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

**ANÁLISE MICROMORFOLÓGICA DO PROCESSO DE FORMAÇÃO
DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO SOL DE CAMPINAS DO ACRE- AC**

Kelly Brandão Vaz da Silva

**São Paulo
10/2018**

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

**ANÁLISE MICROMORFOLÓGICA DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DO SÍTIO
ARQUEOLÓGICO SOL DE CAMPINAS DO ACRE- AC**

Versão Revisada

Dissertação apresentada ao Museu de Arqueologia
e Etnologia da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências.

**Linha de Pesquisa: Arqueologia e Ambiente
Orientadora: Profa. Dra. Ximena S. Villagran**

**São Paulo
10/2018**

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.

CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação do
Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo

S586a

Silva, Kelly Brandão Vaz da.

Análise micromorfológica do processo de formação do sítio arqueológico sol de Campinas do Acre / Kelly Brandão Vaz da Silva; orientadora Ximena Suarez Villagran – São Paulo, 2018.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Museu de Arqueologia e Etnologia, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, 2018.

1. Micromorfologia de solos. 2. Construções monticulares. 3. Amazônia. I. Villagran, Ximena Suarez. II. Universidade de São Paulo. Museu de Arqueologia e Etnologia. Programa de Pós-Graduação em Arqueologia. III. Título.

Agradecimentos

O caminho da pesquisa é um cotidiano solitário, mas além dos livros, artigos e ensaios, esse trabalho foi construído com a ajuda de diversos anjos da guarda. Pessoas que desde sempre me acompanham e outros que apareceram pelo caminho.

Agradeço minha mãe por me ensinar que só eu posso fazer minhas escolhas, as minhas irmãs Audrey e Melissa por serem companheiras de uma vida e sempre me salvarem das enrascadas. Ao Cesar Augusto e ao Leo por colorirem minha vida.

Meus profundos agradecimentos à professora Ximena S. Villagran, orientadora deste mestrado, por ter me levado a lugares que nunca imaginei chegar, pelo apoio nos detalhes, pela paciência, pela confiança e principalmente por uma orientação leve e precisa.

Gostaria de agradecer também ao professor Eduardo Góes Neves, por ter me apresentado para Ximena e cedido o material para esta pesquisa. E a professora Verônica, agradeço por toda a dedicação ao Programa de Pós-graduação de Arqueologia do MAE/USP e sua disponibilidade em todas as vezes que precisei.

Agradeço ao professor Christopher Miller, da Universidade de Tübingen, por ter me aceito no curso de Micromorfologia de Solos e me acompanhado por todo o período de forma tão dedicada. Agradeço também ao Sr. Helmut e a Hanna pela hospedagem e acolhimento em Tübingen.

Ao professor Manuel Arroyo-Kalin meu agradecimento por ter se disponibilizado em olhar o material desta pesquisa e compartilhar seu conhecimento sobre a Amazônia. E agradeço também à professora Marcia Rizutto pela disponibilidade do equipamento e ajuda nas análises de EDXRF.

Por ter me fincado na Arqueologia, agradeço a Jaqueline Belletti, por me ajudar a traçar o caminho para o mestrado agradeço a Marjorie e ao Eduardo Kazuo. Agradeço a Laura Furquim por ter compartilhado sua experiência e material do sítio Sol de Campinas e ficado horas ouvindo minhas dúvidas arqueológicas. Aos colegas da UFAC Fernando, Leidiane e Tatiana por me acompanhar em campo e me receberem em Rio Branco.

Minha gratidão para Christiane Ery, amiga-irmã que nunca desisti de mim e entre tantas coisas, sempre me lembra que a vida está correndo e é necessário parar e dar boas risadas. Também agradeço as minhas amigas e companheiras de

lutas Adriana e Eliane. Ao Dênis e a Juliana agradeço a paciência por lerem meus rascunhos e me ajudarem a refletir sobre a escrita.

As amigas do laboratório de Paleontologia -IGc/USP, Ivone, Cibeles, Juliana e Dayane, os almoços com vocês sempre deixam minha vida na USP mais divertida.

Aos colegas Renato, Jordana, Renata, Daniela, Henrique, Isabela, Carol, Juliana, Marcony, Emerson, Marina, Melian, Fabricio e Fabi, com certeza esse período foi mais divertido porque vocês me acompanharam fazendo desse mestrado uma grande experiência.

E Joaquim prossegue, “matutando” ... pensei: trincheira não é porque é passageira [temporária], só existe na guerra depois some, acaba. Aqui, a guerra foi contra os bolivianos, assim se fez o Acre, faz muito tempo! Portanto... parece trincheira!

Os desenhos ficam no meio da plantação, mas penso, narra Joaquim, que “não é coisa de soldado de guerra, também não é de soldado da borracha, a gente não precisava de trincheira. É coisa de engenheiro (construtor), camarada inteligente, pois a mata era toda igual e ele fez em cima da ribanceira.” E, pelo tamanho dos desenhos de terra produzidos, tinha muito ajudante na construção, eram muitas pessoas. E, veja bem, não tinha máquina... Agora, para se ver assim... bonito... tudo em caminho de “valo”, eu só vi depois das fotografias, pois é só de cima que se pode ver. Camarada inteligente quem fez, só pode ser engenheiro! Eu não sei fazer. Deve ter dado muito trabalho, imagina! Eles não tinham carro de mão, é “tudinho” feito no braço, no muque, não tinha máquina não (BELTRÃO; DOS SANTOS LOPES, 2018, pg. 8).

Resumo

Silva, Kelly Brandão Vaz da. **Análise micromorfológica do processo de formação do sítio arqueológico sol de campinas do Acre- AC**. 2018. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa: Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Neste trabalho apresenta-se o estudo geoarqueológico do sítio Sol de Campinas do Acre (SCA), sítio de estruturas monticulares localizado no sudoeste da Amazônia brasileira. Considerado pelo Registro Nacional de Sítios Arqueológicos como um geoglifo circular, atualmente é composto de 15 montículos com uma altura média de 3 metros. Os montes são dispostos de forma elíptica em torno de uma praça central, cobrindo aproximadamente 15.000 m². As datações de radiocarbono mostraram que o SCA foi construído após a maioria dos geoglifos na região. Especificamente, o montículo M11, estudado neste trabalho, revelou uma sucessão de eventos de ocupação entre os séculos XI e XVII.

As estruturas em terra são amplamente conhecidas na Amazônia desde os tempos antigos por causa de sua conspicuidade na paisagem (frequentemente interpretada como evidência de monumentalidade). Apesar da quantidade, extensão e diversidade de formas que essas estruturas podem adotar, pouco se sabe sobre o uso que tiveram nas comunidades responsáveis pela sua construção. Pesquisas recentes no sudoeste da Amazônia concebem a engenharia de terra como uma prática cultural dinâmica e duradoura que transformou a paisagem e estabeleceu redes regionais de comunicação. Apesar das estruturas em terra da Amazônia serem amplamente conhecidas, ainda existem poucos estudos geoarqueológicos que busquem compreender os processos de formação a partir do estudo de seu principal componente: os sedimentos.

Os resultados do estudo micromorfológico do montículo M11 indicaram uma clara intencionalidade na escolha do material de construção. A matéria prima utilizada foi sempre o solo da região. Foi possível observar duas técnicas construtivas em diferentes momentos da história do montículo M11: a primeira foi utilizada na construção da base do montículo, com o uso de material argiloso e nódulos de ferro, possivelmente para oferecer maior resistência à estrutura; e a segunda utilizada nas camadas superiores, construídas com material de granulometria mais grossa (frações silte e areia), que indicam uma continuidade desta prática ao longo de diferentes gerações.

A construção do montículo M11 segue uma engenharia que o permitiu permanecer na paisagem por pelo menos cinco séculos, com uma realidade climática de intensas chuvas, secas e recentemente atividades pecuárias. Os povos originários responsáveis pelas construções das estruturas em terra da Amazônia Ocidental não tinham variedade de materiais construtivos. A história geológica da região resultou em um cenário onde os recursos minerais eram restritos aos solos da região e sedimentos dos rios e igarapés. Os povos construtores foram capazes de conhecer e dominar os recursos criando variedades com seleção de misturas e técnicas para uso.

Palavras chaves: Micromorfologia de solo, Amazônia, estruturas monticulares

Abstrat

Silva, Kelly Brandão Vaz da. **Análise micromorfológica do processo de formação do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre- AC.**2018. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa: Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

This dissertation presents the geoarchaeological study of one of the largest geoglyph sites in the southwest of the Brazilian Amazon: the Sol de Campinas do Acre site (SCA). Considered by the National Register of Archaeological Sites as a circular geoglyph, it is currently made of 15 mounds with an average height of 3 meters. The mounds are arranged elliptically around a central plaza covering approximately 15.000 m². Radiocarbon datings showed that SCA was built after most geoglyph sites in the region. Specifically Mound 11, studied in this work, revealed a succession of occupation events between the 11th and 17th centuries.

Earthen mound complexes have been widely known in the Amazon since ancient times because of their conspicuousness in the landscape (often interpreted as evidence of monumentality). Despite the quantity, extent, and diversity of forms that earthen mounds can adopt, little is known about their use in the communities responsible for their construction. Recent research in the southwest Amazon conceives earth engineering as a dynamic, enduring cultural practice that transformed the landscape and established regional communication networks. Although widely known, there are still few geoarchaeological studies on the Amazonian earthen mounds seeking to understand the formation processes of the structures from the study of its main component: sediments.

The results of the micromorphological study of Mound 11 at SCA have indicated a clear intentionality in the choice for construction material. The soil around the archaeological site was always used as raw material. Two construction techniques were identified in different moments of the mound's history: the base of the mound, where material with clay and iron nodules was utilized, possibly to offer more resistance to the structure; and the upper layers, constructed with coarser material (silt and sand), indicating the continuity of this building practice across different generations.

Construction of mound M11 followed an engineering that allowed it to remain stable in the landscape for at least five centuries in a climatic context of intense rain, droughts and recent livestock farming. The indigenous peoples responsible for the construction of the earthen mounds of Western Amazonia faced a scarcity of construction materials. The geological history of the region resulted in a scenario where mineral resources were restricted to the local soils and the sediments near rivers and streams. Mound builders knew and controlled the resources by creating varieties with selection of mixtures and techniques.

Key words: Soil micromorphology, earthenmounds, Amazon

Lista de Figuras

Figura 1.1: Área das bacias dos rios Acre, Iaco, Iquiri e Abunã (Modificado de ACRE, 2006).	8
Figura 1.2: Estruturas em terra do tipo vala com muretas (Geoglifos): A - Sítio Los Angeles. B – Sítio Fazenda Atlântica. C – Sítio Seu Chiquinho. D – Fazenda Colorada (Fotos: Edison Caetano, Charles Mann, Sérgio Vale, Sanna Saunaluoma publicadas em SCHAAN, et al. 2000).....	19
Figura 1.3: Estruturas em terra do tipo monticulares: A – Sítio Fazenda Iquiri, à esquerda está a estrutura monticular Iquiri II e à direita a estrutura em vala. B – Sítio de estrutura monticular Sol do Iquiri (Fotos: Diego Gurgel Edison Caetano, publicadas em SCHAAN et al., 2007).	21
Figura 1.4: Localização do sítio Arqueológico Sol de Campinas do Acre. (Modificado PUGLIESE, JR. et al. 2015).	24
Figura 1.5: Imagem sítio Arqueológico Sol de Campinas do Acre em 2009 e projeção topográfica da área do sítio em 2014 (PUGLIESE, JR. et al., 2015).	25
Figura 2.1: A - Mapa de localização dos sítios monticulares estudados por Sherwood e Kidder (2011) no Vale do Mississipi: Poverty Point, Shiloh Mound, Cahokia e Cotiga. B - Estratigrafia do sítio Shiloh com camadas construídas alternando material misturado com maior teor de argila (camadas vermelhas) ou mais frequência de material grosso (e.g. areias) (camadas amarelas). C – Fotomicrografia da camada vermelha, a seta aponta para clastos de material do solo revestido de argila, em PPL. D - A mesma imagem em XPL. (Modificado de SHERWOOD; KIDDER, 2011).	30
Figura 2.2 Mapa mostrando a localização do complexo arqueológico Los Três Cerros (modificado de SCABUZZO et al., 2015).	34
Figura 2.3: A - Localização do Complexo arqueológico de Pago Lindo próximo ao rio Caraguatá. B - Localização dos montículos escavados no estudo apresentado. (Imagens publicadas em VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).	36
Figura 2.4: A – Unidade aberta do setor 1 mostrando um perfil homogêneo. B – Detalhe do perfil do setor 1, área A, com as caixas de coletas de amostras inalteradas (Imagens publicadas em VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).	37
Figura 2.5: A área de confluência do Negro-Solimões mostrando os locais dos sítios arqueológicos estudados por Arroyo Kalin (2008).	39
Figura 2.6: Perfil do montículo M1, com cerâmicas alinhadas. Escavado em 2002 e parte da pesquisa de doutorado de Arroyo-Kalin (Foto: ARROYO-KALIN, 2008)	41
Figura 3.1: Mapa de localização da cidade de Senador Guimard.	44
Figura 3.2: Localização da Bacia do Acre no contexto geotectônico amazônico (Modificado de BEZERRA, 2003).	46
Figura 3.3: Mapa simplificado das formações geológica do Estado do Acre com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (SCA) (modificado ACRE, 2010).....	47
Figura 3.4: Mapa geomorfológico do Estado do Acre com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (SCA) (Modificado ACRE, 2010).....	49
Figura 3.5: Mapa das bacias hidrográficas do Estado do Acre com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (Modificado de ACRE,2006).	51
Figura 3.6: Mapa simplificado da distribuição dos solos no município de Senador Guimard – AC. com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (SCA) (modificado de RODRIGUES et al., 2003)	54
Figura 3.7: Critérios de distinção entre nódulos autóctones (órticos e disórticos) e os nódulos	

alóctones(anórticos) (Stoops, 2003).....	58
Figura 4.1: A - Resultado do mapeamento topográfico da área central do sítio Sol de Campinas do Acre (modificado de NEVES; PUGLIESE, 2014); B - Esquema das quadriculas abertas no montículo M11 durante a etapa de escavação em 2014 (NEVES, et al. 2016).	60
Figura 4.2: Perfil do montículo M11: A - Unidade N1098E918 onde foi descrito a lente com nódulos de ferro. B- Perfil das unidades N1098/E924 e E925 abertas no topo do montículo M11 e de onde foram retiradas as amostras para micromorfologia de solo. (modificado de NEVES et al., 2016, perfil completo no ANEXO 3).	63
Figura 4.3: Esquema das camadas na quadrícula N1098 E924 e 925, face Norte (NEVES et al., 2016)	64
Figura 4.4 Foto do perfil Norte com esquema das retiradas de amostras para micromorfologia. (modificado DE PUGLIESE, JR. et al., 2015).....	65
Figura 4.5: Frequência de carvões nos diferentes níveis de escavação artificiais no sítio SCA (NEVES et al., 2016).	67
Figura 4.6: Frequência de sementes de milho nos diferentes níveis de escavação artificias no sítio SCA (NEVES et al., 2016).....	68
Figura 4.7: Detalhe do volume de laterita por nível artificial (modificado de FURQUIM; PUGLIESE, 2015).	68
Figura 4.8: Relação entre sedimento e laterita por nível artificial de escavação (modificado de FURQUIM; PUGLIESE, 2015).....	69
Figura 4.9: Foto da coleta do material da peneira seca evidenciando a grande quantidade de nódulos de ferro encontrados durante a escavação (Foto: NEVES et al.,2016).....	69
Figura 4.10: Croqui da quadrícula N 1097/98 E924, base do nível 60-70, de onde foi coletado a amostra para micromorfologia PN122.	71
Figura 4.11: Unidade N 1098 E 924, N 1098 E 925, Face Norte, com negativo das retiradas de amostras para microvestígios e micromorfologia de solo. (modificada de NEVES et al., 2016).	71
Figura 4.12: Sítio Sol de Campinas do Acre – dados de datações radiocarbônicas das amostras do montículo M11 (NEVES et al., 2016).....	72
Figura 4.13: Calibração das datas radiocarbônicas mostrando a relação temporal do montículo M11por Oxcal v 4.3.2.	72
Figura 4.14. Datas de sítios arqueológicos no sudoeste da Amazônia adaptado por Neves et al., 2016 baseado nos dados das publicações: LATINI 1998, MILLER 1983, NICOLI 2000, SAUNALUOMA 2012, SAUNALUOMA; SCHAAN 2012.	73
Figura 4.15: Imagem da localização dos pontos de coletas das amostras para referência.	75
Figura 4.16: Relação entre as medidas em milímetros e a escala ϕ . Os valores em mm representam os diâmetros dos limites inferiores das frações e o tamanho das malhas utilizadas no Laboratório de Sedimentologia IGc/USP para os ensaios granulométricos.	79
Figura 4.17: Representação do máximo Diâmetro de Feret (DM) (MARTINS, 2010).	81
Figura 4.18: Exemplo da sequência de tratamento de imagens para análise granulométrica por imagem: A - Resultado da aplicação da equalização de contraste. B - Sobreposição das imagens em PPL e XPL. C - Transformação da imagem em tons de cinza. D – Resultado da binarização da imagem. E – Inversão do preto/branco. F – Primeira sobreposição das imagens para conferência de	

resultado. G- Eliminação de estruturas indesejáveis. H- Resultado em formato gráfico do cálculo do programa ImageJ. I – Imagem do resultado em formato de planilha.82

Figura 4.19 Imagem do equipamento ED XRF durante a medição em lâmina delgada, as setas indicam direção e leitura do laser.84

Figura 5.1: Posição da amostra PN 374 no perfil do montículo M11 unidade N1098/E925.85

Figura 5.2: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A – Matriz M1 com distribuição relacionada g/f porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL; B – Matriz M2 com distribuição relacionada g/f porfírica fechada e com a presença de revestimentos/preenchimentos de argila, aumento de 5x, em PPL; C- Lâmina escaneada em PPL. D- Lâmina escaneada em XPL.88

Figura 5.3: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A- Microestrutura de bloco subangulares e maciça com distribuição relacionada g/f porfírica fechada e vazio (V) tipo câmara, aumento de 5x, em PPL. B- Combinação de vazio do tipo câmara e canal, aumento de 5x, em PPL. C – Vazio acomodado do tipo fissura, aumento de 5x em PPL. D- Vazio parcialmente acomodado do tipo fissura, aumento de 2,5x, em PPL. E- Marcas de bioturbação, 2,5x, em PPL. D- Marcas de bioturbação, aumento 2,5x, em PPL.89

Figura 5.4: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A- Matriz M1 com microestrutura de blocos angulares e maciça e distribuição relacionada g/f de tipo porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL. B- Imagem A em XPL. C – Matriz M2 com microestrutura de bloco angulares e maciça e distribuição relacionada g/f de tipo porfírica fechada, aumento de 5x em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Grão de mineral pesado, aumento de 10x, em PPL. D- Fragmento de lítico, aumento 20x, em PPL.90

Figura 5.5: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A – Carvão, aumento de 20x, em PPL. B – Material inorgânico de origem vegetal, possível fitólito, aumento de 10x, em PPL C – Resíduo orgânico, aumento de 10x, em PPL. D- Nódulo de óxido de ferro fragmentado e preenchido com material fino, aumento 2,5x, em PPL. E- Nódulo de óxido de ferro, anórtico, aumento 5x, em PPL. F - Nódulos de óxidos de ferro órticos (NO) e anórticos (NA), em OIL apresentando diferentes colorações, aumento de 0,6x.91

Figura 5.6: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A – Preenchimento de argila, com cor de interferência típica, aumento de 10x, em PPL. B – Imagem A, em XPL. C - Matriz M2 com a presença de preenchimentos de argila microlaminados (RA) alternados entre ponteados e empoeirados, aumento 10x, em PPL. D- Preenchimento de argila empoeirado, aumento de 20x, em PPL. E – Matriz M1 com presença de fragmentos de revestimentos de argila arredondados (RA) e micro carvões (MC), aumento de 10x, em PPL. F - Matriz M1 com presença de fragmento de revestimento de argila arredondado.92

Figura 5.7: Posição da lâmina PN 373 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.93

Figura 5.8: Fotomicrografias da lâmina PN373. A. Microestrutura complexa com distribuição relacionada g/f enáulica, aumento de 5x, em XPL B– Imagem A em PPL, aumento de 5x. C - Lâmina PN 373 escaneada D– Microestrutura maciça com distribuição relacionada porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL. E- Imagem D em XPL, aumento de 5x.95

Figura 5.9: Fotomicrografias da lâmina PN 373: A- Resíduo orgânico, aumento de 20x, em PPL. B- Micro fragmento de carvão em OIL, aumento de 20x. C- Carvão (C) e nódulo anórtico (NA), aumento de 2,5, em PPL. D- Detalhe do carvão da imagem C em OIL, aumento de 10x. E – Nódulo órtico, aumento de 10x, em PPL. F- Nódulo anórtico, aumento de 2,5x, em PPL.96

Figura 5.10: Fotomicrografias da lâmina PN 373: A- Nódulos anórticos com diferentes colorações em OIL, aumento de 0,6x. B- Fragmento de revestimento de argila na borda de um nódulo anórtico, aumento de 10x, em PPL. C- Revestimento de argila, aumento de 5x, em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Fragmento de revestimento/preenchimento de argila subarredondados, aumento de 10 x, em PPL. F- Fragmento de revestimento/preenchimento de argila arredondado, aumento de 40 x, em PPL.97

Figura 5.11: Posição da amostra PN 372 no croqui da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.98

Figura 5.12: Fotomicrografias da lâmina PN 372: A- Imagem da lâmina escaneada, em PPL. B- Marca de passagem da fauna, em PPL, aumento de 0,6x. C- Fundo matricial da marca de passagem com distribuição relacionada g/f porfírica fechada em PPL, aumento de 2,5x. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada gefurica, em PPL, aumento de 2,5x. E- Microestrutura granular com distribuição relacionada enáulica de espaçamento simples, em PPL, aumento de 2,5x.100

Figura 5.13: Fotomicrografia da lâmina PN 372: A- Microestrutura maciça com distribuição relacionada do tipo porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL. B- Imagem A em XPL. C- Microestrutura granular com distribuição relacionada do tipo gefurica, aumento de 5x, em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Microestrutura granular com distribuição relacionada do tipo enáulica com espaçamento simples, aumento de 5x, em PPL. F- Imagem E em XPL.101

Figura 5.14: Fotomicrografia da lâmina PN 372: A- Carvão, aumento de 5x, em PPL. B- Micro carvões (MC), em OIL, aumento de 5x. C- Micro carvões (MC) e fragmento biosilíceo (SI) aumento de 5x, em PPL. D- Fragmento biosilíceo, aumento de 40x, em PPL. E- Resíduo orgânico, em PPL, aumento de 20x. F- Resíduo orgânico, em PPL, aumento de 50x.102

Figura 5.15: Fotomicrografia da lâmina PN 373: A – Material orgânico, aumento de 20x, em PPL. B- Célula alongada, aumento de 10x, em PPL. C- Grão de mineral pesado, aumento de 20x, em PPL. D- Preenchimentos impuros de argila, aumento de 20x, em PPL. E- Excrementos, aumento de 40x, em PPL. F- Agregado de argila, aumento de 10x, em PPL.103

Figura 5.16.: Posição do PN 371 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.104

Figura 5.17: Fotomicrografias da lâmina PN 371: A- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f do tipo gefurica, aumento de 2,5, em PPL. B- Imagem A em XPL. C- Lâmina escaneada. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f do tipo enáulica fechada, aumento de 2,5, em PPL. B- Imagem D em XPL.106

Figura 5.18: Fotomicrografias da lâmina PN 371: A- vazio do tipo canal, aumento de 2,5, em PPL. B – carvão, aumento de 5x, em PPL. C- Carvão, aumento de 5x, em PPL. D- Carvões em OIL, aumento de 10x. E- Resíduo orgânico, aumento de 20x, em PPL. F- Fitólito, aumento de 20x, em PPL.107

Figura 5.19: Fotomicrografias da lâmina PN 371: A – Fragmento de célula silícea alongada, aumento em 20x, em PPL. B- Nódulo anórtico em PPL, aumento de 5x. C- Matriz com revestimentos de argila (RA), aumento de 20x, em PPL; D- Imagem C em XPL, E- Fragmento de revestimentos /preenchimentos de argila arredondado, aumento de 20x, em PPL. F- Agregados de argila, em PPL, aumento de 10x.108

Figura 5.20: Posição da amostra PN 370 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.109

Figura 5.21: Fotomicrografias da lâmina PN 370: A- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enáulica fechada, aumento de 5x, em PPL. B- Imagem A, em XPL. C- Imagem da lâmina escaneada, em PPL. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada enáulica aberta, aumento de 5x, em PPL. E- Imagem D, em PPL.111

Figura 5.22: Fotomicrografias da lâmina PN 370: A - Carvão, aumento de 5x, em PPL. B- micro carvões, em OIL, aumento de 20x C – Fragmento de rocha sedimentar, aumento de 20x, em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Fragmento de uma célula alongada, aumento de 20x, em PPL. F- Resíduo orgânico, aumento de 20x, em PPL.112

Figura 5.23: Fotomicrografias da lâmina PN 370: A – Fitólito, aumento de 20x, em PPL. B- Fitólito, aumento de 20x, em PPL. C- Finos revestimentos de argila, aumento de 10x, em PPL. D- Fragmento de revestimento de argila, aumento de 20x, PPL. E – Agregados de argila (AA), provável excremento (EX) aumento de 5x em PPL. F- Agregado de argila, aumento de 10x, em PPL.113

Figura 5.24: Posição do PN 369 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925. 114

Figura 5.25: Fotomicrografias da lâmina PN 369: A- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f gefurica, aumento de 2,5, em PPL. B- Imagem A em XPL. C - Imagem da lâmina escaneada, em PPL. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enaulica fechada, aumento de 2,5x, em PPL. E- Imagem D em XPL. 116

Figura 5.26: Fotomicrografias da lâmina PN 369: A- Vazio do tipo câmara, aumento de 2,5x, em PPL. B- Vazio do tipo cavidade, aumento de 2,5x, em PPL. C- Carvão, aumento de 5x, em PPL. D- Carvão com finos revestimentos de argila nas cavidades, aumento de 5x, em XPL. E- Nódulo anórtico (NA) e micro carvão (C), em OIL, aumento de 2,5x F- possível fragmento de cerâmica, ou de terra queimada em PPL, aumento de 5x. 117

Figura 5.27: Fotomicrografias da lâmina PN 369: A- Mineral alterado, aumento de 20x, em XPL. B- Fragmento de biotita alterada, aumento de 20x, em XPL. C- Semente, aumento de 10x, em PPL. D- Fitólito, aumento de 10x, em PPL. E – Excremento, aumento de 50x, em PPL. F- Fragmento de preenchimento/revestimento de argila arredondado, aumento de 10x, em PPL. 118

Figura 5.28: Fotomicrografias da lâmina PN 122: A – Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enáulica fechada, aumento de 5x, em PPL. B – Imagem A em XPL. C- Lâmina escaneada. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enáulica com espaçamento aberto, aumento de 5x, em PPL. E- Imagem D, em XPL. 120

Figura 5.29: Fotomicrografias da lâmina PN 122: A- Vazio do tipo câmara, aumento de 2,5x, em PPL. B- Carvão, aumento de 2,5, em PPL. C- Micro carvões, aumento de 20x, em OIL. D- Micro-carvões aumento de 50x, em OIL. E – Nódulo de ferro anórtico (NA) e fragmento de carvão (C), aumento de 2,5x, em PPL. F- Grão de mineral pesado, aumento de 20x, em PPL. 121

Figura 5.30: Fotomicrografias da lâmina PN 122: A- fragmento biosilíceo, aumento de 20x, em PPL. B- Célula alongada sílicea, aumento de 50x, em PPL. C- Resíduo orgânico, aumento de 50x, em PPL. D – Seção longitudinal de raiz, aumento 5x, em PPL. E – Preenchimento de argila in situ, aumento de 2,5x, em PPL. F- Vazio do tipo canal e fragmentos de revestimento/preenchimento de argila arredondados, em PPL. 122

Figura 5.31: Fotomicrografias da lâmina PN SCA1601: A – Microestrutura em bloco subangulares com distribuição relacionada g/f porfírica de espaçamento aberta, em PPL, aumento de 5x. B- Imagem A em XPL. C- Imagem da lâmina escaneada..... 124

Figura 5.32: Fotomicrografias da lâmina SCA 1601: A- Nódulo anórtico, em OIL, aumento de 2,5x. B- Nódulo anórtico em A em PPL, aumento de 2,5x C- Revestimento microlaminado, em PPL, aumento de 5x. D – Imagem C em XPL. E – Raiz, em PPL, aumento de 456x. F- Mineral biotita, que somado com outros minerais e fragmentos rochas perfazem menos de 1% da fração grossa, em PPL, aumento de 20x..... 125

Figura 5.33: Fotomicrografias da amostra SCA 1602. A - Escaneamento da lâmina em PPL. B - Microestrutura em blocos subangulares, preenchimentos de argila (PA), e hiporrevestimento de ferro (HO) em PPL, aumento de 5x. C- Imagem B em XPL. 127

Figura 5.34: Fotomicrografias da lâmina SCA 1602: A – Fundo matricial com distribuição relacionada g/f porfírica aberta com nódulo órtico (NO) aumento de 10x, em PPL. B- Imagem A em XPL. C- Fundo matricial com distribuição relacionada g/f porfírica aberta, aumento de 10x, em PPL. D- Vazio do tipo fissura e nódulos anórtico (NA) e órticos (NO), aumento de 2,5x, em PPL. E – Raiz (R), aumento de 20x, em PPL. F- Nódulo anórtico, aumento de 10x, em OIL. 128

Figura 5.35: Fotomicrografias da amostra SCA 1603. A- Escaneamento da lâmina em PPL. B- Microestutura mosqueada, com presença de revestimentos de argila (RA), preenchimento de argila (PA) hiporrevestimento de óxido de ferro (HO), impregnações de óxido de ferro (IO) em PPL, aumento de 2.5x 130

Figura 5.36 Fotomicrografias da lâmina SCA 1603: A- Nódulo anórtico (NA) e diferença da matriz

mosqueada de vermelho e amarelo indicando a presença de nódulos órticos (NO), em OIL, aumento de 2.5x. B- Imagem A, aumento de 2.5x, em PPL. C- Fissuras acomodadas (FA) e não acomodadas (FN), aumento de 2.5x, em PPI. D- Detalhe da matriz mosqueada com preenchimentos de argila (PA), Hiporrevestimentos (HO), Nódulos órticos (NO) aumento de 2,5x, em PPL. E- Preenchimento de argila impuro microlaminado (PM), aumento de 2,5, em PPL. F- Detalhe da matriz mosqueada e nódulo órtico (NO), aumento de 10x, em PPI.....131

Figura 5.37: Distribuição em porcentagem dos nódulos de ferro presentes nas lâminas delgadas (análise micromorfológica).132

Figura 5.38a: Distribuição dos nódulos de ferro entre anórticos e órticos nas lâminas delgadas. Resultados baseados na análise micromorfológica.133

Figura 5.38b: Distribuição dos nódulos de ferro nas lâminas delgadas em valores absolutos. Resultados baseados na análise micromorfológica.133

Figura 5.39: Gráfico com as quantidades de elementos químicos por amostra em pontos selecionados com material de fabricação das lâminas: resina, vidro e cola.136

Figura 5.40: Combinação dos Espectros de Fluorescência de raio X das áreas com vidro, cola e resina de diferentes amostras.137

Figura 5.41: Gráfico da distribuição dos elementos do nódulo da amostra solta SCA1602138

Figura 5.42: Espectro de Fluorescência de raios X do nódulo da amostra solta SCA 1602.138

Figura 5.43: Gráfico para comparação da distribuição dos elementos químicos no nódulo e nas amostras de referência com foco na composição do material de fabricação das lâminas (resina, vidro e cola).....139

Figura 5.44: Mapa de localização dos pontos medidos por ED XRF nas lâminas. A- Pontos medidos na lâmina PN 374. B- Pontos medidos na lâmina PN 373. C- Pontos medidos na lâmina PN 373. D – Pontos medidos na lâmina PN 370. E- Pontos medidos na lâmina PN 371. F- Pontos medidos na lâmina PN 16021. G- Pontos medidos na lâmina PN SCA 1602. H- Pontos medidos na lâmina PN 369. N = nódulo; S = sedimento140

Figura 5.45: Sobreposição dos Espectros de Fluorescência de raios X dos nódulos analisados141

Figura 5.46: Distribuição dos elementos químicos dos nódulos nas lâminas analisadas por ED-XRF (N= nódulo d ferro).142

Figura 5.47: Espectros de Fluorescência de raios X das análises dos pontos com sedimentos das lâminas delgadas.143

Figura 5.48: Distribuição dos elementos químicos nas amostras de sedimentos analisadas por ED-XRF (S= Sedimento).144

Figura 5.49: Gráficos referentes a fração grossa das amostras do sítio arqueológico SCA, os limites inferiores são: areia média (0,250mm); areia fina (0,125mm); areia muito fina (0,062mm); silte muito grosso (0,031mm). A porcentagem entre parênteses no título de cada gráfico representa a área ocupada pela fração grossa em cada lâmina delgada.147

Figura 5.50: Gráficos referentes a fração grossa das amostras de referência da área de entorno do sítio arqueológico SCA, os limites inferiores são: areia média (0,250mm); areia fina (0,125mm); areia muito fina (0,062mm); silte muito grosso (0,031mm). A porcentagem entre parênteses no título de cada gráfico representa a área ocupada pelo material analisado na lâmina delgada.148

Figura 5.51: Gráfico referente as médias das áreas ocupadas pela fração grossa (fração areia até silte muito grosso), fração fina (menor que silte muito grosso) e vazios nas amostras arqueológicas e

amostras de solos naturais das proximidades do sítio SCA.....	149
Figura 5.52: Gráfico da distribuição de nódulos de ferro nas lâminas delgadas calculado através de granulometria por imagem.....	144
Figura 5.53: Gráfico referente a distribuição da fração grossa (areia até silte muito grosso) da matriz M1, amostra PN 374. A área ocupada pela fração grossa é de 40,95%.....	150
Figura 5.54: Gráfico referente a distribuição da fração grossa da matriz M2, amostra PN 374. A área ocupada pela fração grossa é de 33,63%.	150
Figura 5.55: Gráfico referente as áreas de fração grossa, fração fina e vazios das matrizes M1 e M2.	151
Figura 5.56: Gráfico da distribuição granulométrica da amostra SCA 1601 pelo método pipetagem/peneiramento.....	152
Figura 5.57: Gráfico da distribuição granulométrica da amostra SCA 1602 pelo método pipetagem/peneiramento	152
<u>Figura</u> 5.58: Gráfico da distribuição granulométrica da amostra SCA 1603 pelo método pipetagem/peneiramento.....	153
Figura 5.59: Resultados da amostra SCA 1601: A- Gráficos dos resultados Granulometria por imagem. B- Dados dos resultados pelo método de pipetagem/ peneiramento. C – Comparação da fração grossa com a fração fina.	154
Figura 5.60: Resultados da amostra SCA 1602: A- Gráficos dos resultados Granulometria por imagem. B- Dados dos resultados pelo método de pipetagem/ peneiramento. C – Comparação da fração grossa com a fração fina.	155
Figura 5.61: Resultados da amostra SCA 1603: A- Gráficos dos resultados Granulometria por imagem. B- Dados dos resultados pelo método de pipetagem/ peneiramento. C – Comparação da fração grossa com a fração fina.	156

Lista de Tabelas

Tabela 1.1: Sítios com presença de montículos na região da Amazônia ocidental ..	22
Tabela 4.1: Descrição das camadas estratigráficas feitas durante a etapa de campo. (Fichas de campo, NEVES et al., 2016).	64
Tabela 5.1: Descrição Micromorfológica das amostras do montículo M11 e material de referência.	134
Tabela 5.2: Descrição Micromorfológica das amostras de referência.	135
Tabela 5.3: Relação entre as lâminas e os pontos analisados.	139

Sumário

Sumário	16
Introdução	1
Objetivos	4
Capítulo 1	5
1.1 As pesquisas arqueológicas na Amazônia	5
1.2 Breve histórico das pesquisas na região	7
1.3 As Estruturas em Terra.....	12
1.3.1 As estruturas monticulares da Amazônia Ocidental	19
1.3.2 O sítio Sol de Campinas do Acre	24
Capítulo 2	27
2.1 A Geoarqueologia	27
2.2 O uso da micromorfologia de solos na análise de sítios arqueológicos monticulares.....	29
2.2.1 Montículos do Vale do Mississipi (Estados Unidos)	30
2.2.2 Montículos do Delta do Rio Paraná (Argentina).....	33
2.2.3 Complexo Arqueológico Pago Lindo (Uruguai)	36
2.2.4 Sítios arqueológicos da Amazônia	38
2.3 Panorama da micromorfologia arqueológica na América do Sul	42
Capítulo 3	44
Caracterização da área de estudo	44
3.1 Geologia.....	44
3.1.1 Bacia do Acre	45
3.1.2 Formação Solimões	46
3.1.3 Depósito Quaternário.....	48
3.2 Geomorfologia.....	48
3.3 Clima	50
3.4 Vegetação	50
3.5 Bacias Hidrográficas.....	51
3.6 Solos	52
3.6.1 Lateritas ou nódulos de ferro?	55
3.6.2 Os nódulos de ferro na micromorfologia	57
Capítulo 4	59
Materiais e Métodos.....	59
4.1 Primeira etapa de campo	59
4.2 Segunda etapa de campo	59
4.2.1 Tradagens.....	61
4.2.2. Perfil Norte do montículo M11.....	61
4.2.3 Macrovestígios botânicos	66
4.2.4 Coleta de amostras para micromorfologia	70
4.2.5 Cronologia	72
4.3 Terceira etapa de campo	73

4.4 Métodos	75
4.4.1 Micromorfologia de solos	75
4.4.2 Granulometria	77
4.4.3 Pipetagem e peneiramento	78
4.4.4 Análise granulométrica por imagem	79
4.4.5 Fluorescência de raios X por dispersão de energia (ED-XRF)	83
Capítulo 5	85
Resultados	85
5.1 Descrição das lâminas delgadas.	85
5.1.1 Lâmina PN 374	85
5.1.2 Lâmina PN 373	93
5.1.3 Lâmina PN 372	98
5.1.4 Lâmina PN 371	104
5.1.5 Lâmina PN 370	109
5.1.6 Lâmina PN 369	114
5.1.7 Lâmina PN 122	119
5.1.8 Lâmina SCA 1601	123
5.1.9 Lâmina SCA 1602	126
5.1.10 Lâmina SCA 1603	129
5.1.11 – Comparação entre os nódulos de ferro nas lâminas delgadas	132
5.2 Análises por ED- XRF nas lâminas delgadas	136
5.2.1 Nódulos	136
5.2.2 Sedimentos	142
5.3 Granulometria	145
5.3.1 Granulometria por imagem	145
5.3.1.1 Comparação granulométrica entre as lâminas	145
5.3.1.2 Granulometria de M1 e M2 (PN 374)	150
5.3.2 Pipetagem e Peneiramento	151
5.3.2.1– Comparação entre os ensaios granulométricos.	153
Capítulo 6	158
Discussão e Conclusões	158
6.1 A construção do montículo M11 do sítio Sol de Campinas do Acre	158
6.2 Base do montículo	159
6.3 As camadas superiores	163
6.4 Amostra PN 122: estrutura de combustão?	166
6.5 Processos pós deposicionais	166
6.6 Considerações finais	167
Anexo 1- Cadastro do IPHAN Sol de Campinas do Acre	171
Anexo 02 – Mapa de localização das estruturas em terra da Amazônia Ocidental	175
Anexo 03 – Perfil Norte, montículo M11 Sol de Campinas do Acre	176
Anexo 4 – Planilha de descrição micromorfológica	177
Referências	178

Introdução

Esta pesquisa de mestrado tem como objetivo estudar o material arqueossedimentar proveniente do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre (SCA). O sítio trata-se de uma estrutura em terra (complexo monticular) situada no interflúvio entre rios Acre e Abuña, na Microregião de Rio Branco – Acre, pertencente à ampla Bacia do Médio Purus. A pesquisa desenvolvida no mestrado faz parte do projeto “Pesquisa e Formação dos Sítios Arqueológicos Espinhara e Sol de Campinas do Acre – PESC”.

Considerando outras áreas da Amazônia, as pesquisas arqueológicas na região do Acre foram tardias. Iniciaram-se em 1977 com as investidas de Ondemar Dias e Franklin Levy do Instituto de Arqueologia Brasileira - IAB-RJ através do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas da Bacia Amazônica (ProNaPABA). As pesquisas do ProNaPABA envolveram o mapeamento de sítios arqueológicos ameaçados pelo desenvolvimento da região do entorno da cidade de Rio Branco (DIAS E CARVALHO, 1988).

Na década de 1980 Ondemar Dias seguiu os trabalhos na região intensificando as descrições e classificações das fases e tradições dos artefatos cerâmicos. Apenas em meados da década de 1990, com as pesquisas de Alceu Ranzi, as estruturas em terra com formatos geométricos, chamadas por ele de “geoglifos”¹ voltaram a ser estudadas. Em 2005, as pesquisas se intensificaram com os projetos coordenados pela Profa. Dra. Denise P. Schaan e por trabalhos de arqueologia preventiva (SCHAAN, et al., 2007).

Atualmente cerca de 900 estruturas em terra estão mapeadas na região Amazônica, sendo aproximadamente 527 no estado do Acre, esses números aumentam constantemente (RAMPANELLI, 2016; SOUZA et al., 2018). Nos últimos dez anos uma série de trabalhos foram publicados caracterizando os sítios com estruturas em terra e levantando importantes questões sobre ocupações, diferentes

¹ Geoglifos são desenhos feitos manualmente na superfície do solo em grandes escalas. Podem ser feitos removendo solos/sedimentos ou movimentando pedras, com o contraste cria-se figuras no chão, aumentando a visibilidade. Ocorrem variedade de formas e construções por todo o mundo e em diferentes cronologias. O termo “geoglifo” foi usado pela primeira vez pelo Arqueólogo venezuelano Cruxent em 1949, mas foi Mostny (1964), chefe da Seção Antropologia e, posteriormente, o diretor do Museo Nacional de Chile História Natural, que definiu explicitamente o conceito na publicação Pictografía rupestre, Noticiário Mensal del Museo Nacional de História Natural (VALENZUELA; CLARKSON, 2014).

processos de construções, usos e funções (SCHAAN et al., 2007, SCHAAAN; SAUNALUOMA, 2012; RAMPANELLI, 2016).

O mapeamento do sítio Sol de Campinas do Acre ocorreu na primeira etapa de prospecção e resgate para a implementação da Linha de Transmissão LT230 KV Porto Velho - Rio Branco em 2011, pela equipe coordenada pela pesquisadora Denise Schaan. O sítio é considerado pelo Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos do IPHAN (CNSA) como um geoglifo circular de montículos (Anexo 1) que sofreu impacto devido à construção de estradas e atividades agrícolas ao redor. O avanço das pesquisas na região vem mostrando que, embaixo do termo popular “geoglifo”, estão englobadas estruturas em terras com diferenças marcantes, tais como: técnicas construtivas; períodos de ocupação; e funções.

No primeiro semestre de 2014 foi realizada a prospecção do sítio pelo projeto PESC, que envolveu levantamento topográfico, registro de suas características básicas e estabelecimento da estrutura logística necessária para realização das atividades do sítio-escola (NEVES; PUGLIESE, 2014). No segundo semestre do mesmo ano ocorreu o sítio - escola com colaboração dos alunos da Universidade Federal do Acre (UFAC), Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Universidade Federal do Amazonas (UFA) e Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Durante a segunda etapa de campo foi escavado o montículo M11, onde foram coletados diversos materiais arqueológicos e as amostras de solo para micromorfologia, estudadas nesta dissertação.

A proposta geral desta pesquisa foi estudar o processo de formação do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre a partir da sua estratigrafia e análise micromorfológica dos sedimentos que perfazem o montículo M11. Os estudos micromorfológicos contribuíram no entendimento das técnicas e materiais utilizados durante a construção do montículo.

Uma série de pesquisas arqueológicas buscam compreender como os povos originários se relacionaram com a floresta e seus recursos, como por exemplo: o manejo da floresta (HECKENBERGER, 2005); construções de estruturas em terra (SCHAAN et al., 2012); a floresta como legado paisagístico (NEVES, 2012; WATLING et al., 2016 e 2018). Como corolário, esse conjunto de trabalhos colaboram com as discussões sobre preservação, uso e manejo dos recursos da floresta amazônica na atualidade. Esta pesquisa é uma pequena contribuição na compreensão das tecnologias utilizadas pelos povos antigos da Amazônia na

construção de estruturas monticulares.

O Capítulo 1 apresenta uma contextualização da arqueologia amazônica, com um breve histórico das pesquisas arqueológicas na região do Acre, as principais problemáticas atuais e a caracterização das estruturas de terra da região.

O Capítulo 2 é um breve levantamento bibliográfico que aborda diferentes estruturas monticulares e sítios da Amazônia, com o viés da geoarqueologia e usando a micromorfologia de solos como técnica de análise.

No Capítulo 3 é apresentada a área de pesquisa, com a contextualização geológica e ambiental da região. A importância desse capítulo está vinculada à compreensão da formação dos diferentes solos na região e as características do entorno natural do sítio.

O Capítulo 4 é reservado à definição dos materiais e métodos com descrição do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre e dos resultados das etapas de campo relevantes a este trabalho. Estudar o material que registrou os trabalhos de campo no sítio foi fundamental para compreender as etapas de levantamento e de escavação e, desta maneira, conseguir caracterizar e visualizar melhor a área de estudo. Neste capítulo também são abordadas as técnicas de análise e suas justificativas.

O Capítulo 5 apresenta os resultados e discussões das análises de micromorfologia, granulometria e fluorescência de raios X por dispersão de energia (ED-XRF).

E por fim, o Capítulo 6 traz a discussão embasada na comparação entre as análises realizadas, a literatura consultada e as informações coletadas durante as etapas de campo. O capítulo finaliza com a apresentação das conclusões, considerações finais do trabalho e recomendações para pesquisas futuras.

Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa foi compreender o processo de formação do montículo M11, que pertence ao complexo monticular Sol de Campinas do Acre, sob uma ótica geoarqueológica utilizando a micromorfologia de solos como ferramenta de análise.

Como a estratigrafia do montículo M11 é homogênea e parece similar ao solo local, a micromorfologia foi a técnica escolhida para testar o ordenamento das camadas interpretadas em campo pela equipe de pesquisa. Durante as escavações foram identificadas diferentes camadas baseadas nas características dos sedimentos e dos materiais arqueológicos encontrados. Desta forma, a interpretação sugerida sobre a construção do montículo foi a alternância entre camadas construtivas e momentos de ocupação.

Algumas questões levantadas durante as escavações do montículo foram: quais as funções do montículo? Poderia ter sido usado para cultivo ou habitação temporária? Qual a proveniência do material de construção do montículo? A construção ocorreu de forma rápida ou lenta?

Com a finalidade de avançar na resposta das questões levantadas em campo pela equipe de pesquisa foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as fontes do material usado na construção do montículo M11;
- Comparação entre as diferentes camadas do montículo M11

Os objetivos específicos serão atingidos através da caracterização textural, composicional e contextual dos sedimentos arqueológicos.

Capítulo 1

1.1 As pesquisas arqueológicas na Amazônia

A Bacia Amazônica é internacional e ocupa áreas do Brasil, Peru, Equador, Colômbia, Bolívia e Venezuela. Isso propiciou o diálogo da arqueologia amazônica brasileira com a dos países vizinhos, além de interagir com diferentes áreas do conhecimento ao longo da sua história, principalmente com a Antropologia (NEVES, 2000).

No *Handbook of South American Indians* (1948) os antropólogos Julian Steward e Robert Lowie, influenciados pela ecologia cultural, estabeleceram o conceito de “cultura de floresta tropical”, baseado em categorias tipológicas, tais como: as cerâmicas; o consumo da mandioca; a forma de mobilidade, entre outros fatores. De acordo com Neves (2000) este modelo, baseado na combinação de processos adaptativos locais com influências externas, influenciou uma gama de pesquisadores nas décadas seguintes.

Roosevelt (1995) relembra que pesquisas realizadas na Amazônia no período de 1830 a 1945 evidenciaram sítios com perfis profundamente estratificados, construções de estruturas em terra, artefatos elaborados e abundantes restos biológicos antigos (restos de plantas e animais bem preservados e esqueletos humanos). A autora relata que os artefatos foram interpretados como evidência de um desenvolvimento social complexo, porém, esses trabalhos foram deixados de lado por terem sido considerados pouco científicos na opinião dos pioneiros Betty Meggers e Clifford.

A tese mais aceita até meados da década de 1980 na arqueologia brasileira era que o ambiente amazônico limitava o desenvolvimento cultural. A principal difusora deste pensamento foi Betty Meggers (1977), que considerava a região um vazio demográfico devido a fatores como: o estresse climático; os solos pobres e ácidos; o baixo potencial agrícola; a pouca variedade e disponibilidade de peixes e animais para caça. Todos esses fatores combinados eram considerados o fundamento para o baixo potencial ambiental da região. Além desses fatores, a autora dividiu a Amazônia em terra firme e várzea – condicionando o desenvolvimento de dois tipos distintos de sistemas socioculturais, onde o sistema

de várzea se sobrepunha ao de terra firme.

Donald Lathrap (1970) propôs o "modelo cardíaco" para explicar o povoamento e difusão da agricultura na Amazônia, partindo da ideia de que a Amazônia central era o centro mais antigo de desenvolvimento da agricultura. Segundo o modelo de Lathrap, as populações da várzea, pressionadas pelo estresse populacional, teriam sido levadas a migrar para áreas mais ricas em recursos através dos afluentes do Amazonas (Rio Negro, Solimões e Madeira). Esse modelo, apesar de discordar com o modelo sugerido por Meggers, ainda manteve as pressões ambientais como fatores determinantes (NEVES, 2000).

Com a publicação de Roosevelt (1991) a ideia de que as sociedades amazônicas transformavam a paisagem ganhou força, mas ainda somente para as sociedades que viviam nas áreas de várzea. As áreas de interflúvio e de terra firme eram vistas como vazios demográficos, com ausência de populações sedentárias e grandes aldeias. Só mais tarde percebeu-se que essas transformações ocorriam também em terra firme (HECKENBERGER, 2005).

Uma das questões mais debatidas atualmente é a interferência indígena na transformação da floresta no passado. A floresta, tradicionalmente vista como intocada, foi alterada pelo modo de vida das sociedades pré-coloniais que ali habitavam (HECKENBERGER; NEVES, 2009; NEVES et al., 2016). Diversas são as evidências que indicam que a paisagem amazônica atual não é só um produto da natureza, mas também da cultura, resultante de milênios de manejo humano (NEVES, 2000). Exemplo disso são as terras pretas e as estruturas em terra encontrada em diversas partes da Amazônia; inclusive a concentração de estruturas em terra localizados no leste do Acre que, para Schaán et al. (2007), têm o potencial de reescrever a história da ocupação humana da Amazônia.

As estruturas monumentais no sudoeste da Amazônia são evidências fundamentais de sítios em área de terra firme onde a paisagem foi transformada. Para Saunaluoma e Schaán (2012) isso sugere a existência de populações sedentárias nas regiões interfluviais com sistemas sociais e ideológicos organizados. O avanço das pesquisas pode esclarecer as diferentes formas de manejo ambiental entre áreas de várzea e terra firme, além de revelar os usos e funções das estruturas em terra nas sociedades pretéritas (SCHAÁN et al., 2012).

Considerando a quantidade e monumentalidade das estruturas descobertas, um novo panorama de discussão está colocado na arqueologia amazônica.

Conforme apresentado por Neves et al. (2016:16), uma série de questões gerais se apresenta:

“Qual era o tamanho das populações que ali habitavam? Eram agricultores? Que tipo de fauna consumiam? Quais plantas manejavam? Qual era a relação entre as estruturas de valas e assentamentos monticulares? Foram estes últimos ocupados de forma permanente ou intermitente? Quais são as idades das estradas e como elas foram construídas? Existem muitas dessas estruturas em terra ainda por serem descobertas sob áreas florestadas?” (Neves et al., 2016: 16).

Buscando uma abordagem mais holística, alguns pesquisadores estão sugerindo aplicar conceitos da ecologia histórica e construção de nicho humano para as discussões atuais sobre a Amazônia (ARROYO-KALIN, 2016; WATLING et al., 2018). A ideia de sociedades do passado que simplesmente se adaptavam às condições do meio não se sustentam mais, pois as questões arqueológicas contemporâneas se esbarram e se fundem nas discussões atuais sobre manejo, sustentabilidade, conservação da floresta, dos seus recursos e da sua gente.

1.2 Breve histórico das pesquisas na região

A partir dos resultados positivos do Programa de Pesquisas Arqueológicas (PRONAPA) realizados entre 1965 a 1970 em vários estados brasileiros, criou-se o Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas na Bacia Amazônica (PRONAPABA). Os dois programas foram resultados de convênios entre o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Smithsonian Institution. A coordenação do programa foi de Betty Meggers, Clifford Evans e Mario F. Simões e dividia a Bacia Amazônica em 21 áreas programadas para pesquisas. A partir de 1977 os professores Ondemar Dias e Franklin Levy iniciaram as pesquisas na área 13 que abrangia a cabeceira do Rio Purus e a área oeste da cidade de Rio Branco, parte do Estado do Amazonas e Acre (SIMÕES, 1977).

O objetivo do ProNaPABA foi levantar informações a partir da prospecção de determinadas bacias hidrográficas buscando compreender os padrões de

assentamento de antigas populações da região. Foram pesquisados diversos sítios pré-colombianos nos vales dos rios Purus e Juruá, incluindo assentamentos cerâmicos, acampamentos e sítios com enterramentos em urnas. Desde a primeira prospecção foi observada a presença de valetas pouco profundas e de forma circular que eram conhecidas popularmente como “trincheiras da Guerra do Acre” e que pouco chamavam a atenção. Ondemar Dias registrou a presença de cerâmicas nas estruturas em terra ao visitar as obras militares de Porto do Acre e então percebeu a antiguidade das valetas e sua relação com os antigos povos locais (DIAS; CARVALHO, 1988).

Com o avanço dos trabalhos nas proximidades de Rio Branco (nas áreas dos rios Iaco, Acre, Iquiri e Abunã), os pesquisadores constataram a existência de muitas outras estruturas em terra, com diferentes formas, em áreas planas ou com elevações suaves (Figura 1.1).

Figura 1.1: Área das bacias dos rios Acre, Iaco, Iquiri e Abunã (Modificado de ACRE, 2006).

Algumas hipóteses sobre as funcionalidades destas estruturas foram levantadas em um primeiro momento, por exemplo: espaços ritualísticos; proteção de uma pequena residência de chefia; plantação de ananás nas muretas, como

observado numa aldeia Juruá Amazonense; ou acúmulo em pequenos montículos de queima para um pequeno roçado. Ondemar Dias sugeriu que essas áreas construídas se confundiam com a paisagem de forma intencional, criando uma espécie de mimetismo (DIAS; CARVALHO, 1988).

No decorrer do ProNaPABA, Ondemar Dias intensificou os trabalhos com os artefatos cerâmicos, na região de pesquisa da área 13, descrevendo e classificando a Tradição Quinari, que se divide em quatro fases: 1) Quinari; 2) Iquiri; 3) Iaco; 4) e Xapuri. As características gerais desta tradição são: vasos cilíndricos, abaulados, com pouca decoração e com representações antropomórficas conhecidas como “vasos-caretas” (PROUS, 1991; SCHAAN et al., 2007). Neste momento as atenções e esforços estavam voltadas para os estudos das seriações cerâmicas, consequentemente as estruturas em terra encontradas não foram caracterizadas como um tipo distinto de ocupação e essas estruturas de terra foram desconsideradas nas interpretações das ações humanas no processo de ocupação regional (SCHAAN et al., 2007).

As estruturas de terra são verdadeiras obras de engenharia, com tamanhos consideráveis e diferentes formas geométricas. São encontradas formadas por valas, muretas ou montículos. Possuem caminhos que as interligam mutualmente e com os rios e igarapés² da região, mostrando a existência de uma ampla rede de circulação terrestre e fluvial (SAUNALUOMA, 2014; BARBOSA, A., 2014). Geoglifo é uma denominação bastante geral e popular para a série de estruturas arqueológicas identificadas no sudoeste Amazônico, na região compreendida entre a fronteira Brasil-Bolívia, incluindo os estados do Acre, Rondônia, Amazonas e mais recentemente o norte do Mato Grosso.

A existência dessas estruturas é conhecida desde a década de 1910 devido as primeiras escavações e divulgações realizadas por Erland Nordenskiöld sobre a região de Llanos de Mojos e Beni, interior da savana boliviana (NORDENSKIÖLD, 1930). Durante a década de 1960 William Denevan realizou pesquisas sistemáticas na Bolívia e utilizou fotografias aéreas que resultaram na identificação de uma maior diversidade de sítios arqueológicos na região (DENEVAN, 1966).

A escavação da primeira estrutura em terra na região amazônica brasileira ocorreu no Sítio Arqueológico Los Angeles, localizado no município de Senador Guimard, durante os anos de 1984 e 1985, sob coordenação de Oldemar Blasi e

² Curso d'água menor que um rio, algo como um córrego ou riacho

Jacó César Piccoli. Em 1994 o sítio Los Angeles foi escavado novamente por Ondemar Dias resultando nos primeiros dados cronológicos para a região (SCHAAN et al., 2007).

Durante um voo comercial em meados da década de 1990, Alceu Ranzi, observou uma estrutura de terra do alto. Este episódio foi o estalo para buscar apoio com instituições governamentais na organização de uma série de sobrevoos na cidade de Rio Branco, no Acre. Ranzi observou estruturas em terra com diferentes formatos nas áreas desflorestadas da região e as chamou de geoglifo, cujo significado, segundo o autor, indica marcas na terra (RANZI; AGUIAR, 2001). O resultado foi a ampla divulgação e popularização desses sítios arqueológicos, o que fomentou novas pesquisas com enfoque regional e parcerias internacionais.

Nos últimos anos, as pesquisas na região do Acre ganharam visibilidade entre os trabalhos desenvolvidos na região Amazônica, principalmente devido à grande quantidade de estruturas descobertas. Em 2005, a construção da linha de transmissão de energia elétrica pelas Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - Eletronorte, ao longo da BR-317, levou ao Estado a arqueóloga Denise P. Schaan, pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi. Boa parte dos trabalhos acadêmicos desenvolvidos atualmente são resultado das parcerias de Denise P. Schaan com pesquisadores internacionais (SCHAAN et al., 2007; SAUNALUOMA; SCHAAN, 2012; WATLING, 2015) e de trabalhos de arqueologia de contrato demandados por obras estruturais na região (SAUNALUOMA, 2014).

Na UFAC foi desenvolvido o primeiro projeto para a localização de novas estruturas em terra através do uso de ferramentas de geoprocessamento. Esse avanço possibilitou a ampliação do número de sítios e a compreensão das suas distribuições na região do Acre (SCHAN et al., 2012; TRINDADE, 2010; CARMO, 2012).

A pesquisa de Rampanelli (2016) atualizou para 818 os sítios arqueológicos de estruturas em terra mapeados para as áreas da Amazônia brasileira e boliviana (Anexo 2). O trabalho publicado por Souza et al. (2018) apresentou o mapeamento por geoprocessamento de mais 81 sítios arqueológicos nas cabeceiras do Tapajós. expandindo a área onde essas estruturas em terra são encontradas ao Sul da bacia Amazônica, chegando ao norte do Mato Grosso. O modelo preditivo usado no estudo

sugere uma população densa e que provavelmente existam de 1000 a 1500 estruturas em terra distribuídos em uma área aproximada de 400.000 km² na periferia sul da Amazônia, os autores atentam para a necessidade da uma reavaliação desses números considerando novas variáveis. O principal questionamento realizado por Souza et al. (2018) é sobre a ideia predominante de que a rota de comunicação na Amazônia era realizada pelos principais cursos de água, o estudo enfatiza a importância das redes sociais complexas atuando de forma paralela, com formações supra regionais, sistemas estabelecidos ao longo de interflúvios e afluentes menores da periferia da bacia Amazônica.

Existem dois motivos para explicar a descoberta desta quantidade sítios: o maior número de pesquisadores atuando na região nos últimos anos; e o recente desenvolvimento das geotecnologias; porém, o fator principal é o aumento da área de desmatamento para pecuária e da agricultura intensiva iniciada nos anos 1970 que facilitou a visualização das estruturas (SAUNALUOMA; SCHAAN, 2012). Das quase 900 estruturas de terras mapeadas na região da Amazônia até o momento, cerca de 527 estão localizadas no estado do Acre. A porção leste do estado concentra o maior número de estruturas e o maior índice de desmatamento até o momento, no entanto, com o avanço das pesquisas essa dispersão pode ser modificada no futuro.

Diversos trabalhos foram realizados na região na última década e, em 2014, a Superintendência do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional no Acre (IPHAN/ACRE) em parceria com o Laboratório de Arqueologia dos trópicos (Arqueotrop - MAE/USP) iniciaram o projeto PESC, no qual esta dissertação de mestrado está inserida.

O estabelecimento do projeto PESC foi resultado de demandas apresentadas pela Superintendência Regional da Polícia Federal no Acre ao Iphan/AC, em consequência de dois fatores: a divulgação em meios de comunicação locais de material arqueológico encontrados por moradores da região; e do impacto causado ao sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre durante a instalação do primeiro circuito da linha de transmissão que liga Porto Velho a Rio Branco. O projeto atendeu diferentes objetivos como por exemplo: a realização do sítio escola; trabalhos laboratoriais envolvendo estudantes locais; desenvolvimento de atividades de socialização do patrimônio arqueológico com a comunidade local; e divulgação de publicações científicas e para o público em geral (NEVES et al., 2014).

1.3 As Estruturas em Terra

Existem diversos locais na Amazônia com construções que provavelmente envolveram planejamento, escolha de materiais e práticas de engenharia, por exemplo: as barragens e plataformas de terra construídas em Marajó (ROOSEVELT, 1991; SCHAAN; DA VEIGA SILVA, 2004); os sítios monumentais quadrados no vale do rio Upano, no Equador (ROSTAIN, 2011); as valetas na região do Llanos de Mojos, na Bolívia (LOMBARDO et al., 2013), os montículos semicirculares do sítio Hatahara (MACHADO, 2005); e as fortificações de terra no alto rio Xingu (HECKENBERGER, 2005). Estas construções estão distribuídas nas mais variadas regiões e cronologias.

Nos últimos anos a atenção tem-se voltado para a Amazônia Ocidental, principalmente para a região leste do Acre onde há maior incidência de estruturas em terra, que também ocorrem a oeste de Rondônia, sul do Amazonas, norte do Mato Grosso e Bolívia. Essas construções em terra surpreendem pela arquitetura monumental, quantidade, tamanho e diferentes formas. No Acre, as estruturas em terra estão concentradas nos interflúvios dos rios Acre, Iquiri, Iaco e Abuña, próximas a pequenos cursos de água. As estruturas são frequentemente construídas em pequenos platôs e nas proximidades de fontes de água primária, em terrenos elevados e planos com uma boa visibilidade da paisagem circundante (CARMO, 2012; SCHAAN; RANZI; PARSSINE, 2008; SAUNALUOMA, 2014). Diversos caminhos ligam essas estruturas entre si e com os cursos de água, indicando a existência de uma malha de comunicação regional. As construções encontradas na Bolívia são mais simples se comparadas com as do estado do Acre (NEVES et al., 2016; SCHAAN et al., 2012; TRINDADE, 2015).

Em 2006 foram localizadas estruturas em terra construídas na área de várzea, no estado do Amazonas, próximo à confluência dos rios Acre e Purus. Estas estruturas levantaram a hipótese de que os povos que habitavam a terra firme e a várzea poderiam compartilhar as mesmas cosmologias e organização social (PÄRSSINEN, SCHAAN; RANZI, 2009). Existe uma variedade de estruturas em terra construídas nessa região amazônica e o termo “geoglifo” se popularizou para denominar os diferentes tipos. Ranzi e Aguiar (2001:87) utilizam o seguinte conceito sobre os geoglifos:

“Diseños geométricos os zoomórficos trazados sobre la superficie terrestre mediante procedimientos diversos a una escala muy grande que hace que solamente puedan ser contemplados perfectamente desde el aire”. (APUD FRANCH, 1998:361)³

Porém, algumas publicações definem os geoglifos como estruturas monumentais com valas escavadas simples ou duplas, com ou sem muretas, em formas geométricas, com grandes trincheiras de diferentes formas e tamanhos (SAUNALUOMA, 2010; SCHAAN et al., 2012). Outro tipo de estrutura encontrada são os complexos de estruturas monticulares que sempre delimitam um espaço circular ou semicircular e que algumas vezes aparecem associados espacialmente com as estruturas de valas. (BARBOSA, A. 2014; WATLING et al., 2015).

Saunaluoma, Pärssinen e Schaan (2018) discutem que nem todas as estruturas em terra devem ser consideradas geoglifos. Baseados no estudo de uma série de sítios arqueológicos, os autores verificaram diferenças substanciais nas datações radiocarbônicas, recursos utilizados na construção e na cultura material dos sítios agrupados como geoglifos. Assim, os autores diferenciam as estruturas do tipo geoglifo daquelas que parecem ser ocupações mais sedentárias, a exemplo dos montículos e recintos com muretas.

Os autores propuseram uma série de atributos para a classificação das diferentes estruturas em terra encontradas na região do Acre. As características vinculadas aos sítios do tipo **geoglifo** são: precisão geométrica; forma geralmente circular ou quadrada; presença de aterros externos à vala; e baixa densidade de cultura material. Já para os **sítios monticulares** (*mound*) os atributos são: montículos dispostos em torno de um espaço circular (cobrindo uma área de 1 a 2 ha), com média de 20 a 25 montículos; estradas retas entrando radialmente no espaço fechado e conectando diferentes sítios; material arqueológico concentrado unicamente nos montículos; datas mais recentes que os geoglifos. Por último, os **recintos com mureta** (*walled enclosures*) consistem em: aterros circulares (área de 1-2 ha) com estrada principal reta que entra no recinto; materiais arqueológicos concentrados nos aterros; cronologia mais recente que os geoglifos (SAUNALUOMA; PÄRSSINEN; SCHAAN, 2018).

Além da monumentalidade, outros elementos que impressionam nas

³ FRANCH, José Alcina. 1998. **Diccionario de Arqueologia**. Madrid: Alianza.

estruturas em terra são a precisão das construções, o planejamento e o grau de simetria. Os construtores detinham profundos conhecimentos geométricos espaciais, eram capazes de efetuar grandes movimentos de terra e provavelmente utilizavam algum tipo de instrumento para medidas (SCHAAN, 2007; RANZI; AGUIAR, 2001). A repetição da forma sugere planejamento com método e princípio uniformes de conhecimentos de engenharia e forte caráter simbólico (SAUNALUOMA, 2013). É possível que, conforme Villagran (2010) sugeriu para os sambaquis do litoral catarinense, a arquitetura dessas construções fosse uma forma de materialização e transmissão das relações de poder, consequentemente os indivíduos que circulavam por esses espaços eram impactados sensorialmente e emocionalmente.

Para Schaan et al. (2010), as estruturas em terra eram locais de intensa socialização, pois as estruturas em terra possuíam espaços de entrada e saída, além de longas vias de comunicação que interligavam as estruturas entre si e aos rios.

Carmo (2012) usou Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para sistematizar as informações sobre os sítios monumentais do leste do Acre. O autor apresenta, entre outras, as seguintes conclusões: a) a forma circular ocorre principalmente na porção sul para o centro-sul, enquanto as formas quadradas ocorrem na região norte da área; b) as estruturas foram construídas preferencialmente próximas aos cursos de água de primeira ordem, associadas às nascentes; c) os sítios são construídos em terrenos elevados e planos, com uma boa visibilidade da paisagem circundante, o que endossa as observações feitas anteriormente por Schaan, Ranzi e Parssinen (2008).

Pesquisas mais recentes com SIG na região estão sendo desenvolvidas pelo grupo de estudo formado por pesquisadores da Universidade de Valência e da UFCA. O foco é desenvolver novas estratégia de investigações com as ferramentas SIG, compreender a morfometria e distribuição espacial das estruturas em terra. Os resultados preliminares indicaram dois pontos importantes: através da análise topográfica do sítio Chiquinho (Figura 1.2 C) foi observado novos elementos mostrando as estruturas mais complexas do que imaginado anteriormente; e a descoberta do sítio monumental Santa Rosa dentro do território da Reserva Extrativista Chico Mendes, um dos poucos geoglifos em terras públicas e área protegida (DIEZ CASTILLO, 2017).

Apesar da monumentalidade e quantidade, a função deste tipo de sítio é

ainda desconhecida, porém muitas hipóteses foram levantadas:

- Dias e Carvalho (1988) propuseram uma hipótese provisória sobre a **função defensiva** das estruturas de terra circulares.
- A presença de poucos vestígios cerâmicos e líticos identificados nas escavações, tanto em áreas consideradas secundárias no sítio, quanto na área central, levou as pesquisadoras Saunaluoma e Schaen (2012) a interpretarem essas estruturas como **áreas cerimoniais**.
- Trindade (2015), a partir de um esforço de compilação dos dados existentes, discute que tais estruturas parecem desempenhar **um ou mais papéis diferentes**. Isto é atestado pela grande variedade de formas, dimensões e a ocorrência ou não de materiais arqueológicos, além do lugar que ocupam na geografia de cada lugar. O autor considera que, como pré-requisito para outros tipos de sítios arqueológicos, as diferenças entre essas estruturas indicam a necessidade de análises contextuais individuais que deem conta de sua localização, construção e cronologia.
- As valas poderiam funcionar tanto como **drenagem** quanto **reservatórios de água**, sugerindo a possibilidade de que tais estruturas estivessem relacionadas ao manejo de recursos hídricos (TEIXEIRA; SHINZATO, 2015; NEVES et al., 2016)

As estruturas em terra sugerem que populações sedentárias nas regiões interfluviais, com sistemas sociais e ideológicos bastante organizados e peculiares, existiram no sudoeste da Amazônia desde 3000 AP. Estas sociedades tinham a engenharia da terra como uma prática cultural, dinâmica e duradoura. A arquitetura em terra pode ser considerada uma prática que provavelmente não se restringia a um determinado grupo étnico ou linguístico e serve como evidência da agência humana sobre as paisagens (SAUNALUOMA; SCHAAN, 2012; SAUNALUOMA, 2012; PÄRSSINEN; SCHAAN; RANZI, 2009).

Um dos elementos antrópicos mais característicos na Amazônia, em relação a alteração do ambiente no passado, é a presença de Terra Preta ou Terra Mulata. Porém, as estruturas em terra não aparecem associadas as áreas com presença de terra preta da Amazônia Ocidental. Existe uma descrição que cita algo similar à Terra Preta durante a prospecção do sítio arqueológico Lobão, Dias e Carvalho (1988:34) fazem o seguinte relato:

“No vale do rio Iaco, próximo à cidade de Sena Madureira, desta distando cerca de 18,5 km na estrada velha para Rio Branco,

localizamos o conjunto mais complexo de estruturas. Trata-se do sítio Lobão (AC-SM-01) /.../ A estrutura maior tem cerca de 50 metros de diâmetro e o conjunto valeta mureta tem até 2 metros de largura, por cerca de 50cm de altura e apresenta o detalhe do interior ser mais baixo do que a área externa. A 150 metros de distância há outra estrutura, bem menor, com cerca de 20 metros de diâmetro e valeta-mureta baixa, não chegando a 40cm de altura, sendo a depressão mais visível alinham-se, mais ou menos no sentido norte-sul. Ao norte delas há grande mancha de terra preta, distante cerca de 200 metros. Em toda a área foram recolhidos fragmentos cerâmicos e nos foi doada peça inteira⁴. A 50 metros, além da terra preta, em área também enegrecida, em terreno de plantio com cerca de 50cm de espessura, já revirado, recolhemos inúmeros fragmentos de peças semelhantes. A terra preta mencionada tem cerca de 13 metros de extensão por 5 metros de largura e de 13 metros de extensão por 5 metros de largura e está, atualmente, cortada pela estrada”.

Das 527 estruturas em terra localizadas no Acre, até 2016, aproximadamente 215 foram prospectadas em superfície entre 2005 e 2015 e cerca de 20 sítios foram escavados (DIEZ CASTILLO, 2017; RAMPANELLI, 2016). A maior parte das estruturas em terra foram identificados por imagens de satélite e há dificuldades tanto burocráticas quanto financeiras para novas prospecções e escavações.

As discussões sobre as estruturas em terra presumiam que dificilmente teriam sido construídos em ambiente de floresta, já que seria necessário a derrubada de um elevado número de árvores de grande porte e raízes profundas. Uma das hipóteses levantadas foi a construção dessas estruturas de terra do Acre antes da formação da atual floresta amazônica, quando o clima era mais árido e havia uma extensa savana. Porém diversas datações radiocarbônicas mostraram que as construções foram feitas a partir do ano 3000 AP e, portanto, essa hipótese foi descartada (SAUNALUOMA; SCHAAN, 2012; RANZI; AGUIAR, 2001; SCHAAN, 2007).

No trabalho de Watling et al. (2018) é apresentada a reconstituição do contexto ambiental no qual os geoglifos foram construídos, assim como a extensão e o impacto antrópico associados. O estudo dos fitólitos e carvões dos geoglifos sítios Jacó Sá e Fazenda Colorada mostraram a predominância da floresta de bambu na região a partir de 6.000 A.P., e a prática de abertura de pequenas clareiras temporárias para a construção das estruturas em terra. A floresta de bambu presente quando os geoglifos foram construídos já tinha sido manejada ativamente e

sua composição alterada, portanto, os estudos de fitólitos sugerem que, antes das grandes construções em terra, já existia uma floresta antrópica.

Outro dado interessante é que apesar do número, densidade e tamanhos dos geoglifos, Watling et al. (2017) não encontraram paralelo pré-colombiano para a extensão do desmatamento das florestas atuais no Acre. A ausência de carvões concentrados e de mudanças bruscas na vegetação em torno das estruturas foi interpretada como uma limpeza altamente localizada para a construção dos geoglifos e sugere que eles não eram projetados para intervisibilidade e sim para serem discretos na paisagem. As análises de fitólitos e carvões também se mostraram consistentes com as evidências arqueológicas de que as estruturas de terra foram usadas de forma esporádica (WATLING et al. 2017).

As análises de fitólitos coletados nos geoglifos Jacó Sá e Fazenda Colorada mostraram que as palmeiras foram favorecidas através das gerações de domesticação de paisagem. Os pesquisadores associam o início do declínio da Palma com o período de abandono dos sítios, sugerindo uma ligação entre os dois fenômenos (WATLING et al., 2017). Saunaluoma (2014) também observou uma relação das estruturas em terra com as castanheiras, afirmando que a área de distribuição da Castanha do Pará quase sobrepõe à área de ocorrência das estruturas em terra.

Compreender as questões que envolvem as construções e uso das estruturas em terra é uma tarefa coletiva dos pesquisadores que trabalham na região. As diferentes frentes, focos e escalas são fundamentais na elaboração desse saber. Na introdução do artigo publicado por Schaan et al. (2012) é relatado que em 1989, o Coronel Labre subiu o Rio Madeira e no sexto dia de viagem chegou a Mamuyecada, aldeia de Araona, que na época era composta por 200 pessoas. A descrição realizada pelo Coronel Labre mencionava grupos indígenas com organização governamental, religião e templos. O Deus era representado por formas geométricas cuidadosamente polidas na madeira, enquanto os ídolos eram mantidos em templos dentro da floresta. Schaan et al. (2012) perceberam que essa descrição poderia ser uma pista sobre o significado das estruturas em terra geométricas tão abundantes na região da Amazônia ocidental.

Saunaluoma e Virtanen (2015) usaram analogias para complementar as informações arqueológicas disponíveis utilizando dados etno-históricos e etnográficos dos grupos contemporâneos Manchineri (Yine) e Apurinã (Pupkary),

falantes de Arawake. Os dois grupos possuem atividades rituais que retribuem as relações entre humanos e não humanos, é papel do xamã contemporâneo garantir coabitação da comunidade com diversos seres não humanos e espíritos ancestrais. Entre os Manchineri, os desenhos geométricos dos ancestrais podem aparecer nas visões da ayahuasca xamânica, transmitindo conhecimento e poder ancestral (SAUNALUOMA; VIRTANEN 2015).

O objetivo de Saunaluoma e Virtanen (2015) não era mostrar uma continuidade cultural entre os construtores das estruturas em terra e os grupos indígenas contemporâneos, mas defender que a etnografia e as teorias antropológicas poderiam ajudar a compreender os valores simbólicos ligados à arquitetura das estruturas em terra geométricas, a forma das organizações sociais e as negociações intergrupais (SAUNALUOMA; VIRTANEN, 2015). Virtanen e Saunaluoma (2017) propõem uma ligação entre os geoglifos e os encontros entre humanos e entidades não humanas e afirmam que a história antiga e a cosmologia dos construtores estão escritas na paisagem em forma de desenhos geométricos construídos com o solo. Tal interpretação é construída a partir da iconografia das estruturas de terra através das lentes das artes visuais e do olhar dos grupos Manchineri e Apurínear para as paisagens de construções geométricas.

Figura 1.2: Estruturas em terra do tipo vala com muretas (Geoglifos): A - Sítio Los Angeles. B – Sítio Fazenda Atlântica. C – Sítio Seu Chiquinho. D – Fazenda Colorada (Fotos: Edison Caetano, Charles Mann, Sérgio Vale, Sanna Saunaluoma publicadas em SCHAAN, et al. 2000).

1.3.1 As estruturas monticulares da Amazônia Ocidental

Das estruturas em terra mapeadas até o momento, os sítios monticulares foram os menos localizados e estudados. Saunaluoma (2010) sugeriu que os montículos poderiam ser os espaços de moradia dos construtores das estruturas em terra de tipo vala, porém, os resultados das datações radiocarbônicas realizadas mostraram que esses sítios são bem mais recentes. Os sítios monticulares são encontrados em formatos circulares e semicirculares, as construções são menores que dos tipos muretas/valas e sempre estão adjacentes às estruturas em terra de valas. As diferentes construções em terra, apesar de compartilhar o mesmo espaço geográfico, se diferenciam tanto na técnica arquitetônica, quanto na cronologia (NEVES et al., 2016; SAUNALUOMA, 2014; WATLIN, 2014). Conforme demonstrado na tabela 1.1 as datações obtidas para os montículos são posteriores ao ano A.D 1000, a exceção é o montículo presente no sítio arqueológico Fazenda Atlântica.

A dificuldade em compreender as funcionalidades desses espaços se deve à baixa quantidade de sítios localizados até o momento. Barbosa, A. (2014) analisou os dados de 419 estruturas em terra no Leste do Estado do Acre e, destes, 9 eram conjuntos circulares com estruturas monticulares. Já Rampanelli (2016) analisou 818 sítios de estruturas em terra distribuídos entre o Brasil e a Bolívia, destes, 15 eram sítios monticulares. São pouco mais de vinte sítios até o momento, porém, nem todos cadastrados no Sistema Nacional de Sítios Arqueológicos do IPHAN, o que dificulta saber o real número de sítios monticulares identificados na região (Tabela 1).

Para Denevám (1966) é difícil identificar montes artificiais em fotografias aéreas e mesmo com a evolução das imagens digitais e as ferramentas de geoprocessamento, ainda é difícil localizar estruturas em terra com cotas positivas. Por isso, na maioria das vezes, os sítios monticulares são unicamente identificados por sobrevoos de aviões pequenos (BARBOSA, A. 2014; SCHAAN, et al. 2013).

Existe uma série de sítios na região que apresentam montículos organizados circularmente, como por exemplo, o Sol de Campinas do Acre, Sol de Maio, Fazenda Iquiri II (Figura 1.3A) e Sol de Iquiri (Figura 1.3A). Porém, outros sítios com montículos apresentam diferentes técnicas de construção, formas e tamanhos, o que sugere uma variabilidade no uso e função desses espaços. Na pesquisa de Saunaluoma (2013) são descritas escavações de conjuntos de estruturas em terra que englobam, entre outras, estruturas monticulares em diferentes formas e uso. Por exemplo, no complexo arqueológico Fazenda Atlântica (Figura 1.2B) há um montículo de 1,2 metros de altura e 15 de diâmetro, localizado dentro da estrutura de vala quadrada, com considerável quantidade de materiais cerâmicos sofisticados e aparentemente relacionados com áreas cerimoniais. O sítio El Círculo, na Bolívia, é composto por vala, aterro e pequenos montículos organizados em forma circular em torno de uma praça central. Os materiais arqueológicos encontrados nas áreas dos montículos evidenciaram atividades residenciais (SAUNALUOMA, 2012).

Outro exemplo de área de habitação são os montículos localizados dentro do recinto em forma de “U” do sítio arqueológico Fazenda Colorada (Figura 1.2D). O sítio é composto por estruturas de valas, aterros e montículos. A escavação de dois montículos evidenciou cerâmicas, carvões e argila queimada. Neste sítio foi observado o uso de lajes de lateritas ferruginosas fragmentadas como pedras de moagem (SAUNALUOMA, 2013).

Em geral, todos os tipos de estruturas em terra foram impactados pelas atividades atuais na região. Diversos sítios estão cortados por estradas e impactados de diferentes formas, há casos em que são destruídos por falta de conhecimento ou pelo medo de um processo de desapropriação de terra.

Diversos pesquisadores alertam que, apesar de estarmos começando a compreender essas estruturas, o risco de que desapareçam é real e pensar em estratégias de proteção é uma tarefa urgente (RAMPANELI, 2016; SAUNALUOMA, 2012). Se as estruturas em terra correm risco, as do tipo monticular parecem ser as mais frágeis na paisagem. Estão expostas à ação de maquinarias pesadas das atividades produtivas modernas (e.g. a agricultura, a pecuária, instalação de infraestrutura) sendo, portanto, facilmente destruídas ou parcialmente destruídas (NEVES et al., 2016). De acordo com o cadastro nacional do IPHAN, o sítio arqueológico Campo Esperança, localizado na cidade de Plácido de Castro, é um exemplo de estrutura em terra totalmente destruído por atividades atuais.

Figura 1.3: Estruturas em terra do tipo monticulares: A – Sítio Fazenda Iquiri, à esquerda está a estrutura monticular Iquiri II e à direita a estrutura em vala. B – Sítio de estrutura monticular Sol do Iquiri (Fotos: Diego Gurgel Edison Caetano, publicadas em SCHAAN et al., 2007).

Tabela 1.1: Sítios com presença de montículos na região da Amazônia ocidental

Nome	Cidade/ Estado	Cadastro IPHAN	Idade (Calibrada)	Tamanho /Descrição	Referência
Coqueiral	Senador Guimard/AC	Sim	-	Vários montículos formando um círculo	Rampanelli, 2016; CNSA IPHAN**
Faz Iquiri II	Senador Guimard/AC	Sim	AD1400– 1600	25 montículos, de 10 a 25 metros de diâmetro e 1-2 m de altura, dispostos em torno de uma área ovalada com 180 m de diâmetro total.	Barbosa, A. 2014; Watling et al., 2015
Ivandra 22	Plácido de Castro/AC	Sim	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Lobão	Sena Madureira/AC	Sim	-	Dois círculos, em montículo com 25 e 50 metros de base associado a muretas e valas.	Dias e Carvalho, 1988; CNSA IPHAN
Nakahara 109_I*	Plácido de Castro/AC	Não	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Nakahara 118*	Rio Branco/AC	Não	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Nakahara 122_2*	Senador Guimard/AC	Não	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Nakahara 99 sol*	Senador Guimard/AC	Não	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Sanna	Senador Guimard/AC	Sim	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Sol de Maio	Senador Guimard/AC	Sim	AD 1300	Vários montes artificiais (não foi encontrado a descrição exata), com 10 m de diâmetro e 1 m de altura, e formando um círculo de 100 m de diâmetro.	Barbosa, A. 2014, Watling et al., 2015
Sol do Alceu	Assis/AC	Sim	-	Sem descrição	Barbosa, A. 2014
Sol do Iquiri	Senador Guimard/AC	Sim	-	Montículos alongados dispostos em torno de uma praça quadrada, valeta quadrada a uma distância dos montículos e valetas muradas (caminhos) que saem a partir do centro em várias direções formando um sol.	Barbosa, 2014; CNSA IPHAN
Nakahara AM_10*	Lábrea	Sim	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Nakahara AM_30*	Lábrea	Não	-	Sem descrição	Rampanelli, 2016
Aparecida do Norte	Acrelândia/AC	Sim	-	Geoglifo composto por uma estrutura quadrada, valetas e	Barbosa,A. 2014; CNSA

				montículos	IPHAN
El Círculo	Bolívia		A.D.1270-1400	Vários montes medindo 10 a 18 m de diâmetro e 1,5 m de altura estão ligados ao lado interno do aterro.	Watling et al., 2015; Saunaluoma, 2012
Dois círculos	Senador Guimard/AC	Sim	-	Sítio é composto por dois círculos e um sol de pequenos montículos	Barbosa, A. 2014; CNSA IPHAN
Fonte Boa	Senador Guimard/AC	Sim	-	Sem descrição	Barbosa, A. 2014; Neves, 2014
Sol de Campinas do Acre	Senador Guimard/AC	Sim	A.D. 1030 - 1630	24 montículos organizados em forma de elipse, com cerca de 3 metros de altura e 10-18 metros de diâmetros	Neves, 2014
Fazenda Colorada	Rio Branco / AC	Sim	A.D. 1229 - 1386	Os montículos ocorrem dentro da estrutura em forma de "U"	Pärssinen et al., 2003; Schaan et al 2012
Campo Esperança	Plácido de Castro / AC	Sim	A.D. 1400	Não há descrição exata, o sítio foi impactado pela agricultura moderna e há o relato da permanência de alguns montículos.	Watling et al., 2015

* Sítos localizados por arqueólogo amador e utilizando imagens, provavelmente não realizaram prospecções em campo.

**Cadastro Nacional dos Sítios Arqueológicos – IPHAN

1.3.2 O sítio Sol de Campinas do Acre

O sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre (SCA) está situado no interflúvio próximo à divisa das Bacias do Purus e do Madeira, a 56 km de distância da cidade de Rio Branco. O acesso é feito pela BR 364, no KM 6, o sítio está próximo ao povoado da Vila Campinas. Implantado em uma plataforma natural, próximo a igarapés e nascentes com grande disponibilidade de recursos hídricos, o sítio é formado por 16 montículos, com média de 3 m de altura e ordenados em linha elíptica em torno de uma praça de aproximadamente 15.000 m². Do sítio saem três estradas retilíneas que o ligam aos igarapés e a outro complexo de estruturas de terra, onde está localizado o sítio circular monticular Fonte Boa (Figura 1.4). A área atualmente é uma fazenda para pastagem de gado, coberta por gramíneas.

Figura 1.4: Localização do sítio Arqueológico Sol de Campinas do Acre. (Modificado PUGLIESE, JR. et al. 2015).

O sítio apresenta diferentes graus de preservação. Por exemplo, a periferia NE-E-SE da área central foi impactada pelo represamento do curso d'água adjacente e pela construção de tanques para piscicultura, principal uso atual do

terreno. Conforme observações nas imagens satélites do Google Earth (Figura 1.5), originalmente o SCA tinha 24 montículos e, entre os anos de 2009 e 2011, o sítio foi altamente impactado pelas atividades do proprietário (NEVES; PUGLIESE, 2014). As estradas se encontram alteradas e uma delas foi cortada durante a construção das linhas de transmissão na porção N do sítio. A parte mais preservada do sítio se encontra no setor NE-E, onde estão distribuídos os montículos 1 a 16, porém, alguns desses montículos estão parcialmente destruídos. Nos locais próximos à construção dos tanques, as estruturas arqueológicas se encontram em grau avançado de degradação devido ao pisoteio do gado e à intensificação da erosão pluvial causada pelas alterações topográficas recentes (NEVES et al., 2016).

Figura 1.5: Imagem sítio Arqueológico Sol de Campinas do Acre em 2009 e projeção topográfica da área do sítio em 2014 (PUGLIESE, JR. et al., 2015).

Durante o trabalho de campo foi observado que sítios com montículos estão mais ameaçados do que os geoglifos (sensu SAUNNALUOMA et al., 2018). Esses últimos normalmente são de maiores dimensões e incluem valas profundas, o que dificulta a degradação por uso de maquinaria. Já os montículos são mais discretos na paisagem e facilmente degradados, o que evidencia a fragilidade e urgência na sua investigação (NEVES et al., 2016). O trabalho de Sherwood e Kidder (2011) com

os montículos na Bacia do rio Mississippi, também pontua a fragilidade dos sítios arqueológicos monticulares, e sua vulnerabilidade às atividades modernas.

Capítulo 2

2.1 A Geoarqueologia

A Geoarqueologia pode ser definida como a interface entre as ciências da terra e a arqueologia. Envolve o uso de técnicas e teoria das ciências da terra para construir interpretações arqueológicas e entender a interação entre sociedades humanas e seu ambiente. É praticada em diferentes escalas dependendo dos objetivos, podendo variar de acordo à formação dos profissionais envolvidos e o objeto de estudo. Ao longo da história, o grau de integração entre a arqueologia e ciências da terra foi bastante variável e diferentes métodos foram adotados e incorporados à medida que novas demandas surgiam. O desenvolvimento da geoarqueologia foi uma consequência das pesquisas fomentadas pela Arqueologia processual. Em 1970 o termo foi utilizado pela primeira vez por Karl Butzer e posteriormente incentivado pelos trabalhos de Michael Schiffer. A geoarqueologia se estabelece nas décadas de 1980 e 1990 como importante área de estudo na formação dos sítios arqueológicos e para a compreensão das paisagens (RUBIN, 2008; ARAÚJO, 1999; GOLDBERG; MACPHAIL, 2006).

A abordagem geoarqueológica permite entender de forma integrada a inserção do sítio arqueológico na paisagem, assim como as alterações antrópicas e os processos deposicionais e pós deposicionais que afetaram o depósito arqueológico. A compreensão dos processos de formação do sítio, atingível unicamente através de uma abordagem geoarqueológica, é essencial para a interpretação do registro arqueológico. Diversos são os objetos de estudo que podem ser analisados em uma abordagem geoarqueológica, sendo os solos e sedimentos alguns deles. O estudo dos sedimentos arqueológicos, especialmente em sítios construídos, é equiparável e complementar a análise artefactual (VILLAGRAN, 2012; GOLDBERG; MACHPHAIL, 2006).

A estratigrafia do sítio arqueológico registra informações sobre o ambiente no passado e possibilita a inferência sobre modos de vida, organização social, marcadores temporais e as mudanças culturais que consequentemente formaram o sítio (GOLDBERG; MACPHAIL, 2006). Características como textura, geometria das camadas, contatos, feições arqueológicas, composição química, entre outras,

podem ser utilizadas para estudar os processos responsáveis pela formação dos depósitos arqueológicos (VILLAGRAN, 2010).

Para compreender as mudanças estratigráficas, Goldberg e Berna (2010) enfatizam a necessidade das análises microestratigráficas, capazes de desvendar camadas homogêneas, perceber camadas invisíveis e certificar as camadas aparentemente estéreis. Os autores defendem a comparação da microestratigrafia com diferentes escalas, principalmente com a macroestratigrafia que é a observada em campo durante as escavações. A microestratigrafia pode ser acessada utilizando a técnica de micromorfologia de solos.

A micromorfologia é o estudo de amostras indeformadas de solos ou sedimentos através de lâminas delgadas em um microscópio petrográfico com diferentes magnificações para análise. O uso desta técnica na arqueologia é significativo a partir da década de 1990, porém, o desenvolvimento da micromorfologia de solos se inicia na década de 1930, na área de pedologia, com os trabalhos de Kubiena. Em 1958 foi publicado por Cornwall o primeiro trabalho voltado para a Arqueologia (ver revisão em VILLAGRAN, 2010).

A micromorfologia permite visualizar a hierarquia e as relações dos processos naturais e antrópicos do sítio, podendo assim fundamentar as interpretações geoarqueológicas e refinar ou complementar outros dados do registro arqueológico. Seu principal mérito é a capacidade de responder questões que outras técnicas laboratoriais não permitiam, o elemento diferencial são as estruturas do solo/sedimento se preservarem intactas e, portanto, permitir a observação das relações dos elementos que formam o sítio exatamente como encontradas *in situ* (GOLDBERG; HOLLIDAY; FERRING, 2000). A técnica também permitiu ampliar a discussão sobre os aspectos culturais e ambientais dos sítios arqueológicos (COURT; GOLDBERG; MACPHAIL, 1989). Com as análises das lâminas delgadas é possível identificar pisos de ocupação (GOLDBERG et al., 2009; VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013), impactos da agricultura (GEBHARDT, 1995), áreas de criação de animais (SHAHACK-GROSS; MARSHALL; WEINER, 2003), caracterização de estruturas de combustão (VILLAGRAN et al., 2017; MENTZER, 2014), mudanças ambientais (VAN VLIET-LANOE, 1998), entre outras.

A micromorfologia de solos é baseada na identificação das propriedades ópticas dos elementos presentes nas lâminas delgadas, o conhecimento dessas propriedades é fundamental para uma boa descrição e compreensão dos dados.

Uma questão levantada por Nicosia e Stoops (2017) nos estudos de micromorfologia de solos é a forte inter-relação dos sedimentos/solos naturais com os depósitos arqueológicos. A observação dos componentes naturais se mostra fundamental para compreender a influência das atividades antrópicas.

Nos últimos anos a micromorfologia deixou de se limitar à microscopia para combinar-se com outras técnicas, por exemplo, a espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), que determina a composição dos sedimentos e o seu grau de queima (GOLDBERG; BERNA, 2010). Essa estratégia multi-analítica, também chamada de abordagem micro-contextual por Berna e Goldberg (2010), enriquece os dados de inferência e propiciam interpretações mais consistentes dos registros arqueológicos.

A pesquisa em micromorfologia de solos começa com o levantamento das questões a serem investigadas, que é seguido de: a observação e registro da estratigrafia em campo; a escolha dos locais de coleta do material no sítio; a utilização de uma boa técnica para a retirada e acondicionamento do material inalterado; a fabricação da lâmina delgada; e finalmente a análise em esteromicroscópio e microscópio petrográfico. Para a correta descrição das lâminas delgadas é fundamental o treinamento do olhar do pesquisador e o domínio da nomenclatura própria da micromorfologia. De modo geral, as interpretações das lâminas delgadas são baseadas nas literaturas disponíveis, na dedução de fatos conhecidos, ou experimentos (NICOSIA; STOOPS, 2017).

2.2 O uso da micromorfologia de solos na análise de sítios arqueológicos monticulares

Sítios monticulares são formados pela acumulação de material com o objetivo, intencional ou não, de crescimento vertical. A análise dos processos de formação dos montículos permite compreender as ações sociais e culturais que motivaram sua construção (SHERWOOD; KIDDER, 2011; CREMEENS, 2005; VILLAGRAN; GIANOTTI, 2014; LATORRE, 2017). Alguns trabalhos desenvolvidos principalmente nos Estados Unidos, utilizaram a micromorfologia de solos, combinada com análises macroscópicas, para realizar este tipo de inferência. As pesquisas apontam à existência das mais variadas formas de construções em terra

e funções. A ideia de planejamento, organização do trabalho, conhecimento técnico e do material aparece em diversos estudos, alguns dos quais serão discutidos mais à frente.

A construção dos montículos em terra exige um refinado conhecimento da engenharia de terra combinado com uma expressão artística, fatos que podem ser estudados através do seu material construtivo: os sedimentos. Analisar as estruturas e os materiais construtivos como artefatos é uma estratégia que vem sendo usada no entendimento do uso, das funções e significados culturais dessas estruturas (SHERWOOD; KIDDER, 2011).

2.2.1 Montículos do Vale do Mississippi (Estados Unidos)

Os montículos Shiloh Mound (900 – 400 cal A.P), Cahokia (1000 – 600 cal A.P.) e Poverty Point (3600 – 3000 cal A.P.) pertencem ao conjunto de centenas de montículos localizados no Vale do Mississippi, Estados Unidos (Figura 2.1A) e foram estudados através de uma abordagem geoarqueológica por Sherwood e Kidder (2011).

Figura 2.1: A - Mapa de localização dos sítios monticulares estudados por Sherwood e Kidder (2011) no Vale do Mississippi: Poverty Point, Shiloh Mound, Cahokia e Cotiga. B - Estratigrafia do sítio Shiloh com camadas construídas alternando material misturado com maior teor de argila (camadas vermelhas) ou mais frequência de material grosso (e.g. areias) (camadas amarelas). C – Fotomicrografia da camada vermelha, a seta aponta para clastos de material do solo revestido de argila, em PPL. D - A mesma imagem em XPL. (Modificado de SHERWOOD; KIDDER, 2011).

Partindo da crítica de que a formação de estruturas monticulares se deve somente ao acúmulo e empilhamento de sedimentos, Sherwood e Kidder (2011) discutem: a seleção e o transporte dos solos e sedimentos utilizados na construção dos montículos; as diferentes fontes e matérias primas usadas; e a maneira em que esses dados colaboram com a compreensão da organização do trabalho, ritmo de construção, estética, planejamento, uso e funções dos montículos. A interpretação dos dados geoarqueológicos extrapola a descrição dos solos e sedimentos e propõe um novo olhar sobre essas sociedades e como compreendiam, alteravam e se relacionavam com o ambiente.

Em seu trabalho, Sherwood e Kidder (2011) utilizaram a escala macroscópica, onde a observação de campo é focada nas características litoestratigráficas e estruturas sedimentares, e a microscópica, que possibilita observações de limites abruptos e subestruturas do montículo. Os autores realizaram a comparação dos sedimentos arqueológicos com amostras externas aos sítios, buscando localizar fontes de matéria-prima e suas misturas. Assim, este estudo envolveu a análise combinada das descrições de campo, amostragens dos montículos e das áreas do entorno.

Para os autores a seleção do material construtivo não é realizada de forma aleatória. Foi observado um forte contraste nas cores dos solos e sedimentos utilizados em cada camada e foi sugerido que a seleção estava condicionada por fatores técnicos e/ou ritualísticos. Os autores verificaram que a maior parte do material coletado para a construção dos montículos vinha de áreas do entorno, porém, em alguns casos eram trazidos desde mais de 100 metros de distância. O material inicial dos montículos de Poverty Point foi o horizonte E⁴ puro. Esse horizonte aparece só em determinadas áreas da região a cerca de 1 metro da superfície, o que sugere a prática de algum tipo de mineração e um bom conhecimento técnico para exploração desse material (SHERWOOD E KIDDER, 2011).

No sítio Shiloh a mineração proposital também é evidenciada com camadas de solos vermelhas que são encontradas a mais de 2 metros de profundidade. Neste sítio também foram encontradas camadas constituídas de até 3 diferentes tipos de

⁴ É o horizonte do solo claro onde ocorre a máxima remoção de argila e/ou óxidos de ferro (Lepsch, 2010)

materiais pedológicos e geológicos, uma mistura intencional que foi adicionada posteriormente ao montículo. Em uma área camadas foram colocadas obliquamente ao plano de estratificação criado pela inclinação externa (Figura 2.1B), essa área foi construída por camadas amareladas alternando com camadas avermelhadas. A coloração final das camadas era resultado da proporção de dois materiais: um mais grosseiro e outro mais argiloso (Figura 2.1C e D) (SHERWOOD; KIDDER, 2011).

Diversos montículos apresentam uma preparação do local antes da sua construção que envolve a remoção do horizonte A do solo. Outros tipos de intervenções pré-montículo foram detectados, como é o caso do Poverty Point, onde um dos montículos foi construído sobre uma depressão de 1-2 m de profundidade com queima da vegetação, para depois erguer o montículo sobre a vala. Já as escavações no montículo Shiloh A indicam a remoção do perfil do solo até o horizonte C, seguido da construção de estruturas de poste, acúmulo de detritos e sucessão de preenchimentos com solos antrópicos com aproximadamente 2 metros, antes da elevação do montículo. (SHERWOOD E KIDDER, 2011).

No sítio arqueológico Shiloh A também foram identificadas cinco técnicas de construção diferentes, encontradas de forma combinada e seguindo uma lógica construtiva. A análise microscópica destas camadas confirmou as observações realizadas macroscopicamente sobre a mistura de materiais de fontes diferentes resultando em camadas mais e menos porosas, com resistências físicas diferentes (SHERWOOD E KIDDER, 2011).

O tempo de construção dos montículos também teria sido bem variado, com casos em que ocorreu com bastante rapidez (semanas ou meses) e casos que levaram várias gerações. Parece que a velocidade de construção estava ligada à função do montículo. Usando o Poverty Point como exemplo, os montes maiores foram construídos rapidamente em um único evento e parecem ter cumprido uma função ritual ou religiosa. Outros montículos nesta mesma área foram construídos em várias etapas, com pausas longas e com evidências de erosão, formação de solo e ocupação (SHERWOOD E KIDDER, 2011).

A micromorfologia foi a técnica também escolhida por Cremeens (2005) para analisar outro montículo construído pelos índios americanos: o Cotiga Mound (ca. 2100 anos A.P.), situado na cidade de Mingo, West Virginia e com aproximadamente 5 m de altura. As questões levantadas pelo autor foram: a existência de lacunas temporais durante a construção do montículo; a origem e uso de materiais de

preenchimento; a extensão da alteração pedogênica pós-deposicional do montículo.

A estratigrafia indicou que o montículo tinha uma estrutura interna com diferentes fases de construção. Foi possível concluir, após análise de 12 lâminas delgadas do montículo e de material de fora sítio, que havia pouca pedoturbação, sugerindo que a construção se deu de forma rápida. Existiam diferenças substâncias nas camadas de construção, por exemplo: ocorria material do horizonte B textural⁵ do solo na camada superior; a três metros abaixo do topo do montículo uma das camadas era composta por uma grande quantidade de nódulos; e havia intercalação de camadas claras, escuras e com concentração de carvão. Ao comparar as características texturais dos montículos com as amostras de referências, o autor conclui que o material construtivo da base do montículo foi selecionado fora da área do sítio. O horizonte A do Argissolo, que é mais arenoso, serviu para as construções das camadas intermediárias (CREMEENS, 2005).

Processos pós-deposicionais foram observados, com presença de revestimentos⁶ de óxido de ferro com clara orientação da argila na base e na parte superior do montículo. Os revestimentos encontrados, crescentes e típicos, estavam próximos às superfícies dos poros e ao redor de grãos. A birrefringência e a linha de extinção são as principais ferramentas micromorfológicas para determinar a orientação dos revestimentos. Quando os revestimentos estão orientados são interpretados como resultado de fluxo de água calmo. A ocorrência de movimento significativo de ferro pós-deposicional indica condições alternadas de oxidação e redução associados a ciclos de umidade e seca (CREMEENS, 2005).

2.2.2 Montículos do Delta do Rio Paraná (Argentina)

A grande quantidade de montículos no delta do Rio Paraná (Figura 2,2), mais conhecidos como cerritos, chamou a atenção dos arqueólogos argentinos desde o século XIX. Nos últimos anos foi realizada uma sequência de trabalhos utilizando ferramentas da geoarqueologia (estratigrafia, análise dos sedimentos, micromorfologia) para diferenciar os montículos naturais e os formados por

⁵ Horizonte B textural é onde acumula a argila e/óxido de ferro removidos dos horizontes A ou E (Lepsch, 2010).

⁶ Revestimentos são feições pedológicas intrusivas e que se depositam em superfície natural do solo (poros, grãos ou agregados). Resultam do transporte em suspensão de materiais finos. (Stoops, 2003).

processos antrópicos (CASTIÑEIRA et al., 2013; LATORRE, 2017; POLITIS, 2011). Na planície de inundação há formações naturais, similares aos cerritos antrópicos, gerados por processos naturais e que guardam evidências da ocupação humana durante o Holoceno. Doze montículos da região foram estudados de forma detalhada para identificar e caracterizar os processos naturais e antrópicos da região (CASTIÑEIRA et al., 2013).

O conjunto chamado de “Los Três Cerros” (Figura 2.2) é composto por três estruturas monticulares denominadas LTC1, LTC2 e LTC3. Para compreender as escolhas técnicas utilizadas na sua construção, os montículos LTC1 e LTC2 foram escavados em duas etapas distintas, enquanto o LTC3 foi só amostrado. Posteriormente, foi realizada uma análise a partir com abordagem geoarqueológica (CASTIÑEIRA et al., 2013; LATORRE, 2017).

Figura 2.2 Mapa mostrando a localização do complexo arqueológico Los Três Cerros (modificado de SCABUZZO et al., 2015).

O LTC1 foi escavado até uma profundidade de 3 m no centro da estrutura. Do total de cerca de 33m² escavados, foram recuperados materiais arqueológicos, mapeadas diversas estruturas de combustão, identificadas diferentes interfícies sedimentares, recuperados 15 sepultamentos e realizadas as análises estratigráficas

e microestratigráficas, além das datações radiocarbônicas. O registro estratigráfico permitiu identificar um sistema de deposição inferior e natural e outro superior e antropogênico, além de detalhar os diferentes momentos de construção e as escolhas técnicas. A camada antropogênica constitui uma sucessão de tipos de depósitos que evidenciam diferentes estratégias de construção. Foi observado o aporte de material procedente das planícies próximas ao montículo e de sedimentos selecionados de áreas distantes e transportados para o sítio, junto com a adição de materiais mais grossos como areia, terra queimada, fragmentos orgânicos e cerâmicos (CASTIÑEIRA et al., 2011, 2014; POLITIS 2011).

A análise da micromorfologia detalhada do montículo LTC1 evidenciou cinco microfácies (Mt1, Mt2, Mt3, Mt4 e Mt5) correlacionadas a uma sequência de lentes identificadas nas camadas II e III. Tal análise possibilitou inferir a existência de pisos de ocupação, manutenção de áreas de convívio e o uso de espécies selvagens como combustível. O material biosilíceo da matriz sedimentar de LTC1 indicou que os sedimentos foram extraídos e transportados de ambientes com vegetação hidrofílica do litoral (CASTIÑEIRA et al., 2013).

A associação entre componentes orgânicos queimados (fitólitos, diatomáceas, fibras vegetais e partículas de carbono) identificada nas microfácies Mt1, Mt2, Mt4 e Mt5 sugere que a queima de vegetais aconteceu *in situ*. Esse material vegetal, interpretado como combustível, provavelmente tem a mesma origem do sedimento utilizado na construção do montículo. Segundo os autores, as observações em Mt2 do registro micro botânico e a presença significativa de diatomáceas articuladas apoiam essa inferência. Assim, a matriz de Mt1 foi interpretada como produto da alternância entre momentos de queima e de crescimento das gramíneas, o que sugere uma lenta taxa de crescimento vertical do montículo (CASTIÑEIRA et al., 2013).

De posse dos resultados das análises geoarqueológicas do LTC2, Castiñeira et al. (2013) compararam os estágios construtivos das camadas antropogênicas dos montículos LTC2 e LTC1. Os autores perceberam que, enquanto os estratos iniciais dos dois montículos eram bem distintos, os estratos superiores assemelhavam-se nas técnicas utilizadas. Os pesquisadores observaram que os cerritos são a consequência da intervenção humana consciente e planejada. Eles podem ter resultado de uma estratégia para enfrentar as condições hidrometeorológicas da

região e permitir uma maior densidade ocupacional e permanência no local (LATORRE, 2017).

2.2.3 Complexo Arqueológico Pago Lindo (Uruguai)

O Complexo arqueológico de Pago Lindo, estudado por Villagran e Gianotti (2013), localiza-se no centro-norte do Uruguai (Figura 2.3). Esse complexo é formado por montículos de terra com aproximadamente 20 a 40 m de diâmetro e entre 0,5 a 7 m de altura. Os montículos apresentam formas circulares, elípticas e frequentemente uma praça central. Essa pesquisa foi realizada na área de escavação que conecta dois montículos e um micro-relevo (pequena estrutura de terra com cerca de 1 metro de altura).

Figura 2.3: A - Localização do Complexo arqueológico de Pago Lindo próximo ao rio Caraguatá. B - Localização dos montículos escavados no estudo apresentado. (Imagens publicadas em VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).

As autoras enfatizaram que a escavação foi realizada seguindo as camadas estratigráficas ao invés de níveis artificiais. A importância dessa escolha está relacionada com entender o processo de construção e formação das estruturas em terra. A micromorfologia de solos foi integrada na pesquisa como ferramenta complementar para auxiliar nas questões levantadas durante a etapa de campo, na interpretação sobre a natureza do material de construção, na identificação de áreas de atividades específicas nos montículos e nos processos tafonômicos.

Os sedimentos são descritos como homogêneos (Figura 2.4A e B), semelhantes ao solo natural dos arredores e com intensa bioturbação. Como os processos pedogênicos podem movimentar artefatos, apagar e misturar camadas, as observações micromorfológicas focaram nas sutis mudanças na textura, microestrutura, relação do material grosso e fino, composição da micromassa e nas características gerais (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).

Figura 2.4: A – Unidade aberta do setor 1 mostrando um perfil homogêneo. B – Detalhe do perfil do setor 1, área A, com as caixas de coletas de amostras inalteradas (Imagens publicadas em VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).

As unidades estratigráficas identificadas durante a atividade de campo mostraram semelhanças micromorfológicas significativas, com isso identificaram-se dois tipos de materiais utilizados nas construções. Tanto o montículo quanto o micro relevo apresentaram a mesma matéria prima para sua construção e tudo indica que a coleta era feita em áreas superficiais próximas à ocupação. Outras características identificadas foram: revestimentos empoeirados⁷ que indicam áreas de pisoteio e revestimentos de matéria orgânica que sugerem áreas de atividade específica dentro do montículo (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).

⁷ Em micromorfologia, revestimentos de argila que contém numerosas partículas contrastantes de granulometria silte.

Os revestimentos de argila empoeirados são considerados evidência de solo desprotegido com deslocamento do material fino no perfil. Isto foi interpretado como consequência do pisoteio humano que teria impedido o crescimento de vegetação no local, deixando a superfície do solo mais suscetível à desagregação pelo impacto das chuvas. Os revestimentos de argila empoeirados a cerca de 60 cm de profundidade indicaram a presença de um horizonte enterrado, de cerca de 3000 anos BP, que foi coberto por um episódio de construção do montículo (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).

No canto B do setor 1 (Figura 2.4A) foi encontrado horizonte espódico, com a presença de revestimentos orgânicos indicando o processo de podzolização. Provavelmente o acúmulo de material orgânico no local desencadeou o processo de podzolização, que só se observa neste canto da escavação e é tomado como indicador indireto da área de atividade específica (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).

As análises micromorfológicas combinadas com o método de escavação estratigráfica mostraram que a formação do montículo ocorreu de forma discreta, com aumento vertical em diferentes momentos da história do sítio e diversas mudanças e interrupções na ocupação e uso do espaço entre os episódios construtivos. As construções estudadas no Complexo Pago Lindo foram identificadas como aldeias bem planejadas e com contínuo e longo tempo de ocupação (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013).

2.2.4 Sítios arqueológicos da Amazônia

A micromorfologia de solos foi utilizada na análise de alguns sítios arqueológicos na Amazônia brasileira. O principal enfoque foi a compreensão dos processos de formação de sítios da Terra Preta de Índio (TPI) (SCHAEFER, 2004; LIMA 2001; ARROYO-KALIN, 2008).

A técnica ajudou avaliar algumas hipóteses sobre a formação do solo antrópico baseadas na etnografia e, com isso, demonstrou que a formação das TPIs sinaliza intensidade e padronização de práticas específicas realizadas pelos povos antigos da Amazônia. Pode-se dizer que as TPIs são verdadeiros palimpsestos das atividades pré-colombianas (ARROYO-KALIN, 2017).

Usando a abordagem geoarqueológica, Arroyo-Kalin (2008) analisou as TPI de um conjunto de sítios arqueológicos da Amazônia brasileira, com foco nas

características micromorfológicas dos solos e dados químicos e físicos. Os sítios estavam localizados em distintas paisagens: o sítio Hatahara, próximo ao rio Solimões; Lago Grande, Osvaldo, Nova cidade e Dona Stella em terra firme; e os sítios Açutuba próximo ao rio Negro, todos no estado do Amazonas (Figura 2.5).

Figura 2.5: A área de confluência do Negro-Solimões mostrando os locais dos sítios arqueológicos estudados por Arroyo Kalin (2008).

As TPIs são compreendidas como o resultado de processos pedogenéticos de solos superficiais, enriquecidas e transformadas por práticas dos povos antigos. A melanização, uma das principais características encontradas nas TPI, aparece como um pacote espesso e escuro que se forma a partir do horizonte A do solo e vai clareando de forma difusa quando se aprofunda. A melanização é o resultado da combinação da matéria orgânica da fração fina do solo, dos fragmentos de carvões microscópicos e das atividades biológicas do solo (ARROYO-KALIN, 2008).

As análises micromorfológicas realizadas por Arroyo-Kalin (2008) mostraram a existência de material arqueológico na fração areia até frações menores no horizonte A do solo, como por exemplo: fragmentos de osso; microcarvão; e fragmentos microscópicos de cerâmicas. Segundo o autor, parece não haver dúvidas sobre a influência antrópica na transformação do solo de TPI. A formação

das TPIs seria resultado da deposição e decomposição de detritos associados à dinâmica dos assentamentos pré-colombianos (ARROYO-KALIN, 2008, 2017).

As diferenças texturais dos sedimentos são significativas para entender a real variabilidade das TPIs: sítios com texturas mais arenosas apresentam um potencial inferior de preservação dos elementos antropogênicos e, portanto, apresentam valores baixos para os elementos químicos quantificados. A influência de diferentes fatores resulta em texturas variáveis de TPIs, porém, as análises micromorfológicas apontam a que essa variabilidade parece ser herança do material parental por isso, não seria possível utilizar esses solos antropogênicos como evidência para justificar uma ocupação mais ou menos intensa (ARROYO-KALIN, 2008).

Os três elementos que ajudam na caracterização das TPIs são: carvões, ossos e cerâmicas. Os fragmentos de osso são raros nas TPIs arenosas, porém, nas TPIs argilosas eles são frequentes e até podem ser taxonomicamente identificados. Ao mesmo tempo, os ossos são as principais fontes de P e Ca, embora não a única. Fragmentos de cerâmica e argila rubificada também deixam assinaturas químicas no solo e podem contribuir com o aporte de P e Ca. O carvão é o elemento adicionado ao solo com maior relevância nas TPIs. O carvão se decompõe lentamente, aumenta a capacidade de troca de cátions do solo, contribui para uma maior retenção de matéria orgânica, e é o principal responsável pelo escurecimento do solo (ARROYO-KALIN, 2008).

Uma questão interessante levantada por Arroyo-Kalin (2008) é sobre a presença de cinzas. A queima é uma das principais atividades antrópicas na formação das TPIs e tem como subproduto as cinzas. É possível identificar cinzas nas lâminas delgadas através da presença dos pseudomorfos de oxalato de cálcio, o problema é que em contextos amazônicos dificilmente esse mineral é preservado. O autor descreve que algumas lâminas delgadas apresentaram concentrações inesperadas de revestimentos de argila. Uma das hipóteses levantada é que a constante queima da matéria orgânica teria elevado o PH do depósito induzindo à mineralização de manganês de origem vegetal.

Entre os diversos itens abordados na sua pesquisa, Arroyo-Kalin (2008) mostra que existem diferenças entre as TPIs e as Terras Mulatas (TM). Nas TMs foram encontradas quantidades significativas de carvão microscópico, porém maiores, difusos e menos abundantes que nas TPIs; e apesar dos altos níveis de nutrientes nas TMs, apenas fragmentos desprezíveis de osso, cerâmica ou argila

queimada foram encontradas.

O sítio Hatahara possuía 14 montículos com aproximadamente 1,5 m de altura organizados de forma semicircular, com o centro direcionado para o norte e construídos principalmente com cerâmicas e terra preta. No trabalho de Machado (2005) as estruturas monticulares foram interpretadas como intencionalmente construídas, utilizando cerâmica como material construtivo (Figura 2.6) e alguns montículos evidenciaram enterramentos humanos de tipo primário.

Figura 2.6: Perfil do montículo M1, com cerâmicas alinhadas. Escavado em 2002 e parte da pesquisa de doutorado de Arroyo-Kalin (Foto: ARROYO-KALIN, 2008)

As análises micromorfológicas de dois montículos do sítio Hatahara compartilharam padrões consistentes, como por exemplo: forte coloração escura devido a presença de material orgânico; alta impregnação de sesquióxidos de manganês (observado em Luz Obliqua Incidente-OIL); fábrica de birrefringência indiferenciada na fração mineral fina (observado em Luz Polarizada Cruzada- XPL); abundância de fragmentos de osso microscópicos, microartefatos, carvões na fração silte, e fitólitos auto-fluorescentes onipresentes. As camadas dos montículos se

mostraram mais enriquecidas com detritos microscópicos que as amostras provenientes das superfícies do sítio (ARROYO-KALIN, 2008).

Os dados micromorfológicos combinados com as análises físicas e químicas levaram a duas principais hipóteses sobre o uso dos montículos do sítio Hatahara: área de habitação ou área de queima de lixo. Arroyo-Kalin (2008) atenta para a necessidade da continuação das pesquisas para a confirmação das hipóteses.

2.3 Panorama da micromorfologia arqueológica na América do Sul

Em 2014 Stoops publicou um estudo bibliométrico sobre a aplicação da micromorfologia de solos desde a publicação do primeiro trabalho de Kubiena em 1938, fundador da técnica na pedologia. O autor mostra o panorama dos trabalhos pelo mundo, suas mudanças ao longo do tempo e sugere orientações para fortalecer e consolidar as pesquisas na área. As orientações destacadas foram: buscar meios de melhorar a técnica e o material para a impregnação e corte de lâminas delgadas; baratear o custo para confecção; ampliar as pesquisas com estreita colaboração dos pesquisadores de campo e laboratório; e impulsionar a formação de novos pesquisadores através dos oferecimentos de cursos nos centros de pesquisa já consolidados.

Os dados sobre a quantidade de pesquisadores na micromorfologia indicaram queda em outras áreas, enquanto os que trabalham com pedoarqueologia ou arqueologia aumentaram, o que mostra a importância dessa abordagem na colaboração da interpretação dos dados arqueológicos. Stoops (2014) aponta a que o uso da micromorfologia na arqueologia tende a aumentar na medida em que novos arqueólogos se aprofundam nos métodos geoarqueológicos. O autor chama a atenção para o foco somente no material arqueológico desconsiderando processos similares em solos naturais. Essa percepção foi reforçada pelo trabalho de Shahack-Gross (2016), após a aplicação de teste de autoavaliação para arqueólogos trabalhando com micromorfologia, que concluiu que mineralogia e petrografia eram muitas vezes mal compreendidas.

Na América do Sul, Stoops (2014) considerou o estudo da micromorfologia restrito ao Brasil e a Argentina. No Brasil cita trabalhos voltados à compreensão de solos tropicais na Universidade de Viçosa, coordenados por Carlos Schaefer e

aponta o desenvolvimento de recentes trabalhos na arqueologia. Os estudos pioneiros em micromorfologia arqueológica na América do Sul foram desenvolvidos na costa do Brasil e da Terra do Fogo (Argentina), na região de Lagoa Santa e em estruturas em terra do Uruguai pela Profa. Dra. Ximena S. Villagran, orientadora deste Mestrado (VILLAGRAN et al. 2010, VILLAGRAN et al. 2012; VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013; VILLAGRAN, 2014; VILLAGRAN et al., 2017).

A recente publicação de Moreley e Goldberg (2016) sobre trabalhos geoarqueológicos em áreas de ambientes tropicais destaca o trabalho de Villagran et al. (2017) no sítio arqueológico Lapa do Santo. Os sedimentos associados às práticas funerárias foram estudados através da combinação de micromorfologia, mFTIR⁸ e petrologia orgânica. A identificação de fogueiras, produtos de combustão retrabalhados e relacionados a limpeza do local traz novos elementos para diagnosticar atividades específicas. Também foram realizados experimentos de queima com solos e sedimentos atuais, além da identificação de restos de cupinzeiros queimados. Este trabalho destaca o uso de conjuntos de dados múltiplos para abordar questões tanto de formação dos sítios quanto das atividades humanas.

Moreley e Goldberg (2016) reforçam a importância de melhorar a compreensão detalhada dos processos geológicos em ambientes tropicais úmidos e suas assinaturas no registro arqueológico. Para os autores, a forma pela qual a diagênese ou bioturbação modificam o registro arqueológico e os sedimentos permite compreender a preservação dos materiais orgânicos e inorgânicos no depósito e possibilita, assim, a melhora na interpretação dos dados.

Outros mecanismos e processos necessários para melhor compreender os ambientes tropicais são: as variações climáticas e suas relações com o solo; as ações e reações do PH do solo; as diferentes combinações e consequências das variáveis água, solo, clima e diagênese; e suas influências e alterações no sítio arqueológico. Apesar das dificuldades existentes, os autores acreditam que em colaboração seria possível dar vários passos à frente e despontar as pesquisas em regiões tropicais (MORELEY; GOLDBERG, 2016).

Tanto o trabalho de Stoops (2014) como o de Moreley e Goldberg (2016) apontam a existência de um nicho de pesquisa disponível e produtivo, que pode ser amplamente utilizado na arqueologia brasileira, trazendo bons resultados para compreender a formação dos sítios arqueológicos locais.

⁸ Micro Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier.

Capítulo 3

Caracterização da área de estudo

O município de Senador Guiomard possui uma área de 2321,454 km², está inserido na Regional do Baixo Acre, limita-se ao norte com o Amazonas, ao sul e a oeste com o município de Rio Branco, a leste com o município de Plácido de Castro e a nordeste com o município de Acrelândia (Figura 3.1).

Os processos geológicos recentes foram decisivos na configuração da paisagem atual, influenciando a geomorfologia e outros fatores. A caracterização dos elementos envolvidos na formação dos solos locais é fundamental para compreender o material sedimentar do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre.

Figura 3.1: Mapa de localização da cidade de Senador Guiomard.

3.1 Geologia

As pesquisas geológicas no Acre resultaram: 1) dos mapeamentos de superfície realizados nas décadas de 1930 e 1950; 2) dos dados de subsuperfícies oriundos das perfurações de poços realizadas pela Petrobrás no final da década de 1950 até o início de 1980; 3) e dos trabalhos realizados na década de 1970 pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) por meio de mapeamentos geológicos e do Projeto Radam (Radar na Amazônia), no âmbito do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (OLIVEIRA, 1994; CUNHA, 2007; BRASIL, 1976).

3.1.1 Bacia do Acre

A Província estrutural amazônica é uma grande área sedimentar com diferenciações litológicas dispostas tanto horizontalmente quanto verticalmente e é composta pelas Bacias do Acre, Solimões, Amazonas e Marajó. As estruturas que configuram o quadro atual são: o Arco de Purus, que desde o Paleozóico até a inversão da cadeia andina no Mesozóico funcionou como paleodivisor de sistemas de drenagem; o Lineamento Madeira, que limita a Bacia do Acre a sudeste e serviu como divisor de drenagem no Cretáceo; o Arco de Iquitos, que separa a bacia do Acre da bacia do Solimões; e o Lineamento Juruá (CAVALCANTE, 2006).

A Bacia do Acre (Figura 3.2), principal unidade geotectônica da área de estudo, é o setor brasileiro da Bacia Marañon-Ucayali-Acre, a única região do território brasileiro efetivamente submetido à tectônica andina. Esta bacia registra uma complexa história evolutiva do Paleozóico ao Cenozóico, sempre sob influência de eventos tectônicos compressivos atuantes na margem oeste do continente (SILVA, 2003; CUNHA, 2007).

A história geológica da Bacia do Acre envolve primeiramente deposição pericratônica⁹ e marginal aberta no Paleozóico, resultando em sedimentos continentais intercalados a sedimentos marinhos. Análises sismoestratigráficas concluem que a sedimentação inicial se deu por rifteamento intracontinental com possíveis incursões marinhas. Após o soerguimento dos Andes, a deposição se deu em ambiente essencialmente intracontinental, com a presença de lagos e, posteriormente, de megaleques aluviais. A estratigrafia da bacia do Acre é formada por onze sequências sedimentares (OLIVEIRA, 1994; CAVALCANTE, 2006).

A neotectônica foi fundamental na configuração da bacia do Acre e a presença de uma zona sismogênica na bacia implica na atuação dessas estruturas atualmente. As modificações no quadro estrutural e geomorfológico do Pleistoceno até o Holoceno resultaram na configuração da paisagem atual (HASSUI, 2012).

As unidades litoestratigráficas que ocorrem no município de Senador

⁹ As bacias pericratônicas ou bacias da margem continental desenvolvem-se em áreas alongadas de margens cratônicas e sofreram subsidências mais ou menos acentuadas. Essas bacias situam-se, comumente, em parte sobre a crosta continental, de natureza granítica e em parte sobre a crosta oceânica de composição basáltica (SUGUIO, 1999).

Guimard foram formadas durante o Neógeno e Quaternário. Entender suas características é fundamental para caracterizar o material parental associado ao substrato da área do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre.

Figura 3.2: Localização da Bacia do Acre no contexto geotectônico amazônico (Modificado de BEZERRA, 2003).

3.1.2 Formação Solimões

O período Mioceno-Plioceno no Acre está representado pela Formação Solimões que ocupa 85% da área do estado e, na Bacia do Acre, pode alcançar até 2200 m de espessura (Figura 3.3). Esta formação, que tem origem sedimentar em ambiente flúvio-lacustre continental, recobre as bacias dos rios Solimões e do Acre e

apresenta variações de litologias e de estrutura sedimentares. A Formação Solimões Superior é de origem Pliocênica e o topo é formado por arenitos intercalados com camadas de argila branco-vermelha. A base, denominada Formação Solimões Inferior, é constituída de camadas argilosas cinzento-esverdeadas, maciça e rica em fósseis (BRASIL,1976).

Na área de pesquisa é encontrada a Formação Solimões Inferior, que se caracteriza por rochas sedimentares predominantemente pelíticas, altamente fossilíferas, argilitos com intercalações de siltitos, arenitos finos, calcários, material carbonoso e micáceos. O ambiente é redutor com predominância lacustre e flúvio marinho (ACRE, 2006).

Figura 3.3: Mapa simplificado das formações geológicas do Estado do Acre com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (SCA) (modificado ACRE, 2010).

3.1.3 Depósito Quaternário

No Quaternário, como resultado da orogenia¹⁰ andina, faixas aluviais constituíram a planície de acumulação e inundação sazonais, sendo constituídos predominantemente de argilas e siltes. Durante o Pleistoceno estabeleceu-se uma cobertura vegetal tipicamente adaptada ao excesso de água. No Período Holoceno foram depositados sedimentos fluviais nas atuais planícies dos cursos d'água. O aporte de sedimentos fluviais atuais são basicamente cascalho, areia, silte e argila (BRASIL, 1976).

3.2 Geomorfologia

Até a primeira fase do Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre (ACRE,2000) eram consideradas, para o estado, as seguintes descrições das unidades geomorfológicas apresentadas pelo Projeto RADAN: Planície Amazônica; Depressão Rio Acre-Javari; e Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental. A partir da publicação da segunda fase do programa (ACRE, 2006), com a ampliação da escala de mapeamento para 1:250.000, novas unidades foram inseridas e atualmente a geomorfologia do estado é dividida em nove unidades: Planície Amazônica; Depressão do Endimari - Abunã; Depressão do Iaco-Acre; Depressão de Rio Branco; Depressão do Juruá-Iaco; Depressão do Tarauaca-Itaquai; Depressão Marginal a Serra do Divisor; Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul; Planaltos Residuais da Serra do Divisor (Figura 3.4). Esse detalhamento possibilita um maior entendimento da relação morfogênese/pedogênese de cada região (ACRE, 2010).

O município de Senador Guiomar situa-se na Depressão Iaco-Acre que é caracterizada por altitudes variando entre 160 a 290m, morfogênese essencialmente química e padrão de drenagem dendrítico. A sua formação responde ao truncamento pela pediplanação¹¹ pós-terciária, com influência da tectônica de soerguimento relacionada à reativação do Arco de Iquitos e dissecada pela drenagem atual. Compreende uma superfície muito dissecada e com declives muito

¹⁰ Processo de formação das montanhas.

¹¹ Superfície que apresenta topografia plana a suavemente inclinada e dissecada, truncando o substrato rochoso e pavimentado por material alúvio-coluvionar.

expressivos. As áreas de topo aguçado com declives fortes e as de topo convexo com declives medianos refletem a presença da fácies arenosa da Formação Solimões. Os contatos entre as unidades geomorfológicas são graduais e as dissecações¹² presentes na unidade geomorfológica Depressão Iaco-Acre são: Dissecção homogênea convexa; Dissecção homogênea tabular; e Dissecção homogênea aguçada (ACRE, 2006; ACRE, 2010)

Na área de estudo desta pesquisa ocorre a Dissecção homogênea tabular, que se caracteriza por gerar formas de relevo de topos tabulares, conformando feições de rampas suavemente inclinadas e lombas esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas (ACRE, 2010).

Figura 3.4: Mapa geomorfológico do Estado do Acre com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (SCA) (Modificado ACRE, 2010).

¹² Depressão resultante da ação de processos erosivos ou de intensa drenagem.

3.3 Clima

O clima do estado do Acre é uniforme, do tipo equatorial quente e úmido, caracterizado por altas temperaturas, elevados índices de precipitação pluviométrica (cerca de 1921 mm ao ano) e alta umidade relativa do ar. Os meses menos chuvosos são junho, julho e agosto. A temperatura média anual está em torno de 24,5°C, enquanto a máxima em torno de 32°C (ACRE, 2010).

3.4 Vegetação

O município de Senador Guimard tem 61,6% do seu território desmatado e cerca de 50% da sua área ocupada com pastagens. O mapa mais recente sobre a vegetação da região apresenta a área como antropizada com intensidade elevada de desmatamento. (ACRE, 2010)

Segue a descrição realizada pelo Projeto RADAN, em 1976:

“A vegetação primária na área é representada pela floresta equatorial subperenifolia, caracterizada por espécies arbóreas heterogêneas, com sub-bosque constituído por um estrato denso de plântulas, geralmente resultantes da regeneração das árvores do estrato superior. Os elementos que compõem esta floresta são caracterizados por uma cobertura de árvores emergentes de porte elevado. O sub-bosque é mais denso nas áreas de relevo ondulado que nos tabuleiros. A regeneração das espécies arbóreas ocorre em todas as situações topográficas. Neste sistema florístico, são caracterizados três aspectos fisionômicos: floresta com cipós, floresta com castanheira-do-brasil e floresta com bambus” (BRASIL, 1976:323).

Na região do sítio arqueológico SCA, o domínio de floresta aberta com palmáceas e bambu indica menor disponibilidade de água. A espessura do solo, o predomínio de argila e pouca permeabilidade são fatores que determinam a baixa capacidade de reter e ceder água (RODRIGUES et al., 2003).

3.5 Bacias Hidrográficas

A maior parte do município de Senador Guiomard está inserida na Bacia do rio Abunã, este rio, que nasce na Bolívia, cruza os estados do Amazonas e Rondônia e faz parte do complexo da Bacia do Madeira. O sítio Sol de Campinas do Acre está no interflúvio da Bacia do rio Ituxi (Figura 3.5), que junto com o Rio Acre pertencem ao complexo da Bacia do rio Purus (ANA, 2012). Portanto o sítio SCA tem bom acesso tanto aos tributários da bacia do rio Purus quanto aqueles do rio Madeira, área que é conhecida pelas numerosas construções de estruturas em terra (NEVES; PUGLIESE, 2014; NEVES et al. 2016).

Figura 3.5: Mapa das bacias hidrográficas do Estado do Acre com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (Modificado de ACRE,2006).

3.6 Solos

O primeiro levantamento de solos abrangendo o território do estado do Acre foi realizado pelo projeto Radam da Amazônia, nos anos de 1976 e 1977. Este levantamento resultou nos relatórios e mapas em escala 1:1.000.000 das Folhas Rio Branco e Javari-Contamana, seguidos por uma série de publicações, revisões e mapas em diferentes escalas. Segundo o projeto Radam, o Argissolo é a categoria de solo dominante no Acre e compreende cerca de 40% da área do estado, seguido pelo Cambissolo que cerca de 30% do território, os Luvisolos 15% e os Gleissolos 6% da área total (TEIXEIRA; SHINZATO, 2015).

O estudo de reconhecimento dos solos do município de Senador Guimard em escala de 1:100.000 foi realizado e publicado em 2003 pela EMBRAPA. O mapeamento seguiu a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) e registrou as seguintes classes de solos para a região: Latossolos Amarelos; Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos; Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos; Alissolos; Plintossolos e Gleissolos (RODRIGUES et al., 2003).

O complexo de montículos Sol de Campinas do Acre está situado em relevo suave ondulado, desenvolvido do retrabalhamento e intemperização da Formação Solimões. No local predomina o Argissolo Vermelho Amarelo, que varia entre distrófico típico¹³ e distrófico plíntico¹⁴, com A moderado¹⁵, textura média/argilosa, classificado como PVAd2 (Figura 3.6) e presente em 20,40% do município de Senador Guimard (RODRIGUES et al., 2003).

Argissolos são solos minerais, profundos, não hidromórficos, que apresentam obrigatoriamente um gradiente textural, caracterizado pelo aumento dos teores de argila com a profundidade (LEPSCH, 2010). O Argissolo Vermelho-Amarelo (PVAd) engloba solos minerais que apresentam como características diferenciais argila com

¹³ Refere-se à proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca determinada a pH7. A expressão distrófica representa baixa saturação para valores inferiores a 50%. Distrófico típico é o termo usado quando não há características diagnósticas associadas (EMBRAPA, 2013).

¹⁴ Distrófico plíntico é quando apresenta plintita (uma das classificações dos tipos de laterita) nos primeiros 150 cm da superfície do solo, ou horizonte plíntico em posição não diagnóstica para Plintossolos (mais que 15% em volume e camadas cimentadas) (EMBRAPA, 2013)

¹⁵ É caracterizado pela ausência de elementos diagnósticos. Por exemplo, difere dos horizontes A chernozêmico (horizonte espesso, rico em humus e cálcio), do A fraco (horizonte com alto teor de carbono orgânico), A hístico (horizonte essencialmente orgânico) ou A antrópico (EMBRAPA, 2013).

baixa capacidade de troca catiônica¹⁶ (CTC), resultando em solos de baixa atividade coloidal e horizonte B textural imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial. A classe de textura (proporção relativa das frações areia, silte e argila no solo) varia de arenosa/argilosa, média/argilosa a argilosa/muito argilosa. A estrutura do solo é moderada a forte, com cerosidade¹⁷ comum e abundante na maioria dos perfis (EMBRAPA, 1999).

A drenagem dos Argissolos é variável, podendo ser forte a moderada. Os solos são profundos com textura que varia de arenosa a argilosa no horizonte superficial e média a muito argilosa no horizonte subsuperficial. A consistência é friável quando úmido e plástico a muito plástico e pegajoso a muito pegajoso quando molhado, principalmente nos perfis de textura argilosas e muito argilosas. Estes solos apresentam reação fortemente ácida, com valores de pH de 3,8 a 5,2. Existe a tendência de aumento da fração argila em profundidade, enquanto as frações areia e silte diminuem. Os valores de soma de bases trocáveis são baixos (Distróficos), embora mais elevados nos horizontes superficiais (devido a presença da matéria orgânica) e mais baixos em maior profundidade. Os teores de alumínio e da capacidade de troca catiônica (CTC) aumentam com a profundidade e tem uma estreita relação com os teores da fração argila (RODRIGUES et al., 2003).

A frequência de óxido de ferro nesses solos é mediana (80 a 180g por kg de solo), porém é possível observar a percolação e o acúmulo do Fe_2O_3 principalmente no horizonte B textural. Os teores de carbono orgânico são baixos na maioria dos casos, sendo mais elevados nos horizontes superficiais. Os teores de fósforo assimilável são muito baixos, mas atingem valores médios e altos próximos à superfície (BRASIL, 1976; RODRIGUES et al., 2013).

OS PVAd são bastante lixiviados e pobres quimicamente, contudo, apresentam propriedades físicas favoráveis à agricultura na superfície. Porém, o alto índice de precipitação pluviométrica provoca erosão hídrica e consequentemente perda da camada superior do solo, que é onde tem a textura mais propícia para a realização do cultivo e a maior concentração de nutrientes. (AMARAL et al., 1998).

¹⁶ A CTC do solo é definida como sendo a soma total dos cátions que o solo pode reter na superfície coloidal prontamente disponível à assimilação pelas plantas (EMBRAPA, 1999).

¹⁷ É a concentração de material inorgânico, na forma de preenchimento de poros ou de revestimentos de unidades estruturais (agregados ou peds) ou de partículas de frações grosseiras (grãos de areia, por exemplo), que se apresentam em nível macromorfológico com aspecto lustroso e brilho graxo (EMBRAPA, 2013)

Mapa simplificado de solos do município de Senador Guimard

Figura 3.6: Mapa simplificado da distribuição dos solos no município de Senador Guimard – AC. com localização do sítio Sol de Campinas do Acre (SCA) (modificado de RODRIGUES et al., 2003)

3.6.1 Lateritas ou nódulos de ferro?

Em 1807, Buchanan sugeriu o nome de **laterita** para denominar o material avermelhado explorado nas regiões do Malabar, na Índia. Esse material foi descrito como macio, encontrado próximo à superfície do terreno, facilmente cortado por uma pá e que endurecia rapidamente quando em contato com o ar. A descrição de Buchanan coincide com o que hoje conhecemos como **plintita**. O termo rapidamente caiu no gosto da comunidade científica e “laterita” virou sinônimo do mais variado material vermelho, endurecido ou não, e com diferentes composições (BIGARELLA, 1996; STOOPS; MARCELINO; MEES, 2010).

As lateritas se caracterizam por altos teores em sesquióxidos¹⁸ de ferro e/ou alumínio juntamente com outros componentes secundários. Diversas foram as tentativas de classificação das lateritas: pelas propriedades químicas, mineralogia, propriedades físicas; pelo modelado de formação; pelo material de origem; etc. A literatura sobre o assunto é vasta e controversa. Isso se deve às diversas variáveis existentes na formação deste tipo de material, como por exemplo: a significativa diversidade em relação à rocha parental; os diversos processos genéticos; a grande variabilidade de suas características químicas, físicas e morfológicas; e a sua ocorrência em ampla área geográfica (BIGARELLA, 1996; AUGUSTIN, 2014).

Fatores climáticos, como pluviosidade e temperatura, são determinantes no desenvolvimento das lateritas. Nas regiões de ocorrência de lateritas o período chuvoso corresponde às estações quentes, porém, deve-se considerar que muitas vezes a formação do material laterítico é resquício de condições climáticas pretéritas e não atuais. O relevo é um fator importante e são em terrenos ondulados, ondulados suaves e nas vertentes convexas que solos lateríticos se desenvolvem em conjunto com as variações do regime hídrico (BIGARELLA, 1996). As lateritas ocorrem em praticamente todos os tipos de rocha e a origem dos óxidos e hidróxidos metálicos nas regiões quentes e úmidas depende, fundamentalmente, da natureza da rocha mãe. Os processos geoquímicos de oxidação se iniciam nos grãos não quartzosos, como por exemplo, em minerais ferromagnesianos, feldspatos, micas, entre outros (SÉGALEN, 1971).

¹⁸ Sesquióxidos: Fazem parte da fração coloidal do solo, são materiais mal cristalizados. Exemplos de sesquióxidos: hematita (Fe_2O_3), goethita (FeOOH), e a gibbsita ($\text{Al}(\text{OH})_3$).

Os principais elementos na formação laterítica são os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, às vezes manganês e titânio, assim como a sílica e as argilas. Existem também elementos secundários indiferentes ao processo de formação das lateritas, mas representam constituintes texturais do solo *in situ*. A morfologia das lateritas endurecidas pode ser significativa na interpretação genética e da evolução da paisagem. Três são os tipos fundamentais de morfologia de lateritas: parte endurecida que forma um esqueleto contínuo (vermicular, vesicular e celular); material endurecido na forma de concreções ou nódulos em uma matriz terrosa (nodular, psiolítico); material endurecido massivo e cimentado (BIGARELLA, 1996).

Segundo Bigarella (1996), na natureza observa-se uma série de estágios de endurecimento e fatores que podem influenciar resultando diferentes graus de endurecimento, são eles: a composição e o grau de cristalização dos componentes, serão mais duras quanto maiores os teores de sesquióxidos e/ ou de ferro e quanto menos hidratadas; o arranjo dos diferentes constituintes, ou seja, materiais de composição homogênea são mais duros que os materiais heterogêneos (corpos estranhos diminuem a resistência e o grau de envelhecimento); em lateritas similares as mais antigas serão mais duras (BIGARELLA, 1996 APUD MAIGNIEN, 1966)¹⁹.

Nas descrições arqueológicas é comum encontrar o termo laterita ou piçarra para designar os nódulos e concreções de ferro. Para este trabalho serão adotados os conceitos pertinentes a formações lateríticas conhecidas como plintitas e petroplintitas nodulares, que estão vinculadas à gênese do solo caracterizado na região do sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre. A Embrapa conceitua a plintita como material com alta concentração de ferro, que ocorre em forma mosqueada no solo, relacionada a ambientes úmidos e que, apesar de macia, suporta amassamento e rolamento moderado. A petroplintita é o resultado de muitos ciclos de umedecimento e secagem da plintita, tornando-se muito dura irreversivelmente. Tanto a plintita como a petroplintita podem ocorrer em forma laminar, nodular, esferoidal ou irregular (EMPRAPA, 2006)

Para esta pesquisa, o que em campo foi descrito como “lateritas” será referido como **nódulos de ferro**, que podem variar na sua composição interna e que também são encontrados tanto na forma macia (plintita), como na forma endurecida (petroplintita) nos solos da região e principalmente na base do sítio.

¹⁹ MAIGNIEN, Roger. **Review of Research in Laterites**. 1966

3.6.2 Os nódulos de ferro na micromorfologia

Por toda a estratigrafia do montículo M11 do sítio Sol de Campinas do Acre foram encontrados diferentes quantidades e tamanhos de nódulos de ferro. Assim, no estudo micromorfológico do sítio é fundamental identificar a ocorrência destes nódulos em lâmina delgada e compreender a sua natureza, se ocorreu algum tipo de transporte ou se formaram-se *in situ*.

Stoops, Marcelino e Mees (2010) pontuam que apesar da grande quantidade de publicações sobre lateritas ao longo do tempo, os estudos micromorfológicos e petrográficos sobre o tema ainda são escassos. A primeira publicação data de 1933 foi realizada por Harrison, que estudava as lateritas como parte da pesquisa de meteorização de rochas ígneas na Guiana Britânica, seguido pelo trabalho de Kubiena (1954), em Guiné.

Um perfil laterítico *in situ*, a princípio, consiste em quatro camadas: 1) a rocha mãe; 2) o saprólito; 3) uma camada laterítica; 4) e uma camada de cobertura com a presença de óxidos. A camada laterítica pode ser dividida em outras subcamadas e, em geral, a camada mosqueada com a presença da plintita está abaixo da camada com material endurecido (STOOPS; MARCELINO; MEES, 2010).

As características micromorfológicas gerais das zonas mosqueadas são: presença de argila moteada com microestrutura maciça; padrões de distribuição grosso/fino de tipo porfirico; manchas vermelhas correspondente a plintita alternada com a caulinita acinzentada; formações de revestimentos, hiporevestimentos e impregnação basicamente de óxido de ferro (STOOPS; MARCELINO; MEES, 2010).

Os revestimentos e hiporevestimentos são feições pedológicas formadas pela migração de óxidos de ferro dispersos que migram e se depositam em superfície natural como poros, grãos no caso dos revestimentos e o hiporevestimento nas paredes dos agregados. Em lâmina delgada, sob luz transmitida plano polarizada (PPL), os revestimentos e hiporevestimentos de óxidos de ferro são opacos e avermelhados e na luz incidente oblíqua são vermelhos. Os nódulos duros quando aparecem nas partes mais profunda nos horizontes dos solos são grandes e sem revestimentos, e nas camadas superiores, são menores e com um revestimento espesso de caulinita-goethita. Os nódulos autóctones ou órticos/ disórticos apresentam a mesma textura do material terroso circundante, já que se formaram no

local; enquanto os nódulos alóctones ou anórticos apresentam textura diferente e bordas bem definidas (Figura 3.7) (STOOPS; MARCELINO; MEES, 2010 e STOOPS, 2003).

Nódulos de lateritas hereditárias, não relacionados a pedogênese atual, são caracterizados por nódulos de ferro arredondados ou subarredondados, com limites nítidos e diferentes fábricas muitas vezes contendo revestimentos de óxido de ferro e/ou fragmentos de argila. Os nódulos recentemente formados apresentam impregnação irregular, bordas difusas, estão associada com revestimentos e hiporevestimentos, e ocorrem em solos moderadamente a mal drenados (STOOPS; MARCELINO; MEES, 2010).

Table 8.3. Some criteria to distinguish orthic, disorthic, and anorthic matrix nodules.

Characteristic	Orthic	Disorthic	Anorthic
boundary	gradual or sharp	sharp	sharp
internal groundmass	identical to ground-mass of horizon with respect to nature and spatial arrangement†	identical to groundmass of horizon with respect to nature and spatial arrangement†	generally different from groundmass of horizon with respect to nature and spatial arrangement
internal fabric	continuous	some fabrics may be truncated at the border of the nodule	some fabrics may be truncated at the border of the nodule
location	in groundmass	in groundmass or in an infilling	in groundmass or in an infilling

† An exception has to be made for nodules resulting from so-called epigenetic processes whereby the original minerals are slowly replaced by others, e.g., quartz by calcite (Turc et al., 1985). Micro-crystalline nodules are formed containing visibly less quartz grains than the surrounding groundmass.

Figura 3.7: Critérios de distinção entre nódulos autóctones (órticos e disórticos) e os nódulos alóctones(anórticos) (Stoops, 2003).

Capítulo 4

Materiais e Métodos

As informações e interpretações apresentadas nos tópicos 4.1 e 4.2 são resultado das atividades de campo e análise de laboratório realizadas pela equipe de pesquisa que trabalhou no sítio SCA em 2014. Os dados completos destes trabalhos estão disponíveis nos relatórios enviados ao IPHAN em 2014 e 2016 (NEVES; PUGLIESE, 2014, NEVES et al., 2016). Inclusive a coleta dos blocos inalterados para micromorfologia, estudados neste trabalho, foi realizada pela equipe de pesquisa durante a segunda etapa de campo de 2014 (tópico 4.2.4). A compreensão destes dados foi fundamental para comparação e interpretação das análises micromorfológicas apresentadas nos capítulos 5 e 6 deste trabalho. Um único trabalho de campo foi realizado no marco desta pesquisa, apresentado no tópico 4.3, que envolveu a coleta de amostras dos solos fora do sítio para comparar com o sedimento arqueológico.

4.1 Primeira etapa de campo

A primeira atividade de campo do SCA no âmbito do PESC aconteceu entre os dias 26 e 31 de maio de 2014, quando foram realizados a topografia e delimitação do sítio, tradagens exploratórias e o levantamento logístico para a próxima etapa. Os parâmetros estabelecidos para a topografia e a escavação do sítio foi arbitrada à coordenada N1000/E1000/Z0 para o ponto mais elevado das estruturas (topo do montículo 1), com a coordenada (WGS84) UTM 19L 685369/8887680/192 (NEVES; PUGLIESE, 2014).

4.2 Segunda etapa de campo

A segunda etapa de campo foi realizada entre os dias 3 e 28 de novembro de 2014. Essa etapa foi dividida em três fases: continuação da delimitação do sítio; aberturas de tradagens; início de aberturas de unidades de escavação.

O detalhamento topográfico teve continuidade, totalizando 1.351 coordenadas registradas com Estação Total. Foram feitas novas tradagens no centro da praça e

unicamente o montículo M11 foi escavado por níveis artificiais de 10 cm, em oito unidades dispostas em forma de “L” (Figura 4.1) ao longo dos eixos N-S e E-W, de maneira a compor um perfil que atravessasse uma parte representativa do montículo. Foram abertas quadrículas de 1 m² com exceção da unidade central, no topo do montículo, onde foi aberta uma escavação de 4 m² para melhor visualização da estratigrafia. Com um total de 11 m² escavados foram coletados fragmentos de cerâmicas, carvões e grande quantidade de sementes, além das coletas de amostras inalteradas para micromorfologia de solos (NEVES et al., 2016).

A escavação contemplou um dos objetivos do projeto PESC que era a realização do sítio escola e que teve continuidade com atividades laboratoriais. Participaram das atividades 16 alunos de diversas graduações da região, além de estudantes e pesquisadores associados ao Laboratório de Arqueologia dos Trópicos MAE/USP.

Figura 4.1: A - Resultado do mapeamento topográfico da área central do sítio Sol de Campinas do Acre (modificado de NEVES; PUGLIESE, 2014); B - Esquema das quadrículas abertas no montículo M11 durante a etapa de escavação em 2014 (NEVES, et al. 2016).

4.2.1 Tradagens

Foram realizadas cerca de 40 tradagens no centro da praça, na estrada e em áreas do entorno do sítio. A camada arenosa superficial das tradagens fora do sítio são mais espessas se comparado com as camadas superficiais do centro da praça. No centro da praça, entre 40 e 100 cm aparecem camadas descritas como mosqueadas, que se assemelham ao horizonte Bt mais profundo do Argissolo da região. Porém, devido à ausência de amostras dos sedimentos de centro da praça não foi possível confirmar a similaridade. Além disso, as descrições e observações registradas nas fichas de tradagens não usaram terminologia homogênea, fato que dificultou algumas comparações e interpretações.

As tradagens na área central do sítio apresentaram baixa ocorrência de vestígios arqueológicos, umidade elevada até aproximadamente 40 cm sem presença de camadas similares às basais do montículo M11 (mosqueada com nódulos de ferro) durante as escavações. O material dos montículos do setor S que foram demolidos provavelmente foi empurrado para outras áreas fora da praça, pois há pouco declive na área da praça onde foram feitas as tradagens (NEVES et al., 2016). Os nódulos de ferro são encontrados algumas vezes na superfície, distribuídos pela estratigrafia das tradagens e quase sempre nas camadas entre 60 e 100 cm.

A área central da praça permanece constantemente úmida, mesmo em períodos de seca, provavelmente devido ao tipo de relevo suave da região e a capilaridade da rede de drenagem, que torna abundante a disponibilidade de água.

4.2.2. Perfil Norte do montículo M11

As escavações do montículo M11 seguiram os procedimentos desenvolvidos e aperfeiçoados durante o Projeto Amazônia Central (PAC), que envolvem: registro em fichas padronizadas para cada nível artificial de 10 cm; registro fotográfico das cotas máximas e mínimas de cada nível escavado; plotagem *in situ* de eventuais achados de maior relevância; descrição dos perfis e identificações de diferentes camadas (NEVES et al., 2016).

A junção dos dados estratigráficos do perfil N, obtidos a partir da escavação de cinco unidades, possibilitou projetar a forma das camadas que perfazem o montículo M11 (Figura 4.2). Baseado nas evidências registradas em campo, algumas camadas foram interpretadas como construtivas e outras como de ocupação, a classificação foi baseada nas sutis diferenças de colorações e nos materiais arqueológicos encontrados. As camadas de ocupação foram descritas geralmente com granulometria mais fina e frequência de materiais cerâmicos, líticos e orgânicos, além de uma coloração mais escura em comparação com as supostas camadas construtivas. As camadas construtivas são mais espessas, a coloração é similar ao solo encontrado no entorno do sítio e possuem grande quantidade de nódulos de ferro. A hipótese construída em campo através da observação macro é que o montículo M11 é composto de oito camadas construtivas, intercaladas com cinco camadas de ocupação (Figura 4.3).

A partir da camada XI os limites entre as camadas se tornaram difusos (Figura 4.6), mas das camadas III a IX os episódios de construção e ocupação são mais visíveis, o que levou à proposta de dividir a história da formação do sítio em duas partes:

1. a primeira, mais antiga, que vai da camada II à camada VIII ou IX e é caracterizada pela interpolação de eventos construtivos e de ocupação mais ou menos discretos, manifestados em camadas pouco espessas e de volume semelhante (NEVES et al., 2016)
2. e a segunda, mais recente, que vai da camada IX ou X até a XIV e é caracterizada por camadas de ocupação discretas e relativamente pouco espessas entremeadas por camadas espessas de construção (NEVES et al., 2016).

Em todas as unidades escavadas foi relatado que o sedimento se encontrava úmido ou muito úmido abaixo do nível 110 cm, com forte cheiro de decomposição e que as raízes diminuíram sensivelmente com a profundidade. Durante a escavação das camadas mais profundas foi observada uma estrutura em forma de anel formada por nódulos de ferro na unidade N 1098 E 918. Essa lente de nódulos de ferro intrusiva aparentemente não se relaciona com nenhuma outra camada e parece ajudar a estruturar o declive do montículo (Figura 4.2 A).

Figura 4.2: Perfil do montículo M11: A - Unidade N1098E918 onde foi descrito a lente com nódulos de ferro. B- Perfil das unidades N1098/E924 e E925 abertas no topo do montículo M11 e de onde foram retiradas as amostras para micromorfologia de solo. (modificado de NEVES et al., 2016, perfil completo no ANEXO 3).

Descrição das camadas Perfil N 1098 /924 e 925- Montículo M11

Figura 4.3: Esquema das camadas na quadrícula N1098 E924 e 925, face Norte (NEVES et al., 2016)

Tabela 4.1: Descrição das camadas estratigráficas feitas durante a etapa de campo. (Fichas de campo, NEVES et al., 2016).

- I Camada interpretada como estéril, correspondente ao solo não antropizado da área do sítio, com grande quantidade de fragmentos de nódulos de ferro *in situ* de tamanho médio a grande. Coloração mosqueada variando de 2.5YR 4/8 ("red") (60%) a 7.5 YR 6/8 ("reddish yellow").
- II Camada interpretada como a base do montículo e associada ao início de sua construção, presente nesta e em todas as outras unidades escavadas em M11, embora a transição com a camada I seja sutil. Solo de granulização muito fina, textura silte, grande quantidade de fragmentos de nódulos de ferro de tamanho médio a pequeno (cerca de 40% do volume da camada). Coloração 5YR 5/8 ("yellowish red").
- III Camada interpretada como construtiva e base para a primeira camada de ocupação (camada IV). Pequena quantidade de fragmentos de nódulos de ferro, sem fragmentos de cerâmica, poucos e pequenos fragmentos de carvão. Solo de granulometria muito fina, textura silte e coloração 7.5YR 5/6 ("reddish yellow").
- IV Interpretada como a camada de ocupação mais antiga do montículo, com quantidade relativamente alta de fragmentos de carvão e fragmentos cerâmicos e pouca quantidade de fragmentos.
- V Camada interpretada como construtiva, com poucos fragmentos de carvão, ausência de cerâmicas e poucos fragmentos de laterita. Granulometria muito fina, compactação baixa, textura silte. Coloração 7.5YR 5/8 ("strong brown").
- VI Camada interpretada como de ocupação, com quantidade relativamente alta de fragmentos de carvão e fragmentos cerâmicos, pouca quantidade de fragmentos de laterita. Compactação baixa, granulometria muito fina, textura silte. Coloração 7.5YR 4/6 ("strong brown").
- VII Camada interpretada como construtiva, com raros fragmentos de carvão, sem cerâmicas, compactação baixa, granulometria muito fina, textura silte. Coloração 7.5YR 5/8 ("strong brown").
- VIII Camada interpretada como de ocupação, espessa, bem delineada e com limites claros, com presença frequente de fragmentos de carvão, presença de fragmentos de cerâmicas, poucos fragmentos de nódulos de ferro. Baixa compactação, granulometria muito fina, textura silte. Coloração 10YR 4/6 ("strong brown").

Descrição das camadas Perfil N 1098 /924 e 925- Montículo M11

Figura 4.4 Foto do perfil Norte com esquema das retiradas de amostras para micromorfologia. (modificado DE PUGLIESE, JR. et al., 2015).

- IX Camada interpretada como construtiva, sem fragmentos de cerâmica e nódulos de ferro e com poucos fragmentos de carvão. Solo de compactação média, granulometria muito fina, textura silte. Coloração 7.5YR 5/8 ("strong brown").
- X Camada interpretada como de ocupação, com quantidade maior de fragmentos de carvão em relação a camada XI, mas sem a presença de fragmentos cerâmicos. Possui limites difusos, compactação média, granulometria muito fina, textura silte. Coloração variando de 7.5YR 4/6 ("strong brown") (70%) a 7.5YR 5/8 ("strong brown") (30%).
- XI Camada espessa, interpretada como construtiva, com presença de cerâmicas, fragmentos de carvão e de nódulos de ferro, compactação média e granulometria muito fina, textura silte. Coloração 7.5 YR 5/8 ("strong brown").
- XII Camada pouco espessa, descontínua, interpretada como de ocupação, composta por manchas mais escuras de solo que poderiam caracterizar um conjunto de lentes ou feições mais que uma camada. Presença de fragmentos de cerâmica, carvão e fragmentos de nódulos de ferro, Compactação média, granulometria muito fina, textura silte. Coloração 5YR 4/6 ("yellowish red").
- XIII Camada interpretada como construtiva, de coloração amarelada, com poucos fragmentos de carvão, pouca cerâmica. Solo muito compactado, com granulometria fina, textura silte, com presença moderada de fragmentos de nódulos de ferro. Coloração 5YR 4/6 ("yellowish red").
- XIV Camada interpretada como construtiva, de coloração amarelada, solo com granulometria fina (silte), bastante compactado, com poucos fragmentos de carvão e raros fragmentos de cerâmica. Coloração 7.5YR 6/8 ("reddish yellow").
- XV Interpretada como intermediária entre a camada construtiva mais superior (XIV) e a superfície do montículo. Pode corresponder à superfície do montículo antes do início do desmatamento e posterior cultivo, a partir da década de 70. Presença de raízes, radículas, buracos de formiga e grande densidade de fragmentos de laterita. Solo bastante compactado e de granulometria muito fina (silte). Coloração 10YR 5/4 ("yellowish brown").
- XVI Superfície do montículo. Camada húmica, pouco espessa e de coloração escura. Ausência de materiais arqueológicos, presença de raízes e radículas, solo com compactação média e granulometria muito fina (silte). Coloração 7.5YR 4/3 ("brown").

4.2.3 Macrovestígios botânicos

Para garantir o resgate do maior número possível de macrovestígios, todo o sedimento escavado foi medido (volume em litros) e passou por uma primeira etapa de peneiramento a seco em malha de 0,5 mm, seguida por um peneiramento molhado também em malha de 0,5 mm (Figura 4.9). Retirado o sedimento, foi possível separar para análise: nódulos lateríticos (um polido); carvões lenhosos e não lenhosos; fragmentos de cerâmica, conta de colar e de ossos frescos e queimados.

Os carvões foram encontrados dispersos por todas as camadas do montículo (Figura 4.5). Foi observada uma proporção inversa entre a quantidade de carvões e a quantidade e tamanho de lateritas nas camadas, o que serviu como indicador para determinar as variações entre camadas construtivas e de ocupação (NEVES et al., 2016, FURQUIM; PUGLIESE, 2015).

O SCA apresentou grande quantidade e boa qualidade de conservação e integridade de vestígios macro botânicos. Foram identificados, por Laura Furquim, mais de cinquenta grãos de milho (*Zea mays*) (Figura 4.6), além de sementes de Urucuri (*Attalea phalerata*), contas de colar, casca de Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*), sementes de maracujá (*Passiflora* sp.), entre outras que ainda necessitam de maiores estudos (NEVES et al., 2016).

Todo o material retirado em baldes das quadrículas foi contado duas vezes, quando saía da quadrícula e quando chegavam na estação de peneiramento. O controle foi estabelecido para medir com exatidão as relações de volumes dos macrovestígios com os sedimentos. Desta forma, foi calculado o volume de lateritas e comparado com o volume do sedimento por níveis artificiais (Figuras 4.7 e 4.8). As descrições de campo apontam que o material laterítico encontrado nos níveis 220 a 250 cm eram maiores em quantidade e tamanho, se comparado com outros níveis. A camada I é descrita como natural da região e as camadas II e III como construtivas. Durante a escavação, a equipe de pesquisa sugeriu a hipótese de que o material construtivo dos montículos seja uma mistura de solo da região com sedimentos provenientes das fontes de água que circundam o sítio.

Figura 4.5: Frequência de carvões nos diferentes níveis de escavação artificiais no sítio SCA (NEVES et al., 2016).

Figura 4.6: Frequência de sementes de milho nos diferentes níveis de escavação artificiais no sítio SCA (NEVES et al., 2016).

Figura 4.7: Detalhe do volume de laterita por nível artificial (modificado de FURQUIM; PUGLIESE, 2015).

Figura 4.8: Relação entre sedimento e laterita por nível artificial de escavação (modificado de FURQUIM; PUGLIESE, 2015).

Figura 4.9: Foto da coleta do material da peneira seca evidenciando a grande quantidade de nódulos de ferro encontrados durante a escavação (Foto: NEVES et al., 2016)

4.2.4 Coleta de amostras para micromorfologia

O material para as análises micromorfológicas foi retirado pela equipe de pesquisa da face Norte da unidade N1098/1097 E 924/925, de 4m² aberta no topo do montículo M11. Sete amostras para micromorfologia de solos foram coletadas com caixas de Kubiena. Seis amostras provêm do perfil norte da unidade N1098 E925 (Figuras 4.11) e uma amostra da feição F2 coletada na base do nível artificial 60-70 (entre as camadas 12 e 13) da unidade N1097 E 924 (Figura 4.10).

O objetivo das coletas para micromorfologia foi testar o ordenamento estratigráfico de camadas construídas e camadas de ocupação apresentado no item 4.2.2. A amostra PN 374 foi retirada na intersecção das camadas (estéril) e II (base do montículo), a PN 373 foi retirada na intersecção das camadas II e III (camada construtiva). Ambas amostras têm por objetivo compreender se as camadas basais do montículo são naturais ou antrópicas.

As amostras do PN 372, PN 371 e PN 370 foram coletadas nas intersecções de camadas interpretadas como construtivas (V, IX e XI) e camadas interpretadas como ocupações (VI, VIII e X). O PN 369 foi coletado no limite difuso das camadas XI e XII e interpretadas como construtivas e ocupação, respectivamente. A amostra PN 122 foi coletada integralmente na feição 2 descrita como uma mancha escura que começou a aparecer no nível 50-60, com os limites difusos, grande quantidade de carvão e dimensões constantes.

Figura 4.10: Croqui da quadrícula N 1097/98 E 924, base do nível 60-70, de onde foi coletado a amostra para micromorfologia PN122.

Figura 4.11: Unidade N 1098 E 924, N 1098 E 925, Face Norte, com negativo das retiradas de amostras para microvestígios e micromorfologia de solo. (modificada de NEVES et al., 2016).

4.2.5 Cronologia

As datações radiocarbônicas provenientes de carvões coletado exclusivamente para esse fim foram realizadas no Laboratório Beta Analytic INC. através do método AMS e publicados no relatório para o IPHAN de 2016 (NEVES et al., 2016). Os materiais datados eram provenientes das camadas IV, VI, VIII, X, XII, interpretadas como de ocupação e da camada XIV, interpretada como construtiva.

Para o montículo M11 do sítio arqueológico SCA os resultados mostraram um ordenamento entre a cronologia absoluta e a estratigrafia (Figura 4.12 e 4.13). Também indicam que sua construção foi posterior aos outros sítios de estruturas em terra presentes na região. A construção começou por volta do ano 1000 AD e a partir do século XIII a ocupação foi intensificada. Houve uma série de ocupações entre os séculos XI e XVII, com possível influência de dois eventos consideráveis da história da América do Sul: a expansão Inca nos séculos XV e XVI DC; e o início da conquista europeia no século XVI DC (NEVES et al., 2016)

Number	PN	Material	Stratum	Measured 14C Age	C13/12	Conventional 14C Age	Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years (2 σ 95% prob.)
Beta-408412	SCA 309	Charcoal	XIV	510 +/- 30 BP	-29.2 o/oo	440 +/- 30 BP	Cal AD 1445 to 1505 and Cal AD 1590 to 1615
Beta-408410	SCA 365	Charcoal	X	590 +/- 30 BP	-28.6 o/oo	530 +/- 30 BP	Cal AD 1405 to 1450
Beta-408409	SCA 359	Charcoal	VIII	660 +/- 30 BP	-24.8 o/oo	660 +/- 30 BP	Cal AD 1295 to 1400
Beta-408407	SCA 271	Charcoal	VI	740 +/- 30 BP	-25.7 o/oo	730 +/- 30 BP	Cal AD 1275 to 1320 and Cal AD 1350 to 1385
Beta-408408	SCA 270	Charcoal	IV	1000 +/- 30 BP	-27.2 o/oo	960 +/- 30 BP	Cal AD 1030 to 1205

Figura 4.12: Sítio Sol de Campinas do Acre – dados de datações radiocarbônicas das amostras do montículo M11 (NEVES et al., 2016).

Figura 4.13: Calibração das datas radiocarbônicas mostrando a relação temporal do montículo M11 por Oxcal v 4.3.2.

No gráfico sintetizado por Neves et al., 2016 (figura 4.14) é possível comparar

a datação do sítio arqueológico SCA com as datações publicadas de outros sítios da região do Acre, Rondônia e Bolívia. O resultado mostra que a construção do montículo se inicia quando a maioria das estruturas em terra na região do Acre já estavam sendo abandonadas. Importante considerar que esses dados ainda são poucos em relação à quantidade de sítios com estruturas em terra já localizados nesta região Amazônica e que pode ser alterado futuramente.

Figura 4.14. Dados de sítios arqueológicos no sudoeste da Amazônia adaptado por Neves et al., 2016 baseado nos dados das publicações: LATINI 1998, MILLER 1983, NICOLI 2000, SAUNALUOMA 2012, SAUNALUOMA; SCHAAN 2012.

4.3 Terceira etapa de campo

Durante os trabalhos de campo de 2014 não foram coletadas amostras de sedimento solto, nem blocos inalterados da área externa do sítio que permitissem comparações com o material coletado do montículo M11. Desta forma, uma terceira etapa de campo foi realizada entre os dias 5 e 10 de dezembro de 2016 com apoio financeiro do Programa de Pós-graduação em Arqueologia do MAE/USP (convênio PROAP). O trabalho de campo contou com o apoio dos alunos da Universidade Federal do Acre que participaram do sítio escola em 11/2014, são eles: Fernando Ferreira, Leidiana Lopes e Tatiane Mendonça de Lima.

A principal dificuldade foi a comunicação com os responsáveis pela fazenda onde se encontra o sítio arqueológico. O imóvel estava em processo de transição comercial e houve dificuldade no contato com os novos proprietários. Outro ponto importante a ser citado é que a portaria de escavação não foi renovada a tempo e, portanto, não foi possível coletar material da área central do sítio e das estradas. Na segunda etapa de campo foi coletado amostras soltas do solo (PN 533 ao PN 535 e PN 544 ao PN 556), porém havia a intenção de abrir uma pequena quadricula na área central da praça durante a terceira etapa de campo para a coleta de material indeformado visando a fabricação de lâminas delgadas e a comparação com as amostras do montículo e da área externa do sítio.

Devido as dificuldades já mencionadas, no campo de 2016 foram coletadas três amostras em dois pontos externos ao sítio que serviram como material de referência e comparação (Figura 4.15). Não houve tempo hábil para a abertura de sondagens ou trincheiras, os pontos escolhidos foram perfis expostos nas áreas do entorno do sítio.

As coletas dos blocos para micromorfologia ocorreram conforme protocolo de Villagran (2010) e descrito no item micromorfologia do capítulo de métodos (a seguir). Essas amostras serviram de controle e referência para as análises micromorfológicas dos sedimentos arqueológicos.

Figura 4.15: Imagem da localização dos pontos de coletas das amostras para referência.

4.4 Métodos

4.4.1 Micromorfologia de solos

Todos os blocos para micromorfologia do montículo M11 foram coletados pela equipe de pesquisa no final da segunda etapa de campo. Após a descrição das camadas e perfis, os blocos foram esculpidos de baixo para cima no perfil Norte da unidade N1098 E925, foram registrados a orientação da base e do topo e o número de proveniência, em seguida, o material foi estabilizado para transporte.

No laboratório, as amostras foram secas em estufa por volta de 50° C por pelo menos 48 horas. Após secagem total, as amostras receberam uma mistura de resina, catalisador e diluente. Em seguida, permanecem no vácuo por cerca de duas horas para garantir a perfeita penetração da solução no sedimento, por fim, duas semanas em temperatura ambiente para completar a catalisação. Com a cura total da resina, as amostras voltaram para a estufa a 50° C por mais 48h e em seguida os

blocos foram cortados em tabletes de 1 cm de espessura e colados em lâminas de vidro de 4,5 x 7,5 cm. Por fim as amostras foram polidas até a espessura padrão de 30µm para observação no microscópio petrográfico.

A descrição das seções delgadas seguiu as orientações do guia de Stoops (2003). As lâminas foram analisadas no Laboratório de Petrologia Sedimentar do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc/USP) com microscópio Leica DM 750P e no laboratório de Microarqueologia do MAE/USP com microscópio Leica 2700P. As lâminas foram analisadas sob luz plana polarizada (PPL), luz polarizada cruzada (XPL), em magnificações de 2,5x até 50x com microscópio. A observação das amostras a magnificações menores (0,6x até 2,5x) foi realizada com estereomicroscópio Zeiss Stemi SV11, no IGc/USP. Simultaneamente às observações microscópicas das lâminas foram feitas fotomicrografias utilizando o software LAS v.10 e gerando um banco de dados fotográfico para comparação com a literatura disponível. Com o objetivo de padronizar as descrições das amostras foi utilizada a ficha guia para análises micromorfológica elaborada por Ximena Suarez Villagran e baseada em Stoops (2003) (Anexo 4). A relação de fração grossa e fração fina para a análise micromorfológica foi estabelecida em 10 µm.

As lâminas delgadas foram scaneadas em luz polarizada e luz polarizada cruzada no *Institute for Archaeological Sciences* (INA), da Universidade de Tübingen – Alemanha, utilizando o equipamento Nikon Super Coolscan 8000 ED. A impressão da lâmina escaneada funcionou como um mapa de orientação durante as análises em microscópio. Nesta escala é possível detectar tendências gerais, observar a totalidade da lâmina, mudanças nas estruturas, coloração, distribuição dos vazios e de marcas de artefatos produzidos durante a fabricação da lâmina. O escaneamento da lâmina funciona como uma ponte entre as interpretações em campo e o nível microscópico de observação (ARPIN; MALLOL; GOLDBERG, 2002).

As descrições das lâminas seguiram as orientações de Stoops (2003) e as interpretações basearam-se em Stoops, Marcelino e Mees (2010), Nicosia e Stoops (2017), Courty et al. (1989), além dos estudos já comentados do Capítulo II deste trabalho.

4.4.2 Granulometria

A granulometria é uma das propriedades físicas fundamentais de materiais particulados ou em grãos. A análise granulométrica permite estabelecer de forma quantitativa as dimensões das partículas e sua distribuição considerando determinados atributos (classe dimensional, volume etc.). Três são as operações envolvidas nos ensaios granulométricos: a obtenção da distribuição das partículas; a representação gráfica e diagramas da distribuição das partículas e o estabelecimento dos parâmetros para descrição; e comparação dos sedimentos com outros materiais.

Segundo Suguio (1980) as principais razões para o estudo granulométrico são: fornecer as bases para uma descrição mais precisa dos sedimentos; caracterizar sedimentos de determinados ambientes deposicionais; fornecer informação sobre os processos físicos, por exemplo hidrodinâmicos, atuantes durante a deposição; informar sobre outras propriedades, como a porosidade e a permeabilidade, cujas modificações podem ser estimadas com base nas características granulométricas. A finalidade das análises granulométricas varia de acordo com o campo de atividade. Neste projeto será mais uma ferramenta na correlação dos solos da região com os sedimentos arqueológicos do montículo M11.

Foram amostrados materiais soltos e inalterados da área externa ao sítio SCA para referência. Essas amostras foram submetidas à dois métodos de análises: granulometria por imagem; e combinação de pipetagem e peneiramento. A análise granulométrica por imagem usou fotomicrografias das lâminas delgadas (provenientes do material inalterado) e o método de peneiramento e pipetagem usou as amostras de sedimento solto.

A comparação entre os dois métodos permite verificar se as curvas resultantes da análise de imagem e análise física (peneiramento e pipetagem) se comportam no mesmo padrão, experimento similar foi realizado por Martins (2010). Este procedimento foi necessário para testar a confiabilidade das distribuições granulométricas obtidas a partir dos ensaios por imagens, pois não existem amostras de sedimento solto das camadas do montículo M11 para análise convencional, o único material disponível são as seções delgadas.

As amostras SCA 1601, SCA 1602 e SCA 1603 foram tratadas pelos dois métodos e posteriormente comparadas.

4.4.3 Pipetagem e peneiramento

As análises granulométricas por pipetagem e peneiramento foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do IGc/USP (LabSed – IGc/USP) segundo os protocolos determinados pelo laboratório. O objetivo foi classificar as partículas de silte e argila baseando-se na lei de Stokes (SUGUIO, 2003). Cerca de 50g de amostra previamente pesada, seca (50C ° por 24h,), desagregada (com 1gr do defloculante pirofosfato de sódio, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) foram colocadas em suspensão em meio aquoso utilizando proveta e agitador manual. Em seguida, com o auxílio de uma pipeta, foi retirada uma sequência de amostras com o intervalo de tempo e profundidade pré-estabelecidos. As amostras coletadas foram secas em estufas e pesadas, posteriormente foram calculados os valores absolutos e em porcentagem de cada fração granulométrica usando a planilha de cálculo do laboratório. Após a retirada da sequência de amostras por pipetagem foi realizado a elutriação no material restante da proveta para separação da fração areia para peneiramento.

A elutriação é o procedimento para retirada de todo o material fino existente na mistura aquosa, em seguida o material arenoso lavado foi filtrado e colocado em papel filtro para secagem em estufas. O material arenoso seco foi peneirado utilizando uma sequência de malha decrescente do topo para a base (Figura 4.16). Após o peneiramento foi realizada a pesagem e os cálculos das frações granulométricas das areias utilizando o programa Safira desenvolvido para as atividades do LabSed – IGc/USP.

fração*1	mm	ϕ
seixo	4,0	-2
grânulo	2,0	-1
areia muito grossa	1,0	0
areia grossa	0,5	1
areia média	0,250	2
areia fina	0,125	3
areia muito fina	0,062	4
silte muito grosso	0,031	5
silte grosso	0,016	6
silte médio	0,008	7
silte fino	0,004	8
argila	<0,004	>8

Figura 4.16: Relação entre as medidas em milímetros e a escala ϕ . Os valores em mm representam os diâmetros dos limites inferiores das frações e o tamanho das malhas utilizadas no Laboratório de Sedimentologia IGc/USP para os ensaios granulométricos.

4.4.4 Análise granulométrica por imagem

A análise por imagem é um campo que se desenvolveu nas últimas duas décadas e está consolidado em diversas áreas de pesquisas e na indústria, como por exemplo: biomedicina (GODOY; VALDIVIESO; INESTROSA 2018); engenharia (PRADO; 2009); estudos de porosidade de solos (COOPER et al., 2016, PASSONI et al., 2014); metalografia (CAVALCANTE et al., 2009); e para análise granulométrica de sítos arqueológicos (ARROYO-KALIM, 2008). Algumas publicações propõem ensaios granulométricos com softwares livres e de código aberto como o ImageJ ou Floss (MARTINS, 2010; BARBOSA, D., 2014; SCHNEIDER, 2012).

A escolha pela granulometria por imagem ocorreu como alternativa à falta de material solto das camadas do perfil do montículo M11 para realizar a técnica física convencional. O programa utilizado na etapa de manipulação das imagens e análise das medidas foi o ImageJ - NIH 2004, sob licença Apache 2.0 (Apache Software Foundation 2004) e GNU Lesser General Public License 2.0 (Free Software Foundation 1999), com o módulo de extensão Fiji (FERREIRA, 2012).

As fotomicrografias foram capturadas utilizando microscópio petrográfico sob luz polarizada (PPL) e polarizada cruzada (XPL), salvas no formato .tiff, com resolução 2592 x 1944 pixels em 300 dpi. As lâminas foram fotografadas em pontos aleatórios e magnificação de 5x, com isso, gerou-se um conjunto de cinco imagens com escala impressa por lâmina. As imagens em PPL e XPL foram sobrepostas para evidenciar as bordas dos grãos e diferenciar estruturas, posteriormente passaram por calibração da imagem, tratamento digital para elevação de contraste, reforço de bordas, atenuação de ruídos, eliminação de estruturas indesejáveis e finalmente o cálculo do tamanho dos grãos (Figura 4.19A-I).

A qualidade do contraste é o resultado da equalização do histograma que utiliza a escala de cinzas para potencializar a visualização de informações importantes. O filtro Gaussiano foi utilizado para suavização da imagem, por possibilitar uma atenuação do ruído sem perda de informações sobre as formas dos grãos. A binarização da imagem é o ponto de corte para a diferenciação dos grãos e da matriz transformando a imagem em branco e preto. Para isso, foi utilizado o método Otsu que ignora partículas que estão encobertas que impossibilitam determinar sua forma. Como em todas as amostras os grãos se tocam, foi utilizada a ferramenta Watershed que evidencia os limites entre grãos. Foram necessários ajustes manuais e sobreposição do resultado com as imagens de base para conferência. Usando a escala da fotomicrografia foram realizadas as medições em microns (μm) diretamente no software FIJI.

Na determinação do diâmetro, forma e arredondamento das partículas empregou-se o método Feret, que consiste na média da distância entre duas linhas paralelas que tangenciam a partícula (Figura 4.17), tal método é o realizado pelo algoritmo de cálculo do software FIJI e representa de forma adequada a passagem da partícula por uma peneira com similar diâmetro (FRIEL, 2000; FERREIRA, 2012).

Todas as imagens foram fotografadas no mesmo padrão buscando contemplar as orientações das normas ASTM 883 - Standard Guide for Reflected-Light Photomicrography - e ISO 13322-1 Particle Size Analysis-Image Analysis Methods. Os números de grãos avaliados ficaram entre 5.000 e 7.000 por lâmina nas amostras do SCA e entre 1500 a 4600 nas amostras de referência. Foram consideradas partículas a partir de 31 μm (fração silte muito grosso), dimensão visível na magnificação escolhida. A faixa de análise ficou entre a fração areia até silte muito grosso de forma direta e a fração fina (tamanhos abaixo de silte muito

grosso) foram calculadas de forma indireta. O cálculo da fração fina foi o resultado da subtração da fração grossa e vazios presentes na área total das fotomicrografias.

Figura 4.17: Representação do máximo Diâmetro de Feret (DM) (MARTINS, 2010).

Figura 4.18: Exemplo da sequência de tratamento de imagens para análise granulométrica por imagem: A - Resultado da aplicação da equalização de contraste. B - Sobreposição das imagens em PPL e XPL. C - Transformação da imagem em tons de cinza. D – Resultado da binarização da imagem. E – Inversão do preto/branco. F – Primeira sobreposição das imagens para conferência de resultado. G- Eliminação de estruturas indesejáveis. H- Resultado em formato gráfico do cálculo do programa ImageJ. I – Imagem do resultado em formato de planilha.

4.4.5 Fluorescência de raios X por dispersão de energia (ED-XRF)

A análise por fluorescência de raios X é um método quali-quantitativo baseado na medida das intensidades (número de raios- X detectados por unidade de tempo) dos raios emitidos pelos elementos que constituem a amostra. Na fluorescência de raios X por dispersão de energia (ED-XRF) um detector de alta resolução produz pulsos eletrônicos proporcionais às energias dos raios X. De forma simplificada é possível descrever essa técnica em três passos principais: excitação dos elementos da amostra; dispersão dos raios X emitidos pela amostra; e detecção desses raios X (NASCIMENTO FILHO, 1999).

A ED-XRF é uma ferramenta prática, barata e que permite a determinação simultânea da composição elementar sem destruir ou alterar as amostras. Esta técnica é amplamente utilizada para análises de objetos com valores artísticos e/ou de preservação, onde a integridade dos objetos é de suma importância (APPOLONI; PARREIRA, 2007).

Para este trabalho, as análises foram realizadas diretamente nas lâminas. O objetivo foi compreender a composição dos nódulos de ferro e compará-los entre as diferentes camadas em que acontecem e com as amostras coletadas fora do sítio. Desta forma, a integridade das amostras após as análises foi um critério determinante para a escolha desta técnica.

As análises foram efetuadas no Instituto de Física da USP (IF/USP), no Laboratório de Arqueometria, coordenado pela Profa. Dra. Marcia Rizzutto. O equipamento é constituído por um mini tubo de raios X com ânodo de prata (Ag) da empresa AMPtef®. O detector utilizado no sistema é um XR-SDD (Silicon Drift Detector) com resolução de 125eV. O feixe de irradiação na amostra é de aproximadamente 3 mm de diâmetro (Figura 4.19). As medidas foram feitas com tensão de 30kv e corrente de 40mA por 200 contagens em cada ponto das amostras. Foi realizado um ponto de análise nos nódulos de ferro identificada em lâmina delgada, também foram medidos pontos dos sedimentos da matriz. Os nódulos de ferro selecionados foram os de maiores tamanhos devido à limitação do diâmetro do equipamento.

Considerando as limitações que as análises diretamente em lâminas impõem e com o objetivo de realizar boas análises dos nódulos de ferro, foram feitas leituras

com o ED-XRF em pontos escolhidos das lâminas onde predominava os materiais vidro, cola e resina. O conjunto de material utilizado na fabricação das lâminas delgadas pode influenciar nos resultados dos nódulos de ferro, portanto, com as leituras separadas foi possível observar quais elementos estavam relacionados a presença do óxido de ferro e quais estavam relacionadas ao material de fabricação.

Figura 4.19 Imagem do equipamento ED XRF durante a medição em lâmina delgada, as setas indicam direção e leitura do laser.

A amostra PN 374 foi coletada na intersecção das camadas basais I e II da face Norte, da unidade N1098/E925 do montículo M11 (Figura 5.1). Na análise micromorfológica não foi observado o contato linear identificado em campo entre as diferentes camadas que compõem a lâmina (camadas I e II), mas há diferença da coloração e textura no material que compõe a fábrica²⁰ da amostra indicando a presença de duas matrizes distintas, nomeadas de M1 e M2.

Com o escaneamento das lâminas foram identificados dois fundos matriciais (Figuras 5.2C e 5.2D) e suas diferenças foram confirmadas através da observação microscópica, utilizando magnificações de 2,5x até 50x. As matrizes aparecem como domínios distribuídos aleatoriamente na lâmina e não como limites lineares de camadas. As principais diferenças entre as matrizes estão: na razão grosso/fino (razão g/f)²¹; na quantidade e forma dos revestimentos/preenchimentos de argila; e em relação a distribuição dos nódulos de ferro.

A análise micromorfológica mostrou porosidade homogênea, abrangendo por volta de 10% da área na lâmina. Cerca de 4% corresponde aos vazios compostos por canais (Figura 5.3 B) e 4% do tipo fissuras, ambos em zig-zag, com paredes mamilares, acomodadas/parcialmente acomodadas (Figura 5.3C e D) e inclinadas em relação a borda superior da lâmina, com ângulo médio. Os canais estão distribuídos aleatoriamente e as fissuras entrelaçadas. A largura dos canais ocorre no intervalo de 100 µm a 3000 µm, das fissuras de 100 a 400 µm. O 2% restante são de tipo câmaras (Figura 5.3 A), com orientação e distribuição aleatórias e tamanhos entre 300 µm a 1000 µm.

As microestruturas da M1 e M2 são de blocos subangulares e maciças, evidenciando alta compactação. A matriz denominada de M1 representa cerca de 40% da área da lâmina e apresenta razão g/f de 90/10 e distribuição relacionada g/f porfírica fechada (Figura 5.2A, 5.4A e B). A matriz denominada M2 representa cerca de 60% da área da lâmina e apresenta razão g/f de 80/20 e distribuição relacionada g/f porfírica fechada (Figura 5.2 B e 5.4 C e D)

A fração grossa é composta de 8,5% de nódulos de óxido de ferro anórticos, 90,5% de quartzo e cerca de 1% de outros minerais, fragmentos líticos, carvões e material orgânico na fração areia muito fina até silte grosso (Figuras 5.4 E, F e 5.5A,

²⁰ Ou estrutura do solo, é um termo utilizado na micromorfologia de solos que expressa a relação e distribuição entre o material sólido e os poros do solo (STOOPS, 2003).

²¹ A relação entre o volume ocupado pelo material grosso e pelo material fino (STOOPS, 2003)

B e C). Os grãos de quartzo são moderadamente selecionados, divididos nos tamanhos de areia fina, muito fina e silte grosso, são subangulares com distribuição e orientação predominantemente aleatórias. É possível observar algumas linhas horizontais e verticais formadas por grãos de quartzo orientados junto com acúmulo da fração fina. O material de origem orgânica aparece na matriz M1, enquanto nódulos de óxido ferro estão concentrados na matriz M2 (Figura 5.5 E)

Os nódulos de óxido de ferro são na maioria típicos²², mas também aparecem do tipo agregados²³. Variam de 1 a 10 mm, se distribuem em 77% com características anórticas (Figura 5.5 D e E), 16% órticas e 7% não foi possível classificar. Os nódulos órticos são menores que 1 mm. Em geral os nódulos são subarredondados e subangulares, mal selecionados e com distribuição e orientação aleatória. Em PPL a coloração apresenta diferentes tons de marrom. Observados em luz incidente oblíqua (OIL) os nódulos se distribuem entre amarelo, laranja e vermelho (Figura 5.5F) e muitas vezes apresentaram mais de um tipo de coloração no mesmo nódulo, essa coloração indica provável presença de hematita e goethita (STOOPS; MARCELINO; MEES, 2010).

Além dos nódulos de óxido de ferro órticos, aparecem como feições pedológicas na matriz M2 os revestimentos e preenchimentos de argila límpidos (Figura 5.6 A e B), microlaminados (Figura 5.6 C) e crescentes, todos com coloração avermelhada, assim como preenchimentos de argila empoeirados (Figuras 5.6 D) e hiporevestimentos de argila. Há vazios com revestimentos de argila e revestimentos/preenchimentos de argila com alguma ou pouca alteração. Na parte superior da lâmina estão concentrados os preenchimentos de argila empoeirados e há intercalações entre revestimentos/preenchimentos de argila límpidos e impuros com microlaminações. Na matriz M1 os revestimentos de argila aparecem em pouca quantidade, finos, fragmentados e arredondados²⁴ (Figura 5.6 E e F). As marcas de passagens e as bioturbações estão distribuídas por toda a lâmina, muitas vezes entrecortadas (Figura 5.3 F e E).

A fração fina é diferente na proporção e similar na composição das duas matrizes: coloração marrom avermelhada (PPL), composta por silte fino e argila, a limpidez é moteada e fabrica-b é indiferenciada (XPL).

²² Nódulo com fábrica indiferenciada (STOOPS, 2003)

²³ Nódulo composto por um conjunto de pequenos nódulos de ferro ou manganês, em sua maioria típicos, muito comum em solos hidromórficos.

²⁴ Fragmento de revestimento/preenchimento de argila resultante de retrabalho pode ser referido como pápulas (BREWER, 1964), mas o uso do termo é desencorajado por Stoops (2003).

Figura 5.2: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A – Matriz M1 com distribuição relacionada g/f porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL; B – Matriz M2 com distribuição relacionada g/f porfírica fechada e com a presença de revestimentos/preenchimentos de argila, aumento de 5x, em PPL; C- Lâmina escaneada em PPL. D- Lâmina escaneada em XPL.

Figura 5.3: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A- Microestrutura de bloco subangulares e maciça com distribuição relacionada g/f porfírica fechada e vazio (V) tipo câmara, aumento de 5x, em PPL. B- Combinação de vazio do tipo câmara e canal, aumento de 5x, em PPL. C – Vazio acomodado do tipo fissura, aumento de 5x em PPL. D- Vazio parcialmente acomodado do tipo fissura, aumento de 2,5x, em PPL. E- Marcas de bioturbação, 2,5x, em PPL. D- Marcas de bioturbação, aumento 2,5x, em PPL.

Figura 5.4: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A- Matriz M1 com microestrutura de blocos angulares e maciça e distribuição relacionada g/f de tipo porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL. B- Imagem A em XPL. C – Matriz M2 com microestrutura de bloco angulares e maciça e distribuição relacionada g/f de tipo porfírica fechada, aumento de 5x em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Grão de mineral pesado, aumento de 10x, em PPL. D- Fragmento de lítico, aumento 20x, em PPL.

Figura 5.5: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A – Carvão, aumento de 20x, em PPL. B – Material inorgânico de origem vegetal, possível fitólito, aumento de 10x, em PPL. C – Resíduo orgânico, aumento de 10x, em PPL. D- Nódulo de óxido de ferro fragmentado e preenchido com material fino, aumento 2,5x, em PPL. E- Nódulo de óxido de ferro, anórtico, aumento 5x, em PPL. F - Nódulos de óxidos de ferro órticos (NO) e anórticos (NA), em OIL apresentando diferentes colorações, aumento de 0,6x.

Figura 5.6: Fotomicrografias da lâmina PN 374: A – Preenchimento de argila, com cor de interferência típica, aumento de 10x, em PPL. B – Imagem A, em XPL..C - Matriz M2 com a presença de preenchimentos de argila microlaminados (RA) alternados entre ponteados e empoeirados, aumento 10x, em PPL. D- Preenchimento de argila empoeirado, aumento de 20x, em PPL. E – Matriz M1 com presença de fragmentos de revestimentos de argila arredondados (RA) e micro carvões (MC), aumento de 10x, em PPL. F - Matriz M1 com presença de fragmento de revestimento de argila arredondado.

5.1.2 Lâmina PN 373

Figura 5.7: Posição da lâmina PN 373 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.

A amostra PN 373 foi coletada entre as camadas II e III do montículo M11 (Figura 5.7). Na lâmina não foram observadas mudanças que caracterizem contato abrupto entre camadas, mas a cerca de 12 milímetros da borda superior da lâmina, a quantidade de nódulos de ferro é inferior ao restante da lâmina (Figura 5.8C).

A análise micromorfológica indicou porosidade em torno de 15%, sendo 6 % em canais, com espessura de 200 μm até 2000 μm , 4% de fissuras, com espessuras

de até 1000 μm . Tanto os canais quanto as fissuras têm paredes mamilares, acomodadas parcialmente ou não acomodadas. Cerca de 5% dos vazios são de tipo câmara, de 140 μm até aproximadamente 1200 μm . A distribuição e orientação dos vazios é aleatória.

Foram observadas três microestruturas: em canal; granular com distribuição relacionada g/f enáulica fechada e enáulica com espaçamento duplo (Figura 5.8A e B); e maciça com distribuição relacionada g/f porfírica fechada (Figura 5.8 D e F). A razão g/f em todas as microestruturas é de 85/15.

A fração mineral grossa está dividida em 13,5% de nódulos de óxido de ferro, 85,5% grãos de quartzo e 1% de outros minerais, fragmentos de rochas, carvões e resíduos de material orgânico na fração areia fina (Figura 5.9 B, C, D). Os nódulos de óxido de ferro têm entre 100 μm a 8000 μm ; os nódulos são subangulares à arredondados e há um conjunto de nódulos ordenados de forma linear, na vertical da lâmina, e outro grupo em forma semicircular. Em PPL a coloração dos nódulos varia em diferentes tons de marrom e em OIL varia de vermelho a amarelo (Figura 5.10A). O quartzo aparece bem selecionado na fração areia fina, muito fina e silte grosso, com distribuição e orientação aleatória. A fração orgânica é muito pouca, sendo a maior parte carvões angulosos, bem selecionados, angulares, com orientação e distribuição aleatória, na fração areia muito fina (Figura 5.9 A, B, C e D)

A fração fina é marrom amarelada (PPL), composta por argila e silte, com limpidez moteada e fabrica-b indiferenciada. É possível observar linhas horizontais ou levemente inclinadas formadas pelo acúmulo do material fino. As feições pedológicas são os nódulos de óxidos de ferro órticos junto com cerca de 3% de finos revestimentos de argila avermelhados (5.10C e D), concentrados na parte inferior da lâmina. Também aparecem distribuídos por toda a lâmina fragmentos de revestimentos/preenchimentos de argila arredondados (Figura 5.10 E e F) e fragmentos de revestimentos incrustados em alguns nódulos (Figura 5.B).

Figura 5.8: Fotomicrografias da lâmina PN373. A. Microestrutura complexa com distribuição relacionada g/f enáulica, aumento de 5x, em XPL B– Imagem A em PPL, aumento de 5x. C - Lâmina PN 373 escaneada D– Microestrutura maciça com distribuição relacionada porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL. E- Imagem D em XPL, aumento de 5x.

Figura 5.9: Fotomicrografias da lâmina PN 373: A- Resíduo orgânico, aumento de 20x, em PPL. B- Micro fragmento de carvão em OIL, aumento de 20x. C- Carvão (C) e nódulo anórtico (NA), aumento de 2,5, em PPL. D- Detalhe do carvão da imagem C em OIL, aumento de 10x. E – Nódulo órtico, aumento de 10x, em PPL. F- Nódulo anórtico, aumento de 2,5x, em PPL.

Figura 5.10: Fotomicrografias da lâmina PN 373: A- Nódulos anórticos com diferentes colorações em OIL, aumento de 0,6x. B- Fragmento de revestimento de argila na borda de um nódulo anórtico, aumento de 10x, em PPL. C- Revestimento de argila, aumento de 5x, em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Fragmento de revestimento/preenchimento de argila subarredondados, aumento de 10 x, em PPL. F- Fragmento de revestimento/preenchimento de argila arredondado, aumento de 40 x, em PPL.

5.1.3 Lâmina PN 372

Figura 5.11: Posição da amostra PN 372 no croqui da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.

A amostra PN 372 foi retirada na intersecção das camadas V e VI do montículo M11 (Figura 5.11). Na seção delgada não houve identificação de camadas distintas (Figura 5.12 A). Apesar da lâmina apresentar algumas áreas com texturas e colorações distintas, essas diferenças estão relacionadas às bioturbações (é possível ver a olho nu uma marca de passagem) (Figura 5.12B).

A porosidade ficou em torno de 14% dividida em: 8% de vazios do tipo

cavidade, com orientação paralela em relação a borda superior da lâmina e tamanhos até 3000 μm ; 3% de canais com aproximadamente 400 μm de espessura; e 2% do tipo câmara distribuídos e orientados de forma aleatória. Foram identificadas duas microestruturas distintas: a primeira maciça, com razão g/f de 95/5 e distribuição relacionada g/f de tipo porfírica fechada (Figura 5.12C, 5.13A e B), que está dentro das marcas de passagem (Figuras 5.10B e C); a segunda de tipo granular, com razão g/f de 85/15 e distribuição relacionada g/f de tipo gefurica (Figura 5.12D e 5.13 C e D) e enáulica com espaçamento simples (Figura 5.12 E e 5.13).

A fração mineral grossa tem maior abundância de quartzo (93%), com outros minerais e fragmentos de rochas (1%) na fração areia fina, muito fina e silte (Figura 5.15C). Os grãos têm arredondamento subangular e subarredondado, estão bem selecionados, distribuídos e orientados de forma aleatória. Os nódulos de óxido de ferro aparecem em 3% da fração grossa, bem selecionados. Os nódulos são arredondados e subangulares, variando de 100 μm até 1600 μm , distribuídos de forma aleatória, com cor marrom quando observados em PPL e vermelho e amarelo em OIL. A fração orgânica grossa apresenta 1% de carvões angulosos (Figura 5.14A, B e C), distribuídos aleatoriamente, variando de 50 μm até 200 μm em tamanho. Apresenta também 2% de resíduos orgânicos (Figura 14E, F, 5.15A), excrementos (Figura 5.15E) e material biosilíceo (Figura 5.14D e 5.15D) com tamanhos de 25 μm até 300 μm .

As feições pedológicas são os nódulos de óxido de ferro órticos e cerca de 1% de revestimentos de argila marrom avermelhado (PPL) (Figura 5.15 D) e alguns poucos fragmentos de revestimentos de argila arredondados dispersos pela lâmina. A fração fina é mosqueada, argilosa e marrom amarelado (PPL), a fabrica-b é indiferenciada, e há agregados angulosos de argila (Figura 5.15F).

Figura 5.12: Fotomicrografias da lâmina PN 372: A- Imagem da lâmina escaneada, em PPL. B- Marca de passagem da fauna, em PPL, aumento de 0,6x. C- Fundo matricial da marca de passagem com distribuição relacionada g/f porfírica fechada em PPL, aumento de 2,5x. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada gefurica, em PPL, aumento de 2,5x. E- Microestrutura granular com distribuição relacionada enáulica de espaçamento simples, em PPL, aumento de 2,5x.

Figura 5.13: Fotomicrografia da lâmina PN 372: A- Microestrutura maciça com distribuição relacionada do tipo porfírica fechada, aumento de 5x, em PPL. B- Imagem A em XPL. C- Microestrutura granular com distribuição relacionada do tipo gefurica, aumento de 5x, em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Microestrutura granular com distribuição relacionada do tipo enáulica com espaçamento simples, aumento de 5x, em PPL. F- Imagem E em XPL.

Figura 5.14: Fotomicrografia da lâmina PN 372: A- Carvão, aumento de 5x, em PPL. B- Micro carvões (MC), em OIL, aumento de 5x. C- Micro carvões (MC) e fragmento biosilíceo (SI) aumento de 5x, em PPL. D- Fragmento biosilíceo, aumento de 40x, em PPL. E- Resíduo orgânico, em PPL, aumento de 20x. F- Resíduo orgânico, em PPL, aumento de 50x.

Figura 5.15: Fotomicrografia da lâmina PN 373: A – Material orgânico, aumento de 20x, em PPL. B- Célula alongada, aumento de 10x, em PPL. C- Grão de mineral pesado, aumento de 20x, em PPL. D- Preenchimentos impuros de argila, aumento de 20x, em PPL. E- Excrementos, aumento de 40x, em PPL. F- Agregado de argila, aumento de 10x, em PPL.

5.1.4 Lâmina PN 371

Figura 5.16.: Posição do PN 371 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.

A amostra PN 371 foi coletada entre as camadas VIII e IX do montículo M11 (Figura 5.16).

A análise micromorfológica mostra porosidade em torno de 11%, sendo 7% do tipo câmara, distribuída e orientada de forma aleatória e variando de tamanho entre 270 μm e 500 μm . Os vazios em canais ficaram com 2%, com orientação e distribuição aleatória e com variação de tamanho entre de 280 μm até 1000 μm . Os do tipo fissuras ficaram em torno de 2%, com padrão de distribuição horizontal

(Figura 5.18A) em relação a borda superior da lâmina, paredes mamilares, parcialmente acomodadas e variação de tamanho de 280 μm até 1000 μm .

O escaneamento da lâmina delgada mostrou material homogêneo em termos de coloração e porosidade (Figura 5.17C). A microestrutura é granular, com razão g/f de 90/10 e distribuição relacionada g/f gefurica (Figura 17A e B) e enáulica fechada (Figura 5.17 C e D).

A fração mineral grossa é composta predominantemente de grãos de quartzo e nódulos de óxido de ferro. Os grãos de quartzo apresentam 96% e 1% de fragmentos de rochas e minerais opacos, na fração areia fina a silte grosso, subangular e subarredondados, moderadamente selecionados e com distribuição e orientação aleatória. Cerca de 3% são nódulos de ferro anórticos que apresentam tamanhos de 100 μm até 3000 μm , em forma globular, arredondados, bem selecionados, distribuídos e orientados de forma aleatória, com coloração em marrom escuro (PPL) (Figura 5.18B). A fração orgânica apresenta carvões (Figura 5.18B, C e D), fitólito (Figura 5.18F) resíduos orgânicos (Figura 5.18 E) em 1%, com tamanhos de 300 μm até 1000 μm e distribuição e orientação aleatória. As feições pedológicas encontradas foram os nódulos de óxido de ferro órticos e cerca de 1% de revestimentos crescentes lípidos (Figura 5.19 C e D) e fragmentados (Figura 5.19E).

A fração fina é composta por argila e silte na cor marrom amarelada (PPL), com limpidez moteada e fabrica b indiferenciada. Aparecem agregados de argila angulosos, com cerca de 300 μm distribuídos aleatoriamente pela lâmina (Figura 5.19F).

Figura 5.17: Fotomicrografias da lâmina PN 371: A- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f do tipo gefurica, aumento de 2,5, em PPL. B- Imagem A em XPL. C- Lâmina escaneada. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f do tipo enaulica fechada, aumento de 2,5, em PPL. E- Imagem D em XPL.

Figura 5.18: Fotomicrografias da lâmina PN 371: A- vazio do tipo canal, aumento de 2,5, em PPL. B – carvão, aumento de 5x, em PPL. C- Carvão, aumento de 5x, em PPL. D- Carvões em OIL, aumento de 10x. E- Resíduo orgânico, aumento de 20x, em PPL. F- Fitólito, aumento de 20x, em PPL.

Figura 5.19: Fotomicrografias da lâmina PN 371: A – Fragmento de célula silícea alongada, aumento em 20x, em PPL. B- Nódulo anórtico em PPL, aumento de 5x. C- Matriz com revestimentos de argila (RA), aumento de 20x, em PPL; D- Imagem C em XPL, E- Fragmento de revestimentos /preenchimentos de argila arredondado, aumento de 20x, em PPL. F- Agregados de argila, em PPL, aumento de 10x.

5.1.5 Lâmina PN 370

Figura 5.20: Posição da amostra PN 370 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.

A amostra PN 370 foi retirada entre as camadas X e XI do montículo M11 (Figura 5.20). Na lâmina delgada não foi identificada a intersecção das camadas identificadas em campo

A análise micromorfológica indicou porosidade em torno de 15%, sendo 10%

fissuras em zig-zag, com paredes mamilares, separação moderada, distribuição entrelaçada e orientação aleatória (Figura 15.21C). Vazios de tipo câmaras abrangem 5% da lâmina, com distribuição aleatória. A microestrutura é granular, com razão g/f de 90/10, distribuição relacionada do tipo enáulica fechada (Figura 15.21A e B) e enáulica com espaçamento aberta (Figura 5.21C e D).

A fração mineral grossa está distribuída em 94% de grãos de quartzo e 1% de fragmentos de rocha (Figura 5.22 C e D) e outros minerais na fração areia fina até silte grosso. Os grãos são subarredondados e subangulares, moderadamente selecionados, distribuídos e orientados aleatoriamente. Os nódulos de ferro anórticos aparecem em 4% da lâmina, com tamanho máximo de 2000 μm , em forma globular, moderadamente selecionados, com distribuição e orientação aleatória. Os nódulos têm coloração marrom escuro em PPL e estão divididos em 78% anórticos e 22% órticos. A fração grossa orgânica é representada por 1% de carvões (Figura 5.22A, B e C), material biosilíceo (Figura 5.22 E e F). Os carvões aparecem mal selecionados, variando de 100 μm até 1000 μm .

Os revestimentos de argila aparecem em cerca de 1% divididos em crescentes e límpidos, (Figura 5.23C). Existem também fragmentos arredondados de revestimentos de argila com distribuição aleatória (Figura 5.23 D). A fração fina tem limpidez mosqueada, marrom amarelada (PPL) e fabrica-b indiferenciada. Aparecem agregados de argila de tamanho 300 μm , arredondados e distribuídos por toda lâmina (Figura 5.23E).

Figura 5.21: Fotomicrografias da lâmina PN 370: A- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enáulica fechada, aumento de 5x, em PPL. B- Imagem A, em XPL. C- Imagem da lâmina escaneada, em PPL. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada enáulica aberta, aumento de 5x, em PPL. E- Imagem D, em PPL.

Figura 5.22: Fotomicrografias da lâmina PN 370: A - Carvão, aumento de 5x, em PPL. B- microcarvões, em OIL, aumento de 20x C – Fragmento de rocha sedimentar, aumento de 20x, em PPL. D- Imagem C em XPL. E- Fragmento de uma célula alongada, aumento de 20x, em PPL. F- Resíduo orgânico, aumento de 20x, em PPL.

Figura 5.23: Fotomicrografias da lâmina PN 370: A – Fitólito, aumento de 20x, em PPL. B- Fitólito, aumento de 20x, em PPL. C- Finos revestimentos de argila, aumento de 10x, em PPL. D- Fragmento de revestimento de argila, aumento de 20x, PPL. E – Agregados de argila (AA), provável excremento (EX) aumento de 5x em PPL. F- Agregado de argila, aumento de 10x, em PPL.

5.1.6 Lâmina PN 369

Figura 5.24: Posição do PN 369 no perfil da estratigrafia do montículo M11, unidade N1098/E925.

A amostra PN 369 foi retirada entre as camadas XI e XII do montículo M11 (Figura 5.24). Não foi identificada área de intersecção diferenciando camadas na lâmina delgada.

A análise micromorfológica mostra porosidade em torno de 13% (Figura 5.25C), sendo 5% de vazios em canais, não acomodados, com paredes mamilares; 5% de câmaras (Figura 5.26A e B) com distribuição e orientação aleatória; e 3% de fissuras, parcialmente acomodadas, com distribuição e orientação aleatória. A

microestrutura é granular, com relação de grosso /fino em 90/10 e distribuição relacionada geofurica (Figura 5.25A e B) e enáulica fechada (Figura 15. 25 C e D).

A fração mineral grossa está distribuída em 93,5% de grãos de quartzo, 1% fragmentos de rochas, cerâmicas (Figura 5.26F) e minerais diversos (Figura 5.27 a e B) que aparecem na fração areia até silte grosso. Os grãos minerais são subarredondados e subangulares, bem selecionados, distribuídos e orientados aleatoriamente. Os nódulos de óxido de ferro anórticos aparecem em 2,5% da lâmina, são arredondados, com tamanho máximo de 3000 μm , mal selecionados e distribuição e orientação aleatórias. Os nódulos têm coloração marrom escuro em PPL e vermelhos e amarelados em OIL (Figura 5.26E) e estão divididos em 80% anórticos e 20% órticos.

A fração grossa orgânica inclui 2% de carvões (Figura 5.26C, D e E), semente (Figura 5.27C), fitólitos (Figura 5.27 D) e excrementos (Figura 5.27 E), que aparecem na fração areia fina até silte. Há cerca de 1% de revestimentos de argila divididos entre crescentes límpidos, e fragmentos arredondados de revestimentos de argila. A fração fina tem limpidez mosqueada, marrom amarelada e fabrica-b indiferenciada.

Figura 5.25: Fotomicrografias da lâmina PN 369: A- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f gefurica, aumento de 2,5, em PPL. B- Imagem A em XPL. C - Imagem da lâmina escaneada, em PPL. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enaulica fechada, aumento de 2,5x, em PPL. E- Imagem D em XPL.

Figura 5.26: Fotomicrografias da lâmina PN 369: A- Vazio do tipo câmara, aumento de 2,5x, em PPL. B- Vazio do tipo cavidade, aumento de 2,5x, em PPL. C- Carvão, aumento de 5x, em PPL. D- Carvão com finos revestimentos de argila nas cavidades, aumento de 5x, em XPL. E- Nódulo anórtico (NA) e micro carvão (C), em OIL, aumento de 2,5x F- possível fragmento de cerâmica, ou de terra queimada em PPL, aumento de 5x.

Figura 5.27: Fotomicrografias da lâmina PN 369: A- Mineral alterado, aumento de 20x, em XPL. B- Fragmento de biotita alterada, aumento de 20x, em XPL. C- Semente, aumento de 10x, em PPL. D- Fitólito, aumento de 10x, em PPL. E – Excremento, aumento de 50x, em PPL. F- Fragmento de preenchimento/revestimento de argila arredondado, aumento de 10x, em PPL.

5.1.7 Lâmina PN 122

A amostra PN 122 foi coletada integralmente na feição 2, na planta da escavação do nível 60-70 (unidade N1097 E924). A feição 2 foi descrita em campo como uma mancha escura que começou a aparecer no nível 50-60, com grande quantidade de carvão, dimensões constantes e limites difusos.

A análise micromorfológica indicou porosidade em torno de 8%, sendo 5% em canais, com paredes mamilares, não acomodadas, 1% de fissuras, parcialmente acomodadas e 2 % de câmaras (Figura 5.28E). Todos com distribuição e orientação aleatória. A microestrutura é granular, com razão g/f de 90/10 e distribuição relacionada g/f enáulica fechada (Figura 5.28 A e B) e enáulica de espaçamento duplo (Figura 5.29C e D).

A fração mineral grossa inclui 93,5% de grãos de quartzo na fração areia fina até silte, subangulares e angulares, moderadamente selecionados, distribuídos e orientados aleatoriamente; e 1% de minerais pesados e material biosilíceo de origem vegetal (Figura 5.29F, 5.30A e B), na fração areia fina até silte grosso, com distribuição e orientação aleatórias. Os nódulos de óxido de ferro anórticos aparecem em 2,5% da lâmina, com tamanho máximo de 6 mm, arredondados, subangulares e angulares, mal selecionados, com distribuição e orientação aleatórias. Os nódulos têm coloração marrom escuro (PPL) e estão divididos em: 80% anórticos; e 20% órticos (Figura 5.29E). A fração grossa orgânica abrange 3% da lâmina e se divide em carvões e resíduos orgânicos (Figura 5.29B, C, D, E, 5.30C e D) que aparecem na fração areia fina até silte.

A fração fina tem limpidez moteada, cor marrom escura (PPL) e fábrica-b indiferenciada. As feições pedológicas incluem os nódulos órticos e cerca de 2% de revestimentos de argila do tipo crescentes e fragmentos arredondados de preenchimentos/revestimentos de argila (Figura 5.30E e F).

Figura 5.28: Fotomicrografias da lâmina PN 122: A – Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enáulica fechada, aumento de 5x, em PPL. B – Imagem A em XPL. C- Lâmina escaneada. D- Microestrutura granular com distribuição relacionada g/f enáulica com espaçamento aberto, aumento de 5x, em PPL. E- Imagem D, em XPL.

Figura 5.29: Fotomicrografias da lâmina PN 122: A- Vazio do tipo câmara, aumento de 2,5x, em PPL. B- Carvão, aumento de 2,5, em PPL. C- Micro carvões, aumento de 20x, em OIL. D- Microcarvões aumento de 50x, em OIL. E – Nódulo de ferro anórtico (NA) e fragmento de carvão (C), aumento de 2,5x, em PPL. F- Grão de mineral pesado, aumento de 20x, em PPL.

Figura 5.30: Fotomicrografias da lâmina PN 122: A- fragmento biosilíceo, aumento de 20x, em PPL. B- Célula alongada silícea, aumento de 50x, em PPL. C- Resíduo orgânico, aumento de 50x, em PPL. D – Seção longitudinal de raiz, aumento 5x, em PPL. E – Preenchimento de argila in situ, aumento de 2,5x, em PPL. F- Vazio do tipo canal e fragmentos de revestimento/preenchimento de argila arredondados, em PPL.

5.1.8 Lâmina SCA 1601

A amostra SCA 1601 foi coletada em barranco de 1,2 m com gramíneas para pastagem de gado, localizado em área externa do sítio SCA, próximo a estrada e a torre de transmissão (ponto 1 - figura 4.15). A coleta foi realizada a 30 cm da superfície. O perfil foi descrito em campo como de textura areia fina e argila, consistência plástica, estrutura em blocos, consistência macia quando seca, coloração Munsell 5y5/6 (yellowish red), com alguns nódulos variando entre pequenos e grandes, macios e endurecidos, irregulares e avermelhados e presença de raízes

A análise micromorfológica indicou porosidade em torno de 30% (Figura 5.31), sendo 20% fissuras com distribuição entrelaçada, paredes mamilares parcialmente acomodadas, com espessura em torno de 400 μm . Os vazios tipo câmaras abrangem 10% do total da lâmina, com orientação e distribuição aleatórias. A microestrutura é em blocos subangulares, com razão g/f de 70/30, distribuição relacionada porfírica aberta e porfírica aberta de espaçamento em dobro, e pedalidade alta.

A fração mineral grossa está distribuída em 96% de grãos de quartzo, na fração areia fina a silte, subangulares e angulares, bem selecionados, distribuídos e orientados aleatoriamente. Existe cerca de 1% de grãos minerais diversos e resíduos orgânicos (raízes), na fração areia fina e silte (Figura 5.32 E e F). Os nódulos de óxido de ferro aparecem em 3% da lâmina, com características anórticas, angulares, subangulares e arredondados, moderadamente selecionados, com distribuição e orientação aleatórias (Figura 32A, B).

A fração fina tem limpidez pontuada, cor marrom avermelhada a PPL e fábrica-b mosqueada. Há preenchimentos e revestimentos de argila amarelados e avermelhados (PPL), límpidos, microlaminados e mosqueados, com forte linha de extinção (XPL) (Figura 5.32 C e D).

Figura 5.31: Fotomicrografias da lâmina PN SCA1601: A – Microestrutura em bloco subangulares com distribuição relacionada g/f porfírica de espaçamento aberta, em PPL, aumento de 5x. B- Imagem A em XPL. C- Imagem da lâmina escaneada

Figura 5.32: Fotomicrografias da lâmina SCA 1601: A- Nódulo anórtico, em OIL, aumento de 2,5x. B- Nódulo anórtico em A em PPL, aumento de 2,5x C- Revestimento microlaminado, em PPL, aumento de 5x. D – Imagem C em XPL. E – Raiz, em PPL, aumento de 456x. F- Mineral biotita, que somado com outros minerais e fragmentos rochas perfazem menos de 1% da fração grossa, em PPL, aumento de 20x.

5.1.9 Lâmina SCA 1602

A amostra SCA 1602 foi coletada em barranco de 1,4 m com gramíneas para pastagem de gado na superfície, localizado em área externa ao sítio SCA, próximo à casa da fazenda (ponto 2- figura 4.15). A coleta foi realizada na profundidade de 50 cm da superfície, em horizonte com poucas raízes, de textura argilo-arenosa, muito plástica, estrutura em blocos, consistência macia quando seca e coloração Munsell 5y 4/6 (yellowish red). Foi observada presença de grande quantidade de nódulos de ferro de até 1cm e cor avermelhada.

A descrição micromorfológica identificou porosidade em torno de 20%, com vazios do tipo fissura (15%) com distribuição entrelaçada, paredes parcialmente acomodadas e mamilares com distribuição e orientação aleatórias e espessura em torno de 50 μ m. Os vazios tipo câmaras abrangem 5% do total da lâmina e têm distribuição e orientação aleatórias. A microestrutura é em blocos subangulares (Figura 5.33A, B e C), com razão g/f de 60/40 e distribuição relacionada g/f porfírica aberta (Figuras 5.34A, B e C) e alta pedalidade.

A fração mineral grossa está distribuída em 95% de grãos de quartzo na fração areia fina a silte, subangulares e angulares, bem selecionados, distribuídos e orientados aleatoriamente. Há cerca de 1% de grãos minerais diversos e resíduos orgânicos, raízes (Figura 5.34E) na fração areia fina e silte. Os nódulos de óxido de ferro aparecem em 4% da lâmina com características anórticas (Figura 5.34D e F), arredondados, moderadamente selecionados, com distribuição e orientação aleatória.

A fração fina é mosqueada, nas colorações marrom amarelado, avermelhado e acinzentado (PPL) e a fábrica-b estriada. Dentre as feições pedológicas há 15% de nódulos órticos, preenchimentos, revestimentos e hiporrevestimentos de argila, amarelados e avermelhados, límpidos (PPL), microlaminados e com forte linha de extinção (XPL).

Figura 5.33: Fotomicrografias da amostra SCA 1602. A - Escaneamento da lâmina em PPL. B - Microestrutura em blocos subangulares, preenchimentos de argila (PA), e hiporrevestimento de ferro (HO) em PPL, aumento de 5x. C- Imagem B em XPL.

Figura 5.34: Fotomicrografias da lâmina SCA 1602: A – Fundo matricial com distribuição relacionada g/f porfírica aberta com nódulo órtico (NO) aumento de 10x, em PPL. B- Imagem A em XPL. C- Fundo matricial com distribuição relacionada g/f porfírica aberta, aumento de 10x, em PPL. D- Vazio do tipo fissura e nódulos anórtico (NA) e órticos (NO), aumento de 2,5x, em PPL. E – Raiz (R), aumento de 20x, em PPL. F- Nódulo anórtico, aumento de 10x, em OIL.

5.1.10 Lâmina SCA 1603

A amostra SCA 1603 foi coletada em barranco exposto de 1,4 m, com gramíneas para pastagem de gado, localizado em área externa do sítio SCA, próximo à casa da fazenda (ponto 2- figura 4.15). A coleta foi realizada em profundidade de 70 cm da superfície, abaixo da amostra SCA1602, em horizonte descrito com textura argilosa, muito plástica, estrutura em blocos, consistência média para dura quando seca, mosqueado, coloração Munsell 5Y4/6 (yellowish red) e 7.5Y7/3 (brownish light) com presença de nódulos semelhantes à amostra SCA 1602.

A descrição micromorfológica indica porosidade em torno de 26%, sendo 20% vazios do tipo fissura com distribuição entrelaçada, paredes mamilares parcialmente acomodadas, com espessura em torno de 50 μm e distribuição e orientação aleatórias. Os vazios tipo câmaras são 5% do total da lâmina, com distribuição e orientação aleatórias e 1% de vazios de tipo canal, com paredes mamilares, não acomodadas e distribuição e orientação aleatórias. A microestrutura é em blocos subangulares (Figura 5.36C), com a razão g/f de 40/60 e distribuição relacionada g/f porfírica aberta e pedalidade alta.

A fração mineral grossa está distribuída em 95% de grãos de quartzo, na fração areia fina a silte, os grãos são subangulares e angulares, bem selecionados, distribuídos e orientados aleatoriamente. Os nódulos de óxido de ferro aparecem em 5% da lâmina, com características órticas, arredondados, subangulares, moderadamente selecionados, com distribuição e orientação aleatória (Figura 5.36A e B). Não há fração orgânica.

A fração fina é mosqueada nas colorações marrom avermelhado e acinzentado (PPL) com fábrica-b mosqueada e estriada, (Figura 5.35B, 5.36D e F),. A abundância de preenchimentos, revestimentos, hiporrevestimentos de óxido de ferro é cerca de 20%. A coloração destas feições pedológicas varia entre amarelo e vermelho (PPL), límpidas e mosqueada e com fabrica-b com forte linha de extinção (Figura 5.36 D e E).

Figura 5.35: Fotomicrografias da amostra SCA 1603. A- Escaneamento da lâmina em PPL. B- Microestrutura mosqueada, com presença de revestimentos de argila (RA), preenchimento de argila (PA) hiporrevestimento de óxido de ferro (HO), impregnações de óxido de ferro (IO) em PPL, aumento de 2.5x.

Figura 5.36 Fotomicrografias da lâmina SCA 1603: A- Nódulo anórtico (NA) e diferença da matriz mosqueada de vermelho e amarelo indicando a presença de nódulos órticos (NO), em OIL, aumento de 2.5x. B- Imagem A, aumento de 2.5x, em PPL. C- Fissuras acomodadas (FA) e não acomodadas (FN), aumento de 2.5x, em PPL. D- Detalhe da matriz mosqueada com preenchimentos de argila (PA), Hiporrevestimentos (HO), Nódulos órticos (NO) aumento de 2,5x, em PPL. E- Preenchimento de argila impuro microlaminado (PM), aumento de 2,5, em PPL. F- Detalhe da matriz mosqueada e nódulo órtico (NO), aumento de 10x, em PPL.

5.1.11 – Comparação entre os nódulos de ferro nas lâminas delgadas

Os nódulos de ferro foram descritos segundo as orientações de Stoops 2003 (detalhes no Capítulo 3) e classificados entre anórtico, disórtico e órticos. Alguns nódulos geraram dúvidas e, portanto, não foram classificados.

Na figura 5.36 é apresentada a distribuição em porcentagem dos nódulos de ferro nas lâminas delgadas. Na figura 5.37 apresenta-se a porcentagem referente aos totais de nódulos presentes em cada lâmina segundo as observações micromorfológicas. A figura 5.38a mostra a porcentagem de nódulos anórticos e órticos presentes em cada lâmina e a figura 5.38b mostram a distribuição quantitativa.

As lâminas PN 374 e PN 373 que representam as camadas basais do montículo M11 concentram até cinco vezes mais nódulos de ferro do que as amostras das camadas superiores do montículo ou as de referência. Em todas as amostras a porcentagem de nódulos com características anórticas foram superiores aos órticos. Foram considerados para análise os nódulos acima de 500 μm , os nódulos anórticos tiveram grande variabilidade em relação ao tamanho, mas apresentou concentração dos nódulos com maior dimensão. Os nódulos órticos não ultrapassaram 800 μm .

Figura 5.37: Distribuição em porcentagem dos nódulos de ferro presentes nas lâminas delgadas (análise micromorfológica).

Figura 5.38a: Distribuição dos nódulos de ferro entre anórticos e órticos nas lâminas delgadas. Resultados na baseados na análise micromorfológica.

Figura 5.38b: Distribuição dos nódulos de ferro nas lâminas delgadas em valores absolutos. Resultados baseados na análise micromorfológica.

Tabela 5.1: Descrição Micromorfológica das amostras do montículo M11 e material de referência.

Descrição Micromorfológica das amostras do Montículo 11 – Sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre																	
Profundidade	Lâmina	Baseada em Vilagran (2010)					Quartzos	outros	Carvão	resíduos orgânicos	Nódulos Anórticos	Micromassa	Nódulos anórticos	Nódulos órticos	Excrementos	Revestimentos	
		Microestrutura	Porosidade	% poros	Distribuição	g/f rel.											Padrão distribuição
2,50m	PN 374	Bloco subangular/ maciça	Fissuras, Câmaras e Canais	10	Aleatória/ entrelaçada	90/10 e 80/20	Porfírica fechada	90,5	<1	<1	<1	8,5	Mosqueada, marrom avermelhada	77%	16%		5%
2,20m	PN 373	Canal/Maciça / granular	Câmaras e Canais, Fissuras	15	Aleatória	85/15	Porfírica fechada / Enáulica fechada/ Enáulica com espaço duplo/	85,5	<1	<1	<1	13,5	Mosqueada, marrom amarelada	91%	9%		4%
1,90m	PN 372	Maciça / Granular	Cavidade, Câmaras e Canais	14	Aleatória	95/5 e 85/15	Gefurica/Enáulica com espaçamento simples/ Porfírica fechada	93	1	1	2	3	mosqueado, marrom amarelado,	56%	44%	sim	1%
1,5m	PN 371	Granular	Câmaras, Canais e Fissuras	11	Aleatória/paralela	90/10	Gefurica/Enáulica fechada	96	<1	<1	<1	3	mosqueado, marrom amarelado,	67%	33%		1%
1,30m	PN 370	Granular	Fissura, Câmaras e Canais	15	Aleatória/Cruzada	90/10	Enáulica fechada/ Enáulica com espaçamento aberto	93	1	<1	<1	5	mosqueado, marrom amarelado,	78%	22%	sim	1%
0,80m	PN 369	Granular	Câmaras e Canais	13	Aleatória	90/10	Gefurica e Enáulica fechada	93,5	1	1	2	2,5	mosqueado, marrom amarelado,	80%	20%	sim	1%
60-70 cm	PN 122	Granular	Câmaras e Canais	8	Aleatória	90/10	Enáulica fechada/ Enáulica com espaçamento aberto	93,5	1	2	1	2,5	mosqueado, marrom amarelado,	80%	20%		2%

Tabela 5.2: Descrição Micromorfológica das amostras de referência.

Descrição Micromorfológica das amostras de referência – Sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre																
Baseada em Vilagran (2010)																
Profundidade								Quartzos	outros	Carvão	resíduos orgânicos	Nódulos				
	Lâmina	Microestrutura	Porosidade	% poros	Distribuição	g/f rel.	Padrão de distribuição						Nódulos anórticos	Nódulos órticos	Excrementos	Revestimentos
0,3m	SCA 1601	Bloco subangular	Fissura	30	entrelaçadas	70/30	Porfiritico aberto	96	1		1	3	mosqueado, marrom amarelado,	90	10	8%
0,5m	SCA 1602	Bloco subangular	Fissura/câmara	26	entrelaçadas	60/40	Porfiritico aberto	95	1		1		mosqueado, marrom amarelado,	80	20	15%
0,7 m	SCA 1603	Bloco subangular	Fissura/câmara/canal	20	entrelaçadas	40/60	Porfiritico aberto	95	1			5	mosqueado, marrom amarelado,	90	10	20%

5.2 Análises por ED- XRF nas lâminas delgadas

5.2.1 Nódulos

As análises por ED-XRF foram realizadas com o objetivo de traçar a composição química do material que constitui os nódulos de ferro presentes nas amostras do montículo M11 e compará-las com os nódulos de ferro provenientes das amostras de referência (solo das proximidades). Foi separada um nódulo de ferro da amostra solta SCA 1602 para ser analisado pelo equipamento de ED-XRF e posteriormente compará-lo com os resultados das amostras em lâminas. A comparação dos dados provenientes da amostra solta e da lâmina só pode ser feita após determinar também a composição do vidro, da cola e da resina nas lâminas, e assim isolar o sinal destes componentes do sinal dos nódulos.

O primeiro passo foi determinar a composição no material de fabricação das lâminas. Foram analisadas áreas das lâminas onde havia predominância do conjunto formado pelo vidro, cola e resina. Os resultados encontraram os seguintes elementos nestes pontos: Arsênio (As), Cloro (Cl), Calcio (Ca), Silício (Si), Potássio (K), Argônio (Ar), Zircão (Zr), Titânio (Ti) e Ferro (Fe) (Figuras 5.39 e 5.40). As amostras que tiveram valores mais altos para Fe e Ti apresentavam algum sedimento na área analisada.

Figura 5.39: Gráfico com as quantidades de elementos químicos por amostra em pontos selecionados com material de fabricação das lâminas: resina, vidro e cola.

Figura 5.40: Combinação dos Espectros de Fluorescência de raio X das áreas com vidro, cola e resina de diferentes amostras.

Em seguida foi analisado o nódulo de ferro proveniente da amostra solta SCA1602. O principal elemento presente é o Fe, seguido por Ti, Ar, K Si, Al, ZR e Ag (Figura 5.41 e 5.42). A quantidade dos elementos Ar, K, Zr e Ag presentes no nódulo da amostra solta são similares às leituras dos pontos com resina, cola e vidro das lâminas, portanto esses elementos não serão considerados para comparação com os nódulos presentes nas lâminas.

Figura 5.41: Gráfico da distribuição dos elementos do nódulo da amostra solta SCA1602

Figura 5.42: Espectro de Fluorescência de raios X do nódulo da amostra solta SCA 1602.

Figura 5.43: Gráfico para comparação da distribuição dos elementos químicos no nódulo e nas amostras de referência com foco na composição do material de fabricação das lâminas (resina, vidro e cola).

O gráfico 5.43 é a junção das medidas do conjunto vidro, cola, resina com o do nódulo da amostra solta. Desta forma, é possível inferir que os elementos Fe, Ti e Mn são elementos mais característicos nos nódulos, enquanto Cl, Ca e As estão preferencialmente ligados à fabricação das lâminas.

Devido ao tamanho do feixe de irradiação foram medidos os nódulos de cada lâminas que possuíam pelo menos 3mm de diâmetro. Também foram feitas medidas em área só com o sedimento. A tabela 5.3 e Figura 5.44 relaciona as lâminas com os pontos analisados.

Amostras	Pontos com Nódulos	Pontos com Sedimentos
PN 374	N1, N2	S1
Pn 373	N3, N4	S2
PN 372		S3, S4
PN 371	N5	S5
PN 370	N6	S6
PN 369	N7	S7
SCA 1601		S8, S9
SCA 1602	N8	S10

Tabela 5.3: Relação entre as lâminas e os pontos analisados.

Figura 5.44: Mapa de localização dos pontos medidos por ED XRF nas lâminas. A- Pontos medidos na lâmina PN 374. B- Pontos medidos na lâmina PN 373. C- Pontos medidos na lâmina PN 373. D – Pontos medidos na lâmina PN 370. E- Pontos medidos na lâmina PN 371. F- Pontos medidos na lâmina PN 16021. G- Pontos medidos na lâmina PN SCA 1602. H- Pontos medidos na lâmina PN 369. N = nódule; S = sedimento

Conforme a comparação dos espectros (Figura 5.45) e gráficos (Figura 5.46), é possível dizer que o elemento mais abundante em todas as amostras foi o Fe, alguns traços de titânio e manganês também foi percebido. Em amostras onde os nódulos eram menores, os resultados foram mais influenciados pelos elementos presentes no material de confecção das lâminas (vidro, resina e cola). Quanto maior o nódule medido em lâmina, mais próximo o resultado daquele obtido na amostra solta.

Elementos como Ar, K e Zr e Ag apareceram em quantidade similar para as diversas amostras, não sendo possível confirmar a proveniência.

Figura 5.45: Sobreposição dos Espectros de Fluorescência de raios X dos nódulos analisados .

Figura 5.46: Distribuição dos elementos químicos dos nódulos nas lâminas analisadas por ED-XRF (N= nódulo d ferro).

5.2.2 Sedimentos

O resultado das análises das áreas com o sedimento (Figuras 5.47 e 5.48) foram semelhantes às análises das áreas do conjunto formado pelo vidro, cola e resina. Desta forma, esse resultado não é adequado para estipular uma inferência segura dos elementos presentes nos sedimentos das lâminas.

Figura 5.47: Espectros de Fluorescência de raios X das análises dos pontos com sedimentos das lâminas delgadas.

Figura 5.48: Distribuição dos elementos químicos nas amostras de sedimentos analisadas por ED-XRF (S= Sedimento).

5.3 Granulometria

5.3.1 Granulometria por imagem

O objetivo da granulometria por imagem foi estabelecer um parâmetro de comparação entre: as amostras arqueológicas das diferentes camadas do montículo M11; entre as amostras arqueológicas e as de solo natural de referência para entender as diferenças e semelhanças das distribuições granulométricas. Para a magnificação escolhida das fotomicrografias (5x) foi inviável o cálculo da fração areia e silte combinado com cascalho, fração na qual ocorrem os nódulos de ferro, portanto, os cálculos foram realizados separadamente.

O cálculo da granulometria foi realizado da fração areia grossa até silte muito grosso (31 μ m), o corte neste valor foi determinado por contemplar a norma ISO 13323, que orienta a partícula ter pelo menos 3 pixels de tamanho, além de ser o valor mínimo da peneira silte muito grosso. Posteriormente foi medida, em porcentagem, a parcela de vazio de cada imagem e de forma indireta inferida a porcentagem da área ocupada pelo material fino, desta forma a fração grossa é considerada até o limite inferior do silte grosso (31 μ m) e abaixo deste valor estabelece a fração fina. Os resultados apresentados são a média de cada conjunto de imagem obtido através das lâminas.

Os valores utilizados para mensurar as frações granulométricas por imagem são os mesmos utilizados para a análise granulométrica por pipetagem/peneiramento e estão descritos na figura 4.17 do capítulo anterior.

5.3.1.1 Comparação granulométrica entre as lâminas

As análises granulométricas por imagem mostraram similaridades na distribuição entre as frações areia grossa até silte muito grosso tanto entre as amostras arqueológicas como nas amostras naturais (Figura 5.49 e 5.50). Os grãos são pobremente selecionados, predomina a fração silte muito grosso seguida pela fração areia muito fina. Na amostra PN 370 a diferença entre areia muito fina e silte grosso aparece acentuada e há menor presença da fração areia fina se comparadas

com as outras amostras do perfil. Os resultados das amostras de referências seguiram padrão similar, porém com maior concentração da fração silte muito grosso.

A inferência da fração fina, abaixo de 31 μm , foi realizada de forma indireta descartando a área ocupada pela fração grossa e da porosidade presente nas fotomicrografias. O gráfico da figura 5.51 apresenta os resultados da fração grossa, fração fina e vazios de cada amostra.

Quando se compara a fração grossa com a fração fina na análise de granulometria por imagem, as diferenças da área ocupada nas lâminas delgadas ficam mais evidentes. Nas amostras do SCA a área ocupada pela fração grossa ficou entre 33% e 38%, a inferência indireta da área ocupada pela fração fina da amostra PN374 apresenta a maior variação entre as amostras arqueológicas.

As amostras de referências apresentaram maior quantidade de material na fração fina, quanto mais profunda no perfil a amostra foi coletada, maior a área ocupada pela fração fina. Essa inferência condiz com as descrições do solo local (argissolos onde há enriquecimento na fração argila nos horizontes inferiores, ver tópico 3.6).

Figura 5.49: Gráficos referentes a fração grossa das amostras do sítio arqueológico SCA, os limites inferiores são: areia média (0,250mm); areia fina (0,125mm); areia muito fina (0,062mm); silte muito grosso (0,031mm). A porcentagem entre parênteses no título de cada gráfico representa a área ocupada pela fração grossa em cada lâmina delgada.

Figura 5.50: Gráficos referentes a fração grossa das amostras de referência da área de entorno do sítio arqueológico SCA, os limites inferiores são: areia média (0,250mm); areia fina (0,125mm); areia muito fina (0,062mm); silte muito grosso (0,031mm). A porcentagem entre parênteses no título de cada gráfico representa a área ocupada pelo material analisado na lâmina delgada.

A frequência (em porcentagem) dos nódulos de ferro presente nas amostras foi calculada a partir da área ocupada na imagem escaneada das lâminas. O gráfico aponta que as amostras PN 374 e PN 373 têm as maiores áreas ocupadas pelos nódulos de ferro e as outras amostras do perfil estão próximas à quantidade presente no material de referência (Figura 5.52).

Figura 5.51: Gráfico referente as médias das áreas ocupadas pela fração grossa (fração areia até silte muito grosso), fração fina (menor que silte muito grosso) e vazios nas amostras arqueológicas e amostras de solos naturais das proximidades do sítio SCA.

Figura 5.52: Gráfico da distribuição de nódulos de ferro nas lâminas delgadas calculado através de granulometria por imagem.

5.3.1.2 Granulometria de M1 e M2 (PN 374)

Para a amostra PN 374 foram descritas duas matrizes a partir da análise micromorfológica, dois pontos representativos de cada uma das matrizes (M1 e M2) foram escolhidos para análise granulométrica por imagem.

A distribuição da fração areia média até a fração silte muito grosso segue o mesmo padrão em ambas as amostras M1 e M2, a diferença está na fração fina (menor que 31 μ m). No gráfico dos valores para M1(Figura 5.53) observa-se a distribuição dos grãos de quartzo acima de 31 μ que abrangem 40,95% da área da fotomicrografia. No gráfico para M2 (Figura 5.54) a área representada pelo quartzo acima de 31 μ m é 33,63%.

Figura 5.53: Gráfico referente a distribuição da fração grossa (areia até silte muito grosso) da matriz M1, amostra PN 374. A área ocupada pela fração grossa é de 40,95%.

Figura 5.54: Gráfico referente a distribuição da fração grossa da matriz M2, amostra PN 374. A área ocupada pela fração grossa é de 33,63%.

Figura 5.55: Gráfico referente as áreas de fração grossa, fração fina e vazios das matrizes M1 e M2.

A determinação da fração fina seguiu o mesmo método utilizado para as amostras anteriores. Na Figura 5.55 apresenta-se um gráfico de comparação da porcentagem das áreas ocupadas por vazios, fração grossa e fração fina nas fotomicrografias de M1 e M2. O cálculo de frequência obtido a partir da análise de imagem corrobora as observações feitas a partir da descrição micromorfológica, onde M2 apresenta maior quantidade de particulados finos do que M1.

5.3.2 Pipetagem e Peneiramento

As amostras de referência SCA 1601 até 1603 foram submetidas aos ensaios granulométricos utilizando o método de pipetagem, seguido pela elutriação e peneiramento. Os resultados gerais mostram uma maior gama de frações granulométricas analisadas se comparado com o método por imagem (Figuras 5.56 a 58).

Figura 5.56: Gráfico da distribuição granulométrica da amostra SCA 1601 pelo método pipetagem/peneiramento

Figura 5.57: Gráfico da distribuição granulométrica da amostra SCA 1602 pelo método pipetagem/peneiramento .

5.58: Gráfico da distribuição granulométrica da amostra SCA 1603 pelo método pipetagem/peneiramento

5.3.2.1– Comparação entre os ensaios granulométricos.

Na comparação dos dois métodos utilizados para calcular as distribuições granulométricas (pipetagem e peneiramento vs. granulometria por imagem) deve ser levado em consideração que: a granulometria por imagem mede a área da imagem, em pixels, ocupada pelos grãos; já o método tradicional considera a massa dos grãos. Em ambas as análises os resultados são apresentados em porcentagem e no final é feita a comparação da fração grossa (areia grossa até silte muito grosso) e a da fração fina (silte grosso para baixo).

Foi feito o recorte da fração areia até o silte grosso nas amostras ensaiadas pelo método de pipetagem/peneiramento, isso foi necessário para poder comparar os dois métodos. Para a fração fina foram consideradas as frações silte médio até argila. A fração cascalho foi desconsiderada devido a granulometria por imagem ser restrita ao tamanho dos grãos analisados (até areia grossa).

- SCA 1601

Na granulometria por imagem a área ocupada pela fração grossa foi de 25% enquanto o volume do método pipetagem/peneiramento foi de 32%. O resultado por pipetagem teve uma tendência maior para areia fina enquanto a granulometria por imagem para silte grosso (Figura 5.59).

Na comparação entre fração grossa e fração fina o método por imagem teve uma pequena tendência para uma granulometria mais fina.

Figura 5.59: Resultados da amostra SCA 1601: A- Gráficos dos resultados Granulometria por imagem. B- Dados dos resultados pelo método de pipetagem/ peneiramento. C – Comparação da fração grossa com a fração fina.

- SCA 1602

Na granulometria por imagem a área ocupada pela fração grossa foi de 10% enquanto o volume do método pipetagem/peneiramento foi de 22%. O resultado por pipetagem/peneira teve uma tendência maior para areia fina enquanto a granulometria por imagem para silte grosso (Figura 5.60).

Na comparação entre fração grossa e fração fina o método por imagem teve uma diferença substancial de 12% para uma granulometria mais fina.

Figura 5.60: Resultados da amostra SCA 1602: A- Gráficos dos resultados Granulometria por imagem. B- Dados dos resultados pelo método de pipetagem/ peneiramento. C – Comparação da fração grossa com a fração fina.

- SCA 1603

Na granulometria por imagem a área ocupada pela fração grossa foi de 9% enquanto o volume do método pipetagem/peneiramento foi de 11%. O resultado por pipetagem/peneira teve uma tendência bem maior para areia fina enquanto a granulometria por imagem para silte grosso (figura 5.61).

Na comparação entre fração grossa e fração fina o método por imagem teve a menor diferença, cerca de 3% para uma granulometria mais fina.

Figura 5.61: Resultados da amostra SCA 1603: A- Gráficos dos resultados Granulometria por imagem. B- Dados dos resultados pelo método de pipetagem/ peneiramento. C – Comparação da fração grossa com a fração fina.

O método de granulometria de imagem tende a superestimar o material mais fino, principalmente nas frações areia fina e silte grosso. O que mais chamou a

atenção durante as análises foi o uso da ferramenta Watershed, que as vezes considerou fratura dos grãos como contato, o que teve que ser corrigido manualmente. A granulometria por imagem também não considera as três dimensões dos grãos e a grande quantidade de contato entre grãos pode ter resultado em valores diferentes.

O uso da granulometria por imagem é uma ferramenta interessante principalmente para a comparação de diferentes pontos na mesma lâmina, onde os parâmetros de análise podem ser mais controlados e restritos.

Apesar das diferenças principalmente entre as frações areia fina e silte muito grosso, a comparação entre os resultados da fração grossa e fração fina obtidos nas amostras de referência parecem condizer nos dois métodos utilizados (pipetagem/peneiramento vs imagem). Isto quer dizer que, no caso do sítio SCA, onde somente foi feita a granulometria por imagem devido à falta de sedimento solto para fazer a granulometria tradicional, os resultados da distribuição granulométrica, pelo menos nos conjuntos fração fina e fração grosso, se aproximam à realidade.

Outro resultado interessante da granulometria por imagem é que, apesar da classe granulométrica entre as amostras de referência serem bem parecidas, as distribuições das amostras de referência não apresentaram padrões compatíveis com as amostras arqueológicas do montículo.

Nas amostras do montículo a fração grossa ficou em torno de 33% a 38%, enquanto a SCA 1601, a amostra natural com maior fração grossa, apresentou cerca de 25%. A amostra SCA 1601 foi coletada a cerca de 30 centímetros de profundidade superfície do solo, por volta da transição dos horizontes A e B, provavelmente os construtores dos montículos estavam utilizando material mais da superfície ou de outras áreas, como por exemplo, dos igarapés.

Capítulo 6

Discussão e Conclusões

6.1 A construção do montículo M11 do sítio Sol de Campinas do Acre

O estudo micromorfológico do montículo M11 revelou fortes semelhanças entre as diferentes camadas estratigráficas, tais como: microestrutura distribuição relacionada g/f enáulica e porfírica; fração grossa dominada por grãos de quartzo; vazios do tipo câmaras, canais e fissuras; baixa frequência de matéria orgânica; presença de microcarvões; presença de bioturbações.

As amostras foram coletadas do contato entre as camadas interpretadas como construtivas e de ocupação, porém, as lâminas não revelaram indicadores micromorfológicos desse contato, tais como como limites abruptos ou mesmo suaves. Os limites entre camadas podem não ser claros devido à bioturbação do montículo e pela homogeneidade do material construtivo utilizado. Conforme Villagran e Gianotti (2014), nos contextos onde as diferenças microscópicas de contatos entre camadas foram apagadas por processos pedogênicos, o foco tem que estar nas diferenças sutis na micromorfologia.

Em Pago Lindo, por exemplo, as diferenças percebidas foram, principalmente, na comparação das feições pedológicas, na razão g/f e na iluviação²⁵ das argilas. Foi possível inferir a construção de uma cabana, área de acúmulo de resíduos de plantas e prática de limpeza das superfícies de ocupação. Desta forma, foram as sutilezas que permitiram identificar os diferentes momentos de construção e uso do montículo (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2014).

No montículo M11, apesar das similaridades entre as camadas, os nódulos de ferro e os revestimentos de argila foram os principais elementos para distinguir duas etapas no processo construtivo: 1) a base do montículo; 2) e as camadas superiores. Algo similar também foi observado nos montículos do sítio arqueológico Los Três Cerros, na Argentina: enquanto os estratos iniciais eram bem distintos, os estratos

²⁵ É o processo de acumulação de material translocado de outros horizontes (BRADY; WEILL, 2002)

superiores se assemelhavam na técnica construtiva utilizada (CASTINHEIRA et al., 2011).

6.2 Base do montículo

A amostra PN 374, que engloba as camadas I e II, representa a base do montículo. A partir da observação da lâmina escaneada foram identificados dois materiais distintos na sua composição (M1 e M2). A fábrica M1 é mais arenosa, com pouco material orgânico e presença de fragmentos arredondados de revestimentos de argila. A fábrica M2 é avermelhada, tem maior aporte de argila, inexistência de material orgânico e presença majoritária de nódulos de ferro. As diferenças texturais destas fábricas dão a sensação de mosqueado na visão macroscópica do sedimento, como descrito em campo. Vestígios de microcarvões foram encontrados por toda a lâmina na fração areia muito fina e silte, o que atesta a ação humana na formação do sedimento.

De acordo com as observações micromorfológicas e granulométricas a camada I, descrita como mosqueada, não se assemelha ao horizonte mosqueado do solo natural da região representado, neste trabalho, pela lâmina SCA1603. Das três amostras coletadas fora da área do sítio, a SCA 1603 foi a única que apresentou característica mosqueadas e isso ocorre devido à presença da argila (7.5Y 7/3 - brownish light) alternada com concentração de óxido de ferro (5Y 4/6 - yellowish red).

Na análise geral das lâminas, a amostra PN 374 apresentou 38% de fração grossa e cerca de 53% de fração fina, enquanto nas amostras de solo, a amostra SCA 1603 tem por volta de 9% de fração grossa e 83 % de fração fina. Além disso, os sedimentos da base do montículo e os solos da região se diferenciam nas características micromorfológicas dos revestimentos de argila, a porosidade e a quantidade dos nódulos de óxido de ferro presentes em cada amostra. Na amostra PN 374 há cerca de 11% de nódulos de ferro, os vazios são do tipo fissuras, canais e câmaras, e os revestimentos aparecem ponteados, sujos e muitas vezes como fragmentos arredondados. Na amostra SCA 1603 os nódulos de ferro anórtico ocorrem em cerca de 5% da área da lâmina, os vazios predominantes (20%) são do tipo fissuras, os revestimentos são límpidos e ocorrem de forma homogênea por toda a lâmina.

A fábrica M2 apresenta características do horizonte Bt do solo, como por exemplo: granulometria mais argilosa; presença de revestimentos de argila microlaminados com cor de interferência alta (ver STOOPS, MARCELINO e MEES, 2010). comA microestrutura M1 tem características de horizontes superficiais (horizontes A). Porém, a amostra de referência mais próxima à superfície, (SCA 1601)²⁶ se diferencia consideravelmente da M1 tanto na textura (M1 é mais arenosa que SCA 1601), quanto nas feições pedológicas presentes (os revestimentos em SCA são sempre límpidos e em alta frequência, já em M1 são comuns os fragmentos arredondados de revestimentos).

Provavelmente o material mais argiloso e rico em nódulos de ferro anórticos foi usado na base do montículo para estabilizar sua construção. No trabalho de Sherwood e Kidder (2011), o montículo A do sítio Shiloh evidenciou misturas de materiais para obter camadas com diferentes características de porosidade. O material teria sido misturado na estabilização do declive no montículo. O uso de nódulos ou concreções de ferro em estruturas monticulares também é mencionado na descrição dos montículos do sítio arqueológico Osvaldo (ARROYO KALIN, 2008) e Fazenda Colorada (SAUNALUOMA, 2013).

Os revestimentos de argila e os nódulos de óxido de ferro são características pedológicas importantes para compreender construção da base do montículo M11. Os revestimentos de argila na amostra PN 374 aparecem com diferentes características: na parte inferior da lâmina estão límpidos e a fábrica-b tem um forte grau de orientação das partículas de argila; na parte superior aparecem revestimentos impuros e fábrica-b com grau de orientação moderado e existem ocorrências de intercalações entre revestimentos de argila límpidos e impuros com micro laminações. Já na amostra PN 373 (camadas II e III) os revestimentos de argila se concentram na base direita da lâmina, como resquícios presos aos nódulos, fragmentados e distribuídos aleatoriamente.

Os resultados micromorfológicos mostraram que a maior parte dos nódulos de óxido de ferro das camadas basais tem forte caráter anórtico, isto é, foram formados em condições diferentes às dos sedimentos onde foram encontrados. Os resultados de ED-XRF indicaram que os nódulos são constituídos principalmente de

²⁶ A amostra SCA 1601 foi coletada 30 cm abaixo da superfície do solo, o horizonte A na região é estreito e descrito entre 10 a 15 centímetros de profundidade (RADAN, 1976; ROGDRIGUES, 2003), a coleta da amostra SCA 1601 foi realizada na área de transição dos horizontes A e B.

Fe, com traços de Mn e Ti, composição similar aos nódulos encontrados no solo da região.

Na amostra PN 374 (camadas I e II) os nódulos anórticos aparecem impregnados à massa basal M2 e com revestimentos de argila formados no seu entorno. Porém, na amostra PN 373 (camadas II e III) os nódulos anórticos aparecem com poucos revestimentos conectados aos nódulos como resquícios, a fábrica é um pouco menos argilosa e, provavelmente, os nódulos foram adicionados ao sedimento durante a construção desta camada do montículo.

A descrição de campo do M11 cita a organização circular dos nódulos na camada III, na lâmina os nódulos também aparecem organizados em forma circular e linear. A descrição da lente de nódulo de ferro (descrita em campo como “lente de laterita”) localizada na parte íngreme do montículo M11 corrobora a interpretação da intencionalidade na escolha do material construtivo e seu uso em áreas específicas do montículo. A lente foi encontrada no declive da unidade N1098 E 918 e tinha cerca de 8 cm de espessura, composta de material argiloso e nódulos de ferro. A base e o declive são áreas estratégicas para a estabilidade do montículo e a mistura de argila e nódulos de ferro é capaz de garantir essa estabilidade.

A preparação do local antes da elevação de montículos parece ser uma atividade comum na arquitetura em terra. No trabalho de Sherwood e Kidder (2011) são apresentados dois exemplos disso em sítios dos Estados Unidos: Poverty Point, onde a vegetação foi queimada antes do início da construção; e o montículo A do sítio Shiroh, onde antes do início da construção a área foi escavada até o horizonte C e preenchida posteriormente com material arqueológico. No montículo Cotiga (Estados Unidos) o material utilizado para a base difere do horizonte A e B do entorno do sítio e provavelmente foi trazido de área externa (CREMEENS, 2005). Na América do Sul, o estudo estratigráfico e micromorfológico de Pago Lindo indicou que a superfície do solo natural foi retirada antes da construção do montículo (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2014).

No caso do montículo M11 de SCA, a camada I pode representar a área de preparação para a construção do montículo, que em seguida recebeu um maior aporte de sedimento misturado com nódulos de ferro intencionalmente adicionados, formando assim uma base com cerca de 60 cm de altura. A configuração da camada I observada pelo perfil norte colabora com essa hipótese, já que abrange toda a área da base do montículo M11. O material argiloso possui boa capacidade de adsorção

e retenção de água, mantendo o material coeso. A base formada por nódulos de ferro somado ao material argilo-siltoso torna-se um conjunto engenhoso que garante resistência às alterações de umidade e variações de temperatura características da região.

O controle comportamental do material obtido através da combinação das diferentes frações granulométricas é amplamente utilizado na Engenharia moderna. Por exemplo, no estudo das propriedades físicas do solo é sabido que a argila oferece plasticidade e pegajosidade, e forma uma massa compacta quando úmida, impermeável e maleável que permanece unida e sem fissuras (BRADY; WEIL, 2000). Há outras propriedades do solo que podem influenciar no comportamento do material, como aeração e taxa de drenagem. Portanto, a combinação granulométrica possibilita uma infinidade de novos materiais e os construtores dos montículos detinham esse conhecimento prático.

De forma sintética, os pontos com as diferentes evidências estratigráficas e micromorfológicas que respaldam a interpretação de que a base do montículo foi intencionalmente construída, são:

- 1) Cerca de 15 % de nódulos de óxido de ferro na base do montículo, sendo uma média de 85% anórticos (formados em condições diferentes do sedimento onde se encontram). Os nódulos anórticos são os maiores, em geral acima de 500 μm .
- 2) Cerca de 8% a mais de fração fina (silte fino até argila) nas camadas de base do montículo.
- 3) 3% de fragmentos arredondados de revestimentos (não formados in situ, deslocados do contexto de formação original) distribuídos por M1 e PN 373.
- 4) Mistura de revestimentos de argila com diferentes características de formação na camada I e II (microlaminados límpidos, junto com ponteados, e fragmentos de revestimentos).
- 5) Revestimentos empoeirados indicando momento em que a base do montículo ficou exposta.

No sítio Los três Cerros foi possível analisar a velocidade de construção do montículo a partir das análises de queima e crescimento das gramíneas. Nesse caso a conclusão foi que o crescimento vertical do montículo se deu de forma lenta (CASTINHEIRA et al., 2011). Já no montículo Cotiga a pouca presença de

bioturbação foi a principal evidência para a interpretação de uma construção rápida. No do montículo M11 do SCA a presença de revestimentos sujos na base do montículo permite inferir um momento em que a base esteve exposta. Considerando a quantidade de chuvas na região, é bem provável a desagregação da superfície de solo sem vegetação causada pelo impacto da água, assim como o deslocamento de partículas/ agregados mais grossos através do perfil do solo tenham formado esse tipo de revestimento. Em seguida formam-se novamente revestimentos límpidos, portanto evidenciando o soterramento da superfície previamente exposta e a construção de novas camadas. No entanto, a micromorfologia por si só não pode determinar se o crescimento total da estrutura foi rápido ou lento. As datações radiocarbônicas para o montículo M11 indicam que a estrutura teria levado cerca de 500 anos para ser levantada.

6.3 As camadas superiores

As amostras seguintes (PN372 a 369) foram coletadas nas interseções das camadas interpretadas como construtivas e de ocupação. No entanto, as análises micromorfológicas não identificaram esses limites entre as camadas. Em geral, foram encontrados nas lâminas poucos materiais antropogênicos e orgânicos. A quantidade de nódulos de ferro e revestimentos de argila é cerca de cinco vezes inferior a encontrada nas unidades da base do montículo. Os microcarvões aparecem em maior quantidade comparando com as camadas basais, distribuídos por todas as amostras e alguns carvões aparecem em frações granulométricas maiores.

A lâmina PN 372 (camadas V e VI) apresenta excrementos e uma evidente marca de passagens da fauna do solo. Os poucos revestimentos de argila que aparecem nesta lâmina são fragmentos arredondados. Pela análise micromorfológica essa amostra tem uma maior fração grossa que a lâmina PN 373 (camadas III e IV), porém, isso não é confirmado pelas análises granulométricas por imagem. Essa diferença pode estar relacionada ao ponto de corte dos dois métodos, para a micromorfologia o ponto de corte é de 10 μm e para a granulometria por imagem 31 μm . A fração fina aparece como pequenos grumos misturados à areia e

concentrados nas áreas bioturbadas. Os resíduos orgânicos, apesar de poucos (cerca de 3%), são os mais representativos entre as lâminas do montículo.

As amostras PN 371 (camadas VIII e IX), PN 370 (camadas X e XI) e PN 369 (camadas XI e XII) são bem similares entre si, com poucas diferenças: PN 371 é a amostra mais compacta; PN 370 tem a maior quantidade de vazios do tipo fissuras entrelaçados; e PN 369 apresenta os maiores tamanhos de vestígios orgânicos (uma semente), um possível fragmento de cerâmica e fragmentos de carvões. As três lâminas têm a microestrutura granular, são similares entre si e diferenciam-se sutilmente da microestrutura da amostra PN 372 (camadas V e VI) devido a razão g/f. A amostra PN 372 apresenta duas razões g/f: 85/15 e 95/15; nas demais a razão é de 90/10.

A frequência dos macrovestígios descritos em campo não é similar à detectada nas amostras micromorfológicas. No caso dos carvões a amostragem em lâmina delgada foi cerca de 1 a 2%, os carvões com maiores tamanhos (fração areia fina) estavam localizados na amostra PN 369. Os carvões em maior quantidade estavam na amostra PN 372. Em relação às sementes, somente na amostra PN 369 foi encontrada uma unidade. Os poucos vestígios microscópicos podem estar relacionados ao pouco uso (pisoteio, descarte) do montículo e/ou uma menor preservação do material.

Os nódulos de ferro encontrados nessas amostras são pequenos, de tipo órtico e anórticos (entre 80% e 90%), sempre dispersos. Provavelmente esses nódulos não foram adicionados intencionalmente, como se observou na base do montículo, e sim foram trazidos junto com o solo utilizado durante a construção. A comparação entre a frequência dos nódulos de ferro encontrados durante as escavações é similar a concentração encontrada nas lâminas delgadas.

Por todas as lâminas o material parece ser areia fina e silte muito grosso misturado com um solo pouco mais argiloso, variando sutilmente a relação entre areia, silte e argila entre as amostras. Pequenos agregados formados por argilas aparecem dispersos. O horizonte A do solo no local é arenoso, mas é descrito como um horizonte que fica em torno de 10 a 15 centímetros de profundidade. A amostra SCA 1601 que foi coletada a 30cm de profundidade mostrou características micromorfológicas e granulométricas distintas das amostras do montículo.

A presença de pouco material antropogênico, resíduos orgânicos, e poucos carvões dispersos nos sedimentos das camadas superiores pode ser interpretado de

duas formas: 1) como resultado da bioturbação, evidenciado pelas marcas de passagem, e vazios do tipo canal; 2) causado pela mistura intencional durante o fabrico do material para a construção do montículo. Assim como ocorreu em Pago Lindo (VILLAGRAN; GIANOTTI, 2013) e em Los três Cerros (CASTINHEIRA, et al. 2011) os limites das camadas se tornaram difusos devido a intensa atuação da bioturbação.

O material utilizado para a construção das camadas superiores diverge das amostras de referência pela microestrutura e quantidade do material fino presente (nas amostras de referência predomina a fração fina). Na micromorfologia, a quantidade de revestimentos de argila é superior nas amostras de solo de referência, com coloração mais avermelhada e porcentagem da fração fina também são superiores. Nas amostras das camadas arqueológicas aparecem carvões, apesar da pouca quantidade, assim como resíduos biosilíceos de origem vegetal e resíduos orgânicos dispersos.

A micromorfologia mostra que as composições dos fundos matriciais das camadas arqueológicas são similares, formadas principalmente por grãos de quartzo bem selecionados (cerca de 95%) e grãos diversos (1%), divididos nos tamanhos areia fina, muito fina e silte grosso, subangulares e subarredondados.

Considerando a proporção e formato dos grãos de quartzo nas amostras, a presença de fragmentos arredondados de revestimentos em todas as camadas arqueológicas e a similaridade das proporções de areia fina até silte evidenciado pela granulometria de imagem, é possível supor que o material utilizado na construção das camadas superiores do montículo veio de algum ponto próximo ao sítio arqueológico, mas não exatamente de onde as amostras de referência foram coletadas.

Como as lâminas de referência são diferentes das lâminas do montículo M11, sabemos que a área fonte para construção do sítio não veio do solo das proximidades. Assim, novas coletas de outros solos superficiais e de outras possíveis fontes, como as margens arenosas dos igarapés, por exemplo, deverão ser realizadas para sanar essa questão.

6.4 Amostra PN 122: estrutura de combustão?

A amostra PN 122 foi coletada com a intensão de averiguar se a Feição 2 encontrada na unidade N1097E924 poderia ser uma estrutura de combustão intacta (fogueira). A amostra apresenta uma quantidade um pouco maior de material orgânico e carvões se comparado as outras amostras do montículo M11, tanto na fração grossa, mas principalmente na fração fina. Os carvões aparecem dispersos por toda a lâmina, há um vestígio de tecido vegetal queimado, mas outros elementos de combustão in situ não aparecem, como por exemplo: solo rubificado, cristais de cinzas, cinzas articuladas, agregados silicosos ou escória vítrea e restos de ossos ou vegetais queimados (MENTZER, 2014).

A mancha acinzentada tem material carbonizado principalmente na fração silte, mas não existe indícios que a sua queima foi feita in situ. Provavelmente esse material carbonizado foi misturado ao material do montículo no momento da construção e acabou concentrado em uma pequena área.

6.5 Processos pós deposicionais

Os dois principais processos pós-deposicionais do montículo M11 são a presença de revestimentos de argila e as bioturbações. Os revestimentos de argila são formados pelo fluxo da água através do solo e estão relacionados à remoção da argila em horizontes superiores e deposição nos horizontes inferiores. Neste processo à alternância entre ambiente seco e úmido condiciona as diferentes fases da iluviação. Locais com alta retenção de água e baixa permeabilidade formam um ambiente saturado e conseqüentemente propício para a redução e mobilização do Fe e Mn (NICOSIA; STOOPS, 2017; STOOPS, 2003).

Os revestimentos de argila aparecem como crescentes e típicos, essas características pedológicas são comuns por todo o montículo, mas nas amostras das camadas superiores aparecem em menor quantidade e tamanho. Na lâmina PN 369, por exemplo, é possível ver os revestimentos de argila se formando dentro das células do carvão. O fato destes revestimentos de argila finos serem límpidos e em luz cruzadas as partículas de argila aparecerem como bem orientadas, é típico de

deposição lenta (CREMEENS, 2005).

Na base do montículo há vários tipos de revestimentos de argila, como por exemplo: preenchimentos/revestimentos límpidos, sujos, microlaminado e fragmentos arredondados de revestimentos. Diferentemente das camadas superiores, os revestimentos da base são avermelhados e maiores em tamanho e quantidade. A base do montículo foi construída com material argiloso e nódulos de ferro o que, somado a alta pluviosidade da região, formou um ambiente de fluxo lento da água favorecendo a formação dos revestimentos crescentes e límpidos.

A bioturbação é o outro processo pós deposicional presente em toda a estratigrafia do montículo M11. Os vazios de tipo canais e câmaras estão relacionados com a atividade da fauna e de raízes nos solos. Apesar das várias marcas relacionadas à presença da fauna do solo, somente três conjuntos de excrementos foram localizados em toda a estratigrafia (PN 372 e PN 369), isso pode estar relacionado a alta umidade do montículo e a uma rápida deterioração do material orgânico.

Na base do montículo M11 alguns poucos vazios de tipo câmara e canal apresentaram revestimentos nas paredes, provavelmente esses vazios eram mais antigos que a grande maioria dos vazios que não apresentavam essas características. A bioturbação presente no montículo M11 pode ser a responsável por ter obliterado os limites entre as distintas camadas.

6.6 Considerações finais

O uso da micromorfologia de solos para compreender as construções monticulares já está bem estabelecido na Arqueologia com diversos trabalhos publicados pelo mundo, alguns exemplos foram apresentados no Capítulo II desta dissertação. Os estudos dos sedimentos de estruturas monticulares da Amazônia Ocidental está iniciando com o sítio arqueológico Sol de Campinas do Acre.

As análises micromorfológicas do sítio Sol de Campinas do Acre apontam para escolhas e combinações de materiais na construção do montículo M11. A presença de nódulos de ferro e material com alto teor de argila na base do montículo colabora com a ideia de que antigos construtores desenvolviam estratégias para evitar o colapso e erosão dos montículos. As camadas acima da base, construídas com características semelhantes ao longo do tempo, também mostra uma

continuidade da prática ao longo de diferentes gerações.

A preocupação na seleção do material da base do montículo evidencia uma intencionalidade de construção de uma estrutura fixa, que perdurasse, porém não necessariamente como um monumento de destaque na paisagem. A base foi recorrentemente e continuamente ocupada por um período de mais ou menos 500 anos e onde constata o crescimento vertical da estrutura. Os revestimentos sujos/empoeirados presentes na base do montículo marcam, provavelmente um período onde a base ficou exposta.

No sítio Poverty Point, por exemplo, há montículos que foram construídos em alguns meses, outros levaram décadas ou séculos, em geral a sua função determinou a velocidade de construção (SHERWOOD E KIDDER, 2011). Segundo as datações radiocarbônicas a construção do SCA demorou cerca de 5 séculos para ser erguida, o que significa que sua construção não foi pensada para ser um “monumento” destacado na paisagem. As datações radiocarbônicas mostram que a monumentalidade não era uma preocupação inicial e sim uma consequência da atividade de uso.

Com o tempo e com o crescimento vertical o montículo pode aumentar seu volume e acabar destacando na paisagem, como é o caso dos Sambaquis de Santa Catarina que demoraram cerca de mil anos para ter as dimensões atuais. Esses sambaquis não eram monumentos no início, mas se tornaram com o uso (VILLAGRAN, 2014).

A análise de monumentalidade dos conjuntos de estruturas monticulares pode ser um pouco mais complexa, conforme descrito por Schaan (2007), os sítios possuem uma impressionante precisão e grau de simetria nas construções, portanto a intensão de monumentalidade pode não estar em um único montículo, mas no conjunto deles. Um exemplo disso seria o ordenamento de forma elíptica dos 24 montículos originais do SCA.

Como descrito no Capítulo I, além da precisão e grau de simetria (SCHAAN, 2007; RANZI; AGUIAR, 2001; SAUNNALUOMA et al. 2018), o planejamento e a capacidade do movimento de terra também são importantes fatores, já observados por diferentes pesquisadores, das estruturas em terra desta região. Este trabalho mostra que a habilidade de escolha, composição e uso do material também é um elemento presente.

As hipóteses levantadas em campo sobre o uso e função do montículo ainda

permanecem em aberto. A hipótese do uso para cultivo levantada em campo devido à grande presença de sementes de milho no montículo M11, principalmente entre as camadas IX e XIII (0,70m à 1,7m da superfície), não foram totalmente corroboradas pela micromorfologia. De acordo com Watling (2015) o cultivo do milho requer um solo bem drenado e aerado, muita água, nutrientes e luz. A base do montículo é muito compacta e tem boas condições para a retenção de água, o que dificultaria o cultivo de milho. Os sedimentos das camadas superiores, embora menos argilosos, também mantêm as características de compactação e baixa drenagem, além de serem aparentemente pobres em nutrientes devido à baixa presença de matéria orgânica. As evidências até o momento não são suficientes para responder essa questão, porém é interessante pensar que a presença de grande quantidade de sementes pode estar relacionada a outras atividades, como por exemplo, uma área de processamento de alimentos plantado e coletado em um outro local.

A construção do montículo M11 segue uma engenharia que o permitiu permanecer na paisagem por pelo menos cinco séculos, com uma realidade climática de intensas chuvas, secas e mais recentemente atividades pecuárias.

Os povos originários responsáveis pelas construções das estruturas em terra da Amazônia Ocidental não tinham uma grande variedade de materiais construtivos. A história geológica da região resultou em um cenário onde os recursos minerais eram restritos aos solos da região e sedimentos dos rios e igarapés. Desta forma, não é difícil imaginar que os povos construtores foram capazes de conhecer e dominar esses recursos criando variedades com seleção de misturas e técnicas para uso.

Neste trabalho a comparação dos materiais construtivos com amostras de referência foi limitado às trincheiras já abertas no entorno do sítio. Para pesquisas futuras seria interessante a expansão das coletas de materiais solto e inalterado de outro montículo, do centro da praça, dos igarapés e a abertura de pelo menos uma unidade controlada para descrição e coleta do solo de fora do sítio. A incorporação de mais locais de coleta de amostras envolveria, também, a ampliação dos métodos utilizados para comparação do sedimento dos montículos com o solo natural.

As pesquisas do SCA devem analisar outros montículos do próprio sítio para comparar os resultados com o montículo M11, mas também de sítios similares como, por exemplo, os sítios monticulares Fonte Boa ou Sol do Iquiri. A continuação desta pesquisa vai ao encontro das orientações de Moreley e Goldberg (2016) sobre

a importância de melhorar a compreensão detalhada dos processos pedogênicos em ambientes tropicais, úmidos e suas assinaturas no registro arqueológico.

Anexo 1- Cadastro do IPHAN Sol de Campinas do Acre

Ministério
da Cultura

Sistema Nacional de Informações Culturais - SNIC

Cadastro Nacional de
Sítios Arqueológicos
CNSA / SGPA*

- CNSA AC00265 -

Nome do sítio: Geoglifo Sol de Campinas do Acre

Outras designações e siglas:

CNSA: AC00265

Município: Senador Guimard

UF: AC

Descrição sumária do sítio: Geoglifo com forma circular, é composto por montículos que formam um círculo de aproximadamente 120 metros de diâmetro e uma área interna de 11.420 metros quadrados.

Sítios relacionados:

Comprimento: 0m **Largura:** 0m **Altura máxima:** 0m (a partir do nível do solo)

Área: 0m² **Medição** ☐ Estimada ☐ Passo ☐ Mapa ☒ Instrumento

Unidade geomorfológica: Geoglifo

Compartimento topográfico: Topo

Altitude: 163m (com relação ao nível do mar)

Água mais próxima: Igarapé

Distância: 500m

Rio:

Bacia: Madeira

Vegetação atual

- ☐ Floresta ombrófila ☐ Savana (cerrado)
☐ Floresta estacional ☐ Savana-estépica (Caatinga)
☐ Campinarana ☐ Estepe
☒ Capoeira **Outra:** gramíneas

Propriedade da terra ☐ Área pública ☒ Área privada **Outra:**

Proteção legal ☐ Unid. de conservação ambiental

Em área tombada ☐ Municipal ☐ Estadual ☐ Federal ☐ Patrim. da humanidade

Uso atual do terreno

- ☐ Atividade urbana ☒ Pasto
☐ Via pública ☐ Plantio
☒ Estrutura de fazenda ☐ Área devoluta

Outro:

☐ Área militar ☐ Área indígena

Categoria

- ☒ Unicomponencial ☒ Pré-colonial
☐ Multicomponencial ☐ De contato

Tipo de sítios: Geoglifo

Forma: Circular

Tipo de solo: Latossolo

☐ **Histórico**
Estratigrafia:**Contexto de deposição**
☒ **Em superfície**
☒ **Em profundidade**
Exposição
☒ **Céu aberto**
☐ **Abrigo sob rocha**
☐ **Gruta**
☐ **Submerso**
☐ **Outra:**

* Em atendimento ao determinado na Lei nº 3.924 de 26 de julho de 1961, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.

Página 1 de 3

**Ministério
da Cultura**

Sistema Nacional de Informações Culturais - SNIC

**Cadastro Nacional de
Sítios Arqueológicos
CNSA / SGPA***

- CNSA AC00265 -

Estrutura**Artefatos**
☐ **Área de refugio**
☐ **Canais tipo trincheiras,
valetas**
☒ **Lítico lascado**
☒ **Cerâmico**
☐ **De lascamento**
☐ **Círculos de pedra**
☐ **Lítico polido**
☐ **Sobre concha**
☐ **De Combustão**

(fogueira, forno, fogão)

☐ **Estacas, buracos de
Fossas**
☐ **Sobre material orgânico**

Outros vestígios líticos:

☐ **Funerárias**
☐ **Fossas**
☐ **Vestígios de edificações**
☒ **Muros de terra, linhas de
argila**
☐ **Vestígios de mineração**
☐ **Palafitas**
☐ **Alinhamento de pedras**
☐ **Paliçadas**
☐ **Manchas pretas**
☐ **Concentrações cerâmica -
quant.:**

Outras:

Material histórico:

Outros vestígios orgânicos:

Outros vestígios inorgânicos:

Arte rupestre: ☐ Pintura: ☐ Gravura: ☒ Ausente:

FILIAÇÃO CULTURAL

Artefatos líticos:

Tradições:

Fases:

Complementos:

Outras atribuições:

Artefatos cerâmicos:

Tradições:

Fases:

Complementos:

Outras atribuições:

Artefatos rupestre:

Tradições:

Estilos:

Complementos:

Outras atribuições:

Datações Absolutas:

Datações Relativas:

Grau de integridade ☒ mais de 75% ☐ entre 25 e 75% ☐ menos de 25%

Fatores de destruição ☐ Erosão eólica ☐ Erosão fluvial ☐ Vandalismo

☐ Erosão pluvial

☒ Construção de estrada

☒ Atividades agrícolas

☐ Construção de moradias

Outros fatores naturais:

Outros fatores antrópicos:

Possibilidades de destruição:

Medidas para preservação:

Relevância do sítio ☒ Alta ☐ Média ☐ Baixa

Atividades desenvolvidas no local

☒ Registro

☐ Coleta de superfície

☐ Sondagem ou Corte estratigráfico

☐ Escavação de grande superfície

☐ Levantamento de grafismo rupestre

Nome do responsável pelo registro: Renato Kipinis

Data do registro: 03/11/2011

Ano do registro: 2011

* Em atendimento ao determinado na Lei nº 3.924 de 26 de julho de 1961, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.

Página 2 de 3

Ministério
da Cultura

Sistema Nacional de Informações Culturais - SNIC

Cadastro Nacional de
Sítios Arqueológicos
CNSA / SGPA*

IPHAN
Centro Nacional de Arqueologia - CNA

- CNSA AC00265 -

Nome do projeto: Linha de Transmissão LT 230 kV Porto Velho/RO – Rio Branco/AC C2 - Primeira Etapa Prospecções

Documentação produzida (quantidade)

Mapa com sítio plotado:	0	Foto preto e branco:	0
Croqui:	0	Reprografia de imagem:	0
Planta baixa do sítio:	0	Imagem de satélite:	0
Planta baixa dos locais afetados:	0	Cópia total de arte rupestre:	0
Planta baixa de estruturas:	0	Cópia parcial de arte rupestre:	0
Perfil estratigráfico:	0	Ilustração do material:	0
Perfil topográfico:	0	Caderneta de campo:	0
Foto aérea:	0	Video / Filme:	0
Foto colorida:	0	Outra:	0

Bibliografia

Responsável pelo preenchimento da ficha: Juliana Rossato Santi

Data: 03/11/2011

Localização dos dados: Scientia Consultoria Científic

Atualizações:

Assinatura

* Em atendimento ao determinado na Lei nº 3.924 de 26 de julho de 1961, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.

Anexo 02 – Mapa de localizaço das estruturas em terra da Amaznia Ocidental

Fonte: Rampanelli, 2016

Anexo 03—Perfil Norte, montículo M11 Sol de Campinas do Acre

PROJETO ESPINHARA E SOL DE CAMPINAS DO ACRE
Sítio Sol de Campinas do Acre (AC)
Perfil Norte das Unidades da Linha N1098 - Montículo 11

Legenda

	limite claro		camadas
	limite difuso		cerâmica / NP
	superfície		carvão / NP
	não escavado		caixas de coleta para micromorfologia
	projeção de camada em área não escavada		lente de laterita

Amostras datação

PN	Camada	Peso	Obs
271	IV	0,4	1a camada de ocupação
270	VI	0,1	2a camada de ocupação
359	VIII	0,6	3a camada de ocupação
365	X	2,5	4a camada de ocupação
356	XII	0,1	5a camada de ocupação
309	XIV	0,8	6a camada de ocupação?

Autores / Local / Data

Digitalização:
Thiago Trindade
Laura Furquim
Rafael Almeida
Rafael Poveron

Croqui:
Thiago Trindade
Fernando Ferreira
Raquel Frola
Silvana Magalhães
Romildo Meneses
Guilherme Mongelo
Tiago Karter
Tatiane Mendonça
Eduardo Neves

Local:
Sítio Arqueológico Sol de Campinas do Acre
Município de Campinas do Acre (AC)
UTM: WGS84 19L 685314 / 8887719

Data: 27 novembro 2014

Camadas

I - camada estéril original, composta majoritariamente por laterita; textura argilosa; cor 2.5 YR 4/8 (40%), 7.5 YR 6/8	X - possível camada de ocupação, com maior frequência de fragmentos de carvão, mas menos fragmentos cerâmicos; textura siltosa; coloração 7.5 YR 4/6 (70%), 7.5 YR 5/8 (30%)
II - camada basal do montículo; textura siltosa; cor 5 YR 5/8	XI - camada espessa de aterro, com relativa frequência de materiais arqueológicos; textura siltosa; 7.5 YR 5/8
III - camada construtiva adicionada sobre a base do montículo; textura siltosa; cor 7.5 YR 5/6	XII - possível distinção da camada XIII, textura siltosa, cor 5 YR 4/6
IV - primeira camada de ocupação, possui alguns carvões; textura siltosa; cor 7.5 YR 4/6	XIII - camada construtiva, poucos fragmentos de carvão e cerâmica; textura siltosa, cor 5 YR 4/6
V - camada de aterro intermediária, ausência de cerâmicas e algumas lateritas; textura siltosa; cor 7.5 YR 5/8	XIV - camada construtiva, com poucos fragmentos de carvão e cerâmica; textura siltosa, cor 7.5 YR 6/8
VI - segunda camada de ocupação, semelhante à camada IV mas com presença de fragmentos cerâmicos e de carvão; textura siltosa; cor 7.5 YR 4/6	XV - camada intermediária, ausência de carvão e cerâmica, alta frequência de lateritas e raízes; 10 YR 5/4
VII - camada de aterro, semelhante à camada V, textura siltosa; cor 7.5 YR 5/8	XVI - camada húmida superficial, alta frequência de raízes e radículas; textura siltosa; cor 7.5 YR 4/3
VIII - terceira camada de ocupação, mais espessa que as anteriores; textura siltosa, cor 10 YR 4/6	L - lente de laterita 'intrusiva', sem aparente relação com qualquer outra camada
IX - camada de aterro, com baixa frequência de materiais arqueológicos, textura siltosa; cor 7.5 YR 5/8	

Fonte: Neves et al., 2016.

Anexo 4 – Planilha de descrição micromorfológica

SAMPLE :

VOIDS										
Porosity	Types of voids (64)	Shape of poroids (65)	Roughness (54)	Abundance (48)	Basic distribution (38)	Basic orientation (39)	Ref. distribution (40)	Accommodation (63)	Size/ packing	
AGGREGATES						MICROSTRUCTURE				
Peds/aggregates (59)	Separation (61)	Roughness (54)	Accommodation (63)	Size		Microstructure (68)	c/f ratio	c/f rel. dist. (43)		
COARSE MINERAL FRACTION										
Composition (72-76)	Abundance (48)	Size	Shape (50)	Roundness (53)	Sorting (48)	Basic distribution (38)	Basic orientation (39)	Ref. distribution (40)	Alteration (79)	
COARSE ORGANIC FRACTION										
Composition (88)	Abundance (48)	Size	Shape (50)	Roundness (53)	Sorting (48)	Basic distribution (38)	Basic orientation (39)	Ref. distribution (40)	Alteration (89)	
FINE FRACTION										
c/f limit	Color	Limpidity (86)	b-fabric (95)	Composition	Observations					
PEDOFEATURES										
	Classification	Abundance	Color	b-fabric	Composition	Impregnation/ shape				
Impregnations										
Coatings (107-109)										
Hypocoatings										
Quasicoatings										
Infillings (114)										
Crystals (116)										
Nodules (118)										
Intercalations (122)										
Excrements (124)										

Observations:

Referências

- ACRE, **Zoneamento Ecológico-Econômico. Recursos naturais e meio ambiente. Volume I.** Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Rio Branco, Acre, Brazil, 2000.
- ACRE, **Econômico do Estado. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre.** Fase II, 2006.
- ACRE, Governo do Estado. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II** (Escala 1: 250.000). Documento Síntese. 2. SEMA. Ed. Rio Branco: 356p, 2010.
- AMARAL, E. F. do et al. **Levantamento de solo no sistema de capacidade de uso a nível da pequena propriedade rural: o caso do PED, município de Senador Guimard, Acre.** Embrapa Acre-Documents (INFOTECA-E), 1998.
- ANA (Agência Nacional de Águas). **Plano estratégico de recursos hídricos dos afluentes da margem direita do rio Amazonas:** resumo executivo / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2012.
- APPOLONI, C. R.; PARREIRA, P. S. **Doze anos de atividades em arte e arqueometria no Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Estadual de Londrina.** Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação, v. 1, n. 6, p. 301-304, 2007.
- ARAUJO, A. G. **As geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos.** Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia. Suplemento, (supl. 3), 35-45, 1999.
- ARROYO-KALIN, M. A. **Steps towards an ecology of landscape: a geoarchaeological approach to the study of anthropogenic dark earths in the central Amazon region, Brazil.** Tese de Doutorado. University of Cambridge. 2008.
- ARROYO-KALIN, M. **Amazonian Dark Earth.** In: Nicosia, C. & Stoops, G. (eds) Archaeological Soil and Sediment Micromorphology. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, pp. 345–357, 2017
- ARPIN, T. L.; MALLOL, C.; GOLDBERG, P. **Short contribution: A new method of analyzing and documenting micromorphological thin sections using flatbed scanners:** Applications in geoarchaeological studies. Geoarchaeology: An International Journal, v. 17, n. 3, p. 305-313, 2002.
- ASTM E883-11: **Standard Guide for Reflected–Light Photomicrography** ASTM Committee, 2011.
- AUGUSTIN, C. R.; LOPES, M. R. S.; SILVA, S. M. **Lateritas: um conceito ainda em construção.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 3, 2014.

BARBOSA, D. H. B. M.; SILVA, A. C.; MENDES, M. V. A. **Caracterização granulométrica e automação do método de gaudin através do Image J**. Enciclopédia Biosfera, 2014.

BARBOSA, A. **Análise espacial dos sítios monumentais no leste da Amazônia. Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Belém, 2014.

BELTRÃO, J.F.; DOS SANTOS LOPES, R.C. **Teorias/teses nativas e arqueológicas sobre os Geoglifos no Acre**. Revista Memória em Rede, v. 10, n. 18, p. 4-21, 2018.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Arquitetura e propriedades físicas do solo**. BRADY, NC; Weil, RR. The Nature and Properties of Soils, 13, 2-49, 2002.

BRASIL. **Ministério das Minas e Energia**. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 19 - Rio Branco: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils**. John Wiley & Sons, Nova York, 1964.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Vol 2. Editora da UFSC, 1996.

CARMO, L. F. Z. do et al. **Relações Geoambientais nos Geoglifos do sudeste do estado do Acre** (dissertação de mestrado). 2012.

CASTIÑEIRA, C. et al. **The origin and construction of pre-Hispanic mounds in the Upper Delta of the Paraná River** (Argentina). Archaeological and Anthropological Sciences, v. 5, n. 1, p. 37-57, 2013.

CASTIÑEIRA, C. et al. **Modificación antrópica del paisaje durante el Holoceno tardío: las construcciones monticulares en el Delta Superior del río Paraná**. Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 71, n. 1, p. 33-47, 2014.

CAVALCANTE, L. M. **Aspectos geológicos do estado do Acre e implicações na evolução da paisagem**. 2006.

CAVALCANTE, T. S. et al. **Aplicação de técnicas de processamento e análise de imagem na análise automática da quantidade e do tamanho do grão em imagens metalográficas**. In: Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería 2009 (MetNum2009). 2009.

CREMEENS, D. L. **Micromorphology of Cotiga Mound, West Virginia**. Geoarchaeology, v. 20, n. 6, p. 581-597, 2005.

COOPER, M. et al. **Software for micromorphometric characterization of soil pores obtained from 2-D image analysis**. Scientia Agricola, v. 73, n. 4, p. 388-393, 2016.

COURTY, M.A; GOLDBERG, P; MACPHAIL.R. **Soils and Micromorphology in Archeology**. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.

CUNHA, P.R. **Bacia do Acre. Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 15, n. 2, p. 207-215, 2007.

DENEVAN W.M. **The aboriginal cultural geography of the Llanos de Mojos of Bolivia**. National Academy of Sciences-National Research Council Washington DC Foreign Field Research Program; 1966 Dec.

DIAS, O. F; CARVALHO, E.T. **As estruturas de terra na arqueologia do Acre**. Arqueo - IAB, vol. 1, pp. 14-28, Rio de Janeiro, 1988.

DIEZ CASTILLO, A. et al. **Preliminary results of the 2017 season in the amazonian earthen structures know as geoglyphs**. Embrapa Acre-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos**: Rio de Janeiro, 2013.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. **ImageJ user guide**. ImageJ/Fiji, v. 1, 2012.

FRIEL, J.J. et al. **Practical guide to image analysis**. ASM international, 2000.

FURQUIM, L.P, PUGLIESE JR. **Arqueobotânica e Agricultura em Terra Firme na Amazônia**: Avaliações Iniciais a partir do Sítio Sol de Campinas do Acre. IV Semana Internacional de Arqueologia - Museu de Arqueologia e Etnologia USP - 2015.

GODOY, J.A.; VALDIVIESO, A.G.; INESTROSA, N.C. **Nicotine Modulates Mitochondrial Dynamics in Hippocampal Neurons**. *Molecular neurobiology*, p. 1-13, 2018.

GOLDBERG, P.; BERNA, F. **Micromorphology and context**. *Quaternary International*, v. 214, n. 1, p. 56-62, 2010.

GOLDBERG, P.; HOLLIDAY, V. T.; FERRING, C. Reid (Ed.). **Earth sciences and archaeology**. Springer Science & Business Media, 2013.

GOLDBERG, P.; MACPHAIL, R. I. **Practical and theoretical geoarchaeology**. Oxford, 2006.

GOLDBERG, P, et al. **"Bedding, hearths, and site maintenance in the Middle Stone age of Sibudu cave, KwaZulu-Natal, South Africa."** *Archaeological and Anthropological Sciences* 1.2 (2009): 95-122.

GEBHARDT, A. **Soil micromorphological data from experimental and traditional agriculture.** A.-J. Barham 5-40, 1995.

HASUI, Y. et al. (Ed.). **Geologia do Brasil.** Beca, 2012.

HECKENBERGER, M. **The ecology of power: culture, place, and personhood in the southern Amazon, AD 1000-2000.** Psychology Press, 2005.

HECKENBERGER, M.; NEVES, E. **Amazonian Archaeology.** Annual Review of Anthropology Vol. 38 (2009), pp. 251-266.

IBGE, **Coordenação de Recursos Naturais; AMBIENTAIS,** Estudos. Manual técnico de geomorfologia. 2009.

ISO, DIS. 13322-1. **Particle Size Analysis-Image Analysis Methods,** Part, v. 1, 2004

LATHRAP, D. W. **The Upper Amazon.** Ancient peoples and places. Thames &Hudson. Londres, 1970.

LATORRE, C.C., APOLINAIRE E., BLASI A., POLITIS G., BONOMO M., Mari F. **Pre-Hispanic earthwork engineering variability in the Upper Delta of the Paraná River.** A comparative study between Los Tres Cerros mounds (Entre Ríos province, Argentina). *Journal of Archaeological Science: Reports*, v. 13, p. 322-332, 2017.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos. oficina de textos,** 2010.

LIMA, H. N. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001.

LOMBARDO, U., SZOBO K., CAPRILES, J. M., May, J. H., AMELUNG, W., HUTTERER, R., LEHNDORFF E., PLOTZKI A., VEIT H. **Early and middle Holocene hunter-gatherer occupations in Western Amazonia: the hidden shell middens.** *Plos one*, v. 8, n. 8, p. e72746, 2013.

MACHADO, J. S. **A formação de montículos artificiais: um estudo de caso no sítio Hatahara,** Amazonas. Mestrado em Arqueologia). Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2005.

MARTINS, I. C.; FRERY, A. C.; RAMOS, V. C. L. **Ensaio Granulométrico de Solos através do Processamento e Análise de Imagens Digitais,** 2010.

MEGGERS, B. **Amazônia, a ilusão de um paraíso,** Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1977.

MENTZER, S. M. **Microarchaeological approaches to the identification and interpretation of combustion features in prehistoric archaeological sites.** *Journal of Archaeological Method and Theory*, v. 21, n. 3, p. 616-668, 2014.

MORLEY, M. W.; GOLDBERG, P. **Geoarchaeological research in the humid tropics: A global perspective.** *Journal of Archaeological Science*, v. 77, p. 1-9, 2017.

NASCIMENTO FILHO, V. F. **Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) e por reflexão total (TXRF).** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.

NEVES, E.G. **O velho e o novo na arqueologia amazônica.** *Revista USP*, n. 44, p. 86-111, 2000.

NEVES, E.G. **Sob os tempos do equinócio: oito mil anos de história na Amazônia Central (6.500 AC—1.500 DC).** São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo, 2012.

NEVES, E.G; PUGLIESE JR. **Pesquisa e Formação nos Sítios Arqueológicos Espinhara e Sol de Campinas do Acre, Municípios de Porto Acre e Senador Guomard,** Estado do Acre, Relatório Parcial, 2014.

NEVES, E.G; PUGLIESE JR; FURQUIM, L.P; NETO, C.A.Z; CARNEIRO, C.G. **Relatório Final: Pesquisa e Formação nos Sítios Arqueológicos Espinhara e Sol de Campinas do Acre – PESC,** IPHAN, 2016.

NICOSIA, C.; G. STOOPS. **Archaeological Soil and Sediment Micromorphology,** 2017

NORDENSKIÖLD, E. **L'archéologie du bassin de l'Amazone.**1930

OLIVEIRA, C. M. M. de. **Estilos estruturais e evolução tectônica da bacia do Acre.** 1994.

PARSSINEN, M.; RANZI, A.; SAULALUOMA, S.; SIIRIAINEN, A. **Geometrically patterned ancient earthworks in the Rio Branco region of Acre, Brazil:** New evidence of ancient chiefdom formations in Amazonian interfluvial terra firme environment. *Renvall Institute Publications*, 14, pp.97- 133, 2003

PÄRSSINEN, M., SCHAAN, D., e RANZI, A. **Pre-Columbian geometric earthworks in the upper Purús: a complex society in western Amazonia.** *Antiquity*, 83(322), 1084-1095,2009.

PASSONI, S. et al. **Software Image J to study soil pore distribution.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p. 122-128, 2014.

PRADO, G. S. do et al. **O emprego da análise de imagem na determinação da distribuição de tamanho de partículas da areia presente no esgoto sanitário.** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 3, p. 401-409, 2009.

POLITIS, G. G. et al. **Archaeology of the Upper Delta of the Paraná River (Argentina): mound construction and anthropic landscapes in the Los Tres Cerros locality**. Quaternary International, v. 245, n. 1, p. 74-88, 2011.

PROUS, André. **Arqueologia brasileira**. Editora UnB, 1991.

PUGLIESE F. A; TRINDADE T.B; NETO C.A.Z; FURQUIM L.P; HERMENEGILDO T. **Sol de Campinas and the Cultural Variability in Southwestern Amazon: moundbuilders and archaeological earthworks in Acre State – Brazil**. SAA, 2015.

RAMPANELLI, I. **Las estructuras de tierra delimitadas por zanjas en la Amazonía Occidental**. 2016.

RANZI, A.; AGUIAR, R.L.S. **Registro de geoglifos na região Amazônica, Brasil**. Revista Munda. Coimbra, n. 42, pp. 87-91, 2001.

RODRIGUES, T. E. et al. **Caracterização e classificação de solos no Município de Senador Guimard**, Estado do Acre. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2003.

ROSTAIN, S. **Los edificadores de la selva: obras precolombinas en Amazonía**. Por donde hay soplo, Actes & Mémoires, v. 29, p. 69-87, 2011.

ROOSEVELT, A. C. **Moundbuilders of the Amazon: geophysical archaeology on Marajo Island, Brazil**. 1991

ROOSEVELT, A. C. et al. **Early pottery in the Amazon: twenty years of scholarly obscurity**. The emergence of pottery: Technology and innovation in ancient societies, p. 115-131, 1995.

RUBIN, J.C.R.; SILVA, RT. **Geoarqueologia: teoria e prática**. Goiânia: Ed. da PUC Goiás, 2008.

SAUNALUOMA, S. **Pre-Columbian earthworks in the Riberalta region of the Bolivian Amazon**. Amazônica-Revista de Antropologia, v. 2, n. 1, 2010.

SAUNALUOMA, S.; SCHANN, D. **Monumentality in Western Amazonia formative societies: geometric ditched enclosures in the Brazilian state of Acre**. In: Antiqua, v. 30, ed. 1. 2012

SAUNALUOMA, S. **Geometric earthworks in the State of Acre, Brazil: excavations at the Fazenda Atlântica and Quinauá Sites**. Latin American Antiquity, v. 23, n. 4, p. 565-583, 2012.

SAUNALUOMA, S. et al. **Pre-Columbian earthwork sites in the frontier region between Brazil and Bolivia, Southwestern Amazon**. 2013.

SAUNALUOMA, S. **Os sítios pré-colombianos com estruturas de terra na região de fronteira entre o Acre, Brasil, e Riberalta, Bolívia, Amazônia sul-ocidental**. Revista De Arqueologia, v. 27, n. 2, p. 125-149, 2014.

SAUNALUOMA, S.; PÄRSSINEN, M.; SCHAAN, D. **Diversity of Pre-colonial Earthworks in the Brazilian State of Acre, Southwestern Amazonia**. *Journal of Field Archaeology*, 43.5: 362-379, 2018,

SCABUZZO, C. et al. **Estudios bioarqueológicos en el sitio Los Tres Cerros 1** (Delta Superior del río Paraná, Entre Ríos, Argentina). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. hum.*, Belém, v. 10, n. 2, p. 509-536, Aug. 2015.

SCHAAN, D. P.; DA VEIGA SILVA, W. F. **O povo das águas e sua expansão territorial: uma abordagem regional de sociedades pré-coloniais na ilha de Marajó**. *Revista de Arqueologia*, v. 17, n. 1, 2004.

SCHAAN, D. P.; PARSSINEN, M.; RANZI, A. e PICCOLI, J. C. **Geoglifos da Amazônia ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme**. *Revista de Arqueologia*, V 20, n 1, .2007.

SCHAAN, D. P.; RANZI, A.; PARSSINEN, M. (Orgs.). **Arqueologia da Amazônia Ocidental: os Geoglifos do Acre**. Belém: EDUFPA; Rio Branco: Biblioteca da Floresta Ministra Marina Silva, 2008.

SCHAAN, D. et al. **Construindo paisagens como espaços sociais: o caso dos geoglifos do Acre**. *Revista de Arqueologia*, 23(1), 30-41, 2010.

SCHAAN, D. P.; PARSSINEN, M., SAUNALUOMA, S., RANZI, A., BUENO, M., BARBOSA, A. **New radiometric dates for pre-Columbian (2000–700 B.P.) earthworks in western Amazonia, Brazil**. *J. Field Archaeol.* 37(2), 132–142, 2012.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. **NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis**. *Nature methods*, v. 9, n. 7, p. 671-675, 2012.

SILVA, A.J.P. da et al. **Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM, p. 55-85, 2003.

SÉGALEN, P. **Metallic oxides and hydroxides in soils of the warm and humid areas of the world: formation, identification, evolution**. *Soils and Tropical Weathering*. UNESCO, Paris, 1971.

SHAHACK-GROSS, R.; MARSHALL F.; WEINER S. . **Geo-ethnoarchaeology of pastoral sites: the identification of livestock enclosures in abandoned Maasai settlements**. *Journal of Archaeological Science* 30.4: 439-459, 2003.

SHAHACK-GROSS, R. "Archaeological Micromorphology Self-Evaluation Exercise." *Geoarchaeology* 31.1 (2016): 49-57.

SHERWOOD, S. C.; KIDDER, T.R. **The DaVincis of dirt: Geoarchaeological perspectives on Native American mound building in the Mississippi River basin**. *Journal of Anthropological Archaeology*, v. 30, n. 1, p. 69-87, 2011.

SIMÕES, M. **Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas na Bacia Amazônica**. Acta Amazônica, 7(3): 297-300, 1977.

SOUZA, J. G. et al. **Pre-Columbian earth-builders settled along the entire southern rim of the Amazon**. Nature communications, v. 9, n. 1, p. 1125, 2018.

STOOPS, G. et al. **Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections**. Soil Science Society of America Inc., 2003.

STOOPS, G.; MARCELINO, V.; MEES, F. (Ed.). **Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths**. Elsevier, 2010.

STOOPS, G. **The “Fabric” of soil micromorphological research in the 20th century—A bibliometric analysis**. Geoderma, v. 213, p. 193-202, 2014.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. Edgard Blücher, 2003.

TEIXEIRA, W. G.; SHINZATO, E. **As características das principais classes de solos que ocorrem no estado do Acre**. Agroecologia no Acre Rio Branco: Ifac, 2015. Cap. 9, p. 181-196.

TRINDADE, T.B. **Geoglifos, zanjas ou earthworks?** Levantamento geral dos sítios arqueológicos com estruturas de terra em vala no médio rio Guaporé (RO) e análise comparada com os demais sítios no Sudoeste da Bacia Amazônica. 2015. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015

TRINDADE, T. B. **Sítios com estruturas de terra em vala no sudoeste da bacia Amazônica: histórico de pesquisas e perspectivas atuais**. Cadernos do LEPAARQ, v. 7, n. 13/14, 2010.

Van Vliet-Lanoe, B. **Frost and soils: implications for paleosols, paleoclimates and stratigraphy**. Catena 34.1-2 ,157-183, 1998.

Valenzuela, D.; Clarkson P. B. **"Geoglyphs."** In Encyclopedia of Global Archaeology, pp. 3017-3029. Springer, New York, NY, 2014.

VILLAGRAN, X. S.; GIANNINI, P. CF; DEBLASIS, P. **Archaeofacies analysis: Using depositional attributes to identify anthropic processes of deposition in a monumental shell mound of Santa Catarina State, southern Brazil**. Geoarchaeology, v. 24, n. 3, p. 311-335, 2009.

VILLAGRAN, X.S. **Estratigrafias que falam: Geoarqueologia de um sambaqui monumental** – Annablume, 214p, São Paulo, 2010

VILLAGRAN, X.S. **Micromorfologia de sítios concheiros da América do Sul: arqueoestratigrafia e processos de formação de sambaquis** (Santa Catarina, Brasil) e concheros (Terra do Fogo, Argentina). 2012. Tese de Doutorado. Universidad Autónoma de Barcelona.

VILLAGRAN, X.S.; GIANOTTI, C. **Earthen mound formation in the Uruguayan lowlands (South America): micromorphological analyses of the Pago Lindo archaeological complex.** *Journal of Archaeological Science*, v. 40, n. 2, p. 1093-1107, 2013.

VILLAGRAN, X. S.; GIANNINI, P. C.F. **Shell mounds as environmental proxies on the southern coast of Brazil.***The Holocene*, v. 24, n. 8, p. 1009-1016, 2014.

VILLAGRAN, X. S. et al. **Buried in ashes: Site formation processes at Lapa do Santo rockshelter, east-central Brazil.** *Journal of Archaeological Science*, v. 77, p. 10-34, 2017.

WATLING, J., SAUNALUOMA, S; PARSSINEN, M; SCHAAN, D. **Subsistence practices among earthwork builders: phytolith evidence from archaeological sites in the southwest Amazonian interfluves.** *Journal of Archaeological Science: Reports*, v. 4, p. 541-551, 2015.

WATLING, J. et al. **Impact of pre-Columbian “geoglyph” builders on Amazonian forests.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017, 201614359.

WATLING, J.; MAYLE, F. E.; SCHAAN, D. **Historical ecology, human niche construction and landscape in pre-Columbian Amazonia: A case study of the geoglyph builders of Acre, Brazil.** *Journal of Anthropological Archaeology*, v. 50, p. 128-139, 2018.