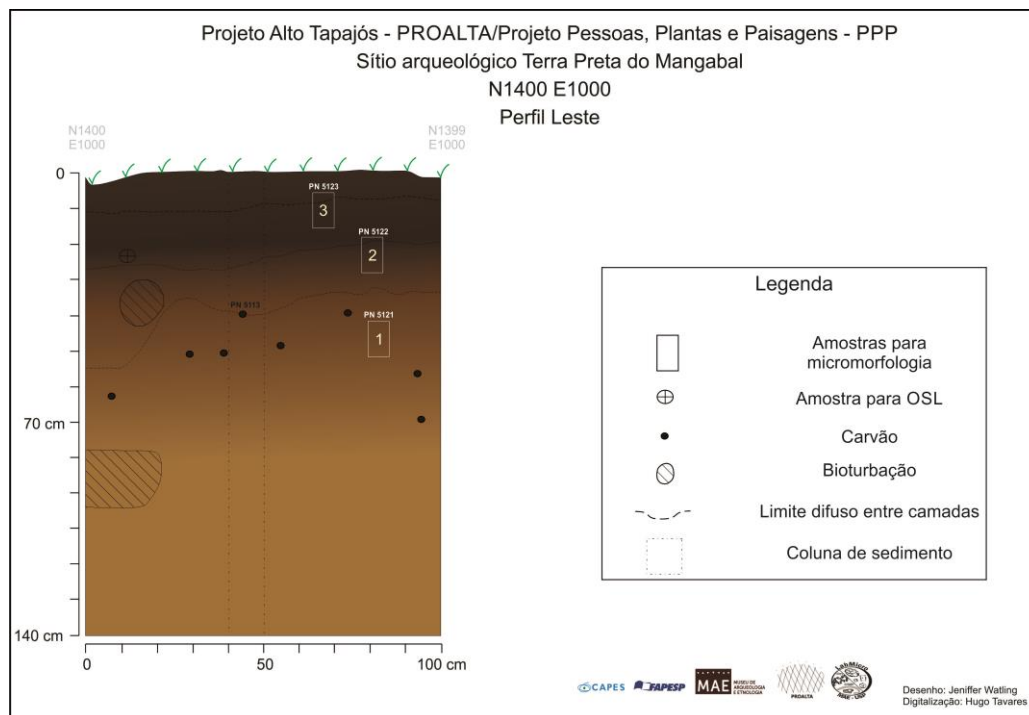


Figura 14: Digitalização do perfil leste da unidade de escavação N1400/E1000 (U3).

- Camada I: Latossolo arqueologicamente estéril, cor 10YR 5/8 com textura silto-arenosa solta; presença de bioturbações e pequenos carvões dispersos próximos ao contato com a camada II;
- Camada II: Camada arqueologicamente estéril, cor 10YR 3/6 com textura silto-arenosa solta; presença de bioturbações e pequenos carvões na base próximo ao topo da camada I;
- Camada III: Camada arqueologicamente estéril, cor 7.5YR 2.5/2 com textura silto-argilosa com compactação média;
- Camada IV: Camada arqueologicamente estéril, cor 7.5YR com textura silto-arenosa bastante compactada.



Figura 15: Perfil leste da unidade N1400/E1000 (U3) amostrado. Foto: Jennifer Watling.

4.1.4 Unidade do Campo do Jacaré (U4)

Unidade localizada no centro do campo, em um ponto localizado cerca de 1 km a nordeste da área central do sítio arqueológico. A área foi escolhida por ser um ponto que está quase no centro do campo, assim, as amostras coletadas na área nos servirão como “amostras controle” em relação às amostras coletadas no sítio arqueológico sob a floresta (Figura 16).



Figura 16: Aspecto geral da área onde a unidade no centro do campo foi escavada. À esquerda é possível ver o limite entre o campo e a floresta, e, ao fundo, o rio Tapajós e a cachoeira do Mangabal. Foto: Jennifer Watling.

Ao todo, coletamos 3 amostras de micromorfologia de solos e uma coluna de sedimentos que contemplou amostras para análises de geoquímica, granulometria, fitólitos e isótopos de carbono, além de amostras para datação por ^{14}C e OSL. A unidade não apresentou nenhuma evidência arqueológica durante a sua escavação e nela foram identificadas 3 camadas, sendo duas bastante semelhantes, que diferenciam-se pela sua composição granulométrica. Assim, definimos a estratigrafia dessa unidade da seguinte forma (Figura 17):

- Camada I: Solo com cor 10YR 7/8 e textura silto-argilosa muito solta; apresenta bioturbações que transportaram solo escurecido das camadas superiores;
- Camada IIa: Solo com cor 7.5YR 5/8 e textura silto-arenosa mais compactada que a camada subjacente;
- Camada IIb: Solo com cor 7.5YR 4/4 e textura silto-arenosa compactada e com maior proporção de areia;

- Camada III: Solo com cor 7.5YR 3/3 e textura areno-siltoso e compactação média; apresenta alguns carvões pequenos e difusos em posição horizontal.

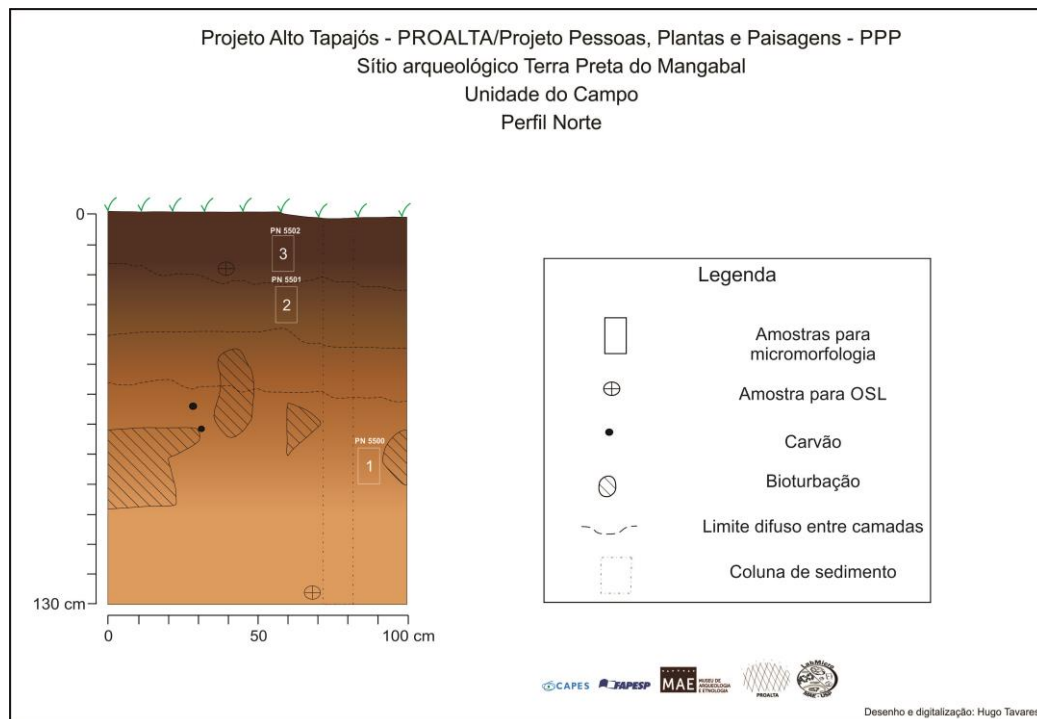


Figura 17: Digitalização do perfil norte da unidade escavada no campo (U4).

As amostras recuperadas dessa unidade de escavação também nos servirão como amostras de controle, já que, *a priori*, esta é uma área com pouco ou nenhum sinal de antropização. As amostras para datação OSL nos servirão para balizar nossas escolhas para análise de fitólitos, isótopos de carbono e micromorfologia, já que serão priorizadas as amostras que datem no intervalo de ocupação de Terra Preta do Mangabal (Figura 18).



Figura 18: Perfil norte da Unidade do Campo (U4) do Jacaré amostrado. Foto: Jennifer Watling.

4.2 Estratigrafia das Sondagens

As sondagens de 50 cm³ foram escavadas na área de floresta espaçadas entre as unidades de escavação com o objetivo de verificar gradientes na composição química da Terra Pretas dentro do sítio. Na área de campo, sondagens foram feitas para verificar quais processos contribuíram para o desenvolvimento de pequenas ilhas de florestas presentes no interior da área de campo (Figura 19). A análises dessas amostras estão previstos para o futuro próximo e serão pouco contempladas dentro do trabalho atual. Incluímos aqui somente os dados de escavação.



Figura 19: Ilhas de floresta no interior da área do Campo do Jacaré (setas vermelhas) e localização do sítio arqueológico Terra Preta do Mangabal (seta amarela). Foto: Morgan Schmidt.

4.2.1 Sondagens em Terra Preta do Mangabal

As três sondagens executadas em Terra Preta do Mangabal possibilitaram coletar amostras intervaladas entre as três unidades de escavação (U1, U2 e U3) (Figura 20). Segue breve descrição dos contextos amostrados. Verifica-se pela estratigrafia que a área mais central do sítio (perto de U1) realmente possui uma Terra Preta mais escura e espessa.

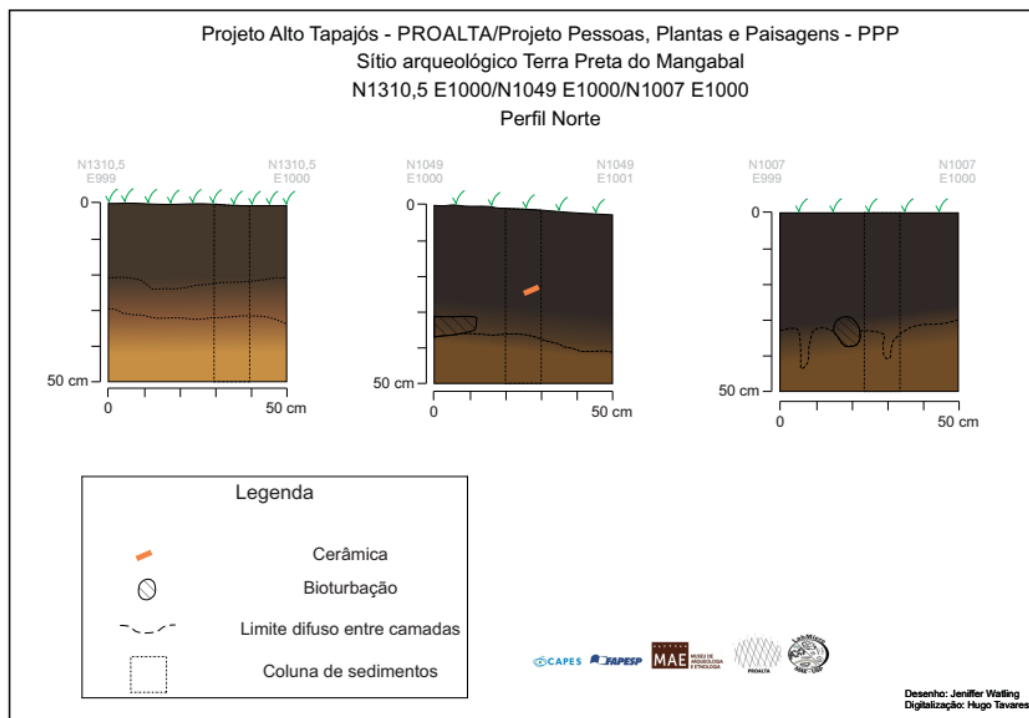


Figura 20: Digitalização do perfil norte das sondagens executadas em Terra Preta do Mangabal.

N1007/E1000 (S1)

Sondagem aberta cerca de 70 m ao sul da unidade de escavação N1074/E1000 (U1). Foram identificadas duas camadas (Figura 21):

- Camada II: Solo variegado com coloração 7.5YR 3/4 e 10YR 2/1 (com predomínio da primeira cor), transição entre a Terra Preta e o Latossolo, textura argilo-arenosa;
- Camada III: Camada de Terra Preta com coloração 10YR 2/1, textura silto-arenosa pouco compactada, presença de bioturbações (raízes e insetos).



Figura 21: Perfil norte da sondagem N1007/E1000 (S1). Foto: Jennifer Watling.

N1049/E1001 (S2)

Sondagem aberta cerca de 30 m ao sul da unidade de escavação N1074/E1000 (U1). Foram identificadas duas camadas (Figura 22):

- Camada II: Solo com coloração variegada 7.5YR 3/4 e 10YR 2/1 (com predomínio da primeira cor), transição entre a Terra Preta e o Latossolo, textura argilo-arenosa compactada. Arqueologicamente estéril;
- Camada III: Camada de Terra Preta com coloração 10YR 2/1, textura silto-arenosa, presença de muitas raízes e material arqueológico (lítico e cerâmica).



Figura 22: Perfil norte da sondagem N1049/E1001 (S2). Foto: Jennifer Watling.

N1310,5/E1000 (S3)

Sondagem escavada cerca de 80 m ao norte da unidade de escavação N1225/E1004 (U2). Foram identificadas três camadas (Figura 23):

- Camada I: Camada com coloração 10YR 6/8, textura silto-arenosa compactada. Arqueologicamente estéril;
- Camada II: Camada com coloração 7.5YR 4/4, textura silto-arenosa compactada. Arqueologicamente estéril;
- Camada III: Camada com coloração 7.5YR 2.5/2, textura argilo-arenosa pouco compactada, presença de muitas radículas. Arqueologicamente estéril.



Figura 23: Perfil norte da sondagem N1310,5/E1000 (S3). Foto: Vinicius Honorato.

4.2.2 Sondagens no Campo do Jacaré

As sondagens executadas no Campo do Jacaré objetivaram obter amostras para compreender o processo de formação das ilhas de floresta (“Ilha Grande” e “Ilha Pequena”) localizadas no interior do campo (Mapa 4 e Figura 19). Os locais onde as sondagens foram executadas eram bastante parecidos – com exceção da sondagem executada na área de campo entre as duas ilhas (“Entre Ilhas”), que se assemelhava ao contexto da unidade de escavação do centro do campo – com topografia relativamente plana e uma camada espessa (~10 cm) de serapilheira (Figura 24).

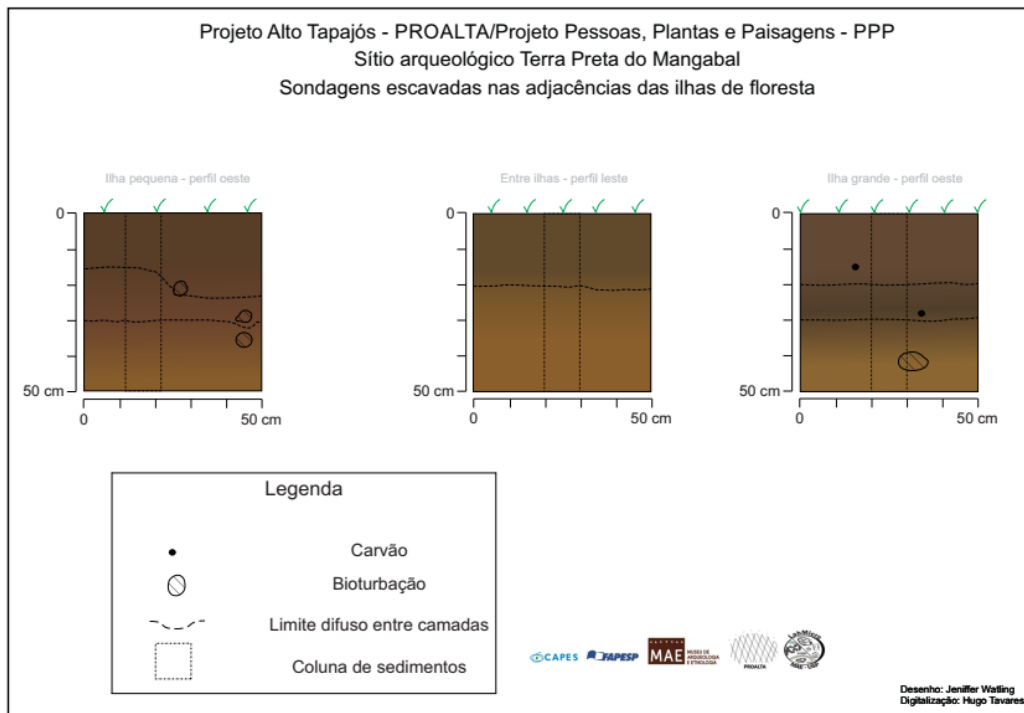


Figura 24: Digitalização dos desenhos dos perfis amostrados das sondagens executadas no Campo do Jacaré.

Sondagem Ilha Pequena (S4)

Unidade escavada próxima ao centro da ilha de floresta menor do Campo do Jacaré, foram identificadas 3 camadas durante a escavação (Figura 25):

- Camada I: Solo com coloração 10YR 4/6 e textura arenosa compactado. Arqueologicamente estéril;
- Camada II: Solo com coloração 10YR 3/4 e textura arenosa compactada. Arqueologicamente estéril;
- Camada III: Solo com coloração 10YR 3/3 com textura argilo-arenosa pouco compactada. Arqueologicamente estéril.



Figura 25: Perfil oeste da sondagem escavada no centro da Ilha pequena. Foto: Jennifer Watling.

Sondagem Entre ilhas (S5)

A sondagem escavada entre as ilhas de floresta apresenta um contexto bastante similar ao da unidade de escavação do centro do campo (U4). A princípio, somente duas camadas foram identificadas, segue descrição (Figura 26):

- Camada I: Solo com coloração 10YR 4/6, com textura arenosa solta. Arqueologicamente estéril;
- Camada II: Solo com coloração 10YR 3/4, com textura arenosa compactada. Arqueologicamente estéril.



Figura 26: Perfil leste da sondagem escavada entre as ilhas de floresta do Campo do Jacaré. Foto: Jennifer Watling.

Sondagem Ilha grande (S6)

Sondagem escavada no centro da ilha de floresta grande, no interior do Campo do Jacaré. A área da escavação, assim como na Ilha pequena, possui topografia relativamente plana e uma camada de cerca de 10 cm de serapilheira. Segue a descrição das camadas (Figura 27):

- Camada I: Solo com coloração 10YR 4/6, textura argilo-arenosa solta, presença de poucos carvões. Arqueologicamente estéril;
- Camada II: Solo com coloração variegada 10YR 3/4 e 10YR 3/3 (com predomínio da primeira cor), textura argilo-arenosa solta, presença de alguns poucos carvões. Arqueologicamente estéril;
- Camada III: Solo com coloração 10YR 3/3, textura argilo-arenosa, presença de muitas raízes nos 5 cm iniciais do nível e de quantidade abundante de carvões. Arqueologicamente estéril.



Figura 27: Perfil oeste da sondagem escavada no centro da Ilha grande. Foto: Jennifer Watling.

5 Resultados

5.1 Recorte amostral

A seleção das amostras para análise foi guiada pela correlação cronoestratigráfica, baseada nas datações OSL produzidas nesta pesquisa, entre as amostras coletadas e datadas na U1 e a as demais unidades de escavação, principalmente as escavadas na área do Campo do Jacaré. No campo foram evidenciadas camadas de solo melanizado, mas sem nenhuma evidência de material arqueológico que poderiam ser contemporâneos à ocupação do sítio Terra Preta do Mangabal. Duas amostras de carvão, provenientes da U2 e U3, foram enviadas para datação, no entanto, essas possuíam pouco carbono disponível (provavelmente por se tratar de amostras recentes e/ou parcialmente carbonizadas). As amostras para datação por OSL foram processadas e datadas no Laboratório de Espectrometria Gama e Luminescência do Instituto de Geociências da USP sob os cuidados do professor André Sawakuchi.

As datas OSL permitiram que assegurássemos com maior certeza a temporalidade de desenvolvimento das camadas de solo superficial na área do Campo do Jacaré e o horizonte de Terra Preta no sítio Terra Preta do Mangabal (Tabela 2 e Figura 28).

Algumas datas OSL, como as das U1, tiveram maior precisão e caíram no intervalo de tempo que esperávamos para o sítio com base nas datas de ^{14}C obtidas pelas pesquisas de Honorato de Oliveira (2015) e Rocha (2017). Entretanto, a data próxima à base da escavação da unidade U4 nos obrigou repensar nossa estratégia de amostragem – uma vez que como idade mínima ela pode ter cerca de 45.000 anos. Assim, das unidades escavadas na área do Campo do Jacaré priorizaremos as análises das amostras de fitólitos e de micromorfologia de solo coletadas até cerca de 40 cm, onde podemos inferir com mais segurança que teremos datas contemporâneas, ou que pouco antecedem, a ocupação de Terra Preta do Mangabal.

Tabela 2: Relação de datas OSL obtidas para as unidades escavadas em Terra Preta do Mangabal (U1 e U2) e para o Campo do Jacaré (U3 e U4).

Unidade	Amostra	Profundidade (cm)	OD (%)	Idade (anos) (Central Age Model)	Dose (Gy) (Minimum Age Model)	Idade (anos) (Minimum Age Model)
U1	5024	36	9.7	1135±81		
U2	5025	66	30.4	1398±122		
U3	5127	23	52.7	1572±188	2.00±0.20	575±70
U4	5521	19	68.2	1141±181	1.04±0.04	291±24
U4	5522	125	45.2	22928±362 2	37.25±2.85	10583±107 4
						45401±334 2

As amostras de fitólitos e micromorfologia das unidades escavadas em Terra Preta do Mangabal, por outro lado, foram todas analisadas pois essas mostrarão sinais patentes da influência humana na pedologia e na estrutura vegetal da área sob escrutínio.

Na Figura 28 apresentamos o gradiente fito-pedológico com as datas (^{14}C e OSL) obtidas para Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré. De antemão estas evidenciaram a contemporaneidade entre as camadas de solo superficial observados nos perfis das unidades de escavação do Campo do Jacaré e o início da ocupação, e por consequência, de formação das Terras Pretas, em Terra Preta do Mangabal.

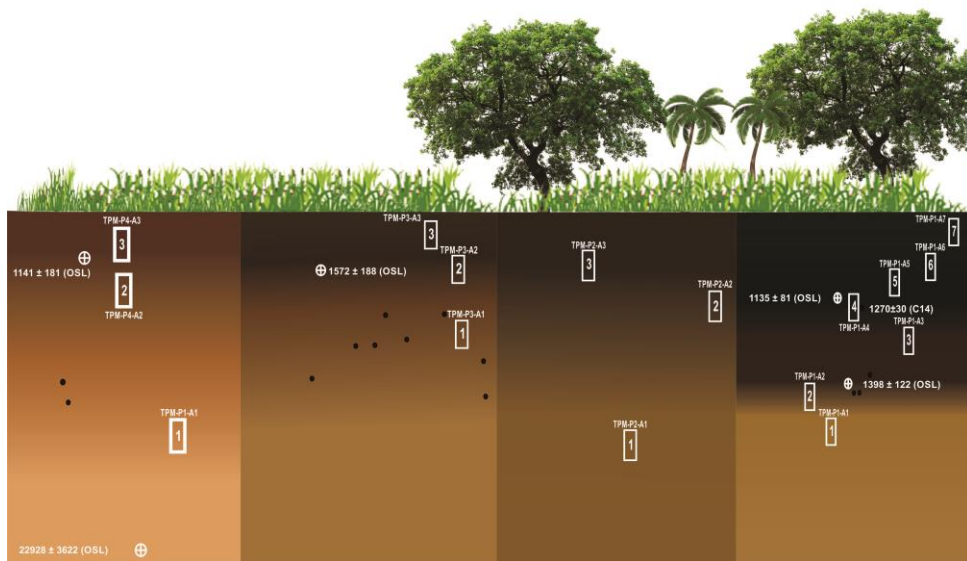


Figura 28: Seção esquemática do gradiente fito-pedológico com as datações de ^{14}C e OSL obtidas até o momento para as unidades amostradas do Campo do Jacaré e Terra Preta do Mangabal. Sem escala.

5.2 Granulometria

As análises granulométricas permitiram corroborar algumas observações feitas em campo, principalmente no que se refere ao gradiente textural entre a área de Terra Preta e de campo.

Como observado durante a escavação, há uma divisão em termos de textura entre os solos escavados na área de Terra Preta e os solos escavados na área de campo, com maior quantidade da fração argilosa na primeira e da fração siltosa na segunda. Esses dados, quando analisados com estatística multivariada (diagrama de cluster), mostram agrupamentos que correspondem, por um lado, com as amostras do campo (agrupamento 2a) e, por outro, com as amostras da Terra Preta (agrupamento 1) (Gráfico 1 a Gráfico 4).

Outra informação importante que os dados granulométricos mostram é a ausência de outros agentes deposicionais agindo sobre Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré, uma vez que é possível notar um enriquecimento em sedimentos pelíticos (argila e silte) na base dos perfis analisados (na ordem de 3 a 15%, com o maior enriquecimento detectado na U2 e o menor nas U1 e U4) e o predomínio da fração areia no topo. Isto

denota que a pedogênese é o principal agente de transformação dos depósitos, sem mudanças texturais induzidas por agentes deposicionais.

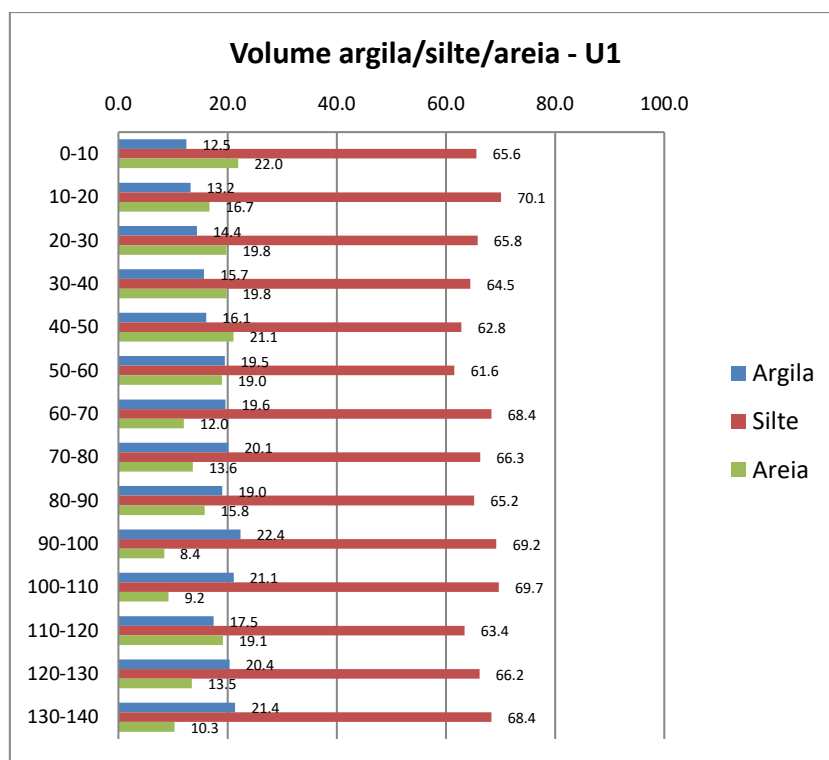


Gráfico 1: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U1.

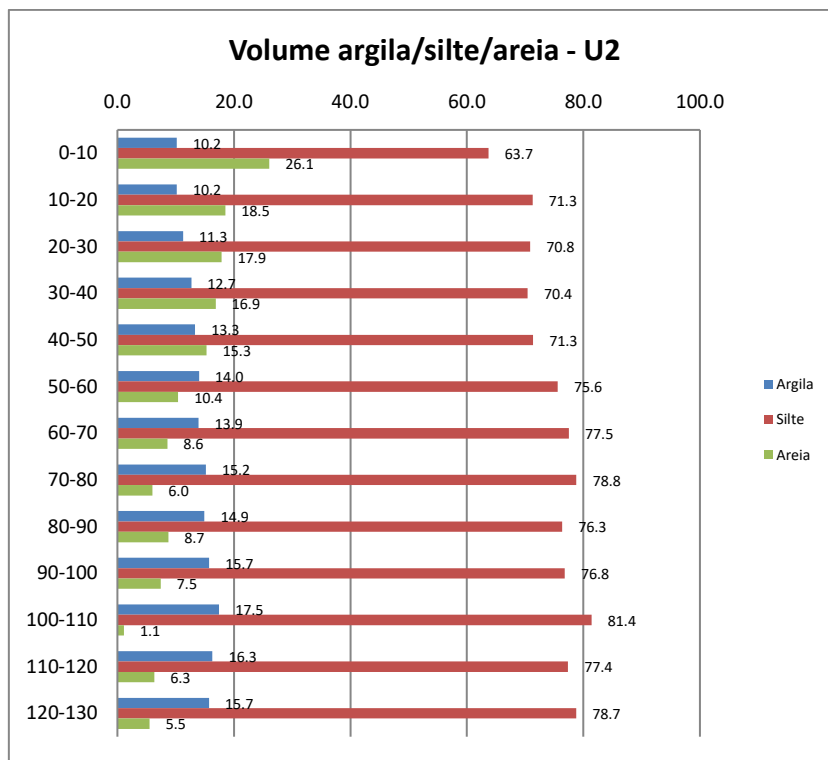


Gráfico 2: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U2.

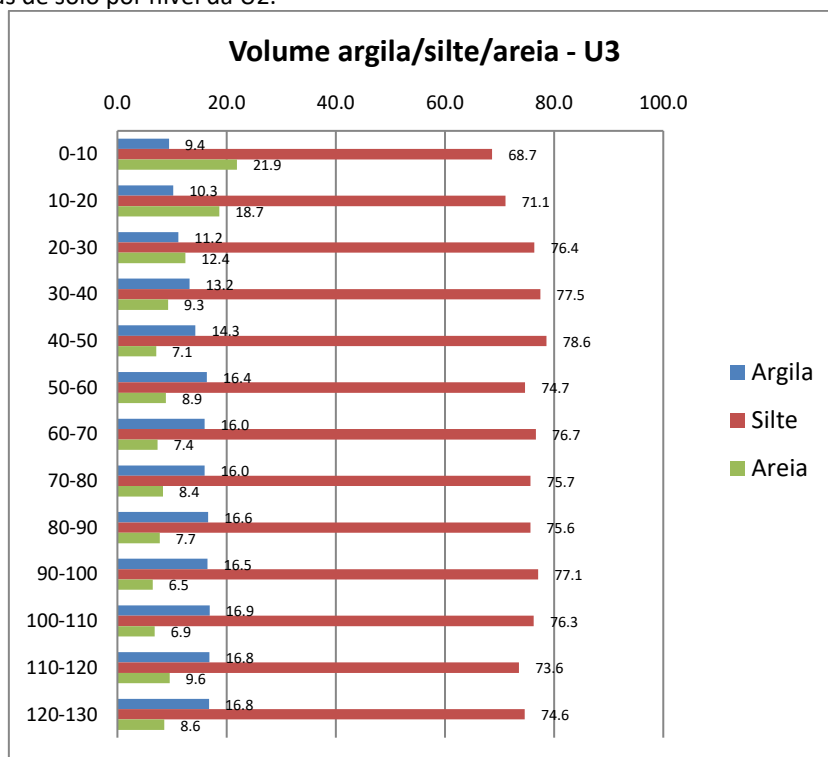


Gráfico 3: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U3.

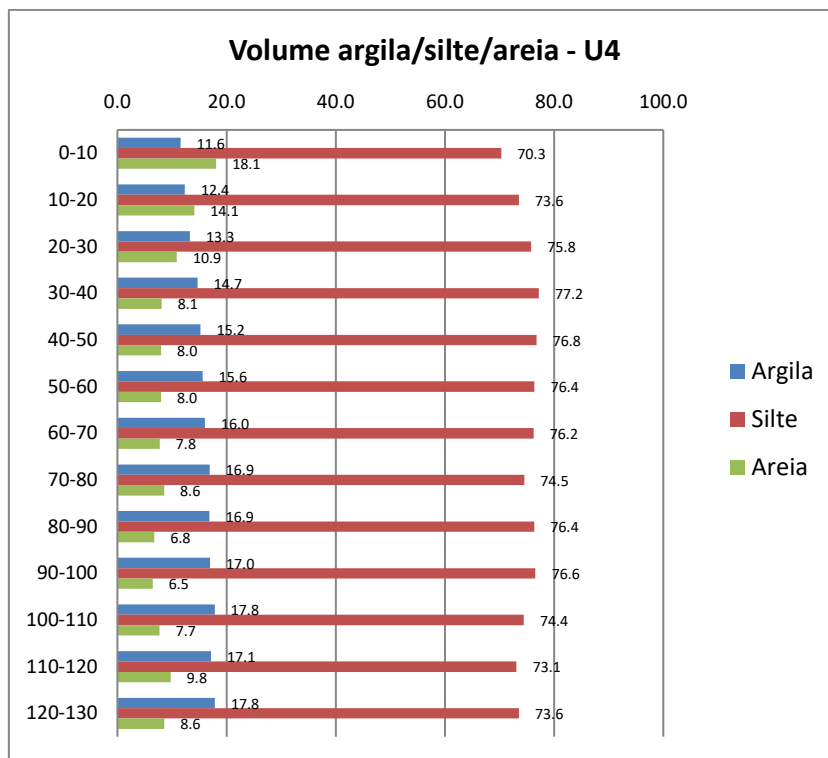


Gráfico 4: Frequência relativa de sedimentos pelíticos (silte e argila) e areia (em todas as suas frações) das amostras de solo por nível da U4.

No Gráfico 5 é possível identificar dois grandes agrupamentos: à esquerda (agrupamento 1), agrupam-se as amostras escavadas na unidade U1, na Terra Preta; à direita (agrupamento 2) agrupam-se as amostras de transição entre a Terra Preta e o campo (unidades U2 e U3) e as amostras do campo (U4). O gráfico demonstra que as observações feitas durante a escavação das unidades fazem sentido, uma vez que esses agrupamentos aglutinam amostras de solo com maior proporção de pelíticos, maiores nas unidades escavadas no campo do que em Terra Preta do Mangabal.

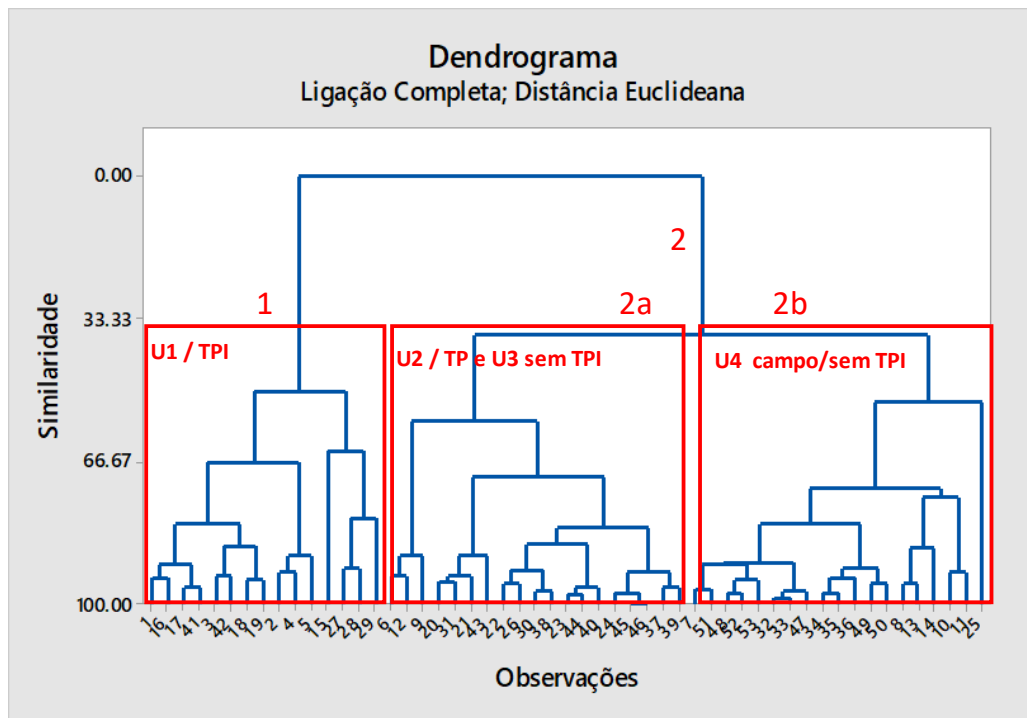


Gráfico 5: Dendrograma mostrando dois grandes agrupamentos e mais três subagrupamentos texturais das amostras analisadas das áreas de Terra Preta e a área de campo.

5.3 Geoquímica

As análises químicas indicaram algumas informações pertinentes em termos de enriquecimento e aporte de nutrientes. Os nutrientes que marcam uma distinção mais clara entre as áreas do Campo do Jacaré e de Terra Preta do Mangabal são, principalmente: matéria orgânica e fósforo. A diferença no conteúdo de matéria orgânica e fósforo observada entre as amostras provavelmente está relacionada à maior intensidade de aporte antropogênico observada na Terra Preta, a diferença do campo, onde os teores são sempre mais baixos (Tabela 3 e Tabela 4). Outros elementos, como K, Ca, Mg e Al, apresentaram, na maioria das amostras, valores por debaixo do limite de detecção do método. Porém, cabe destacar que para as amostras da unidade U1, Terra Preta, os valores de K, Ca e Mg são superiores ao limite de detecção e ao registrado para as amostras das outras unidades. Já para as amostras das unidades U2, U3 e U4, os valores de Al estão acima do limite de detecção e são superiores ao reportado para a unidade U1. Especialmente a unidade U4, no campo, apresenta os maiores valores de Al.

Tabela 3: Resultado das análises geoquímicas das amostras escavadas nas unidades na área de Terra Preta (U1 e U2).

Profundidade (cm)	Unidade	pH KCl	OM (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	K (mmolc kg ⁻¹)	Ca	Mg	Al
0-5	U1	4.7	58	608	0.9	128	11	<0.02
10-15	U1	4.7	53	868	0.7	136	10	<0.02
18-23	U1	4.7	48	692	0.8	130	13	<0.02
15-25	U1	4.6	43	707	0.8	107	12	1
25-35	U1	4.7	34	568	0.9	92	10	<0.02
35-45	U1	4.6	30	498	0.8	90	8	<0.02
45-55	U1	4.6	26	762	0.6	83	6	<0.02
55-65	U1	4.7	21	744	0.5	76	6	<0.02
65-75	U1	4.6	21	645	0.5	75	5	<0.02
75-85	U1	4.6	18	669	0.5	81	5	<0.02
85-95	U1	4.7	16	571	<0.5	44	5	<0.02
95-105	U1	4.7	13	405	<0.5	42	4	<0.02
105-115	U1	4.6	12	441	<0.5	40	5	<0.02
115-125	U1	4.6	9	372	<0.5	34	4	<0.02
125-135	U1	4.7	7	343	<0.5	30	4	<0.02
0-5	U2	3.6	83	236	1	2	<0.4	42
5-10	U2	3.8	57	328	0.6	1	<0.4	33
10-20	U2	3.9	47	349	<0.5	<0.1	<0.4	25
20-30	U2	4	38	302	<0.5	<0.1	<0.4	18
30-40	U2	4.1	31	261	<0.5	<0.1	<0.4	15
40-50	U2	4.1	29	246	<0.5	<0.1	<0.4	16
50-60	U2	4.1	19	226	<0.5	<0.1	<0.4	16
60-70	U2	4.1	16	206	<0.5	<0.1	<0.4	13
70-80	U2	4.2	10	190	<0.5	<0.1	<0.4	12
80-90	U2	4.1	9	239	<0.5	<0.1	<0.4	8
90-100	U2	4.2	7	230	<0.5	<0.1	<0.4	7
100-110	U2	4.2	7	261	<0.5	<0.1	<0.4	7
110-120	U2	4.2	6	272	<0.5	<0.1	<0.4	7
120-130	U2	4.3	6	297	<0.5	2	<0.4	7

Tabela 4: Resultado das análises geoquímicas das amostras escavadas nas unidades na área de campo (U3 e U4).

Profundidade (cm)	Unidade	pH KCl	OM (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	K (mmolc kg ⁻¹)	Ca	Mg	Al
0-5	U3	4	48	136	0.8	<0.1	<0.4	18
5-10	U3	3.9	42	128	0.5	<0.1	<0.4	17
10-20	U3	4	38	103	<0.5	<0.1	<0.4	14
20-30	U3	4	27	123	<0.5	<0.1	<0.4	11
30-40	U3	4.1	19	134	<0.5	<0.1	<0.4	10
40-50	U3	4.1	12	151	<0.5	<0.1	<0.4	8
50-60	U3	4.1	5	169	<0.5	<0.1	<0.4	7
60-70	U3	4.1	4	169	<0.5	<0.1	<0.4	7
70-80	U3	4.1	4	173	<0.5	<0.1	<0.4	7
80-90	U3	4.1	4	194	<0.5	<0.1	<0.4	6
90-100	U3	4.1	3.9	193	<0.5	1	<0.4	6
100-110	U3	4.2	5	201	<0.5	<0.1	<0.4	6
110-120	U3	4.1	5	185	<0.5	<0.1	<0.4	6
120-130	U3	4.2	5	179	<0.5	<0.1	<0.4	7
0-5	U4	4	50	59	0.8	<0.1	<0.4	18
0-10	U4	4	37	39	0.5	<0.1	<0.4	16
10-20	U4	4.1	34	35	<0.5	<0.1	<0.4	14
20-30	U4	4.1	23	44	<0.5	<0.1	<0.4	12
30-40	U4	4.2	17	59	<0.5	<0.1	<0.4	10
40-50	U4	4.2	14	64	<0.5	<0.1	<0.4	8
50-60	U4	4.2	10	74	<0.5	<0.1	<0.4	7
60-70	U4	4.2	6	74	<0.5	<0.1	<0.4	6
70-80	U4	4.2	7	92	<0.5	<0.1	<0.4	6
80-90	U4	4.2	6	89	<0.5	<0.1	<0.4	6
90-100	U4	4.2	5	100	<0.5	<0.1	<0.4	6
100-110	U4	4.2	5	107	<0.5	<0.1	<0.4	6
110-120	U4	4.2	4	109	<0.5	<0.1	<0.4	6
120-130	U4	4.4	3.9	107	<0.5	<0.1	<0.4	6

A análise de componentes principais (PCA) pelo método da covariância, usando como variáveis os nutrientes mais representativos na composição química das unidades analisadas (pH, MO, P e Al), demonstrou uma clara separação espacial entre as amostras das unidades de campo e de Terra Preta. No Gráfico 6 pode se observar uma diferença abrupta entre as unidades 1, no centro da área de Terra Preta, e das unidades 2, 3 e 4. Essa diferença se dá pela maior concentração de P nas amostras de solo recuperadas da U1, na porção central do sítio, e maior concentração de Al nas unidades de escavação 2, 3 e 4 (Gráfico 7).

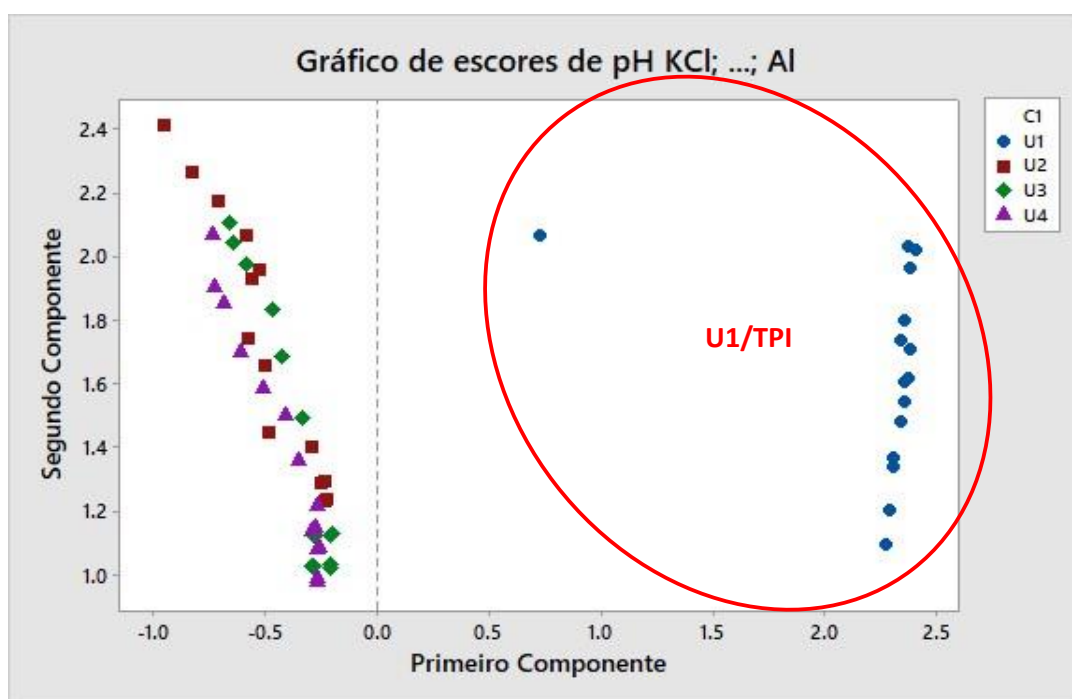


Gráfico 6: Covariância de componentes principais de pH, MO e P e Al das amostras analisadas.

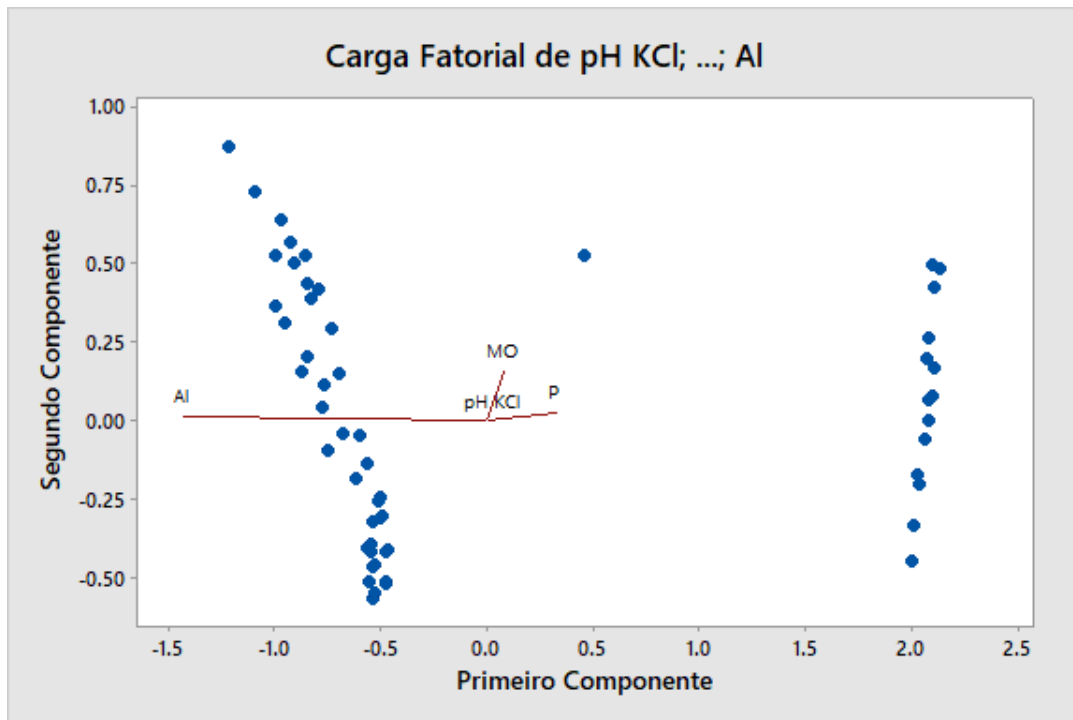


Gráfico 7: Demonstração de quais variáveis tiveram maior contribuição para a separação dos agrupamentos observados no gráfico anterior.

5.4 Micromorfologia de solos

A descrição das lâminas de micromorfologia de solo discutidas no escopo desta dissertação objetivaram avaliar quais os componentes, processos e diferenças entre as áreas de campo e as áreas de floresta na paisagem de Montanha e Mangabal. A avaliação a partir da escala microscópica nos demonstrou que a ocupação humana em Terra Preta do Mangabal, a partir do descarte de refugos domésticos, gerou condições que os diferenciam fisicamente dos solos da área do Campo do Jacaré. A presença de materiais orgânicos (como ossos e restos de raízes) e de pequenos fragmentos de materiais arqueológicos, como microlascas e matéria-prima de produção cerâmica, criou condições que tornaram as terras pretas de Terra Preta do Mangabal em um verdadeiro produto da ação humana, não obstante as alterações diagenéticas e processos pedológicos agindo sobre esses depósitos.

A seguir, serão apresentadas as amostras descritas e as fotos produzidas das principais feições observadas durante a análise das lâminas de micromorfologia.

5.4.1 N1074/E1000 (U1)

Lâmina TPM-P1-A1 (Camada I)

Amostra de solo coletada da camada I da unidade do centro da Terra Preta, que se difere das camadas sobrejacentes pela coloração mais amarelada e pela textura argilo-arenosa extremamente compactada. Essa lâmina aparenta apresentar duas microfácies: a microfácies 1 – com fundo matricial amarelado, conciso, com vazios predominantes em formatos de canais e fissuras; e microfácies 2 – com fundo matricial marrom enegrecido, granular, com vazios predominantes de empacotamento complexo.

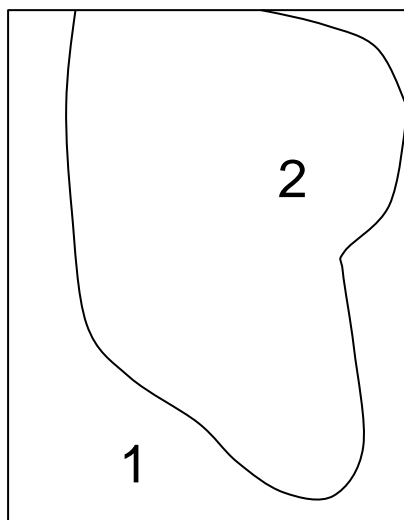


Figura 29: Croqui esquemático da lâmina TPM-P1-A1.



Figura 30: Lâmina TPM-P1-A1 escaneada.

A porosidade da microfácies 1 é de 10%, enquanto a da microfácies 2 é de 30%, na microfácies 1 ocorrem vazios do tipo canais (59%), cavitários (40%) e planos (~1%) – os últimos em formato zig zag e curvilíneos. Na microfácies 2 ocorrem exclusivamente os vazios de empacotamento complexo (100%) parcialmente acomodados.

Quanto aos agregados, na microfácies 1 predomina o granular, com rugosidade mamilar, parcialmente acomodados, com estrutura massiva e complexa, com razão C/F

40/60 em distribuição relativa porfírica. Na microfácies 2 ocorre agregados do tipo *porous crumb*, como rugosidade que varia entre mamilada a digitada, as microestruturas presentes são do tipo *crumb* e complexa, a razão C/F é de 25/75 e a distribuição relativa varia de enaulica a porfírica.

A fração mineral grossa é composta, na microfácies 1, por grãos de quartzo (35%), em formato que varia entre globular e esférico, arredondamento subangular e seleção moderada (com leve predomínio de areia média). Na microfácies 2, ocorrem grãos de quartzo (16%), variando entre areia fina e areia muito grossa, em formato que varia entre globular e esférico, arredondamento subangular e seleção moderada (predomina a areia média). Outros elementos da fração mineral grossa que compõem ambas as microfácies são as espículas de esponja (1%), óxidos de ferro (1%), microlíticos (1%) e fitólitos (1%).

Como componentes da fração grossa da matéria orgânica, os microcarvões estão presentes em ambas microfácies em abundância de 3% na microfácies 1 e 7% na microfácies 2. Estes foram vistos em forma que variava entre tabular e blocos, com rugosidade entre subangular e angular, pobremente selecionados.

A fração fina da microfácies 1 apresenta coloração amarelo acastanhado, enquanto a microfácies 2 apresenta coloração marrom amarelado, ambas possuem fábrica indiferenciada e são compostas por argila, carvão, óxidos de ferro e fitólitos.

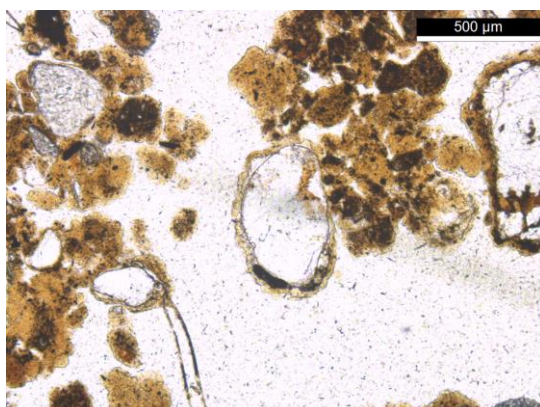


Figura 31: Vazios de empacotamento simples – 5x PPL.

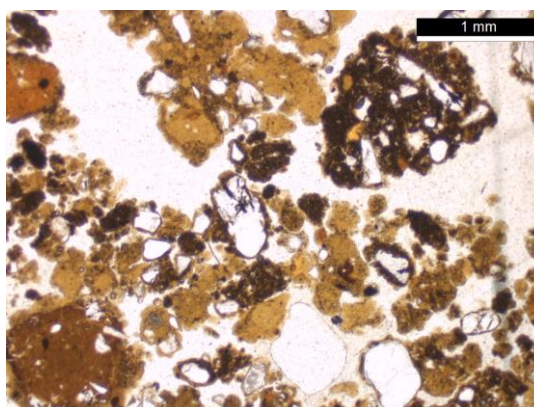


Figura 32: Vazios de empacotamento simples – 2,5x PPL.

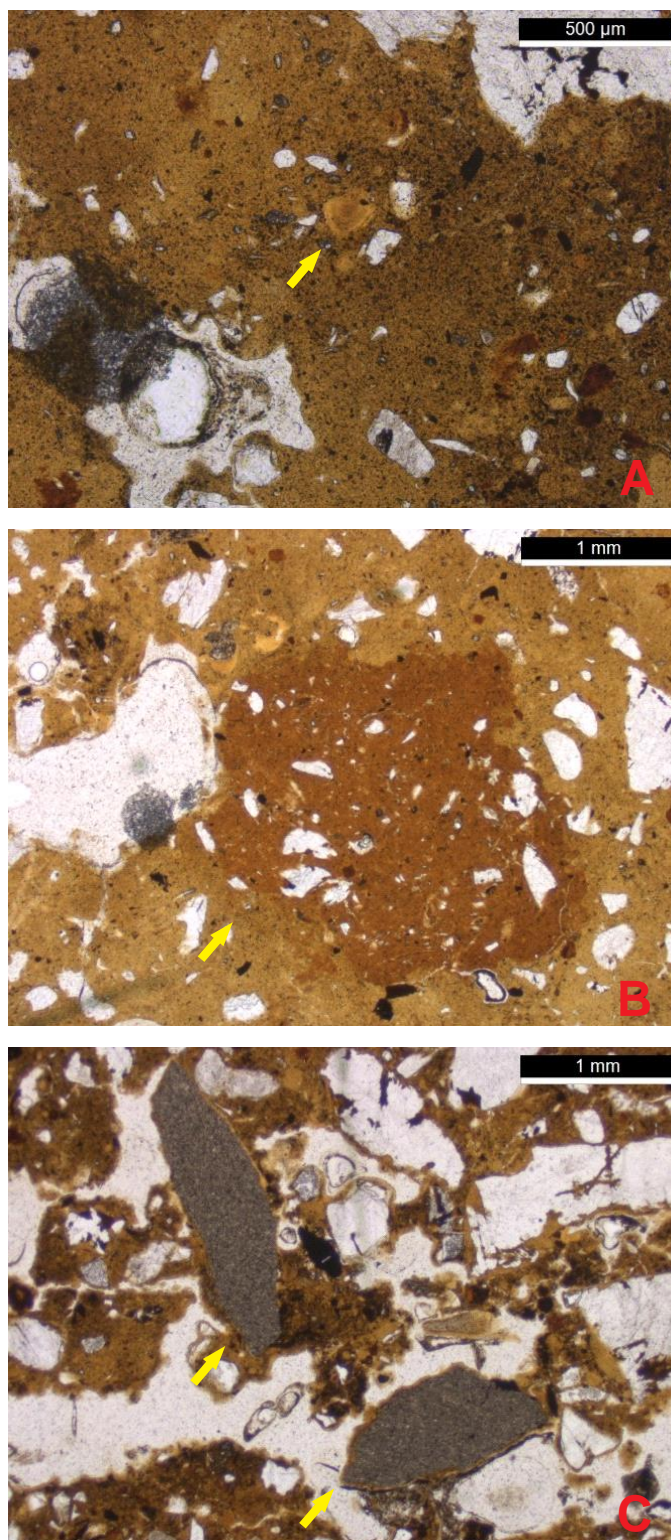


Figura 33: Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A1: (A) Preenchimento por argila laminada (seta amarela) indicativo do processo de argiluviação – PPL. (B) Fragmento cerâmico observado em PPL (seta amarela). (C) Microlascas líticas (setas amarelas) em meio aos vazios de empacotamento complexo – PPL.

Lâmina TPM-P1-A2 (Camada I / Camada II)

Amostra coletada no contato entre as camadas I e II, que se apresenta de forma linear por volta dos 80 cm de profundidade. A porosidade (20%) é composta por vazios em canais (20%), vazio de empacotamento complexo (20%), câmaras (5%), cavitários (5%) e os vazios planos (1%). A forma dos vazios planos são em zig zag, enquanto a rugosidade dos vazios de empacotamento complexo tende a ser mamilada e acomodação é parcial. Os agregados são granulares, com rugosidade mamilada e são parcialmente acomodados, microestrutura em canal, granular e complexa com a relação C/F 25/75 com distribuição relativa porfírica.

A fração mineral grossa é composta por grãos de quartzo (20%), em frações entre silte a areia muito grossa, o formato varia entre globular e esférico e a arredondamento entre subangular e subarredondado, a seleção é moderada (com leve predomínio de areia média). Outros elementos da fração mineral grossa são as espículas de esponja (1%), óxidos de ferro (1%), microlíticos (1%) e fitólitos (1%).

Quanto aos componentes orgânicos da fração grossa, os microcarvões (1%) estão presentes em tamanhos que variam da fração silte a areia muito grossa, em formato que varia de bloco a globular e arredondamento subangular.

A respeito da fração fina, essa possui coloração marrom-amarelada e possui fábrica indiferenciada composta por argila, carvão, óxidos de ferro e fitólitos. Apesar de parecer haver dois fundos matriciais na lâmina, o contraste não parece ser tão visível como na lâmina anterior (TPM-P1-A1). Os microcarvões incorporados a fração fina estão presentes na fração silte, evidenciado pelas observações feitas em luz oblíqua (OIL).

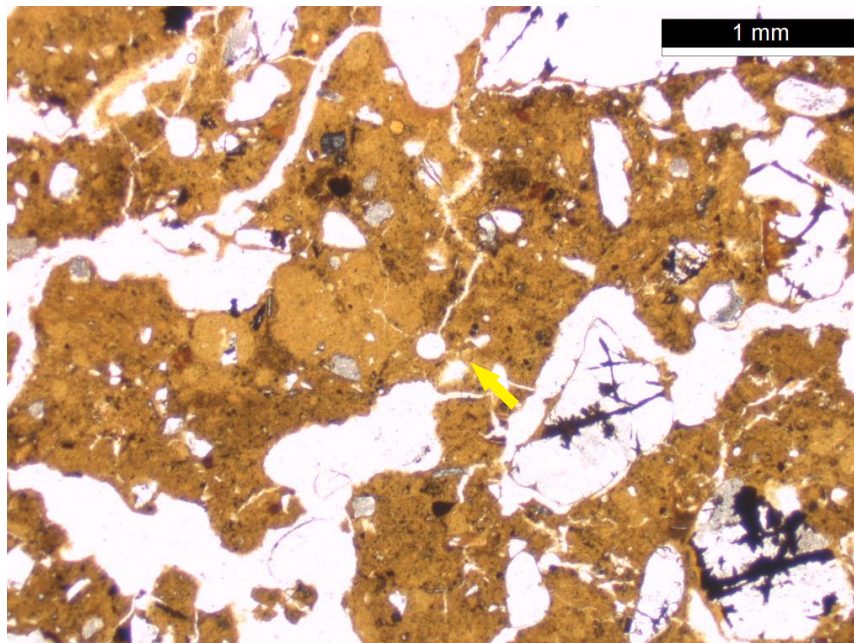


Figura 34: Vazios presentes na lâmina TPM-P1-A2, a seta amarela indica um vazio do tipo câmara conectada a vazios do tipo canal. 2,5 x PPL.

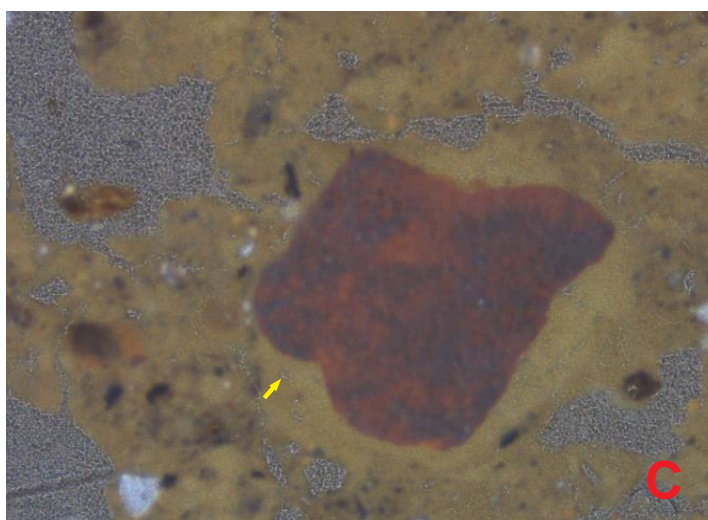
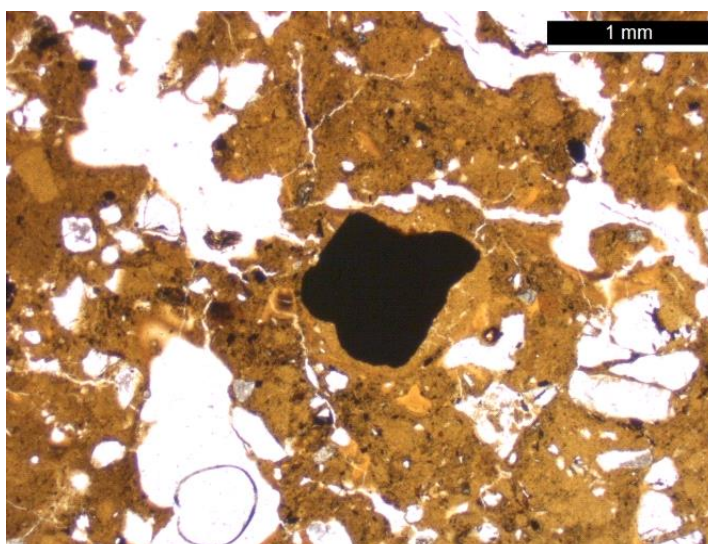
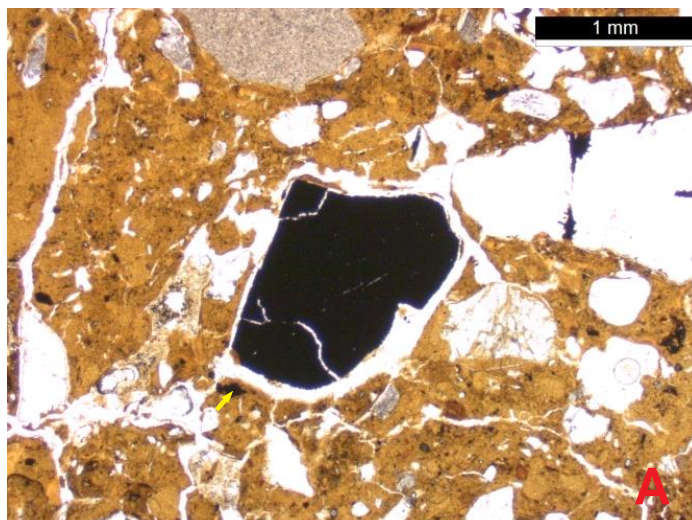


Figura 35:
Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A2: (A) Carvão na fração grossa observado em PPL (seta amarela). (B) Óxido de ferro observado em PPL. (C) Mesmo óxido de ferro da fotomicrografia anterior observado em OIL.

Lâmina TPM-P1-A3 (Camada II)

A porosidade (20%) é composta por vazios de empacotamento complexo (70%), canais (15%), cavitários (15%) e vazios planos (1%). Os formatos dos vazios planos são curvilíneos, e variam de não-acomodados a parcialmente acomodados, enquanto a rugosidade dos vazios de empacotamento complexo e dos canais tende a ser mamilada. Os agregados são granulares, com rugosidade mamilada e são parcialmente acomodados com a microestrutura massiva, complexa, relação C/F de 30/70 com distribuição porfírica.

A fração mineral grossa é composta por grãos de quartzo (25%), em frações entre areia fina a areia muito grossa, o formato é predominantemente em bloco e o arredondamento varia entre subangular e subarredondado, a seleção é moderada (com leve predomínio de areia média). Outros elementos da fração mineral grossa são as espículas de esponja (1%), óxidos de ferro (1%), microlíticos (1%) e fitólitos (1%).

Os microcarvões (1%), componentes orgânicos da fração grossa, estão presentes em tamanhos que variam da fração silte a areia grossa, em formatos de bloco e arredondamento que varia de subangular a subarredondado com seleção moderada (predomínio de areia fina).

A fração fina possui coloração marrom-amarelada e fábrica indiferenciada composta por argila, carvão, óxidos de ferro.

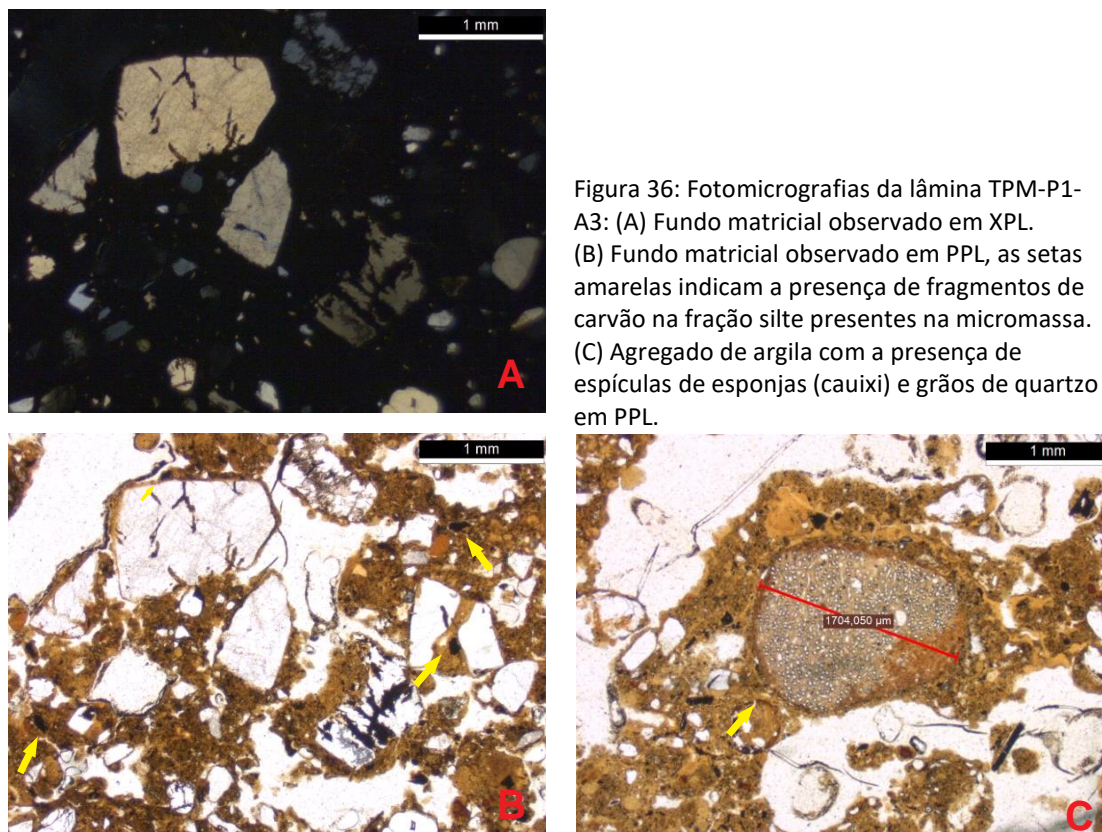


Figura 36: Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A3: (A) Fundo matricial observado em XPL. (B) Fundo matricial observado em PPL, as setas amarelas indicam a presença de fragmentos de carvão na fração silte presentes na micromassa. (C) Agregado de argila com a presença de espículas de esponjas (cauxi) e grãos de quartzo em PPL.

Lâmina TPM-P1-A5 (Camada III)

A lâmina apresenta porosidade de 20%, composta por vazios de empacotamento complexo (70%), canais (15%), câmaras (15%) e planos (1%) – os últimos em formato zig zag e curvilíneos. A rugosidade dos vazios de empacotamento complexo e dos canais é mamilada, e os vazios em canais e planos são parcialmente acomodados. Quanto aos agregados, são granulares, possuem rugosidade mamilar e não são acomodados. As microestruturas são granulares, massivas e complexas, a relação C/F é 10/90 com distribuição relativa predominantemente porfírica.

A fração mineral grossa é composta por grãos de quartzo (10%), em tamanhos que variam entre areia fina e grossa, formato predominantemente em bloco, arredondamento variável entre subarredondado a subangular, e seleção moderada (com leve predomínio de areia média). Também compõem elementos da fração mineral grossa as espículas de esponja (1%), óxidos de ferro (1%), microlíticos (1%) e fitólitos (1%).

Como componente orgânico da fração orgânica grossa, os microcarvões estão presentes em abundância de 1%. Estes foram observados em frações que variavam de argila a areia grossa em formato de blocos, com arredondamento entre subangular e subarredondado, moderadamente selecionados (com predominância da fração areia média).

A respeito da fração fina, esta apresenta a coloração marrom escurecido, fábrica indiferenciada e composta por argila, carvão, óxidos de ferro e fitólitos.

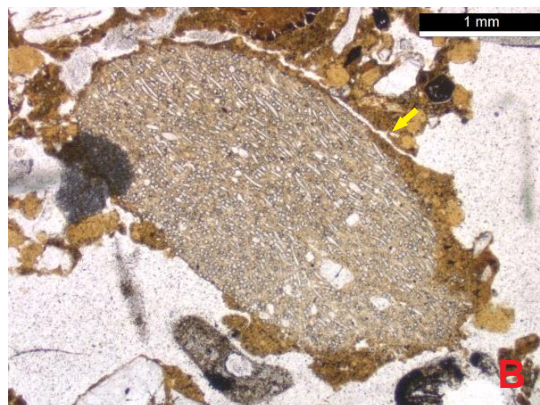
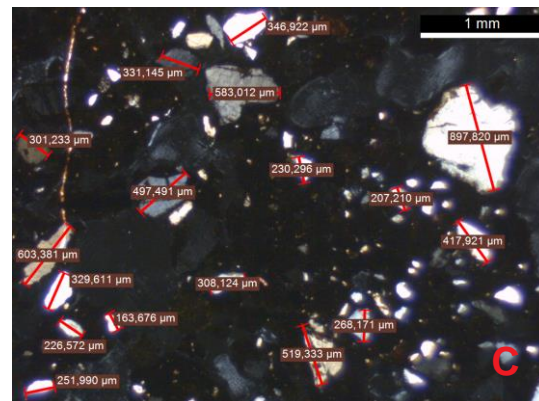


Figura 37: Fotomicrografias da lâmina TPM-P1-A5: (A) Osso queimado – PPL (seta amarela). (B) Agregado de argila com espículas de esponjas e quartzo – PPL (seta amarela). (C) Grãos de quartzo observados sob XPL confirmando os resultados da granulometria acerca da presença de material na fração silte e sortimento moderado.



5.4.2 N1225/1004 (U2)

Lâmina TPM-P2-A3

A porosidade da lâmina (30%) é composta por vazios de empacotamento complexo (80%), com rugosidade mamilada, e vazios planos (20%) parcialmente acomodados.

Predominam os agregados granulares, com rugosidade mamilada, microestrutura granular e massiva, relação C/F 10/90 e distribuição relativa enáulica.

A fração mineral grossa é composta por grãos de quartzo (10%), em frações que variam de areia média a fina, em formato de blocos, arredondamento que varia de subarredondado a subangular e seleção moderada (com leve predomínio de areia média). Os dois componentes orgânicos da fração grossa são raízes (1%) e microcarvões (1%), presentes em tamanhos e formas variados.

A fração fina apresenta coloração marrom-amarelada, possui fábrica indiferenciada e é composta por argila, carvão, óxidos de ferro (Figura 38).

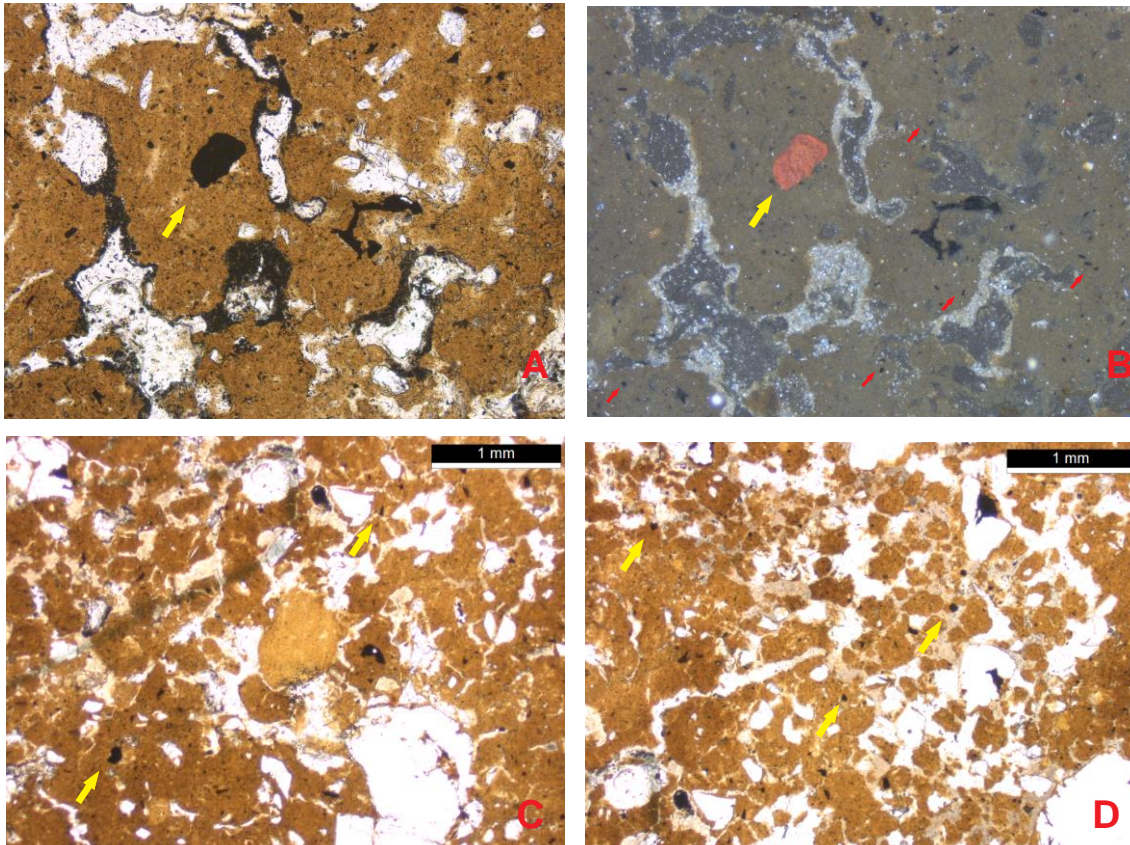


Figura 38: Fotomicrografias da lâmina TPM-P2-A3: (A) Oxi(hidr)óxido de ferro – PPL (seta amarela). (B) Oxi(hidr)óxido de ferro (seta amarela) e microcarvões em meio a fração fina (setas vermelhas) – OIL. (C) e (D) Microcarvões observados em PPL (setas amarelas).

5.4.3 N1400/E1000 (U3)

Lâmina TPM-P3-A2

A porosidade da lâmina (25%) é composta por vazios empacotamento complexo (70%) e vazios planos, o primeiro apresenta rugosidade que varia de mamilada a digitada, o segundo apresenta formas que variam de plano a zig zag e acomodação parcial.

Quanto aos agregados, predominam o granular, com rugosidade que varia de mamilada a digitada, parcialmente acomodados. As microestruturas presentes são granulares e massivas, com razão C/F 15/85 em distribuição relativa que varia de enáulica a porfírica.

A fração mineral grossa é composta por grãos de quartzo (15%), em fração variável entre silte e areia muito grossa com formato em bloco, com arredondamento subangular e seleção pobre (com leve predomínio de areia média). Os dois componentes orgânicos da fração grossa são raízes (1%) e microcarvões (1%), as primeiras presentes em tamanhos variados e o segundo restrita as frações silte e areia muito fina.

A fração fina apresenta coloração amarelada, com fábrica indiferenciada e é composta por argila e óxidos de ferro. Quando a lâmina é observada em luz plana polarizada (PPL), é possível notar a presença de grãos de quartzo na fração silte, confirmando os resultados das análises granulométricas.

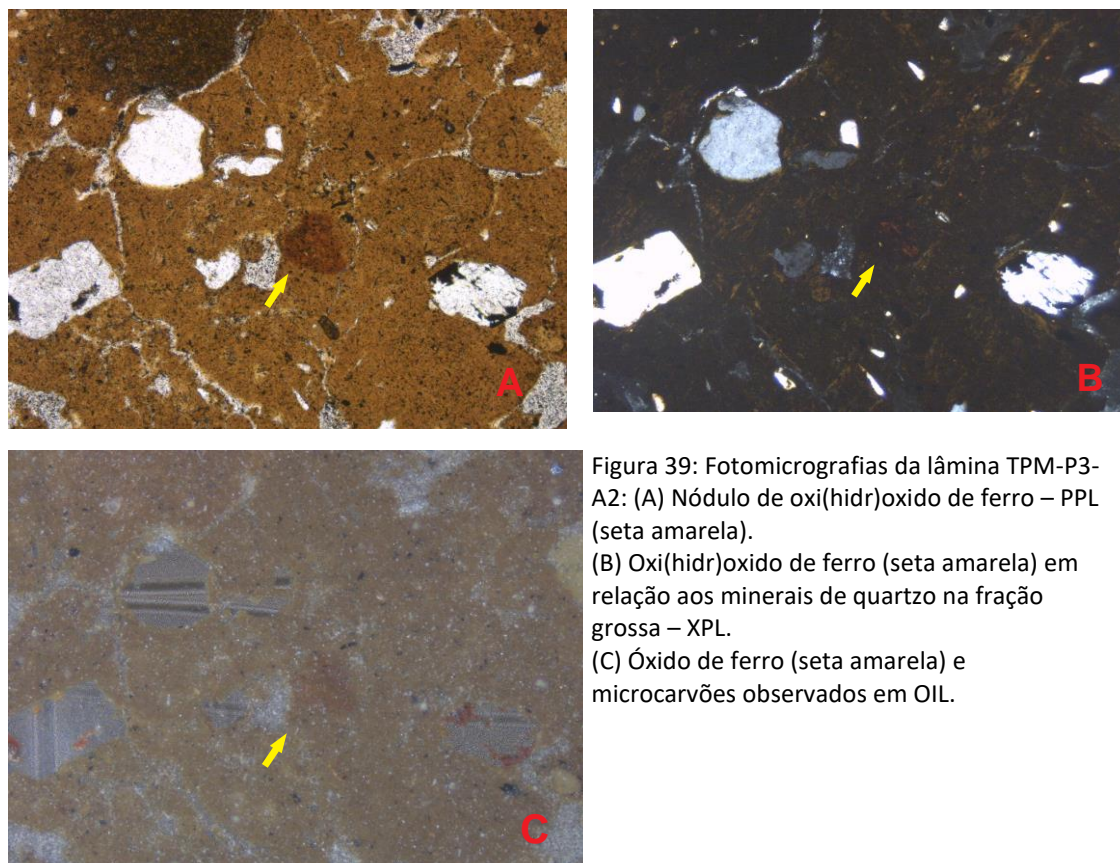


Figura 39: Fotomicrografias da lâmina TPM-P3-A2: (A) Nódulo de oxi(hidr)óxido de ferro – PPL (seta amarela). (B) Oxi(hidr)óxido de ferro (seta amarela) em relação aos minerais de quartzo na fração grossa – XPL. (C) Óxido de ferro (seta amarela) e microcarvões observados em OIL.

5.4.4 Unidade do Campo do Jacaré (U4)

Lâmina TPM-P4-A3

A lâmina apresenta porosidade (30%) composta por vazios de empacotamento complexo (90%) e planos (10%). Os agregados são granulares, com rugosidade mamilar, sem acomodação perceptível, e razão C/F 15/85 em distribuição relativa que varia entre enaulica e porfírica.

A fração mineral grossa é composta, por grãos de quartzo (15%), em fração que varia entre e silte a areia muito grossa, formato em bloco, arredondamento que varia entre angular e subangular e seleção pobre (com leve predomínio de areia média). Compõem a fração grossa da matéria orgânica as raízes (1%) e microcarvões (1%), as primeiras presentes em tamanhos variados e os microcarvões restritos às frações de areia fina e média.

A fração fina apresenta coloração castanho-amarelado, com fábrica indiferenciada e é composta por argila.

Grãos de quartzo na fração silte são visíveis no fundo matricial, o que aponta para uma leitura correta dos dados apresentados pela granulometria feita na *Malvern*.

Apesar de encontrarmos esporadicamente carvão na fração grossa, eles são bem menores e estão em menor abundância que nas lâminas amostradas das áreas com Terra Preta.

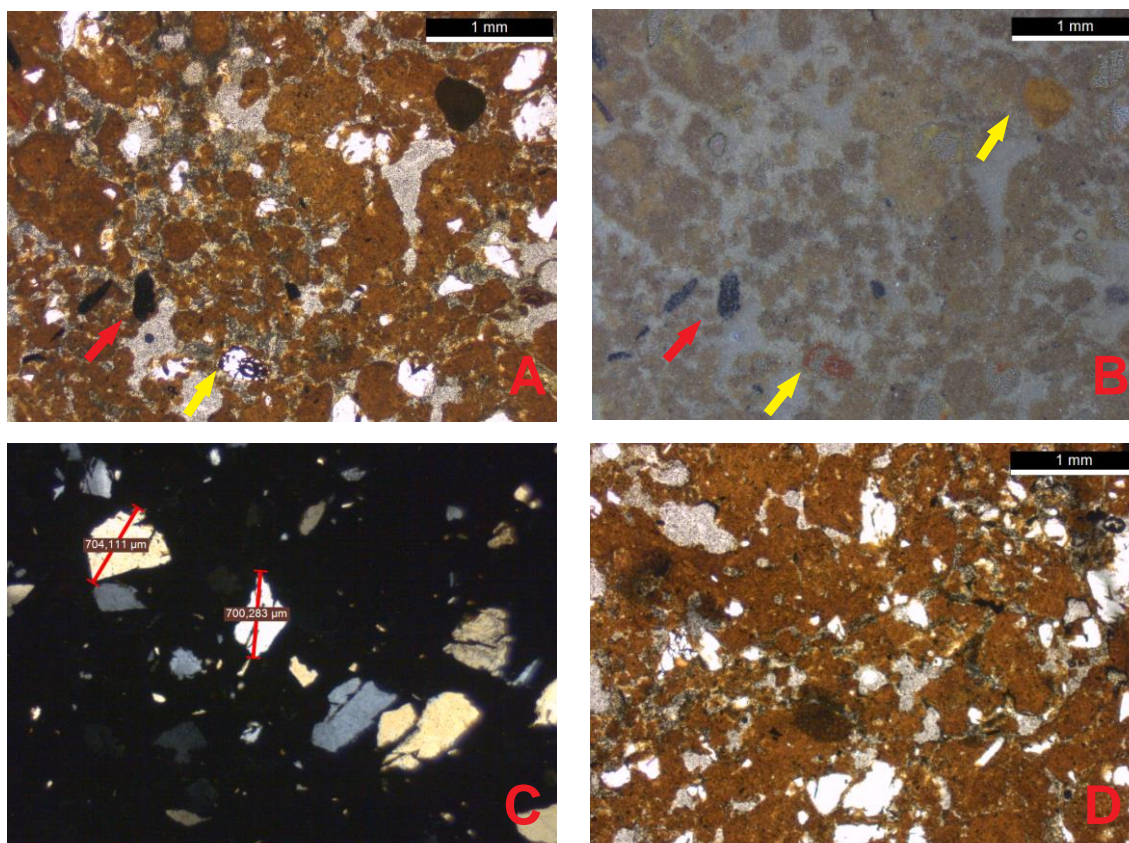


Figura 40: Microfotografias da lâmina TPM-P4-A3: (A) e (B) Óxidos de ferro (seta amarela) e carvões (seta vermelha)– PPL (à esquerda) e OIL (à direita). (C) e (D) Relação da fração grossa dos minerais de quartzo vista em XPL (à esquerda) e PPL (à direita)..

A descrição das lâminas de micromorfologia de solos aponta para algumas sutis diferenças entre as amostras de solo escavadas na área de Terra Preta e na área de campo. Primeiro, a proporção da porosidade das lâminas do campo é levemente maior do que nas lâminas da Terra Preta, por outro lado, a diversidade de vazios é maior na área de Terra Preta, principalmente nas lâminas escavadas da U1.

Os agregados diferenciam as lâminas amostradas na área de Terra Preta das amostradas na área de campo pelo predomínio de microestruturas massivas. Enquanto no campo a microestrutura varia entre granular e massiva, as lâminas da área de Terra Preta apresentam características de microestruturas com microagregados de grãos.

Os minerais de fração grossa também são mais diversos na área de Terra Preta do que no campo. Na U1, por exemplo, há a presença de minerais e materiais arqueológicos, enquanto nas demais unidades, ocorrem basicamente grãos de quartzo.

Essa observação repete-se também com os materiais orgânicos da fração grossa, mais diversos e abundante nas unidades da Terra Preta.

Na fração fina, predominam cores em tom marrom na área de Terra Preta, com exceção da lâmina TPM-P1-A1, que apresenta tons amarelados com tons amarronzados. As lâminas da área de campo apresentam tons mais claros, que puxam para tons alaranjados. Cabe ressaltar que, como na fração grossa, os componentes orgânicos da fração fina também são mais abundantes na área de Terra Preta do que no campo.

5.5 Fitólitos e isótopos de carbono

5.5.1 Descrição dos principais morfotipos identificados

Ao todo, identificamos, 28 morfotipos de fitólitos nas 36 lâminas analisadas em nossa pesquisa. Esses são representativos de 6 famílias botânicas, mais uma classe de morfotipo não identificado, além das espículas de sílica.

Até o momento não identificamos fitólitos específicos a nível de espécie, mas todos possuem boa resolução a nível de família botânica, o que se adequa muito bem a nosso problema (Item 2.3) – de todo modo, quaisquer entraves relacionados a sobreposição classificatória dos morfotipos podem ser atenuados com a utilização de outros *proxys*, como os isótopos de carbono, que servem como bons desambiguadores para a resolução que necessitamos.

As descrições a seguir seguem as normatizações do *International Code for Phytolith Nomenclature* (Madella et al., 2005; Neumann et al., 2019) e as descrições de morfotipos publicados em estudos de referência sobre fitólitos de plantas do bioma amazônico (e.g. Watling et al., 2020; Watling et al., 2016). A Figura 41 sumariza principais morfotipos identificados.

5.5.2 Morfotipos identificados

5.5.2.1 Herbaceas

5.5.2.1.1 Zingiberales

Presente em quatro variantes, zingiberales tabular, zingiberales ornate spheroids, zingiberales knobbly e zingiberales commelinaceae, apresentam-se em tamanhos que

geralmente superam $>20 \mu\text{m}$, geralmente possuem ornamentação e formato longilíneo, no caso dos tabulares, ou esferoidal, no caso dos ornate spheroids.

5.5.2.2 *Arecaceae*

5.5.2.2.1 *Spheroid echinates*

Presentes em duas formas, contempladas pelas descritas por (Morcote-Ríos et al., 2016), predominando as formas esféricas simétricas, com projeções distribuídas sem simetria ao longo do fitólito, que possuem, geralmente, menos do que $17 \mu\text{m}$ de diâmetro.

Também foram comuns os spheroid echinates alongados, que possuem forma esferoidal prensada lateralmente, em formato similar ao de uma elipse, com as projeções distribuídas randomicamente. Seu eixo mais longo nunca ultrapassa $16 \mu\text{m}$.

5.5.2.3 *Arbóreas*

5.5.2.3.1 *Spheroid ornate*

Os fitólitos identificados pertencentes a essa classe de morfotipos condizem com a descrição disponível no *International Code for Phytolith Nomenclature 2.0* (Neumann et al., 2019). Tendem a ter formato esferoidal, ocorrendo também em formato elíptico com ornamentação enrugada e granulada, dificilmente ultrapassam $15 \mu\text{m}$ de diâmetro e dificilmente ocorrem articulados.

5.5.2.3.2 *Spheroid psilate*

Morfotipo que possui forma geral circular, ocorrendo também em forma elíptica, não possuem ornamentação, e podem ocorrer em tons translúcidos ou enegrecidos. Dificilmente ultrapassam $10 \mu\text{m}$ de diâmetro, e tendem a ocorrer articulados com mais frequência.

5.5.2.3.3 *Blocky*

Morfotipo que lembra a um sólido geométrico com quatro lados, com formato longilíneo e dois lados opostos paralelos. Possuem ornamentação enrugada e tendem a ultrapassar as $20 \mu\text{m}$. Na versão 1.0 do *International Code for Phytolith Nomenclature* (Madella et al., 2005), estes eram classificados como *Parallelepipedal bulliform cell*.

5.5.2.4 Poaceae

5.5.2.4.1 Bilobates

Possuem dois lóbulos, geralmente com alguma ornamentação laminada nestes. Dificilmente ocorrem em dimensões maiores que 10 μm , podendo também apresentar-se parcialmente enegrecidos, talvez por terem sido expostos à queima. Pertencem à subfamília Panicoideae, também ocorrem os *crosses* (Panicoideae), Olyreae (Bambusoideae) e *saddle* (Chloridoideae).

5.5.2.4.2 Elongated (Poaceae)

Mais comuns nos morfotipos *Elongate dentritic*, apresentam formato linear plano em duas dimensões, com pouca ornamentação interna e bordas com decoração do tipo *dendriform* (Madella et al., 2005).

5.5.2.5 Espiculas de sílica

Biomíneralização em sílica com grande recorrência nas lâminas analisadas. Possuem formato oblongado-cilíndrico, podendo ocorrer ornamentação semelhantes às echinates na sua superfície, variam de tamanhos que vão de <10 a >30 μm (Figura 42).

5.5.2.6 Morfotipo não identificado

Morfotipo de fitólito de planta desconhecida, possui formato que varia entre reiniform e trapeziform, com decoração que pode ser enrugada ou favosa. Se apresentam em tamanhos que variam >10 μm e <25 μm . A princípio foi dividido em quatro variações, posteriormente percebemos que estas, na verdade, pareciam refletir processos de alteração relativos à queima.

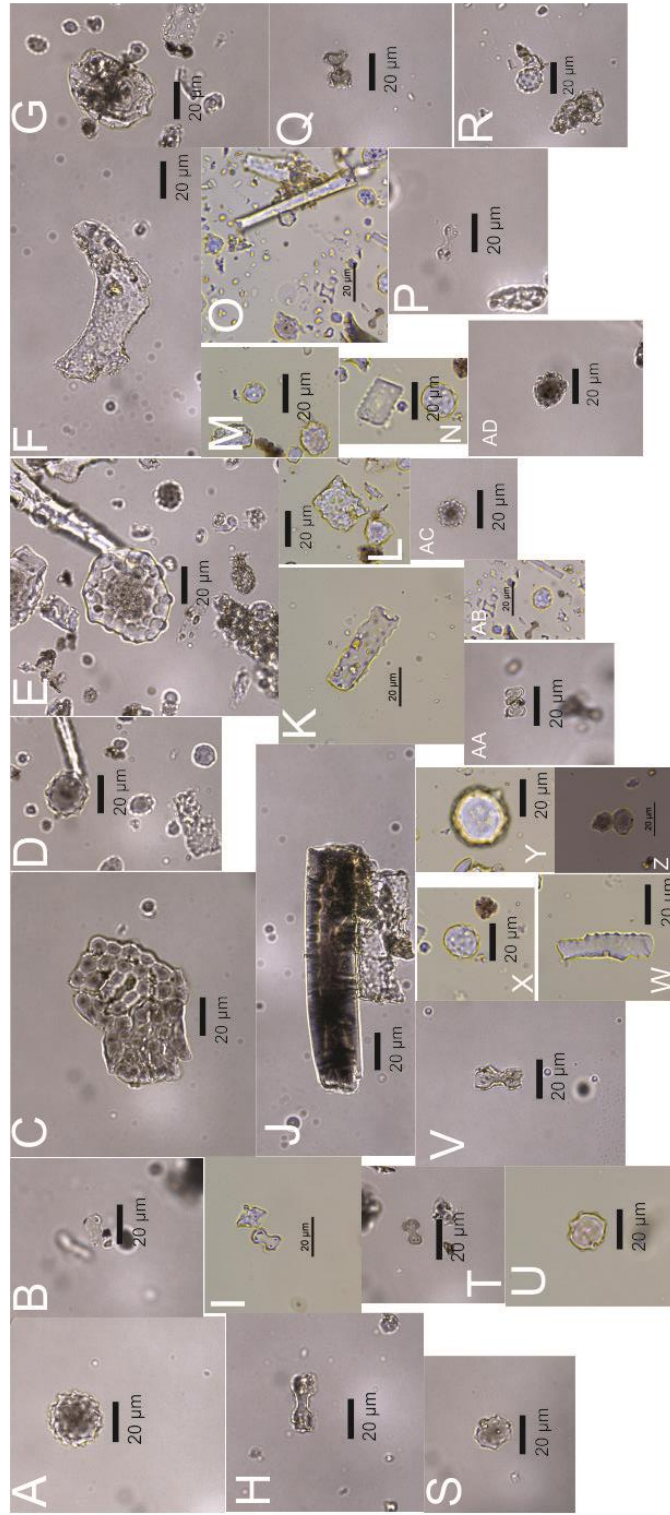


Figura 41: Prancha com os principais fitólitos identificados. A, D, M, R, X, AD: spheroid echinate; B, H, I, P, Q, T, V, AA: bilobate; C, AC: spheroid psilate; E: morfotipo não identificado; F: tracheary; J: zingiberales tabular; K: elongated (poeaceae); L, N: blocky; O: elongated (arbóreo); S, U, AB: spheroid ornate; Y: zingiberales ornate spheroid; W: zingiberales tabular.

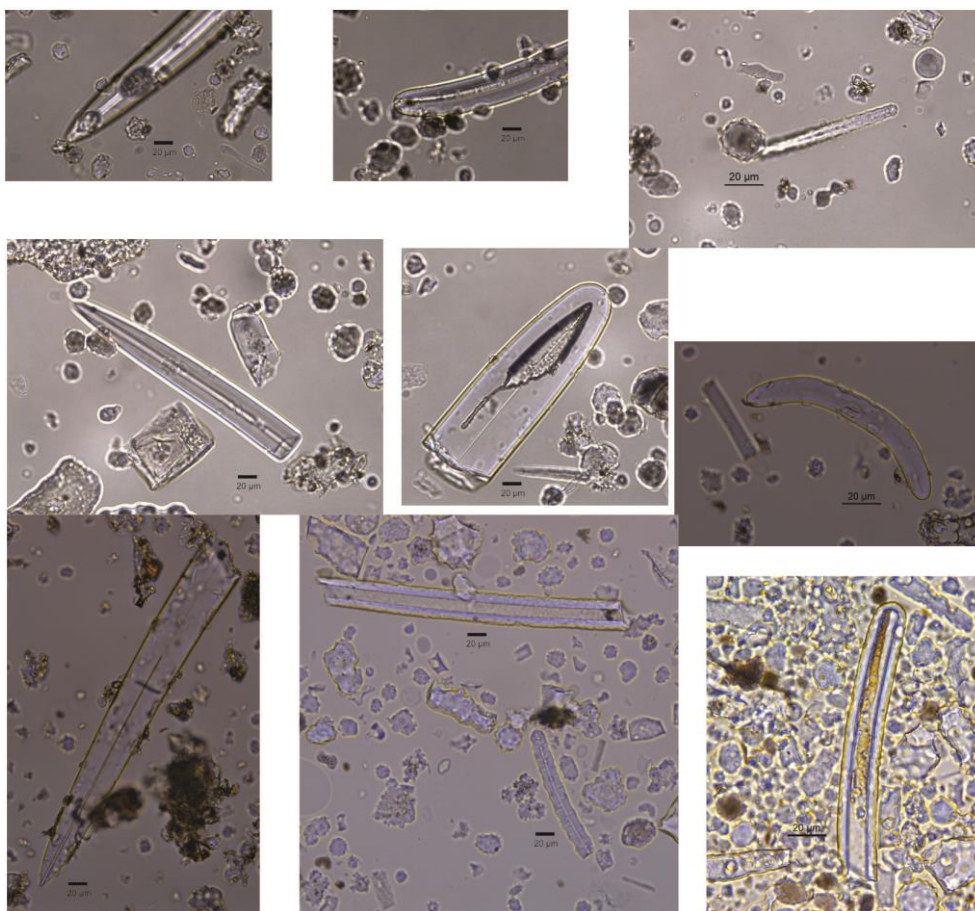


Figura 42: Prancha com exemplos das espículas de sílica (caixi) identificadas. Apenas a última imagem da linha inferior esquerda pertence a uma lâmina montada com amostra de solo do Campo do Jacaré, da U3.

5.5.3 N1074/E1000 (U1)

O gráfico a seguir apresenta a frequência relativa de fitólitos da fração fina identificados provenientes das amostras de solo recuperadas das escavações da U1, unidade de escavação localizada na porção central de Terra Preta do Mangabal (Gráfico 8).

É interessante notar como se comporta a frequência de fitólitos nas amostras oriundas dessa unidade, que apesar de estar no centro da área de Terra Preta, e de, provavelmente, ter sido utilizada com mais intensidade que as demais áreas amostradas (i.e. onde parece ter ocorrido mais descarte de material vegetal), não parece haver uma discrepância muito grande em termos de melhor visualização ou maior presença de material biosilicificado do que nas demais áreas amostradas. A exceção se dá pelas

espiculas de cauíxi, estas, provavelmente, têm sua maior presença explicada por conta da dispersão espacial do material cerâmico – ponto que abordaremos adiante.

A análise da assembleia de fitólitos desta unidade parece apontar para dois momentos distintos de mudanças paisagísticas no sítio arqueológico. O primeiro, relacionado à camada I e os níveis mais profundos da camada II, e que parece anteceder em alguns anos a ocupação humana em Terra Preta do Mangabal, apresenta uma maior concentração de taxas relacionadas às plantas arbóreas/arbustivas e herbáceas, com significativa presença, também, de taxas de gramíneas. Aparentemente, antes do início da ocupação do sítio uma floresta semelhante a presente atualmente na área dominava a paisagem imediata de onde hoje é o sítio arqueológico.

Com o início da ocupação do sítio (por volta de cal. 1270 A.P, a partir da metade superior da camada II, a cerca de 35 cm de profundidade), há um incremento na frequência de fitólitos relacionados à família Arecaceae e uma diminuição na frequência de fitólitos de plantas arbóreas/arbustivas. Isso deve se dar pela inserção humana na paisagem e o manejo de plantas úteis na área do sítio – até os dias atuais os babaçus (*Attalea speciosa*) são plantas emblemáticas na região do alto rio Tapajós (Nelson, 1994).

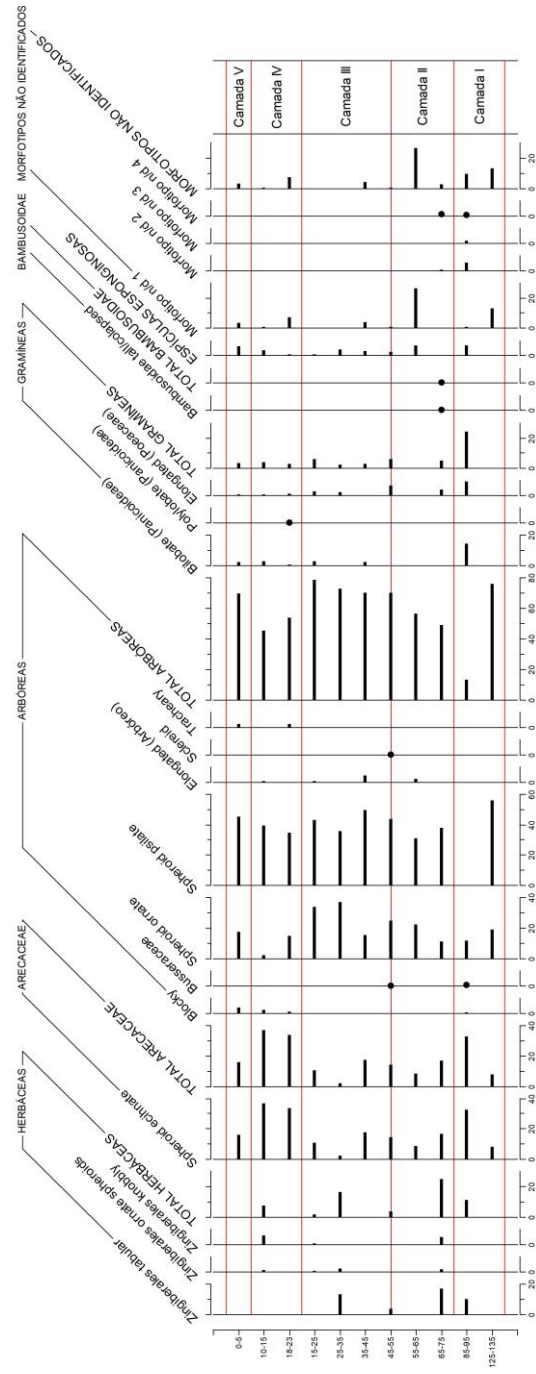


Gráfico 8: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U1 (área central de Terra Preta do Mangabal).

5.5.4 1225/E1004 (U2)

Na unidade 2, localizada em uma área com vegetação florestal e Terra Preta próxima ao contato com a área de campo, há, na camada I, maior frequência de taxas de plantas relacionadas às arbóreas, representadas pelos fitólitos dos morfotipos *spheroid ornate* e *spheroid psilate*, esses perfazem cerca de 87% da amostra de fitólitos identificados na base da camada, a 120-130 cm de profundidade, e 86% no topo da camada, a 50-60 cm. Na camada II há uma gradual diminuição desses morfotipos, caindo de frequência de 86% no nível 40-50 cm para 56% no nível 10-20 cm, enquanto isso, de forma contrária, há um incremento na frequência relativa do morfotipo *spheroid echinate*, relacionados à família *Arecaceae*, que na base da camada, a cerca de 50-60 cm, representam 3% dos fitólitos identificados, no topo da camada, a 10-20 cm de profundidade, esses representam 40% (Gráfico 9).

Não obstante a falta de datações para essa área do sítio, as tradagens executadas entre a unidade de escavação I e II parecem demonstrar uma continuidade horizontal da camada II, além da cerâmica encontrada nas escavações e tradagens dessa área do sítio que indica a contemporaneidade com as demais áreas de Terra Preta do Mangabal.

Provavelmente, nessa área de transição as atividades cotidianas da aldeia eram menos intensas, com menor descarte de refugo das atividades domésticas, quadro que também é apontado pelas lâminas de micromorfologia e pelas análises geoquímicas, que demonstram uma menor quantidade de microvestígios de ocupação e menor aporte de nutrientes nessa área em relação a unidade escavada no centro da área de Terra Preta.

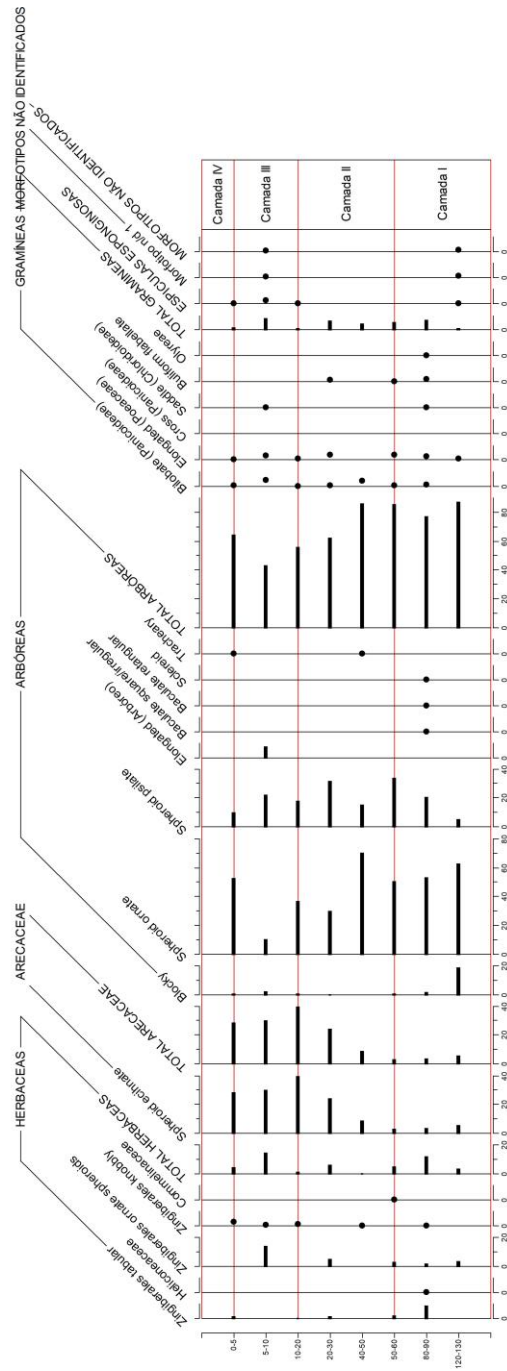


Gráfico 9: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U2 (área transição do Campo do Jacaré).

5.5.5 N1400/E1000 (U3)

Na unidade de escavação 3, situada em área com vegetação de campo, próxima ao contato com a floresta, ocorre uma mudança abrupta na frequência relativa dos morfotipos *spheroid psilate* e *spheroid ornate*, que, somados, representam pouco mais de 83 e 82% dos fitólitos identificados nas camadas I e II, respectivamente. Na camada III (entre 15-35 cm de profundidade) há a diminuição gradual na frequência relativa desses morfotipos e um aumento, também gradual, dos morfotipos relacionados às gramíneas, principalmente os morfotipos bilobates, que representam cerca de 3% dos fitólitos identificados na base dessa camada (~35 cm de profundidade), e saltam para cerca de 15% no topo da camada (~20 cm) (Gráfico 10).

Essa mudança gradual de fitólitos relacionados às taxas arbóreas por fitólitos relacionados às taxas gramíneas é acompanhada pela alta na frequência relativa no morfotipo *spheroid echinate*, representativo da família *Arecaceae*, que ocorre em frequências muito baixas nas camadas I e II, cerca de 2 e 3% dos fitólitos identificados, respectivamente, com aumento gradual a partir do topo da camada III, onde representam cerca de 6% da assembleia de fitólitos, e chegam a mais de 20% no topo da camada IV.

É digno de nota que esses eventos estão relacionados a um solo mais enegrecido na camada IV, e que essa ocorre em sincronicidade à ocupação em Terra Preta do Mangabal.

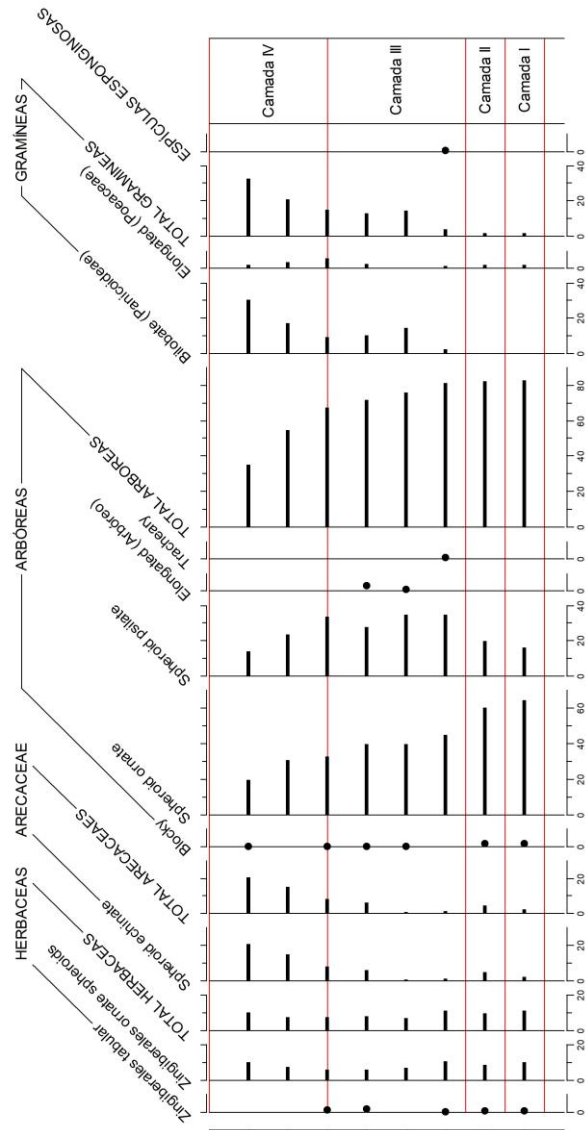


Gráfico 10: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U3 (área de transição do Campo do Jacaré).

5.5.6 Unidade do Campo do Jacaré (U4)

Como na unidade 3, a assembleia de fitólitos identificada nas amostras escavadas da unidade situada no meio do campo demonstra uma variação que parece ser representativa de uma mudança vegetacional, na frequência relativa dos morfotipos relacionados às taxas arbóreas e gramíneas. Os morfotipos *spheroid psilate* e *spheroid ornate* predominam nas camadas I, IIa e IIb, perfazendo uma média superior a 70% dos fitólitos identificados. Enquanto isso, os morfotipos relacionados às gramíneas atingem pouco mais de 2 e 1% nas camadas I e IIa, respectivamente.

Na camada III, as frequências relativas dos morfotipos *spheroid ornate* e *spheroid psilate* caem por pouco mais de 30% entre a base e o topo da camada (entre 0-25 cm de profundidade). De forma inversa, os *bilobates* apresentam um incremento de pouco mais de 6% a 25 cm de profundidade para mais de 32% aos 5 cm. Quando visto no montante, os morfotipos representantes das gramíneas saltam de 16 para 44% entre a base e o topo da camada III (Gráfico 11).

Apesar da constante frequência de fitólitos relacionados às palmeiras, esses não chegam a aparecer de forma tão pronunciada quanto nas outras unidades amostradas, valendo a ressalva de que os fitólitos relacionados às herbáceas (da ordem Zingiberales) também aparecem de forma constante ao longo da estratigrafia.

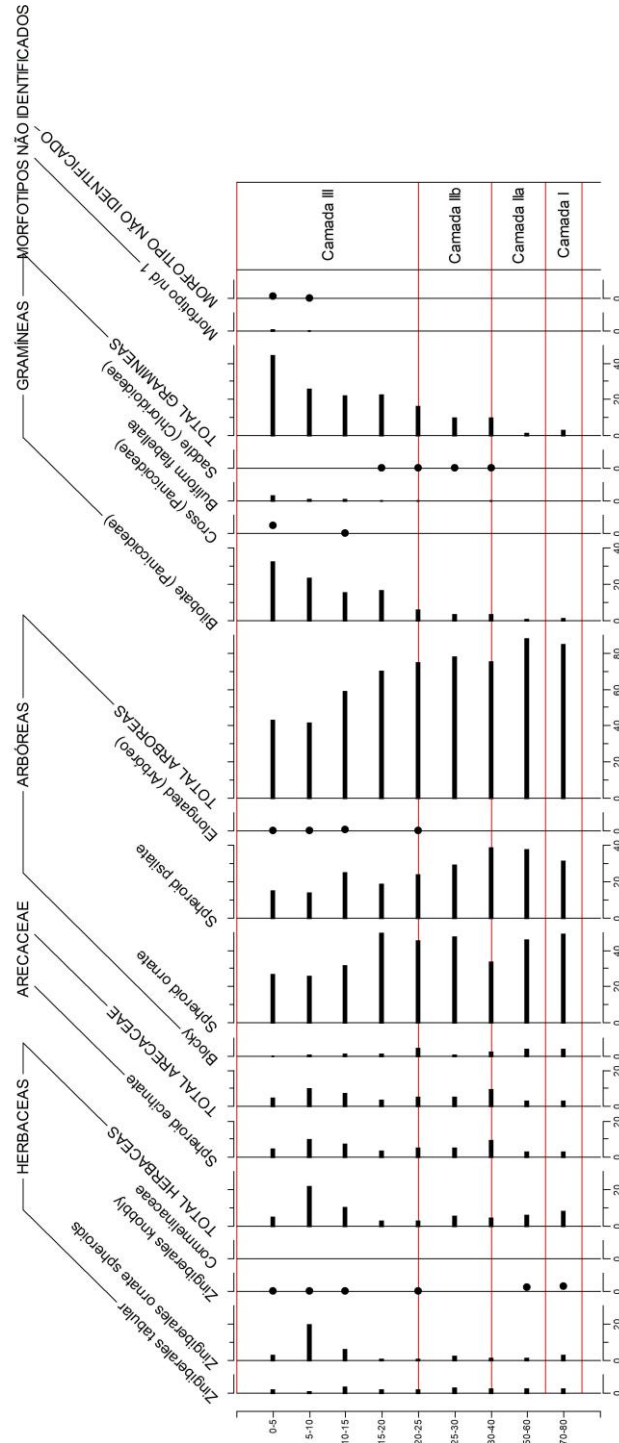


Gráfico 11: Frequência de fitólitos da fração fina provenientes da U4 (área central do Campo do Jacaré).

Como forma de complementar os resultados das análises de fitólitos, a análise de isótopos de carbono objetivou visualizar as mudanças nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ ao longo da estratigrafia das unidades escavadas para entender como as dinâmicas de mudança na vegetação da paisagem do entorno de Terra Preta do Mangabal ocorreu – além de melhorar nossa compreensão acerca do ambiente da região durante o período analisado, uma vez que os isótopos de carbono refletem mudanças na vegetação induzidas por mudanças ambientais (Pessenda et al., 2001).

Na unidade 1, escavada no centro de Terra Preta do Mangabal, os resultados da análise de fitólitos apontam para o predomínio de vegetação arbórea ao longo da estratigrafia, em vista a alta frequência de morfotipos relacionados à vegetação mais exuberante. A análise de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$, apresenta leve empobrecimento no valor de $\delta^{13}\text{C}$ de -24.66‰ (135 cm) até -26.4‰ (0-5 cm). Essa tendência parece refletir uma maior presença de plantas C_3 ao longo do tempo, mesmo durante a ocupação humana na área do sítio.

Na unidade 2, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ mostram um ambiente dominado por vegetação C_3 desde a base, mas com um enriquecimento significativo entre $\sim 100\text{-}50$ cm (atingindo um valor de -22.35‰ na amostra 55-65cm), seguido, novamente, pelo empobrecimento nessa valores, entre 40 e 5 cm, de -24.39‰ a -28.09‰ . Essa tendência não é refletida nos conjuntos de fitólitos que, por sua vez, não apresentam grandes mudanças, nem um aumento de *bilobates* ou outros fitólitos de gramíneas que possuem fotossíntese do tipo C_4 .

As unidades 3 e 4 começam com valores $\delta^{13}\text{C}$ típico de vegetação C_3 (-25.95‰ e -24.86‰), valores comparáveis ao evidenciado na base da escavação das unidades U1 e U2, contudo esses tendem a enriquecer nos níveis superiores. Na U3, o maior enriquecimento acontece entre 35-40 cm (-16.69‰) e 15-20 cm (-14.97‰), que corresponde com o início do aumento de *bilobates* no registro de fitólitos (Gráfico 10Gráfico 11) e a presença da camada de solo escurecido nessa unidade. Na U4, a curva de enriquecimento apresenta-se de forma mais gradual, mas com valores de $\delta^{13}\text{C}$

indicativos de vegetação C₄ sendo atingido aos 30-40 cm (-19.41 ‰), que também se associa ao aumento de *bilobates* na frequência relativa de fitólitos dessa unidade.

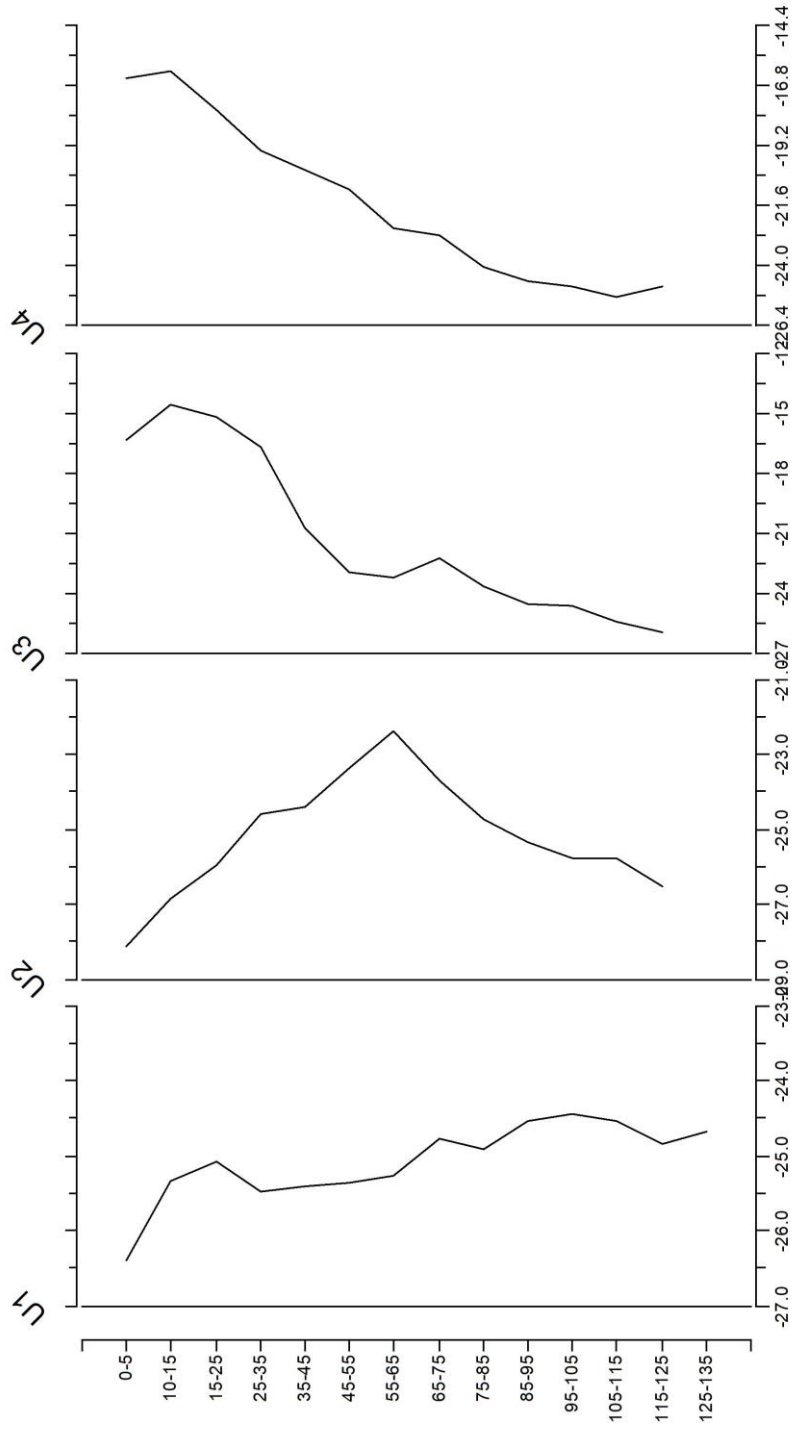


Gráfico 12: Isótopos C13 ao longo da estratigrafia das unidades escavadas entre Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré.

6 Discussão e conclusões

6.1 Características e processos de formação dos solos

Os resultados da análise granulométrica e geoquímica parecem demonstrar que, além das feições vegetais visíveis em superfície (floresta e campo), os solos de Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré também se diferenciam em termos físico-químicos. A análise granulométrica apresenta um gradiente de aumento na textura dos sedimentos a partir do centro da área de Terra Preta do Mangabal, enquanto a análise geoquímica indica maior concentração no aporte de nutrientes no centro de Terra Preta do Mangabal.

Apesar de serem mais pobres em nutrientes em relação à Terra Preta, os solos da área de campo não apresentam os mesmos padrões de baixa concentração de nutrientes que solos sob áreas de campinarana, como as do PARNA Viruá, situado na porção centro-leste do estado de Roraima – que abarca o contato de florestas ombrófilas desenvolvidas sobre Latossolos, áreas com vegetação de campo sobre Latossolos e campinaranas (regionalmente conhecidas como “lavrado”) formadas sobre Espodosolo – onde a média de P disponível é menor que as do Campo do Jacaré, mesmo nas áreas onde desenvolvem-se florestas ombrófilas sobre Latossolos (Mendonça, 2011: 33.).

Rebellato (2007, p. 141) apresenta para o sítio Hatahara, no município de Iranduba, região da Amazônia Central, teores de P no que seria uma provável terra marrom que se aproximam dos resultados que temos para as amostras de solo da U3 no Campo do Jacaré, com valores que variam entre 100 e 150 mg kg⁻¹. Nos limites do sítio Hatahara, situado sob uma capoeira abandonada, os teores de P têm valores bastante similares aos observados na geoquímica da U4, variando entre 10 e 60 mg kg⁻¹ (Rebellato, 2007: 152). Esses resultados são interessantes pois o mesmo método de extração de nutrientes aplicado sobre as amostras de solo do sítio arqueológico Hatahara também foi utilizado na presente pesquisa, e parecem não indicar que uma questão edáfica limite o crescimento de uma vegetação florestal na área do Campo do Jacaré.

Os dados advindos da micromorfologia de solos (Item 5.4) demonstram que o aporte em nutrientes nos solos de Terra Preta do Mangabal advém da ocupação humana na área, como constatamos nas lâminas a presença de microfragmentos de ossos e carvão, sendo que os últimos compõem a micromassa dos solos da área do sítio. Por outro lado, a ausência de componentes antropogênicos nas lâminas do Campo do Jacaré aponta que esse aporte antrópico de nutrientes parece não ter ocorrido na área do campo.

Outro resultado interessante que as lâminas de micromorfologia nos proporcionaram foi visualizar a presença de alguns elementos nos solos que parecem ter relação com maiores elevações de impacto das ocupações, como é o caso das espículas de esponjas. Essas tendem a predominar na Terra Preta, principalmente em sua porção central, onde situa-se a U1, que ficou patente também nas lâminas de fitólitos.

É interessante ressaltar que as espículas de esponjas (i.e. cauxí) são um dos principais antiplásticos utilizados na pasta das cerâmicas do complexo Mangabal (Rocha, 2012, 2017), daí derivamos três hipóteses para explicar essa abundância: é possível que as espículas que estamos visualizando nas lâminas sejam provenientes da erosão dos fragmentos cerâmicos, que são atacados pela matéria orgânica dissolvida – ácidos fulvicos e húmicos – e essas se depositam nos solos. De outra forma, pode ser que essas espículas estejam chegando até a área do sítio através da deposição de solo que as contenham naturalmente. Essa hipótese, inclusive, ajudaria a elucidar a sedimentação e a maior profundidade das camadas de Terra Preta. Também é possível que essa área tratava-se de um local para processamento de matéria-prima para fabricação cerâmica, uma vez que também identificamos nas lâminas de micromorfologia agregados de argila com a presença profusa de cauxí e que parecem não ter sido queimados.

6.2 A formação das feições vegetais de floresta e campo

Quanto os resultados das análises de fitólitos e isótopos de carbono, quando observadas à luz da sequência estratigráfica evidenciada nas escavações das unidades e das datações obtidas por ^{14}C e OSL, as alternâncias nas taxas dos morfotipos

identificados parecem se relacionar mais com a ocupação humana em Terra Preta do Mangabal do que a fatores ambientais – inclusive, pesquisas paleoambientais demonstram que a região do alto rio Tapajós não vem sofrendo grandes mudanças ambientais há, pelo ao menos, 4000 A.P. (Rossetti et al., 2004).

Como observado na análise de fitólitos, os maiores pontos de inflexão nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ coincidem com o início da ocupação em Terra Preta do Mangabal e se intensificam a partir do momento em que as terras pretas se tornam ubíquas no sítio. Vale salientar, ainda, que a maior presença de plantas úteis, representadas, no nosso caso, pelo aumento na frequência dos morfotipos *spheroid echinate*, relacionados à família Arecaceae, fazem-nos pensar em um cenário como o descrito na literatura recente das pesquisas em arqueobotânica que relacionam a concentração de plantas úteis ao acúmulo milenar de diversidade biótica das ocupações indígenas, na Amazônia (Furquim, 2021), no Cerrado (Neves, 2021) e nas florestas temperadas do sul do Brasil (Robinson et al., 2018).

Assim, com base nos resultados apresentados anteriormente, e tendo em mente as hipóteses feitas no Item 2.3, conjecturamos o seguinte cenário: quando os povos indígenas responsáveis pelo pacote arqueológico de Terra Preta do Mangabal chegaram no local, a área do sítio arqueológico e onde hoje é o Campo do Jacaré estavam sob uma vegetação dominadas por plantas C_3 , composta por espécies arbóreas e/ou arbustivas. Com o início da formação da Terra Preta no sítio a vegetação passa a ser composta, também, por palmeiras, enquanto a área adjacente foi transformada em uma clareira com vegetação C_4 , como hoje, para onde essas plantas úteis também parecem se estender.

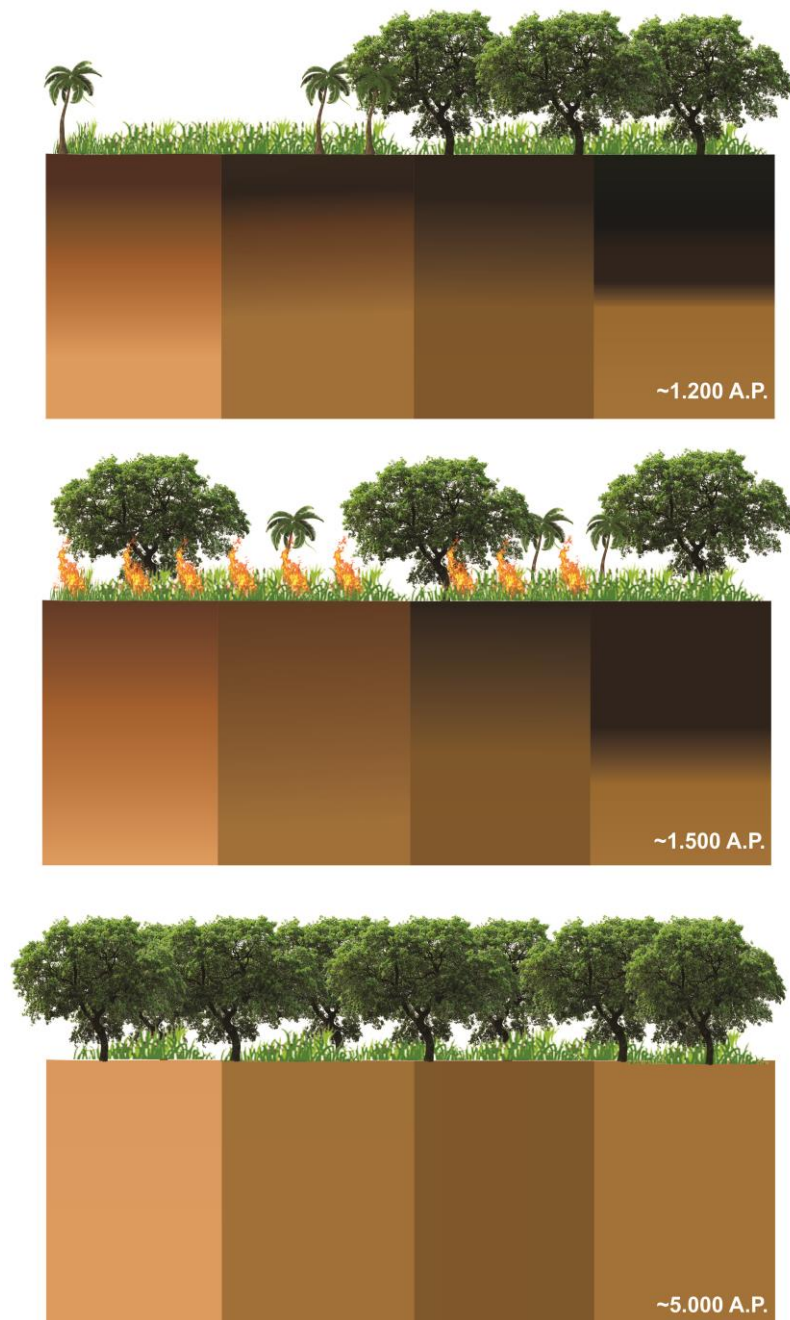


Figura 43: Cenários hipotéticos da evolução da paisagem sobre Terra Preta do Mangabal e o Campo do Jacaré. Cerca de 5.000 A.P: A vegetação florestal dominava a paisagem, provavelmente uma vegetação do tipo floresta ombrófila ocorria na área do sítio e do campo em um período anterior a ocupação humana. Cerca de 1.500 AP: Princípio da ocupação humana e formação das terras pretas em Terra Preta do Mangabal e início do manejo da vegetação, provavelmente através da utilização do fogo no Campo do Jacaré, as gramíneas começam a surgir no campo juntamente com o aumento de palmeiras em ambos os compartimentos fitopedológicos. 1.200 A.P: Formação da Terra Preta e da paisagem de campo. Ambas as áreas manejadas até os dias de hoje pelos Beiradeiros pela abertura de roças na área de Terra Preta e pela queima anual das gramíneas do campo, também expandem-se pela queima da vegetação do campo e das roças as matas de babaçu (*Attalea speciosa*), ubíquas no trecho encachoeirado do alto Tapajós. Sem escala.

É interessante, ainda, ressaltar a ambiguidade que nossos resultados representam. De um lado, na nossa leitura da estratigrafia das unidades de escavação do Campo do Jacaré não observamos lentes de carvão em escala macro, bem como a micromorfologia não evidenciou aditivos antrópicos sobre a área do campo. Por outro lado, os fitólitos e isótopos de carbono, interpretados em relação às datações de OSL, apontam para uma mudança significativa na vegetação com o início da ocupação humana na área. Fica a questão: podemos considerar que o Campo do Jacaré e Terra Preta do Mangabal são um único sítio arqueológico? Se sim, o sítio arqueológico, que hoje possui cerca de 20 ha de área saltaria para quase 163 ha quando considerada também a área do Campo do Jacaré sob influência dos impactos humanos.

Sugerimos que a paisagem arqueológica de Terra Preta do Mangabal e do Campo do Jacaré, formada em um episódio ocupacional de pouco mais de 200 anos, parece ser também um banco de dados biogenéticos, como demonstra a pesquisa etnobotânica de Emperaire (2016, p. 76) sobre os Tukano do alto rio Negro, onde “*o aproveitamento de processos biológicos e ecológicos naturais*” é condição para a geração de diversidade genética nas roças desse povo. No alto Tapajós uma dinâmica parecida parece ocorrer, com o aproveitamento dos capões de babaçu que brotam após o calor da queima da superfície do solo – seja para limpeza da vegetação de campo, ou para a implantação de roça nas áreas sob floresta – exercer um choque térmico e abrir os coquinhos de babaçu enterrados (Pinheiro, 2021).

Finalmente, nos parece que os solos férteis de Terra Preta do Mangabal e a “memória botânica” dos solos do Campo do Jacaré ainda têm muito a nos ensinar. Primeiro: em nossa pesquisa não identificamos plantas cultivadas, no entanto, há uma presença profusa de formas cerâmicas associadas a assadores (formas rasas, com profundidade pelo menos três vezes menor que o diâmetro) (Rocha, 2017: 178). Seria interessante entender, no futuro, quais plantas estavam sendo processadas nessas cerâmicas; Segundo: o sítio e o campo são delimitados por dois igarapés, a leste e oeste (como demonstrado no Mapa 1), e, especificamente o Campo do Jacaré, está em uma área mais alta, no cume do morro que marca o divisor de águas entre esses igarapés –

essa parece ser uma configuração espacial recorrente dos outros campos na região, como observado em fotos aéreas (Mapa 3). Faz-se necessário a aplicação de um protocolo de amostragem parecido com o executado nessa pesquisa para entender se esses campos também possuem relação com a ocupação nos sítios dos arredores.

Os povos tradicionais do alto Tapajós, pelo que sugerem os dados explicitados nas páginas anteriores, vêm manejando as paisagens do trecho encachoeirado do rio há mais de 1.000 anos, criando nichos de vegetação aberta próximos às áreas com solos ricos em nutrientes, juntando-se ao reconhecimento social da paisagem pela atribuição de topônimos e significados sagrados aos acidentes topográficos (Loures, 2017; Loures & Moreira, 2022; Rocha & Honorato de Oliveira, 2016), que marcaram colocações seringueiras do século XIX e indicam portos de famílias que vivem há, pelo ao menos, um século e meio sobre o “*verde das vertentes iluminado pelo céu de doçura infinita*” (Coudreau, 1896 [2020]; Torres, 2014; Torres, 2008).

Apesar da ruptura histórica entre os povos indígenas e os beiradeiros do presente e os que formaram o pacote arqueológico de Terra Preta do Mangabal, pelas mais diversas razões, parece haver uma ligação entre essas que gera biodiversidade permanente nos ambientes ocupados. Entre o “abandono” de Terra Preta do Mangabal e a reocupação do sítio pelos beiradeiros há mais de 1.000 anos de diferença – talvez essa ligação vincule-se às formas de territorialização desses povos, ao reconhecimento social do ambiente, que marca dimensões da vida cotidiana em portos, em áreas de Terra Preta, em campos de vegetação aberta e em concentrações de plantas úteis (Green et al., 2003; Silva et al., 2011).

Acabar com essas formas de territorialização é uma ação etnocida e epistemicida, que priva os povos tradicionais das suas fontes de recurso e impede a sua reprodução cultural. O projeto barrageiro na bacia do rio Tapajós, que conta com mais de 43 usinas hidroelétricas projetadas em toda a calha do rio, uma delas, a hidroelétrica do Jatobá, incidiria sobre território de Montanha e Mangabal, e sua construção transformaria o Campo do Jacaré e Terra Preta do Mangabal em um grande canteiro de obras. Aqui, além do compromisso com o patrimônio arqueológico, um bem não renovável da união

e direito do povo brasileiro, me parece que a arqueologia deve ter um compromisso com a vida e com os modos de vida que geram diversidade de vida.

7 Referências

- Adeney, J. M., Christensen, N. L., Vicentini, A., & Cohn-Haft, M. (2016). White-sand Ecosystems in Amazonia. *Biotropica*, 48(1), 7–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/btp.12293>
- Almeida, F., Mongeló, G., Py-Daniel, A., & Moraes, C. (2011). Diagnóstico arqueológico na Unidade de Conservação de Maués - AM. In *Relatório de campo não publicado apresentado a Superintendência do IPHAN em Manaus*.
- Almeida, F. O., & Moraes, C. de P. (2016). A Cerâmica Polícroma do Rio Madeira. In C. Barreto, H. P. Lima, & C. J. Betancourt (Eds.), *Cerâmicas Arqueológicas da Amazônia: Rumo a uma nova síntese* (pp. 402–414). IPHAN.
- Arroyo-Kalin, M. (2008). *Steps towards an Ecology of Landscape : a Geoarchaeological Approach to the Study of Anthropogenic Dark Earths in the central Amazon region, Brazil*. University of Cambridge.
- Arroyo-Kalin, M. (2010). The Amazonian Formative: Crop Domestication and Anthropogenic Soils. *Diversity*, 2(4), 473–504. <https://doi.org/10.3390/d2040473>
- Arroyo-Kalin, M. (2012). Slash-burn-and-churn: Landscape history and crop cultivation in pre-Columbian Amazonia. *Quaternary International*, 249, 4–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.08.004>
- Arroyo-Kalin, M. (2014). Amazonian Dark Earths: Geoarchaeology. In C. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 168–178). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_2252
- Arroyo-Kalin, M. (2017). Amazonian Dark Earths. In *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* (pp. 345–357). John Wiley & Sons, Ltd Chichester.
- Arroyo-Kalin, M. (2019). Landscaping, Landscape Legacies, and Landesque Capital in Pre-Columbian Amazonia. In C. Isendahl & D. Stump (Eds.), *The Oxford Handbook of Historical Ecology and Applied Archaeology* (Issue February, pp. 90–109). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199672691.013.16>

- Arroyo-Kalin, M., Neves, E., & Woods, W. (2009). Anthropogenic Dark Earths of the Central Amazon Region: Remarks on Their Evolution and Polygenetic Composition. In W. I. Woods, W. G. Teixeira, J. Lehmann, C. Steiner, A. WinklerPrins, & L. Rebellato (Eds.), *Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision* (pp. 99–125). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9031-8_5
- Balée, W. (1989). The culture of Amazonian forests. *Advances in Economic Botany*, 1–21.
- Balée, W. (1994). *Footprints of the forest: Ka'apor ethnobotany. The historical ecology of plant utilization by an Amazonian people.*
- Balée, W. (2006). The Research Program of Historical Ecology. *Annual Review of Anthropology*, 35(1), 75–98. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.35.081705.123231>
- Balée, W. (2009). Sobre a Indigeneidade das Paisagens. *Revista de Arqueologia*, 21(2 SE-Artigos). <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ra/article/view/3003>
- Balée, W. (2013). An estimate of Anthropogenesis. In *Cultural Forests of the Amazon: A Historical Ecology of People and Their Landscapes* (p. 288). The University of Alabama Press.
- Balée, W., de Oliveira, V. H., dos Santos, R., Amaral, M., Rocha, B., Guerrero, N., Schwartzman, S., Torres, M., & Pezzuti, J. (2020). Ancient Transformation, Current Conservation: Traditional Forest Management on the Iri River, Brazilian Amazonia. *Human Ecology*, 48(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10745-020-00139-3>
- Barbosa Rodrigues, J. (1875). *Rio Tapajós*. Typographia Nacional.
- Brasil. (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira*.
- Bremond, L., Alexandre, A., Wooller, M. J., Hély, C., Williamson, D., Schäfer, P. A., Majule, A., & Guiot, J. (2008). Phytolith indices as proxies of grass subfamilies on East

African tropical mountains. *Global and Planetary Change*, 61(3–4), 209–224.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.08.016>

Brochado, J. J. J. P. (1984). *An Ecological Model of the Spread of Pottery and Agriculture into Eastern South America*.

Brochado, J. J. J. P. (1989). A expansão dos Tupi e da cerâmica da tradição policrômica amazônica. *Dédalo (São Paulo)*, 27, 65–82.

Brochado, J. J. J. P., & Lathrap, D. (1982). Amazonian Archaeology. *Manuscrito Não Publicado*.

Bullock, P., Fedoroff, N., & Jongerius, A. (1985). *Handbook for Soil Thin Section Description*. Waine Research.

Buso Junior, A. A., Pessenda, L. C. R., Mayle, F. E., Lorente, F. L., Volkmer-Ribeiro, C., Schiavo, J. A., Pereira, M. G., Bendassolli, J. A., Macario, K. C. D., & Siqueira, G. S. (2019). Paleovegetation and paleoclimate dynamics during the last 7000 years in the Atlantic forest of Southeastern Brazil based on palynology of a waterlogged sandy soil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 264, 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2019.02.002>

Butzer, K. W. (1982). Archaeology as Human Ecology. In *Archaeology as Human Ecology*.
<https://doi.org/10.1017/cbo9780511558245>

Calegari, M. R., Lopes Paisani, S. D., Cecchet, F. A., de Lima Ewald, P. L., Osterrieth, M. L., Paisani, J. C., & Pontelli, M. E. (2017). Phytolith signature on the Araucarias Plateau – Vegetation change evidence in Late Quaternary (South Brasil). *Quaternary International*, 434(January), 117–128.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.095>

Calegari, M. R., Madella, M., Tagliari Brustolin, L., Ruiz Pessenda, L. C., Buso, A. A., Francisquini, M. I., Bendassolli, J. A., & Vidal-Torrado, P. (2017). Potential of soil phytoliths, organic matter and carbon isotopes for small-scale differentiation of tropical rainforest vegetation: A pilot study from the campos nativos of the Atlantic

- Forest in Espírito Santo State (Brazil). *Quaternary International*, 437, 156–164.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.023>
- Carneiro, R. L., & Schaan, D. P. (2007). A base ecológica dos cacicados amazônicos. *Revista de Arqueologia*, 20(1 SE-Artigo), 117–154.
<https://doi.org/10.24885/sab.v20i1.231>
- Castro, S. S. de, & Cooper, M. P. P.-V. (2019). *Fundamentos de micromorfologia de solos*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Clement, C. R., Denevan, W. M., Heckenberger, M. J., Junqueira, A. B., Neves, E. G., Teixeira, W. G., & Woods, W. I. (2015). The domestication of Amazonia before European conquest. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1812), 20150813. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0813>
- Costa, B. L. S. da. (2012). *Levantamento arqueológico na reserva de desenvolvimento sustentável (RDS) Amanã: Estado do Amazonas*.
<https://doi.org/10.11606/D.71.2012.tde-04032013-104349>
- Coudreau, H. (n.d.). *Viagens ao Tapajós*. Editora Garnier.
- de Fátima Rossetti, D., de Toledo, P. M., Moraes-Santos, H. M., & de Araújo Santos, A. E. (2004). Reconstructing habitats in central Amazonia using megafauna, sedimentology, radiocarbon, and isotope analyses. *Quaternary Research*, 61(3), 289–300. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2004.02.010>
- Dickau, R., Whitney, B. S., Iriarte, J., Mayle, F. E., Soto, J. D., Metcalfe, P., Street-Perrott, F. A., Loader, N. J., Ficken, K. J., & Killeen, T. J. (2013). Differentiation of neotropical ecosystems by modern soil phytolith assemblages and its implications for palaeoenvironmental and archaeological reconstructions. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 193, 15–37.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2013.01.004>

- Emperaire, L. (2016). Patrimônio agrícola e modernidade no Rio Negro (Amazonas). In M. Carneiro da Cunha & P. de N. Cesarino (Eds.), *Políticas Culturais e Povos Indígenas* (Primeira e). Editora UNESP.
- Erickson, C. L. (2008). Amazonia: The Historical Ecology of a Domesticated Landscape. In *The Handbook of South American Archaeology* (pp. 157–183). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74907-5_11
- Fausto, C., & Neves, E. (2018). Was there ever a Neolithic in the Neotropics? Plant familiarisation and biodiversity in the Amazon. *Antiquity*, 92(366), 1604–1618. <https://doi.org/DOI: 10.15184/aqy.2018.157>
- Fredlund, G. G., & Tieszen, L. L. (1997). Calibrating grass phytolith assemblages in climatic terms: Application to late Pleistocene assemblages from Kansas and Nebraska. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 136(1), 199–211. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(97\)00040-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-0182(97)00040-0)
- Furquim, L. P. (2021). O Acúmulo da Diferença: A Construção da Agrobiodiversidade no Passado Amazônico. In J. Cabral de Oliveira, M. Amoroso, A. G. Morim de Lima, K. Shiratori, S. Marras, & L. Emperaire (Eds.), *Vozes Vegetais: Diversidade Resistências e Histórias da Floresta*. UBU.
- Gibson, D. J. (2009). *Grasses and grassland ecology*. Oxford University Press.
- Goldberg, P., & Macphail, R. I. (2006). *Geoarchaeology*.
- Green, L. F., Green, D. R., & Neves, E. G. (2003). Indigenous Knowledge and Archaeological Science. *Journal of Social Archaeology*, 3(3), 366–398. <https://doi.org/10.1177/14696053030033005>
- Hartt, C. F. (1885). *Contribuições para a Ethnologia do Valle do Amazonas*. Typ. e lith. economica, de Machado.

- Hilbert, K. (2008). Early holocene lithic projectile points from the /amazon. *FUMDHAMentos*, 7(São Raimundo Nonato, Fundação Museu do Homem Americano).
- Hilbert, P., & Hilbert, K. (1980). Resultados preliminares da pesquisa arqueológica nos rios Nhamundá e Trombetas, Baixo Rio Amazonas. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série, Antropologia*, 75, 1–11. <http://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/633>
- Holliday, V. T. (2004). Soils in Archaeological Research. In *Soils in Archaeological Research*. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195149654.001.0001>
- Honorato de Oliveira, V. E. (2015). Shatters among Sherds: A study of lithic assemblages of the upper Tapajós River. In *MA dissertation*. University College London.
- Honorato de Oliveira, V. E., Rocha, B. C., Neves, E., & Almeida, F. (2013). *Levantamento Arqueológico no Município de Itaituba, PA*.
- IBGE. (2008a). *Mapa de Cobertura Vegetal do Estado do Pará* (p. 1). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (2008b). *Mapa Pedológico do Estado do Pará* (p. 1). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Iriarte, J., Elliott, S., Maezumi, S. Y., Alves, D., Gonda, R., Robinson, M., Gregorio de Souza, J., Watling, J., & Handley, J. (2020). The origins of Amazonian landscapes: Plant cultivation, domestication and the spread of food production in tropical South America. *Quaternary Science Reviews*, 248, 106582. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106582>
- Irion, G., Bush, M. B., Nunes de Mello, J. A., Stüben, D., Neumann, T., Müller, G., Morais de, J. O., & Junk, J. W. (2006). A multiproxy palaeoecological record of Holocene lake sediments from the Rio Tapajós, eastern Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 240(3), 523–535. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2006.03.005>

- João, X. da S. J., Teixeira, S. G., & Fonseca, D. D. F. (2013). *Geodiversidade do estado do Pará - Programa geologia do Brasil - Levantamento da geodiversidade*. CPRM. http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_PA.pdf
- Junqueira, A. B., Shepard, G. H., & Clement, C. R. (2010). Secondary forests on anthropogenic soils in Brazilian Amazonia conserve agrobiodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 19(7), 1933–1961. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9813-1>
- Kater, T. (2018). *O sítio Teotônio e as reminiscências de uma longa história indígena no Alto Rio Madeira*.
- Kern, D. C., Lima, H. P., da Costa, J. A., de Lima, H. V., Browne Ribeiro, A., Moraes, B. M., & Kämpf, N. (2017). Terras pretas: Approaches to formation processes in a new paradigm. *Geoarchaeology*, 32(6), 694–706. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/gea.21647>
- Koch, A., Brierley, C., Maslin, M. M., & Lewis, S. L. (2019). Earth system impacts of the European arrival and Great Dying in the Americas after 1492. *Quaternary Science Reviews*, 207, 13–36. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.12.004>
- Lathrap, D. W. (1975). *O alto Amazonas*.
- Lehmann, J., Kern, D., Glaser, B., & Woods, W. I. (2003). *Amazonian Dark Earths* (J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, & W. I. Wodos, Eds.). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/1-4020-2597-1>
- Levis, C., Costa, F. R. C., Bongers, F., Peña-Claros, M., Clement, C. R., Junqueira, A. B., Neves, E. G., Tamanaha, E. K., Figueiredo, F. O. G., Salomão, R. P., Castilho, C. v., Magnusson, W. E., Phillips, O. L., Guevara, J. E., Sabatier, D., Molino, J.-F., López, D. C., Mendoza, A. M., Pitman, N. C. A., ... ter Steege, H. (2017). Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. *Science*, 355(6328), 925–931. <https://doi.org/10.1126/science.aal0157>
- Levis, C., Flores, B. M., Moreira, P. A., Luize, B. G., Alves, R. P., Franco-Moraes, J., Lins, J., Konings, E., Peña-Claros, M., Bongers, F., Costa, F. R. C., & Clement, C. R. (2018).

- How people domesticated Amazonian forests. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5(JAN). <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00171>
- Lima, H. P. (2008). *História das caretas: a tradição Borda Incisa na Amazônia Central* (Vol. 2). <https://doi.org/10.11606/T.71.2008.tde-22092008-125315>
- Lima Lorente, F., Ruiz Pessenda, L. C., Calegari, M. R., Cohen, M. C. L., Rossetti, D., Giannini, P. C. F., Buso Junior, A. A., Castro, D. F. de, França, M. C., Bendassolli, J. A., & Macario, K. (2015). Fitólitos como indicadores de mudanças ambientais durante o Holoceno na costa norte do estado do Espírito Santo (Brasil). *Quaternary and Environmental Geosciences*, 6(1), 26–40. <https://doi.org/10.5380/abequa.v6i1.36239>
- Lins, J., Lima, H. P., Baccaro, F. B., Kinupp, V. F., Shepard Jr, G. H., & Clement, C. R. (2015). Pre-Columbian Floristic Legacies in Modern Homegardens of Central Amazonia. *PLOS ONE*, 10(6), e0127067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127067>
- Lombardo, U., Iriarte, J., Hilbert, L., Ruiz-Pérez, J., Capriles, J. M., & Veit, H. (2020). Early Holocene crop cultivation and landscape modification in Amazonia. *Nature*, 581(7807), 190–193. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2162-7>
- Lombardo, U., Ruiz-Pérez, J., & Madella, M. (2016). Sonication improves the efficiency, efficacy and safety of phytolith extraction. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 235, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2016.09.008>
- Loures, R. S. P. (2017). *Governo Karodaybi: o movimento Ipereğ Ayũ e a resistência Munduruku*. Universidade Federal do Oeste do Pará.
- Loures, R. S. P., & Moreira, F. C. (2022). O resgate das urnas: o histórico da luta munduruku contra a morte de seus lugares sagrados. *Antropolítica - Revista Contemporânea de Antropologia*. <https://doi.org/10.22409/ANTROPOLITICA2022.I1.A45853>
- Macedo, R. S., Teixeira, W. G., Corrêa, M. M., Martins, G. C., & Vidal-Torrado, P. (2017). Pedogenetic processes in anthrosols with pretic horizon (Amazonian Dark Earth) in

- Central Amazon, Brazil. *PLoS ONE*, 12(5), 1–19.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178038>
- Machado, J. S. (2005). *Montículos Artificiais na Amazônia Central: Um estudo de caso do sítio Hatahara*. Universidade de São Paulo.
- Macphail, R. I., Courty, M. A., & Goldberg, P. (1990). Soil micromorphology in archaeology. *Endeavour*, 14(4), 163–171. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(90\)90039-T](https://doi.org/10.1016/0160-9327(90)90039-T)
- Madella, M., Alexandre, A., & Ball, T. (2005). International code for phytolith nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, 96(2), 253–260.
<https://doi.org/10.1093/aob/mci172>
- Maezumi, S. Y., Alves, D., Robinson, M., de Souza, J. G., Levis, C., Barnett, R. L., Almeida de Oliveira, E., Urrego, D., Schaan, D., & Iriarte, J. (2018). The legacy of 4,500 years of polyculture agroforestry in the eastern Amazon. *Nature Plants*, 4(8), 540–547.
<https://doi.org/10.1038/s41477-018-0205-y>
- Martins, C. (2012). *Arqueologia do Baixo Tapajós: Ocupação Humana na Periferia do Domínio Tapajônico*. Universidade Federal do Pará.
- McMichael, C. H., Piperno, D. R., Bush, M. B., Silman, M. R., Zimmerman, A. R., Raczka, M. F., & Lobato, L. C. (2012). Sparse Pre-Columbian Human Habitation in Western Amazonia. *Science*, 336(6087), 1429–1431.
<https://doi.org/10.1126/science.1219982>
- Meggers, B. J. (1954). Environmental Limitation on the Development of Culture. *American Anthropologist*, 56(5), 801–824.
<https://doi.org/10.1525/aa.1954.56.5.02a00060>
- Meggers, B. J. (1987). *Amazônia: a ilusão de um paraíso* (Vol. 113). Ed. Itataia.

- Meggers, B. J. (1990). Reconstrução do comportamento locacional pré-histórico na Amazônia. *Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi: Ciências Humanas*, 6(2), 183–203.
- Meggers, B. J., & Evans, C. (1957). Archeological investigations at the mouth of the Amazon. *Bureau of American Ethnology Bulletin*.
- Meggers, B. J., & Evans, C. (1961). An Experimental Formulation of Horizon Styles in the Tropical Forest Area of South America. *Essays in Pre-Columbian Art and Archaeology*, 372–388. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674864917.c27>
- Moraes, C. (2007). *Arqueologia na Amazônia Central vista de uma perspectiva da região do lago do Limão* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.71.2007.tde-15052007-112151>
- Moraes, C. (2013). *Amazônia ano 1000: territorialidade e conflito no tempo das chefias regionais* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/T.71.2013.tde-18092013-101343>
- Moraes, C. de P. (2015). O determinismo agrícola na arqueologia amazônica . In *Estudos Avançados* (Vol. 29, Issue 83, pp. 25–43). scielo . <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000100004>
- Moraes, C., & Neves, E. (2012). O ano 1000: Adensamento populacional, interação e conflito na Amazônia Central. *Amazonica - Revista de Antropologia*; v. 4, n. 1 (2012) DO - 10.18542/Amazonica.V4i1.884. <https://periodicos.ufpa.br/index.php/amazonica/article/view/884>
- Morais, R. (2008). Águas pretas, brancas e verdes. In A. Ab'Saber (Ed.), *Leituras Indispensáveis* (p. 64). Atêlie.
- Morcote-Ríos, G., Aceituno, F. J., Iriarte, J., Robinson, M., & Chaparro-Cárdenas, J. L. (2020). Colonisation and early peopling of the Colombian Amazon during the Late Pleistocene and the Early Holocene: New evidence from La Serranía La Lindosa. *Quaternary International*. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.04.026>

- Morcote-Ríos, G., Bernal, R., & Raz, L. (2016). Phytoliths as a tool for archaeobotanical, palaeobotanical and palaeoecological studies in Amazonian palms. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 182(2), 348–360. <https://doi.org/10.1111/boj.12438>
- Nelson, B. W. (1994). Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing Reviews*, 10(1–3), 105–125. <https://doi.org/10.1080/02757259409532239>
- Neumann, K., Strömberg, C. A. E., Ball, T., Albert, R. M., Vrydaghs, L., & Cummings, L. S. (2019). International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. *Annals of Botany*, 124(2), 189–199. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz064>
- Neves, E. (2013). *Sob os Tempos do Equinócio: oito mil anos de História na Amazônia Central (6.500 AC - 1.500 DC)*. Universidade de São Paulo.
- Neves, E. G. (2009). Warfare in pre colonial Amazonia: when Carneiro meets Clastres. In *Warfare in Cultural Context: practice theory and the archaeology of violence* (pp. 139–164). Tucson: University of Arizona Press.
- Neves, E. G. (2021). Castanha, pinhão e pequi ou a alma antiga dos bosques do Brasil. In J. Cabral de Oliveira, M. Amoroso, A. G. Morim de Lima, K. Shiratori, S. Marras, & L. Emperaire (Eds.), *Vozes Vegetais: Diversidade Resistências e Histórias da Floresta*. UBU.
- Neves, E., Guapindaia, V. L. C., Lima, H. P., Costa, B. L. S., & Gomes, J. (2014). A tradição Pocó-Açutuba e os primeiros sinais visíveis de modificações de paisagens na calha do Amazonas. *Amazonía. Memorias de Las Conferencias Magistrales Del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica*, 137–158.
- Neves, E., Petersen, J., Bartone, R., & Augusto Da Silva, C. (2003). Historical and Socio-cultural Origins of Amazonian Dark Earth. In J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, & W. I. Wodos (Eds.), *Amazonian Dark Earths* (pp. 29–50). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-2597-1_3

- Nevle, R. J., Bird, D. K., Ruddiman, W. F., & Dull, R. A. (2011). Neotropical human–landscape interactions, fire, and atmospheric CO₂ during European conquest. *The Holocene*, 21(5), 853–864. <https://doi.org/10.1177/0959683611404578>
- Nimuendajú, C. (1953). Os Tapajós. *Revista de Antropologia*, 1(nº 1).
- Noelli, F. S. (1996). As hipótese sobre o centro de origem e rotas de expansão dos Tupi. *Revista de Antropologia*, 39(2 SE-), 7–53. <https://doi.org/10.11606/2179-0892.ra.1996.111642>
- Noelli, F. S., & Ferreira, L. M. (2007). A persistência da teoria da degeneração indígena e do colonialismo nos fundamentos da arqueologia brasileira. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 14(4), 1239–1264. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702007000400008>
- Pearsall, D. M. (1989). *Paleoethnobotany: A Handbook Of Procedures*. Routledge.
- Perota, C. (1979). Pesquisas de campo realizada na bacia do rio Tapajós como parte do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas da Bacia Amazônica (PRONAPABA). *Unpublished Report to the CNPq - IPHAN - Universidade Federal Do Espírito Santo*.
- Pessenda, L. C. R., Boulet, R., Aravena, R., Rosolen, V., Gouveia, S. E. M., Ribeiro, A. S., & Lamotte, M. (2001). Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest-savanna transition zone, Brazilian Amazon region. *The Holocene*, 11(2), 250–254. <https://doi.org/10.1191/095968301668898509>
- Pessenda, L. C. R., Gouveia, S. E. M., Freitas, H. A., Ribeiro, A. de S., Aravena, R., Bendassolli, J. A., Ledru, M.-P., & Scheelybert, R. (2005). Isótopos do carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In *Quartenário do Brasil PP - Ribeirão Preto*. Holos.
- Pinheiro, N. (2021). *Arqueobotânica no sítio Terra Preta do Mangabal, região do alto rio Tapajós* [Dissertação de mestrado]. Universidade Federal de Sergipe.

- Piperno, D. R. (2006). *Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleoecologists*. Rowman Altamira.
- Politis, G. G. (1996). Moving to produce: Nukak mobility and settlement patterns in Amazonia. *World Archaeology*, 27(3), 492–511. <https://doi.org/10.1080/00438243.1996.9980322>
- Py-Daniel, A. R. (2009). *Arqueologia da Morte no sítio Hatahara durante a fase paredão* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.71.2009.tde-01022010-104205>
- Quinn, E. (2004). *Excavating “Tapajó” ceramic at Santarém: their age and archaeological context*. University of Chicago.
- Rebellato, L. (2007). *Interpretando a variabilidade cerâmica e as assinaturas químicas e físicas do solo no Sítio Arqueológico Hatahara - AM* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.71.2007.tde-14052007-111921>
- Robinson, M., de Souza, J. G., Maezumi, S. Y., Cárdenas, M., Pessenda, L., Prufer, K., Corteletti, R., Scunderlick, D., Mayle, F. E., de Blasis, P., & Iriarte, J. (2018). Uncoupling human and climate drivers of late Holocene vegetation change in southern Brazil. *Scientific Reports*, 8(1), 7800. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24429-5>
- Rocha, B. C. (2012). *What can ceramic decoration tell us about the pre- and post- colonial past on the Upper Tapajós River?* (Issue MA dissertation). University College London.
- Rocha, B. C. (2017). *Ipi Ocemumuge: A Regional Archaeology of the Upper Tapajós River*. Universe College London.
- Rocha, B. C., & Honorato de Oliveira, V. E. (2016). Floresta virgem? O longo passado humano da bacia do Tapajós. In D. Alarcon, B. Millikan, & M. Torres (Eds.), *Ocekadi : hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós*.

- Roosevelt, A. C. (1991). *Moundbuilders of the Amazon: geophysical archaeology on Marajó Island, Brazil*. Academic Press.
- Roosevelt, A. C. (1999). The Development of Prehistoric Complex Societies: Amazonia, A Tropical Forest. *Archaeological Papers of the American Anthropological Association*, 9(1), 13–33.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1525/ap3a.1999.9.1.13>
- Roosevelt, A. C., da Costa, M. L., Machado, C. L., Michab, M., Mercier, N., Valladas, H., Feathers, J., Barnett, W., da Silveira, M. I., Henderson, A., Sliva, J., Chernoff, B., Reese, D. S., Holman, J. A., Toth, N., & Schick, K. (1996). Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of the Americas. *Science*, 272(5260), 373 LP – 384.
<https://doi.org/10.1126/science.272.5260.373>
- Roosevelt, A. C., Douglas, J. E., Amaral, A. M., da Silveira, M. I., Barbosa, C. P., Barreto, M., Silva, W. S. da, & Brown, L. J. (2009). Early Hunter in the Terra Firme Rainforest: Stemmed Projectile Points from the Curuá Goldmines. *Amazônica - Revista de Antropologia*, 1(2), 442–483. <https://doi.org/10.18542/amazonica.v1i2.296>
- Roosevelt, A. C., HOUSLEY, R. A., da SILVEIRA, M. I., MARANCA, S., & JOHNSON, R. (1991). Eighth Millennium Pottery from a Prehistoric Shell Midden in the Brazilian Amazon. *Science*, 254(5038), 1621 LP – 1624.
<https://doi.org/10.1126/science.254.5038.1621>
- Sanaiotti, T. M., Martinelli, L. A., Victoria, R. L., Trumbore, S. E., & Camargo, P. B. (2002). Past Vegetation Changes in Amazon Savannas Determined Using Carbon Isotopes of Soil Organic Matter. *Biotropica*, 34(1), 2–16.
<http://www.jstor.org/stable/4132952>
- Schaan, D., & Lima, M. A. (2012). A grande expansão geográfica dos Tapajó. In D. Schaan (Ed.), *Arqueologia, patrimônio e multiculturalismo na beira da estrada: pesquisando ao longo das rodovias Transamazônica e Santarém-Cuiabá, Pará*. GKNoronha.

- Schaan, D. P. (2004). *The Camutins chiefdom: rise and development of social complexity on Marajó Island, Brazilian Amazon*.
- Schaan, D. P. (2008). *The Nonagricultural Chiefdoms of Marajó Island BT - The Handbook of South American Archaeology* (H. Silverman & W. H. Isbell, Eds.; pp. 339–357). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74907-5_19
- Schmidt, M. J., Rapp Py-Daniel, A., Moraes, C., Valle, R. B. M., Caromano, C. F., Texeira, W. G., Barbosa, C. A., Fonseca, J. A., Magalhães, M. P., Silva do Carmo Santos, D., da Silva e Silva, R., Guapindaia, V. L., Moraes, B., Lima, H. P., Neves, E., & Heckenberger, M. J. (2014). Dark earths and the human built landscape in Amazonia: a widespread pattern of anthrosol formation. *Journal of Archaeological Science*, 42(1), 152–165. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.11.002>
- Scoles, R. (2016). Caracterização ambiental da bacia do Tapajós. In D. Alarcon, B. Millikan, & M. Torres (Eds.), *Ocejadi : hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós*.
- Shock, M. P., & Moraes, C. (2019). A floresta é o domus: a importância das evidências arqueobotânicas e arqueológicas das ocupações humanas amazônicas na transição Pleistoceno/Holoceno. In *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* (Vol. 14, pp. 263–289). scielo.
- Silva, K. B. V. da. (2019). *Análise micromorfológica do processo de formação do sítio arqueológico sol de Campinas do Acre - AC* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.71.2019.tde-03012019-103859>
- Silva, F. A., Bespalez, E., & Stuchi, F. F. (2011). Arqueologia Colaborativa Na Amazônia: Terra Indígena Kuatineму, Rio Xingu, Pará. *Amazônica - Revista de Antropologia*, 3(1). <https://doi.org/10.18542/amazonica.v3i1.629>
- Silveira, M. I. da, & Schaan, D. P. (2010). A vida nos manguezais: a ocupação humana da Costa Atlântica durante o holoceno. *Arqueologia Amazônica*, 35–48.

- Sioli, H. (1984). *The Amazon* (H. Sioli, Ed.; Vol. 56). Springer Netherlands.
<https://doi.org/10.1007/978-94-009-6542-3>
- Sombroek, W. G. (1966). *Amazon soils: A reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region*.
- Stahl, P. W. (2015). Interpreting interfluvial landscape transformations in the pre-Columbian Amazon. *The Holocene*, 25(10), 1598–1603.
<https://doi.org/10.1177/0959683615588372>
- Stenborg, P., Schaan, D. P., & Figueiredo, C. G. (2018). Contours of the Past: LiDAR Data Expands the Limits of Late Pre-Columbian Human Settlement in the Santarém Region, Lower Amazon. *Journal of Field Archaeology*, 43(1), 44–57.
<https://doi.org/10.1080/00934690.2017.1417198>
- Stoops, G. (2003). *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections* (p. 179). Soil Science Society of America.
- Suguio, K. (1973). *Introdução à Sedimentologia*. Editora Blucher.
- Tamanaha, E. K. (2012). *Ocupação policroma no baixo e médio rio Solimões, estado do Amazonas*. (Vol. 1) [Universidade de São Paulo].
<https://doi.org/10.11606/D.71.2012.tde-05062012-104830>
- Teixeira, P., Donagemma, G., Fontana, A., & Teixeira, W. (2017). *Manual de Métodos de Análise de Solo* (3 edição). Embrapa Solos.
- ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomao, R. P., Guevara, J. E., Phillips, O. L., Castilho, C. v., Magnusson, W. E., Molino, J.-F., Monteagudo, A., Nunez Vargas, P., Montero, J. C., Feldpausch, T. R., Coronado, E. N. H., Killeen, T. J., Mostacedo, B., Vasquez, R., Assis, R. L., ... Silman, M. R. (2013). Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*, 342(6156), 1243092–1243092.
<https://doi.org/10.1126/science.1243092>

- Torres, M. (2014). O escriba e o narrador: a memória e a luta pela terra dos ribeirinhos do Alto Tapajós. *Tempo Social*, 26(1 SE-), 233–257. <https://doi.org/10.1590/S0103-20702014000100014>
- Torres, M. G. (2008). *A beiradeira e o grilador: ocupação no oeste do Pará* [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.8.2008.tde-27112008-132446>
- Twiss, P. C. (1992). Predicted World Distribution of C3 and C4 Grass Phytoliths. In *Phytolith Systematics* (pp. 113–128). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1155-1_6
- Vasquez, M. L., & Rosa-Costa, L. T. da. (2008). Geologia e recursos minerais do estado do Pará. In *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará. Escala 1:1.000.000*. CPRM. <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/10443>
- Villagrán, X. S. (2009). Micromorfologia de depósitos arqueológicos. *Revista Do Museu de Arqueologia e Etnologia. Suplemento*, 0(supl.8), 197. <https://doi.org/10.11606/issn.2594-5939.revmaesupl.2009.113522>
- Viveiros de Castro, E. (2002). A inconstância da alma selvagem e outros ensaios de antropologia. In *São Paulo: Cosac & Naify* (Vol. 11).
- Watling, J., Almeida, F., Kater, T., Zuse, S., Shock, M. P., Mongeló, G., Bepalez, E., Santi, J. R., & Neves, E. (2020). Arqueobotânica de ocupações ceramistas na Cachoeira do Teotônio. In *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* (Vol. 15). scielo.
- Watling, J., Castro, M. T., Simon, M. F., Rodrigues, F. O., Brilhante de Medeiros, M., de Oliveira, P. E., & Neves, E. (2020). Phytoliths from native plants and surface soils from the Upper Madeira river, SW Amazonia, and their potential for paleoecological reconstruction. *Quaternary International*, 550, 85–110. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.03.045>

- Watling, J., Iriarte, J., Mayle, F. E., Schaan, D., Pessenda, L. C. R., Loader, N. J., Street-Perrott, F. A., Dickau, R. E., Damasceno, A., & Ranzi, A. (2017). Impact of pre-Columbian “geoglyph” builders on Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(8), 1868 LP – 1873. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614359114>
- Watling, J., Iriarte, J., Whitney, B. S., Consuelo, E., Mayle, F., Castro, W., Schaan, D., & Feldpausch, T. R. (2016). 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*, *226*, 30–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2015.12.002>
- Watling, J., Shock, M. P., Mongeló, G. Z., Almeida, F. O., Kater, T., de Oliveira, P. E., & Neves, E. (2018). Direct archaeological evidence for Southwestern Amazonia as an early plant domestication and food production centre. *PLOS ONE*, *13*(7), e0199868. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199868>
- Wiersum, K. F. (1997). Indigenous exploitation and management of tropical forest resources: an evolutionary continuum in forest-people interactions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *63*(1), 1–16. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01124-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01124-3)
- Woods, W. (2003). Development of Anthrosol Research. In J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, & W. I. Wodos (Eds.), *Amazonian Dark Earths*. Springer Netherlands.
- Woods, W., & Denevan, W. (2009). Amazonian Dark Earths: The First Century of Reports. In *Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek’s Vision* (pp. 1–14). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9031-8_1