



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL

NILDINEIDE SOARES XAVIER

**MORFOLOGIA, QUÍMICA E MINERALOGIA DOS SOLOS ANTRÓPICOS NO
CERRADO AMAPAENSE: O SÍTIO AP-MA-05 NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO
MARCO ZERO DO EQUADOR, MACAPÁ-AMAPÁ**

Macapá
2018

NILDINEIDE SOARES XAVIER

**MORFOLOGIA, QUÍMICA E MINERALOGIA DOS SOLOS ANTRÓPICOS NO
CERRADO AMAPAENSE: O SÍTIO AP-MA-05 NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO
MARCO ZERO DO EQUADOR, MACAPÁ- AMAPÁ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Amapá ó UNIFAP, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Desenvolvimento Regional.

Orientadora: Dra. Jucilene Amorim Costa

Macapá
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

631.4

X3m Xavier, Nildineide Soares

Morfologia, química e mineralogia dos solos antrópicos no cerrado amapaense: o sítio AP-MA-05 no campus universitário Marco Zero do Equador, Macapá-Amapá / Nildineide Soares Xavier; orientadora, Jucilene Amorim Costa. – Macapá, 2018.

102 f.

Dissertação (mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional.

1. Arqueoantrossolo – Amazônia. 2. Cerrado - Amapá. 3. Patrimônio ambiental. I. Costa, Jucilene Amorim, orientador. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

NILDINEIDE SOARES XAVIER

**MORFOLOGIA, QUÍMICA E MINERALOGIA DOS SOLOS ANTRÓPICOS NO
CERRADO AMAPAENSE: O SÍTIO AP-MA-05 NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO
MARCO ZERO DO EQUADOR, MACAPÁ- AMAPÁ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Amapá ó UNIFAP, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Desenvolvimento Regional.

Orientadora: Dra. Jucilene Amorim Costa

Prof. Dra. Jucilene Amorim Costa
Orientadora (UNIFAP)

Prof. Dr. Raullyan Borja Lima e Silva
Titular Interno (PPGMDR)

Prof. Dr. Helyelson Paredes Moura
Titular Externo (UNIFAP)

Aprovada em 26 de Março de 2018.

Macapá
2018

*Aos meus pais Sra. Nailde e Sr. George
Soares, com amor, dedico.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amapá, ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e a todos os professores do programa que contribuíram para minha formação;

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Jucilene Amorim Costa, pelas orientações, sugestões, críticas e conselhos durante todas as etapas do curso de mestrado;

Ao Prof^o. Dr^o. Raullyan Borja Lima e Silva, pelos conselhos e apoio que contribuíram muito para a realização deste trabalho;

Ao Prof^o. Dr^o. Helyelson Paredes Moura, pela ajuda em campo e pelas valiosas contribuições durante o exame de qualificação;

Ao Prof^o. Dr^o. Wardsson Lustrino Borges, Dr^o Nagib Jorge Melém Júnior e Daniel Marcos de Freitas Araujo da EMBRAPA/AMAPÁ, que possibilitaram a realização das análises indispensáveis para esta pesquisa;

Aos acadêmicos do curso de Geografia, em especial Karol e Gilberto, por toda ajuda durante os trabalhos de campo;

À minha grande amiga Dr^a. Paloma Camargo, pela ajuda com as análises mineralógicas na Universidade Federal do Pará;

Ao amigo André, por toda atenção, tempo gasto e dedicação nas contribuições valiosas e reflexões que ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

À amiga Dr^a. Adriane Rocha pelas conversas e contribuições para a confecção do projeto de qualificação.

Ao amigo Gerson Anderson pelas contribuições com o *software* XPERT e conversas que contribuíram de forma indireta para este trabalho.

Aos grandes amigos que o MDR me deu, em especial Simona Kattryna, Eliakim Silva e Netiê de Oliveira por terem compartilhado os momentos de angústia e aflição, e também os de alegria, pelas conversas e por todo apoio dado durante o curso;

Aos amigos do SLAB e Prof^o. Ramon pela compreensão e ajuda durante este processo;

Aos meus pais e irmã por terem compreendido os momentos de ausência, confortado e incentivado incansavelmente, e por estarem sempre presentes, apesar da distância física;

Ao meu esposo José Renato Xavier, por todo companheirismo, amizade e dedicação que transcendem as dificuldades enfrentadas durante estes 2 anos de mestrado;

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte ou torceram para o êxito deste trabalho: minha gratidão.

RESUMO

As pesquisas pedológicas, arqueológicas e etnográficas recentes trouxeram novos conhecimentos sobre a visão da inter-relação entre homem e meio ambiente. O estudo da composição morfológica, química e mineral dos solos aplicada a sítios arqueológicos revela que atividades desempenhadas em um mesmo local, sob um determinado tempo, deixam distintas assinaturas químicas no solo. E o estudo destes solos se torna relevante para uma melhor compreensão à cerca da presença humana em áreas de antigos assentamentos. Deste modo, esta pesquisa teve por objetivo caracterizar os aspectos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos dos solos antrópicos do sítio AP-MA-05, buscando apontar particularidades da ocupação pretérita no cerrado Amapaense. A área de estudo está situada no campus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), no município de Macapá-AP. Para o alcance do objetivo, foram coletadas amostras de solo em duas transversais, perpendiculares entre si, que obedeceram às direções Norte-Sul e Leste-Oeste. Após as coletas, as amostras foram preparadas e submetidas as análises laboratoriais de caracterização através de análise granulométrica; verificação de parâmetros químicos, mensurados pela determinação de pH em água, P disponível, Ca, Mg, K e Al trocáveis e H+Al; identificação mineral foi realizada por difratometria de raio-X. Foram examinados dois perfis de solo, quanto as suas propriedades morfológicas, um na área do sítio e o outro na adjacência, para fins de comparação. As manchas lateríticas no sítio arqueológico AP-MA-05 não apresentaram um padrão claro de distribuição, porém foi atestado seu aspecto antrópico, bem como a sua influência na formação dos arqueoantrossolos. Através da caracterização morfológica foram identificadas as áreas com maior influência das atividades antrópicas pré-históricas pela coloração mais escura dos solos classificados com cor bruno e espessamento do horizonte A, que pode ultrapassar os 20 cm de espessura. A granulometria mostrou solos de caráter arenoso, que favorecem o processo erosivo, entretanto, nos solos da transversal 1 existe maior acúmulo das frações argiloarenosas em decorrência do processo de ocupação antrópica, que reduzem seu processo de lixiviação e erosão. A composição mineralógica não expressou diferença entre os solos do sítio arqueológico e sua área adjacente, inferindo que ambos possuem a mesma matriz mineral de origem com predominância de quartzo e caulinita, e que as modificações são de caráter antrópico. A variabilidade química mostrou a heterogeneidade dos solos do sítio arqueológico, oriundas da influência das atividades humanas pretéritas. O aumento da fertilidade observado através da maior concentração de Ca, Mg e K ocorreu no sentido Sul do sítio, evidenciando a área de deposição preferencial de resíduos, refletindo a dinâmica da ação antrópica no assentamento. A composição química e morfológica dos solos apresentadas mostra o crescimento do sítio na porção Sul e para fora dos limites pré-estabelecidos em pesquisas anteriores. Os arqueoantrossolos no sítio são evidenciados pela coloração escura dos solos, espessamento do horizonte A e sua elevada fertilidade, entretanto, apesar destas propriedades semelhantes, os mesmos são distintos da terra preta arqueológica clássica encontrada em outros Estados, principalmente pelo conteúdo de fósforo e adição da camada laterítica.

Palavras-chave: Arqueoantrossolo. Amazônia. Patrimônio Ambiental.

ABSTRACT

Recent pedological, archaeological, and ethnographic research has brought new insights into the interrelationship between man and the environment. The study of the morphological, chemical and mineral composition of the soils applied to archaeological sites reveals that activities performed in the same place, under a determined time, leave different chemical signatures in the soil. And the study of these soils becomes relevant to a better understanding of human presence in areas of former settlements. Thus, this research aimed to characterize the morphological, physical, chemical and mineralogical aspects of the anthropic soils of the AP-MA-05 site, seeking to point out particularities of the past occupation in the cerrado Amapaense. The study area is located on the campus of the Federal University of Amapá (UNIFAP), in the municipality of Macapá-AP. To reach the objective, soil samples were collected in two transverse, perpendicular to each other, that obeyed the North-South and East-West directions. After collection, the samples were prepared and submitted to the characterization laboratory analysis through granulometric analysis; verification of chemical parameters, measured by determination of pH in water, available P, exchangeable Ca, Mg, K and Al and H + Al; mineral identification was performed by X-ray diffraction. Two soil profiles were examined for their morphological properties, one in the site area and the other in the adjacency, for comparison purposes. Lateritic spots at the archaeological site AP-MA-05 did not present a clear pattern of distribution, but attested its anthropic appearance, as well as its influence on the formation of archaeanthosols. Through the morphological characterization, the areas with the greatest influence of the prehistoric anthropic activities were identified by the darker coloration of soils classified with bruno color and thickening of the A horizon, which can exceed 20 cm of thickness. The granulometry showed sandy soils, which favor the erosive process, however, in soils of transverse 1 there is a greater accumulation of the argiloarenoses fractions as a result of the anthropic occupation process, which reduce its leaching and erosion process. The mineralogical composition did not express difference between the soils of the archaeological site and its adjacent area, inferring that both have the same mineral matrix of origin with predominance of quartz and kaolinite, and that the modifications are of anthropic character. The chemical variability showed the heterogeneity of the soils of the archaeological site, originating from the influence of the previous human activities. The increase in fertility observed through the highest concentration of Ca, Mg and K occurred in the South direction of the site, evidencing the area of preferential deposition of residues, reflecting the dynamics of the anthropic action in the settlement. The chemical and morphological composition of the soils presented shows the growth of the site in the southern portion and outside the limits established in previous research. The archaeanthostrosols in the site are evidenced by the dark coloration of the soils, thickening of the A horizon and their high fertility, however, despite these similar properties, they are distinct from the classic black archeological black found in other states, mainly by phosphorus content and addition of lateritic layer.

Keywords: Arqueoantrossolo. Amazônia. Environmental Patrimony.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização do campus Universitário Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, destacando a Área do Sítio arqueológico AP-MA-05 e a sua Área adjacente. ___	42
Figura 2 - Croqui esquemático da malha de sondagem e coleta de amostras de solo no sítio arqueológico AP-MA-05. _____	43
Figura 3 ó Identificação dos horizontes pedológicos dos perfis analisados no sítio arqueológico e na área adjacente. _____	47
Figura 4 - Mapeamento da distribuição das manchas lateríticas e variação da coloração das amostras de solo das transversais do sítio arqueológico AP-MA-05. _____	50
Figura 5 ó Fragmentos cerâmicos encontrados na porção Sul da transversal 1 no Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Fragmentos cerâmicos encontrados na profundidade 0-10 cm; B) Fragmentos cerâmicos encontrados na profundidade 10-20 cm. _____	51
Figura 6 ó Vegetação da Porção Norte e parte da porção Sul da Transversal 1 - Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Fotografia retirada no período seco; B) Fotografia retirada no período chuvoso. _____	52
Figura 7 ó Vegetação da Transversal 2 - Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Porção Oeste, a partir do ponto P3O; B) Pontos a Leste e início dos pontos a Oeste. _____	53
Figura 8 ó Veículo na área central do sítio arqueológico AP-MA-05. _____	57
Figura 9 ó Área de passagem de veículos no interior do Sítio AP-MA-05. _____	58
Figura 10 ó Urna funerária bastante deteriorada, encontrada até 50 cm de profundidade durante escavações arqueológicas no sítio arqueológico AP-MA-05. _____	59
Figura 11 ó Resíduos descartados na área do Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Porção Sul do sítio; B) Porção Oeste do sítio. _____	59
Figura 12 ó Mapa de localização do campus Universitário Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, destacando a Área do Sítio arqueológico AP-MA-05 e a sua Área adjacente. _____	66
Figura 13 ó Croqui esquemático da malha de sondagem e coleta de amostras de solo no sítio arqueológico AP-MA-05. _____	68
Figura 14 ó Padrão DRX para amostras do sítio arqueológico AP-MA-05 e Área adjacente. _____	70
Figura 15 ó Mapas de isovalor das concentrações dos parâmetros químicos pH, matéria orgânica, fósforo disponível, cálcio trocável, SB, CTC, V% e m%. _____	81

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- Fotografia 1 - Perfil estratigráfico do sítio AP-MA-05 mostrando as camadas de laterita sob uma vasilha cerâmica. _____ 20
- Fotografia 2 Escavações arqueológicas no sítio AP-MA-05. A) Lateritas formando uma coroa acima das estruturas cerâmicas enterradas; B) Vasilhas cerâmicas abaixo das coroas de laterita. _____ 20
- Fotografia 3 - Estruturas cerâmica das diferentes Fases arqueológicas encontradas no sítio AP-MA-05. A) Peça com decoração incisa junto à borda da vasilha escura, padrão típico da Fase Mazagão; B) Vasilha com decoração em aplique, formando alto-relevo, típica da chamada Fase Aruã; C) Peça decorada semelhante ao estilo da Fase Marajoara. _____ 21
- Fotografia 4 - Seleção, orientação e projeção dos pontos de amostragem do solo no sítio arqueológico AP-MA-05. Legenda: A) Seleção e marcação do ponto zero e orientação geográfica para projeção das transversais; B) Projeção das transversais para coleta de amostras. _____ 31
- Fotografia 5 ó Preparação das amostras de solo no Laboratório de Geomorfologia e Solos da Unifap (LAGESOL). A) Secagem de amostras de solo; B) Peneiramento das amostras de solo. _____ 32
- Fotografia 6 - Descrição e análise dos perfis de solo na área de estudo durante o trabalho de campo. A) Limpeza da trincheira para descrição do perfil de solo Antrópico; B) Caracterização morfológica dos solos em campo. _____ 33
- Fotografia 7 - Determinação da coloração dos solos com auxílio da carta de Munsell. _____ 34

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Climatologia de Precipitação do município de Macapá-AP calculada através dos valores médios entre os anos de 1961 e 1990. _____ 18
- Gráfico 2 ó Frações granulométricas em g.kg^{-1} das amostras de solo do sítio AP-MA-05. A) Fração granulométrica da transversal 1, na profundidade de 0-10 cm; B) Fração granulométrica da transversal 2 na profundidade de 0-10 cm; C) Fração granulométrica da transversal 1 na profundidade de 10-20 cm. _____ 52
- Gráfico 3 ó Frações granulométricas em g.kg^{-1} das amostras de solo do perfil da Área adjacente. _____ 53
- Gráfico 4 ó Variabilidade de Matéria orgânica do solo (MOS) e pH nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, nas transversais T1 e T2 do sítio arqueológico AP-MA-05. _____ 72
- Gráfico 5 ó Variabilidade de cálcio e fósforo nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, nas transversais T1 e T2 do sítio arqueológico AP-MA-05. _____ 74
- Gráfico 6 ó Variabilidade de Saturação por Bases (V%) nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, nas transversais T1 e T2 no sítio arqueológico AP-MA-05. _____ 77
- Gráfico 7 ó Valores máximo, mínimo e médios dos parâmetros químicos do sítio arqueológico AP-MA-05 no campus da UNIFAP, em Macapá-AP. _____ 78

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização do campus Universitário Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, destacando a Área do Sítio arqueológico AP-MA-05 e a sua Área adjacente. _____ 17

Mapa 2 - Croqui das delimitações arqueológicas do Sítio AP-MA-05 e indicação dos pontos de coleta de solo nas duas transversais. _____ 32

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Métodos e equipamentos utilizados para as análises químicas. _____ 36
- Quadro 2 ó Descrição morfológica dos perfis de solo analisados no sítio AP-MA-05 e na sua respectiva área adjacente. Prof.= Profundidade; FAA= Franco argiloarenosa; FA= Franco arenosa. _____ 46
- Quadro 3 - Coloração e textura dos solos das Transversais 1 e 2, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, no sítio AP-MA-05. AA) Argiloarenosa; FAA) Franco-argiloarenosa; FAr) Francoargilosa; -) Nada. _____ 48
- Quadro 4 - Métodos e equipamentos utilizados para as análises químicas. _____ 71

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Matriz de correlação de Pearson (r^2) para os relacionamentos entre as propriedades químicas do solo ($n = 41$), a nível de 5% de significância. _____ 79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
2 ÁREA DE ESTUDO	16
2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	16
2.2 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS.....	18
2.3 CLIMA E COBERTURA VEGETAL.....	18
2.4 CARACTERÍSTICAS ARQUEOLÓGICAS	19
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.1 ARQUEOANTROSSOLOS NA AMAZÔNIA.....	22
3.2 MORFOLOGIA, QUÍMICA E MINERALOGIA DOS SOLOS ANTRÓPICOS ANTIGOS	25
3.2.1 Morfologia	25
3.2.2 Propriedades Químicas do Solo	27
3.2.3 Mineralogia.....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 RECONHECIMENTO DA ÁREA E MAPEAMENTO DAS MANCHAS LATERÍTICAS.....	30
4.2 COLETA DE CAMPO E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	30
4.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA	33
4.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	35
4.5 ANÁLISE MINERALÓGICA	35
4.6 ANÁLISES QUÍMICAS	35
4.7 ANÁLISE E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 MORFOLOGIA, GRANULOMETRIA E OS IMPACTOS GERADOS PELO ATUAL USO DOS SOLOS ANTRÓPICOS DO SÍTIO AP-MA-05, MACAPÁ-AMAPÁ.	39
1 INTRODUÇÃO	40
2 ÁREA DE ESTUDO	41
3 MATERIAL E MÉTODOS	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1 MORFOLOGIA DOS SOLOS	44
4.2 DISPERSÃO DAS MANCHAS DE LATERITA.....	49
4.3 GRANULOMETRIA DOS SOLOS	51
4.4 MORFOLOGIA DOS SOLOS E OS IMPACTOS DECORRENTES DO USO ATUAL NO SÍTIO AP-MA-05	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	60
5.2 QUÍMICA E MINERALOGIA DOS SOLOS DO SÍTIO AP-MA-05, EM MACAPÁ-AMAPÁ.	64
1 INTRODUÇÃO	65
2 ÁREA DE ESTUDO	66
3 MATERIAL E MÉTODOS	67
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1 COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DOS SOLOS.....	69
4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS.....	71

4.2.1 Matéria orgânica e pH	71
4.2.2 Macronutrientes diagnósticos em Arqueoantrossolos	73
4.2.3 Parâmetros de fertilidade potencial em Arqueoantrossolos	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
REFERÊNCIAS.....	82
6 CONCLUSÃO GERAL	87
REFERÊNCIAS.....	88
APÊNDICE A ó PARÂMETROS QUÍMICOS DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.	97
APÊNDICE B ó PARÂMETROS QUÍMICOS DA TRANSVERSAL 2 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.	98
APÊNDICE C - PARÂMETROS QUÍMICOS DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM.....	99
APÊNDICE D ó COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.	100
APÊNDICE E - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TRANSVERSAL 2 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.	101
APÊNDICE F - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM.....	102

1 INTRODUÇÃO GERAL

O solo é um importante recurso natural e um componente fundamental dos ecossistemas e ciclos naturais. O mesmo é configurado ainda como reservatório de água, espaço para as atividades humanas, matéria prima para as construções, além de suporte essencial do sistema agrícola e produção de alimentos.

A formação dos solos ocorre a partir da decomposição das rochas e está relacionada a processos naturais. Entretanto, a ação antrópica vem transformando nos últimos milhares de anos um grande quantitativo de solos, tornando-os discrepantes dos naturais (CURCIO; LIMA; GIAROLA, 2004). Esses solos são conhecidos como solos antropogênicos, antrossolos ou ainda arqueantrossolos, e por possuir peculiaridades bastante diversificadas, tornam suas potencialidades e fragilidades também variáveis (SCHMIDT, 2016).

No Brasil, a Terra Preta (TP), Terra Preta de Índio (TPI) ou Terra Preta Arqueológica (TPA) tem recebido especial destaque nas pesquisas relacionadas aos antrossolos antigos (KAMPF; KERN, 2005; KERN, 1996; GLASER; BIRK, 2012; SCHMIDT, 2016). Esse tipo de solo é frequente em toda a Região Amazônica e ocorrem em raros casos nos sítios arqueológicos de outras regiões do país (CORRÊA et al., 2011).

Estes arqueantrossolos fazem parte da paisagem humana antiga construídos a partir de práticas culturais de povos ameríndios, repetidas por indivíduos ao longo do tempo. Abordagens recentes discutem modelos de formação destes solos baseados em modificações não intencionais do solo e associados a práticas agrícolas (KAMPF et al., 2010; KAMPF; KERN, 2005; KERN, 1996; NEVES; PETERSEN, 2006).

As TPA Amazônicas, que correspondem a áreas de ocupação humana antiga, são caracterizadas principalmente pela coloração escura, presença de materiais arqueológicos (artefatos cerâmicos e líticos) e teores elevados de nutrientes como Ca, P e K que conferem a estes solos uma alta e estável fertilidade (KAMPF et al., 2010; KAMPF; KERN, 2005; KERN, 1996). Estas características contrastam com os solos tipicamente ácidos e naturalmente empobrecidos da região, os quais se configuram como um fator limitante para a produtividade e sustentabilidade de sistemas de produção agrícolas tropicais.

Pesquisas que caracterizam arqueantrossolos contribuem com informações acerca das ocupações humanas pretéritas, e podem ainda revelar como os seres humanos no período pré-colombiano usaram a paisagem através de suas atividades. O estudo desses solos também colabora em responder perguntas sobre a distribuição populacional, o padrão de assentamento

e o uso do solo pelos povos amazônicos (COSTA, 2004; GLASER; BIRK, 2012; KERN, 1996; WALKINGTON, 2010).

As especificidades da TPA compreendem uma variável importante no contexto do processo de ocupação humana da Amazônia, para seu melhor entendimento, e, no melhoramento da agricultura sustentável, o que torna o estudo da TPA um recurso importante, também para a agricultura local (KAMPF; KERN, 2005; LEHMANN et al. (2003); GLASER; WOODS, 2004; WOODS, 2009).

Os antrossolos antigos amazônicos já vêm sendo estudados e caracterizados há algumas décadas e apesar das lacunas ainda existentes, como sua elevada e estável fertilidade, muitas informações a seu respeito já foram obtidas através de caracterizações por toda a Amazônia (COSTA; COSTA; KERN, 2013; KERN, 1996; SCHMIDT, 2016). No Estado do Amapá, no entanto, apesar de vários sítios arqueológicos já terem sido encontrados ainda são escassos os estudos que visam caracterizar estes solos.

Dentre os sítios arqueológicos conhecidos e cadastrados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) no Estado, existe o sítio AP-MA-05, localizado no município de Macapá, descoberto ao acaso no ano de 1997 no campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) durante obras de expansão. Na época foi realizado um resgate emergencial por uma equipe especializada do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), que na ocasião encontrou manchas de solos escuros com material arqueológico na área. Entretanto, nesse período os solos foram descritos apenas por observações sensoriais, apesar do relatório de resgate enfatizar a sua importância para maiores determinações (MACHADO, 1997).

Vale ressaltar a necessidade da caracterização dos solos do sítio AP-MA-05, a fim de que seja dada maior relevância e proteção ao sítio, visto que o mesmo se encontra em local de fácil acesso, constante passagem e bastante edificado, ocasionando sua constante deterioração.

Em suma, esta investigação oferece subsídio ao fortalecimento do desenvolvimento regional pelo aspecto da valorização do patrimônio ambiental e cultural do Estado, como contribuição aos estudos que visam a compreensão dos arqueossolos, em especial da área de cerrado Amazônico, e como fonte para novas pesquisas que busquem estudar sítios arqueológicos e solos antrópicos no Estado do Amapá.

Desta forma a questão norteadora desta investigação é: Quais as alterações morfológicas, químicas e mineralógicas causadas pela ocupação humana pretérita aos solos do sítio arqueológico AP-MA-05?

E tendo como hipótese de que a ocupação pretérita do sítio arqueológico AP-MA-05 modificou as características dos solos da área, diferenciando-os dos solos de seu entorno, principalmente em relação a sua composição morfológica, em relação a coloração mais escura dos solos, e química, através da incorporação de nutrientes como cálcio e magnésio que aumentam a fertilidade dos solos, modificando as suas características naturais. E, estas modificações seriam resultado dos resíduos orgânicos e artefatos descartados pelas populações pretéritas.

Com isso, o objetivo geral deste trabalho foi caracterizar os aspectos morfológicos, químicos e mineralógicos dos solos antrópicos do sítio AP-MA-05, buscando apontar particularidades da ocupação pretérita no cerrado Amapaense. Tendo como objetivos específicos: a) Identificar os aspectos morfológicos e a granulometria dos solos do sítio arqueológico AP-MA-05 e de sua área adjacente; b) Mensurar as variações dos índices químicos comparando os solos do sítio arqueológico aos solos da área externa ao mesmo; c) Determinar a composição mineral das amostras de solo que serão coletadas no interior e adjacências do sítio.

Os resultados obtidos com esta pesquisa são apresentados e discutidos em dois capítulos, iniciando-se com a exposição dos aspectos morfológicos e granulométricos dos solos do sítio arqueológico AP-MA-05 e os impactos ocasionados em decorrência do atual uso na área. E, no segundo capítulo são expostos os dados químicos dos solos do sítio e de sua área adjacente, mostrando a sua variabilidade e inferindo os locais com maiores alterações, e, conseqüentemente maior interferência humana antrópica antiga na área.

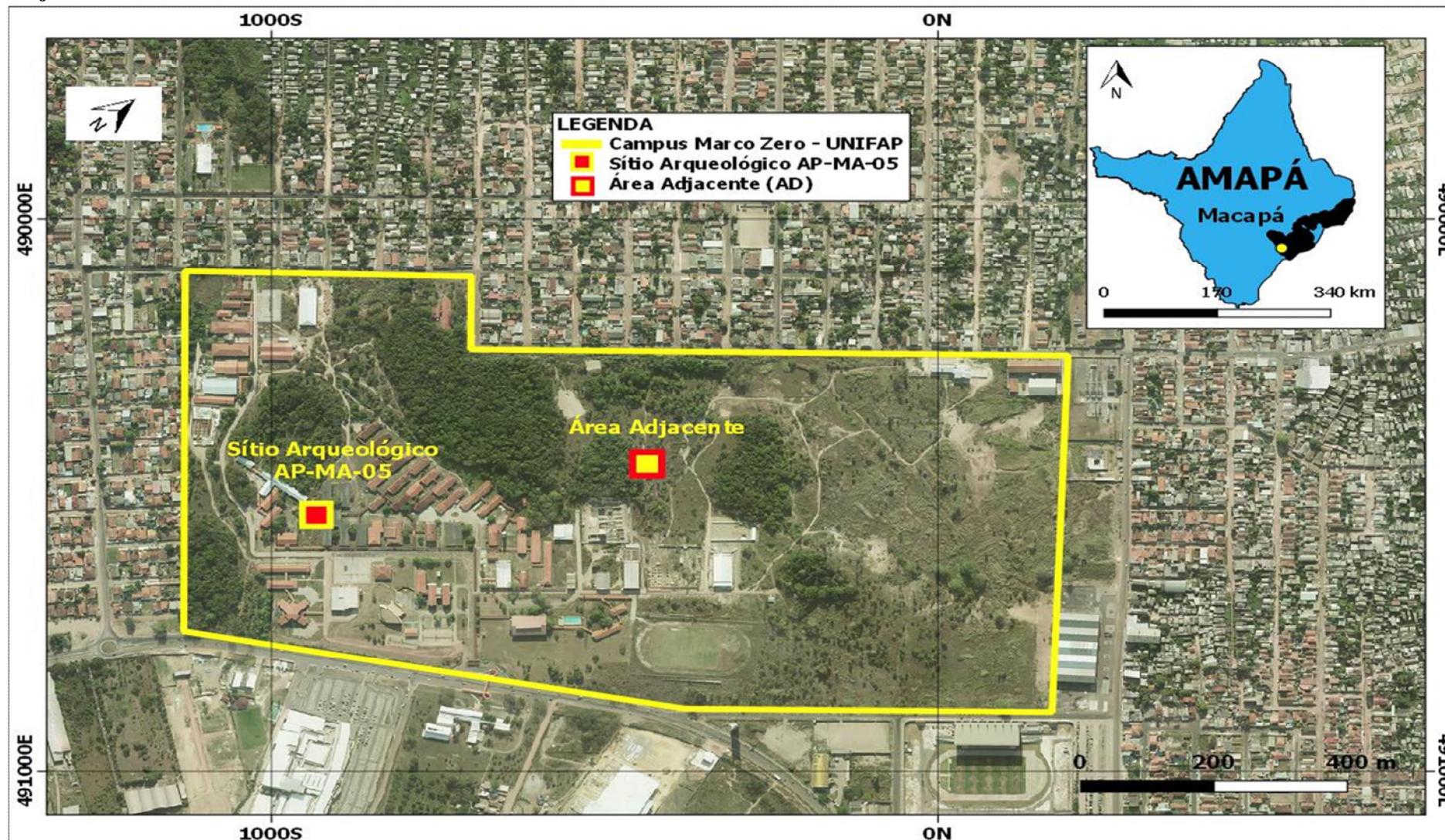
2 ÁREA DE ESTUDO

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende ao sítio arqueológico AP-MA-05, que está situado no campus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), localizada no município de Macapá, Estado do Amapá (Mapa 1). As coordenadas geográficas da área central do sítio são: Latitude $00^{\circ}00.490'S$ e Longitude $051^{\circ}05.142'W$, DATUM WGS84.

O Igarapé do Zerão é a drenagem mais próxima, a cerca de 600 m, o qual desagua no rio Amazonas, o qual está a cerca de 2 km da área estudada.

Mapa 1 - Localização do campus Universitário Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, destacando a Área do Sítio arqueológico AP-MA-05 e a sua Área adjacente.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do software QGis 2.18.

2.2 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SOLOS

Em relação aos aspectos físicos, o município de Macapá encontra-se na unidade geológica de cobertura Detrito-laterítica Pleistocênica, caracterizada pela presença de sedimentos argilo-arenosos amarelados, parcial ou totalmente pedogeneizados, gerados por processos alúvio-colúviais durante o Pleistoceno, no período Quaternário, na era Cenozoica (IBGE, 2004a).

Em áreas próximas também é possível observar feições que expressam embasamento da formação barreiras, composta por rochas sedimentares, cuja formação remonta a processos deposicionais fluviais e fluviolacustres do período Terciário, Neoceno, também da era Cenozoica (IBGE, 2004a).

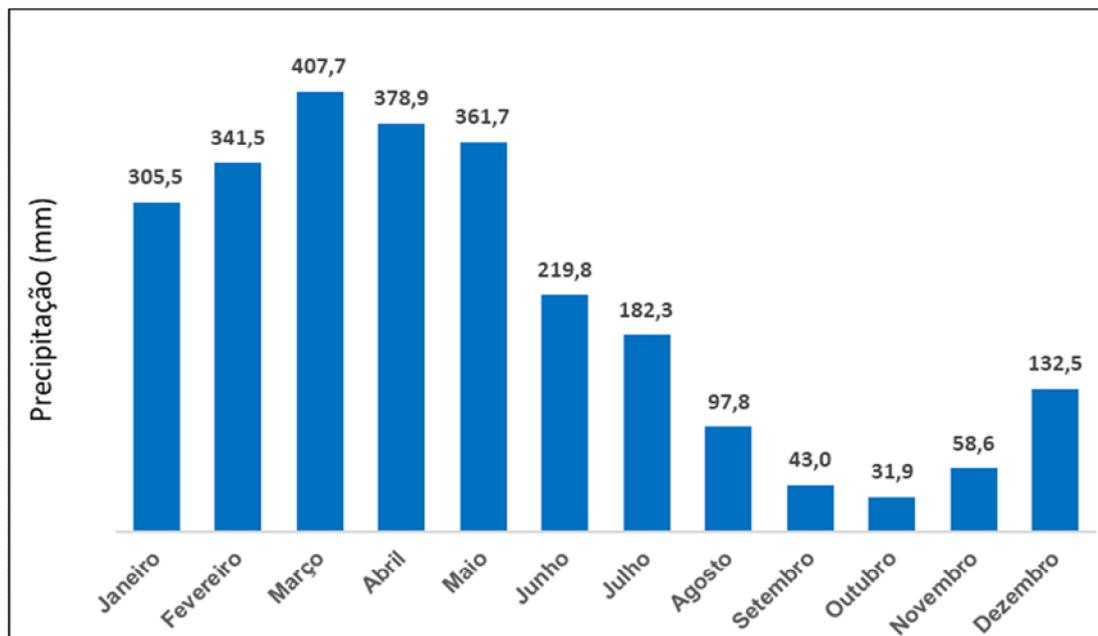
O relevo da área pertence ao domínio morfoestrutural de bacias sedimentares e coberturas inconsolidadas, na unidade geomorfológica dos tabuleiros costeiros do Amapá. O relevo local, no perímetro onde a pesquisa foi desenvolvida é caracterizado por feições de baixas declividades e pouca movimentação, com a existência de áreas com acúmulo de água provenientes de descargas pluviométricas sobre o solo (IBGE 2004b).

A área investigada caracteriza-se ainda por ser coberta por solos do tipo Latossolo amarelo distrófico típico, podendo estar associado a áreas com Plintossolos pétrico concrecionário típico e Latossolo Amarelo distrófico petroplíntico. Desta maneira, a área de estudo é composta predominantemente pela existência de solos minerais, intemperizados, profundos e bem drenados (IEPA, 2008; IBGE, 2004c).

2.3 CLIMA E COBERTURA VEGETAL

Os aspectos climáticos para o município de Macapá são definidos pelo clima caracterizado como equatorial quente e úmido com relevantes índices pluviométricos. A concentração de chuvas se intensifica no período de janeiro a junho, onde são alcançados os mais elevados índices de precipitação pluviométrica, os quais podem chegar a 407 mm no mês mais chuvoso (Gráfico 1), indicando uma condição de susceptibilidade a inundação nas cotas mais baixas (IBGE, 2004d; IEPA, 2008; INMET, 2000).

Gráfico 1 - Climatologia de Precipitação do município de Macapá-AP calculada através dos valores médios entre os anos de 1961 e 1990.



Fonte: INMET (2000). Elaborado através do *software* OriginPro 8.

A área de estudo localiza-se em uma área denominada de área de influência urbana, onde a vegetação primária já foi bastante alterada. Todavia, é possível encontrar vestígios de fisionomias vegetais com a presença de cerrado arbóreo e arbustivo e refúgios de florestas de várzea. No campus universitário da UNIFAP, especificamente, a vegetação é caracterizada pela presença marcante de cerrado arbóreo e arbustivo em contato a formações florestais de terra firme, configurando uma área de transição (IBGE, 2004e; IEPA, 2008; MENEZES; SOUZA, 2011).

2.4 CARACTERÍSTICAS ARQUEOLÓGICAS

O sítio AP-MA-05 teve pesquisas de cunho arqueológico realizadas por Machado (1997) e Saldanha e Cabral (2011), e algumas inferências quanto as suas características arqueológicas foram identificadas, como a presença de manchas lateríticas, que foram observadas durante as escavações de Saldanha e Cabral (2011), e que tiveram a origem antrópica associada ao uso funerário e outras atividades dos grupos pré-históricos que habitaram a região.

Segundo Saldanha e Cabral (2011) as lateritas do sítio são configuradas em camadas, das quais, a primeira é formada, predominantemente, por blocos irregulares de laterita com, aproximadamente, 20 cm de espessura. E, a segunda, mais densa e composta por lateritas

mais isoladas, que recobrem as vasilhas arqueológicas enterradas, formando uma espécie de coroa sob as mesmas (Fotografia 1).

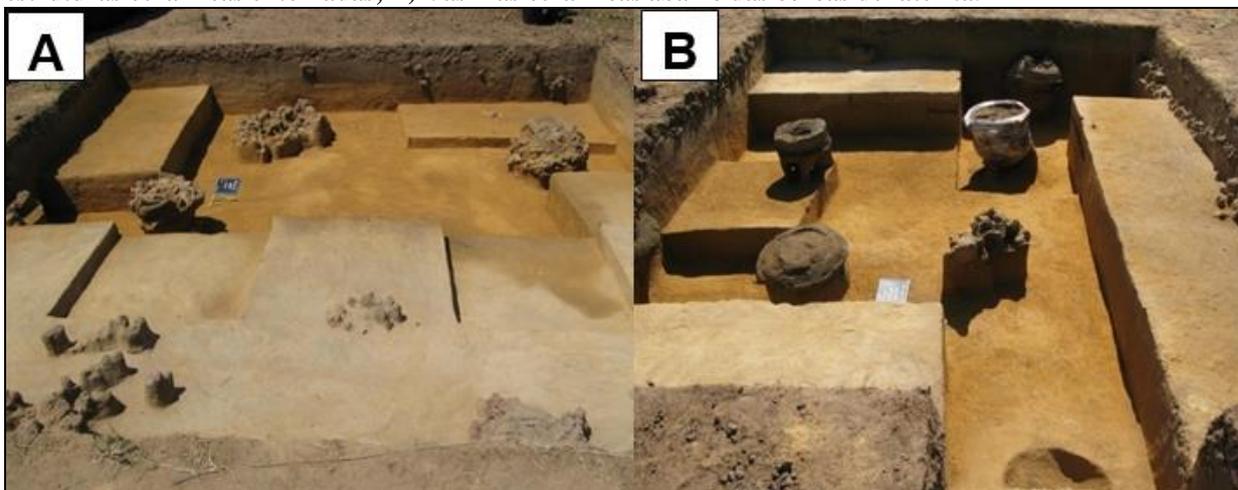
Fotografia 1 - Perfil estratigráfico do sítio AP-MA-05 mostrando as camadas de laterita sob uma vasilha cerâmica.



Fonte: Saldanha e Cabral (2011).

Através dessa configuração, Saldanha e Cabral (2011) interpretaram que o processo de formação do sítio arqueológico ocorreu da seguinte forma: primeiramente, era escavada uma fossa para receber uma urna funerária. Posteriormente a urna era introduzida, e, por fim, a área era recoberta por inúmeros blocos de laterita de tamanhos variados, levados para a área especialmente para este propósito (Fotografia 2).

Fotografia 2 - Escavações arqueológicas no sítio AP-MA-05. A) Lateritas formando uma coroa acima das estruturas cerâmicas enterradas; B) Vasilhas cerâmicas abaixo das coroas de laterita.

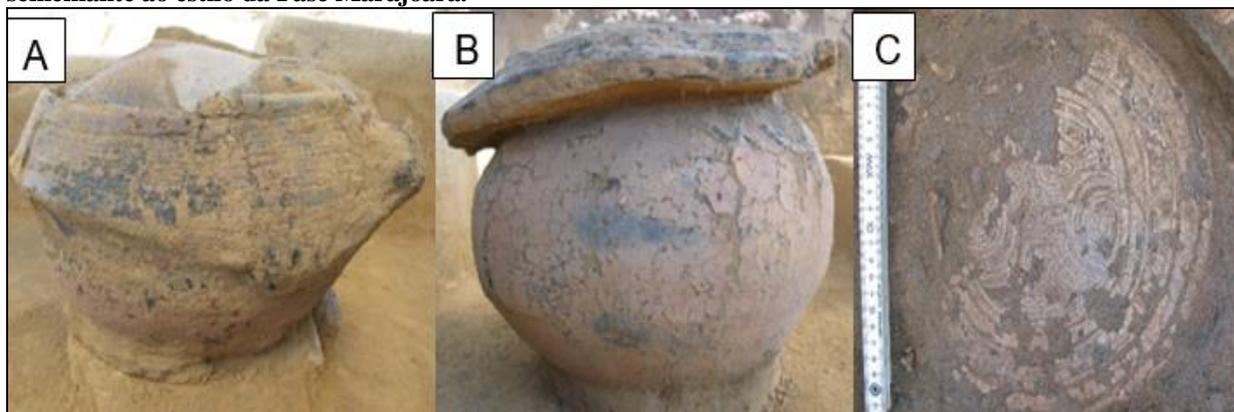


Fonte: Saldanha e Cabral (2011).

Com as pesquisas já realizadas também foi possível verificar que as urnas foram enterradas em diferentes profundidades em relação a superfície atual do terreno, algumas logo abaixo dos 20 cm, enquanto outras foram encontrados abaixo dos 150 cm de profundidade. O sítio arqueológico AP-MA-05 apresenta também uma grande diversidade de estilos cerâmicos com peças arqueológicas com decorações características de diferentes Fases arqueológicas classificadas no Estado do Amapá e Pará, como, as Fases Mazagão, Aruã e Marajoara, que foram sepultadas lado a lado no mesmo local (MACHADO, 1997; SALDANHA; CABRAL, 2010, 2011).

Essa heterogeneidade pode ser observada nas pesquisas de Saldanha e Cabral (2011) através de peças cerâmicas coletadas durante as escavações que mostram as características diversas das mesmas e as classificam conforme as Fases arqueológicas a que mais se assemelham (Fotografia 3).

Fotografia 3 - Estruturas cerâmica das diferentes Fases arqueológicas encontradas no sítio AP-MA-05. A) Peça com decoração incisa junto à borda da vasilha escura, padrão típico da Fase Mazagão; B) Vasilha com decoração em aplique, formando alto-relevo, típica da chamada Fase Aruã; C) Peça decorada semelhante ao estilo da Fase Marajoara.



Fonte: Saldanha e Cabral (2011).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica está dividida em duas subseções, na primeira, será abordada um breve histórico sobre os arqueossolos na região amazônica e na segunda, os aspectos morfológicos destes solos, suas propriedades químicas e sua caracterização mineralógica.

3.1 ARQUEOSSOLOS NA AMAZÔNIA

Até o início década de 80 acreditava-se que as populações pré-colombianas da floresta amazônica eram de baixa densidade populacional, agroextrativistas e condicionadas pela natureza (SCOLES, 2011). Segundo este autor, as pesquisas indicavam que os povoados estariam dominados por pequenas aldeias e seriam bastante móveis e limitados pelas condições ambientais que impediam seu maior desenvolvimento.

Os trabalhos científicos publicados, nesta época, sugeriam que a influência humana na paisagem amazônica tivesse sido sempre muito baixa em termos gerais, restringindo sua atuação mais transformadora a áreas reduzidas, normalmente concentradas no litoral e em pontos isolados nos cursos dos grandes rios da região (COSTA, 2015).

A partir da década de 80 uma importante mudança ocorreu nas interpretações históricas das sociedades pré-coloniais, quando se intensificaram os estudos arqueológicos e paleontológicos na região Amazônica e foram encontrados inúmeros sítios arqueológicos com material cerâmicos, antrossolos, canais e outras construções de manejo da água e da pesca por toda a extensão da região. Estas descobertas que somente poderiam ser explicadas em uma situação de alta densidade populacional e pela existência de sociedades sofisticadas e capazes de modelar a paisagem natural (SCHAAN, 2008; SILVA, 2009).

Após estas novas descobertas, tornou-se consenso que, antes da chegada dos europeus, as sociedades nativas estavam organizadas e estruturadas em cacicados de alta complexidade social e com contrastada capacidade de transformar a natureza. Assim, segundo Schann (2008), Schmidt et al. (2014) e Silva (2009), ao invés de limitadas pelo ambiente, as populações indígenas transformaram e manejaram o meio onde viviam, ao longo do tempo, até conseguir domesticar a paisagem.

Estas novas evidências arqueológicas, incluindo o tamanho e a densidade dos sítios com solos antropogênicos e outros aspectos da paisagem como a terraplenagem extensa,

demonstraram que as paisagens humanas eram muito mais modificadas na Amazônia do que se foi pensado (SCHANN, 2008).

Através das diversas intervenções ao ambiente, em especial em seus assentamentos, atuais sítios arqueológicos, formaram-se os arqueossolos, que segundo Kampf e Kern (2005) são solos que sofreram intensa atividade humana pré-colombiana nos habitats amazônicos, transformando significativamente as paisagens devido à formação de extensos depósitos de resíduos e as atividades agrícolas, que alteraram intensamente as propriedades dos solos naturais.

Na região Amazônica ocorrem sítios arqueológicos com antrossolos conhecidos como Terra Preta Arqueológica (TPA), que apresentam uma coloração mais escura que os demais solos da floresta, restos de materiais arqueológicos e altos teores de nutrientes, como fósforo, cálcio, magnésio e matéria orgânica, conferindo uma maior fertilidade a estes solos, principalmente quando comparados aos solos circunvizinhos (GLASER; BIRK, 2012; KAMPF et al., 2010; LIMA, 2004).

Atualmente, a teoria mais aceita sugere que estes solos foram formados não intencionalmente pelo homem pré-colombiano, apesar de terem sido formados em seus locais de moradia no passado, autores como Costa (2004), Kampf e Kern (2005), Kern (1996) confirmam esta hipótese alegando que as TPA se desenvolvem a partir de várias adições de resíduos de produtos orgânicos (incluindo restos de mamíferos, espinhas de peixe, excrementos, biomassa carbonizada) e material inorgânico (incluindo cinzas e outros).

A carga de nutrientes das TPA aparentemente permanece inalterada, mesmo após o cultivo contínuo, o que exige uma ininterrupta fonte de nutrientes para substituir aqueles eliminados por culturas contínuas. Logo a identificação desta fonte de nutrientes é de alta prioridade, pois contribuirá para se entender como melhorar a baixa fertilidade dos solos Amazônicos, indicando técnicas de manejo para maior produtividade e sustentabilidade de solos em ecossistemas tropicais (GLASER; BIRK 2012; VALENTE; COSTA, 2017).

As TPA são conhecidas e muito procuradas pelas populações tradicionais, que as reconhecem facilmente, mesmo sob densa cobertura florestal, especialmente por sua coloração mais escura e apontam sua utilização, no geral, em pequenas propriedades para a agricultura de subsistência (FRASER et al., 2011; SOMBROEK et al., 2010).

De acordo com Lemos et al. (2011), além da coloração mais escura, que contrasta com os solos típicos da Região, que apresentam coloração variando entre cinza claro a amarelo, a TPA pode ser distinguida também pelo alto conteúdo de artefatos arqueológicos, como fragmentos cerâmicos e líticos.

Em pesquisas realizadas no baixo Amazonas, Estado do Pará, Costa, Costa e Kern (2013) detectaram solos arqueológicos com presença de carvão, cinzas e fragmentos cerâmicos arqueológicos. Silveira et al. (2016), em estudos no Carajás, no mesmo Estado, também verificaram a presença de vestígios arqueológicos, tais como material cerâmico, material lítico (lâmina de machado e batedores), carvão, sementes carbonizadas, buracos de esteio e de estacas, entre outros.

Sobre a ocorrência de sítios arqueológicos com solos antropogênicos, Sombroek et al. (2010) alegam que os mesmos podem ser encontrados na Colômbia, Guiana, Peru e Venezuela, porém ocorrem em maior quantidade na Amazônia Brasileira. Além de serem identificados em diferentes tipos de solos como Espodossolos, Plintossolos, Cambissolos e mais frequentemente em Latossolos e Argissolos, demonstrando que possivelmente o tipo de solo não era considerado para a ocupação (KAMPF; KERN, 2005).

Os sítios com ocorrência de TPA são encontrados em posições estratégicas, como nas proximidades de cursos d'água, ao longo dos rios e em locais com uma maior visualização espacial da área, possibilitando melhores táticas de defesa (SOMBROEK et al., 2010). Estudos realizados por Silveira et al. (2016) na Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri (Flonata), no Pará, identificaram manchas de TPA próximas aos cursos d'água, ratificando a hipótese.

Outro tipo de solo antropogênico, muito semelhante a TPA, e também recorrente na floresta Amazônica, é conhecido como Terra Mulata (TM). Embora menos estudado, segundo Costa, Costa e Kern (2013), esse tipo de solo pode ocorrer por extensas faixas em assentamentos, próximo a TPA.

O solo TM também apresenta coloração escura, conteúdo moderado de matéria orgânica, Fósforo disponível, Cálcio e Magnésio, além de ocorrência esporádica ou mesmo ausência de material arqueológico, e pesquisas indicam que sua formação está diretamente ligada a áreas de agricultura intensiva ou semi-intensiva por comunidades indígenas pré-colombianas (KERN; RODRIGUES; SOMBROEK, 2003).

No Estado do Amapá, existe um vasto e diversificado patrimônio arqueológico, que vem sendo explorado desde o final do século XIX. Pesquisas arqueológicas mais recentes têm conferido uma significativa visibilidade ao patrimônio arqueológico do Estado, que apresenta sítios arqueológicos registrados em todos os municípios, com destaque a grande diversidade que esse patrimônio apresenta (IPHAN, 2014).

Pardi e Silveira (2005) identificaram 22 sítios arqueológicos em uma abordagem rápida no âmbito de um trabalho de pesquisa científica em gestão do patrimônio pelo Estado. Dentre estes sítios destaca-se os identificados no arquipélago do Bailique por apresentarem

uma camada de terra preta enterrada, e em São Joaquim do Pacuí, onde foi identificado um imenso sítio cerâmico, também sobre terra preta, que se estende por mais de 240 m de distância.

Os levantamentos realizados através trabalhos de arqueologia, na área entre a cidade de Macapá e o rio Araguari, indicam uma alta densidade de sítios de dimensões consideráveis que são caracterizados principalmente pela presença de solos escuros misturados com fragmentos cerâmicos e pelo sepultamento de urnas (PARDI; SILVEIRA, 2005; SALDANHA; CABRAL, 2010).

Segundo Saldanha e Cabral (2010), nos últimos anos, houve um incremento nas pesquisas, com o desenvolvimento de alguns projetos acadêmicos, levando à identificação de vários sítios arqueológicos. No município de Macapá, dois estudos foram realizados dentro de projetos de arqueologia de resgate. O primeiro foi feito por Pereira, Kern e Veríssimo (1986), no sítio Pacoval, dentro do bairro homônimo. E o segundo trabalho foi o resgate dentro do campus da UNIFAP, realizado por Machado (1997).

No campus universitário da UNIFAP, além do sítio AP-MA-05, também foi encontrado por Costa e Moura (2017) arqueossolos do tipo Terra Mulata, nas proximidades do hospital universitário. Os solos foram identificados através de análises morfológicas e químicas revelando uma possível área agrícola, levando-se em consideração o contexto arqueológico em que a área está inserida, bem como, sua geomorfologia e relevo.

Segundo Costa e Moura (2017) este cenário aponta a existência de condições ambientais favoráveis as estratégias de ocupação humana no passado remoto relacionada aos poucos fragmentos cerâmicos pré-coloniais associados as características do solo identificadas nos estudos geoarqueológicos e apontam potencialidade elevada como áreas de cultivo, a exemplo de roças, dada as características apresentadas, como horizonte A relativamente espesso, contendo cores cinza escura a muito escura e ocorrência esporádica de vestígios cerâmicos fruto de ocupações humanas antigas, além de conteúdos elevados de matéria orgânica e nutrientes.

3.2 MORFOLOGIA, QUÍMICA E MINERALOGIA DOS SOLOS ANTRÓPICOS ANTIGOS

3.2.1 Morfologia

Na pedologia, a morfologia estuda a aparência do solo no meio ambiente, de acordo com as características visíveis a olho nu ou prontamente perceptíveis. As características morfológicas são de fundamental importância para a identificação do solo. Dentre os atributos investigados na identificação morfológica, a cor do solo serve como referência obrigatória para a descrição dos perfis e estudos de solos desde o advento da pedologia, sendo comum a utilização de termos referentes a cores em vários sistemas de classificação de solos (FERNANDES et al., 2004; SANTOS et al., 2012).

A textura, identificada através da composição granulométrica, é uma das características físicas mais estáveis dos solos, e é de fundamental importância tanto na classificação, quanto na predição de seu comportamento, pois está diretamente relacionada a sua fertilidade, retenção e infiltração de água, drenagem, erosão dos solos e também na aderência ou força de coesão nas partículas do solo (CORRÊA et al., 2011; GUERRA; JORGE, 2013; FILHO; QUARESMA, 2011).

Percebe-se o contraste entre os solos típicos da região e os com horizonte antropogênico, observando-se em geral uma coloração escura entre o bruno acinzentado muito escuro à preta, sendo resultantes principalmente da quantidade e da qualidade da matéria orgânica do solo (MOS), relacionando-se diretamente com alta concentração de carbono total (KAMPF; KERN, 2005; MADARI et al., 2009).

A estruturação do solo também é dependente, em parte, da MOS na formação dos agregados, através da deposição de agentes cimentantes (polissacarídeos, hifas de fungos, raízes, compostos aromáticos) sobre as partículas do solo, e, conseqüentemente, proporcionam maior estabilidade dos agregados (SILVA; MENDONÇA, 2007).

Em estudos de caracterização morfológica de antrossolos no sudeste do Pará, foi identificado horizonte subsuperficial dos perfis com textura franco-arenosa e coloração variando entre bruno-forte (7.5YR 5/6) a bruno (7.5YR 4/4). O horizonte superficial foi classificado com textura arenosa a franco-arenosa e coloração entre bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2) e preto (10YR 2/1) (SILVA et al., 2012a).

Em relação especificamente a coloração, Aquino et al. (2016) estudando 5 perfis de solos em Apuí-AM, encontrou a matiz identificada 10YR pela carta de Munsell, para todas as amostras do horizonte A antrópico analisadas. Segundo os autores essa tendência está relacionada ao alto teor de MOS nos horizontes antropogênicos, diferenciando-os dos solos circunvizinhos.

Lemos et al. (2011) relatam que as propriedades morfológicas dos perfis de solo TPA e solos adjacentes, estudados na Floresta Nacional de Caxiuanã-PA, sugerem que ambos

pertenciam a mesma classe de solos antes da ocupação humana pretérita. A hipótese é demonstrada, neste estudo, através dados de alteração da cor, devido a acumulação de MOS provenientes de resíduos animais e vegetais na TPA e da mudança de textura do solo de argilo-arenosa a arenosa.

A caracterização morfológica dos antrossolos em relação aos solos do seu entorno mostram a importância desses dados na interpretação das áreas de sítios arqueológicos, indicando também os níveis de modificações causados pela ocupação pretérita e contribuindo no entendimento do contexto em que essas modificações ocorreram.

O estudo morfológico contribui também na identificação de problemas nos solos e os processos que podem promover a sua desagregação. Em um país de clima tropical e úmido, os mais frequentes estão ligados a erosão hídrica provocada pelas chuvas. Esse fenômeno tem sua eficiência relacionada às características de relevo, a composição granulométrica dos solos e a cobertura superficial que pode oferecer maior ou menor resistência a erosividade das chuvas (MENDONÇA; LOMBARDI NETO, 2006; ZANATTA; LUPINACCI; BOIN, 2017).

As frações granulométricas classificadas como areia fina e silte são as que apresentam maior facilidade de serem erodidas, pois não possuem muita coesão nem peso suficiente que dificulte a ação da água, tanto no efeito splash causado pelo gotejamento de água das chuvas como no escoamento superficial. A areia grossa e a argila apresentam maior resistência a erosão devido ao maior peso da primeira e da coesão da segunda, em especial quando combinada com a matéria orgânica, pois formam agregados estáveis que também oferecem resistência a erosão (REICHERT; REINERT, 2006).

Outra problemática eminente que pode desagregar os solos é a compactação. A mesma refere-se ao processo que descreve o decréscimo de volume de solos quando uma determinada pressão externa é aplicada, a qual pode ser causada pelo tráfego de máquinas agrícolas, equipamentos de transporte, veículo, pessoas ou animais (LIMA, 2004).

A compactação dos solos pode ocorrer tanto no meio rural quanto no meio urbano e independente do meio, causam um grande impacto ambiental e sua gênese está ligada a condicionantes naturais sendo potencializados pela ação antrópica principalmente pelo uso e ocupação dos solos e seu manejo inadequado.

3.2.2 Propriedades Químicas do Solo

Dentre as características que diferenciam os solos antrópicos antigos dos demais solos da região, estão as propriedades químicas, uma vez que esses tipos de solo apresentam altos

teores de MOS, cálcio, magnésio e fósforo, nutrientes que conferem uma maior fertilidade ao solo (OLIVEIRA et al., 2015 a, b).

Vezzani et al. (2008) explicam que em solos tropicais e subtropicais, a MOS retém nutrientes e compostos, influenciando na disponibilidade potencial de nutrientes e, em muitos casos, definindo o potencial produtivo de determinado solo. Do ponto de vista da qualidade do solo, a MOS influencia em diversas propriedades químicas como o pH, condutividade elétrica, Nitrogênio mineral (NH_4 e NO_3), Fósforo e Potássio disponíveis.

Estudos realizados em arqueossolos mostram que a MOS confere maiores teores de Fósforo, Magnésio, Cálcio, Manganês, Cobre e Zinco e explicam a maior fertilidade encontrada nesses solos em relação aos solos das adjacências como observados por Costa, Costa e Kern (2013) em estudos no baixo Amazonas, estado do Pará; Oliveira et al. (2015a) no Sul do Amazonas e Silveira et al. (2016), na região de Carajás, também no Estado Pará.

Em resultados obtidos através de análises químicas de solos antrópicos antigos, no Estado do Amazonas, foram encontrados valores mais elevados de pH que na área a seu entorno. Esses valores mais elevados são explicados por Campos et al. (2012) pela presença de carvão, assim como os maiores teores de Cálcio e Magnésio e baixa concentração de Alumínio na TPA.

Segundo Lopes e Guilherme (2004) a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo expressa a quantidade total de cargas negativas que adsorvem cátions trocáveis da solução do solo. Deste modo, quanto maior a CTC maior será a capacidade do solo em reter cátions. Geralmente, a alta CTC do solo está relacionada a elevada quantidade de argila, ao elevado teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, influenciará na maior possibilidade de retenção de nutrientes e umidade no solo.

A porcentagem de saturação por bases (V%) é um parâmetro que retrata quantos por cento da CTC potencial estão ocupados por bases (Cálcio, Magnésio, Sódio e Potássio), em comparação aqueles ocupados por Hidrogênio e Alumínio. A V% tem grande importância por indicar o grau de fertilidade de um solo, de maneira que valores inferiores a 50%, indicam baixa fertilidade (solos distróficos), e quando superiores, elevada fertilidade (solos eutróficos) (LOPES; GUILHERME, 2004).

Diversos estudos como o de Costa, Costa e Kern (2013), Oliveira et al (2015b) e Schmidt (2016) em antrossolos na Amazônia mostram a maior fertilidade destes em relação aos solos circunvizinhos. O Fósforo disponível é um dos principais nutrientes com altos níveis de concentração, diferentemente dos níveis observados nos solos tipicamente tropicais que

apresentam baixa concentração deste nutriente, sendo este um dos principais problemas a agricultura tropical.

3.2.3 Mineralogia

A mineralogia do solo é uma área básica e essencial ao entendimento e desenvolvimento da pedologia, pois constitui uma excelente ferramenta para o conhecimento e a avaliação da formação do solo, das suas características físicas e químicas, além de ser um indicativo da reserva potencial de nutrientes para as plantas (MELO; CASTILHOS; PINTO, 2009).

Em solos ricos em cálcio, magnésio e potássio, que não sofrem constante lixiviação, as argilas formadas são as montmorilonitas. Enquanto que nos solos tropicais, pobres em cátions, com forte influência das lixiviações, presença de alta solubilidade dos silicatos e acumulação de hidróxidos de ferro e alumínio, se formam caulinitas, argilas consideradas pobres e hidratadas (PRIMAVESI, 2001).

Primavesi (2001) explica ainda que a presença de caulinita (argilo-mineral 1:1), em lugar de montmorilonita (argilo-mineral 2:1) é caracterizado como uma desvantagem aos solos tropicais, uma vez que as montmorilonitas apresentam de 10 a 15 vezes mais eletrovalências negativas que as caulinitas, sendo capazes de reter mais cátions como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} a disposição dos vegetais, elementos que formam a base da fertilidade dos solos.

A mineralogia da fração argila de antrossolos de terra firme estudados por Silva et al. (2012a), em Manaus-AM, revelou dominância de caulinita, além da ocorrência de gibbsita, goethita e de óxidos de titânio (anatásio). Enquanto que na mineralogia da fração areia dos solos estudados revelou dominância de quartzo, independentemente do ambiente.

Em um estudo conduzido por Silva et al. (2012b) sobre a mineralogia de solos com TPA no sudeste da Amazônia, constatou-se que o mineral quartzo foi o mais abundante nas análises realizadas, correspondendo a 74%, seguido da caulinita (17%), ilita (1,2%) e demais minerais (inferiores a 1%, cada). Mesmo não fazendo parte da composição natural dos solos estudados, o mineral de albita foi encontrado no horizonte A destes solos, proveniente de fragmentos cerâmicos.

Estudos semelhantes realizados por Costa, Costa e Kern (2013) encontraram quartzo e caulinita, os principais componentes minerais nos perfis de TPA, identificados na caracterização mineralógica por difratometria de raio-X. O conteúdo mineral calculado por estequiometria indicou ainda que o quartzo é predominante em todos os solos, entretanto

diminui ligeiramente em direção aos perfis de base, enquanto a caulinita aumenta nos solos tropicais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram consideradas as áreas do sítio arqueológico AP-MA-05 delimitadas anteriormente por Machado (1997), que relata a impossibilidade de uma demarcação precisa dos limites em seu estudo, em virtude de não haver evidências superficiais suficientes para tal, optando por demarcar uma área que abrangesse os locais onde foram encontrados fragmentos cerâmicos.

Neste estudo considerou também as pesquisas arqueológicas desenvolvidas por Saldanha e Cabral (2011) que alegam ter delimitado precisamente o sítio através da extensão da camada laterítica presente no mesmo, indicando uma área equivalente a 1 ha e que se estenderia mais ao Sul. Entretanto, há uma grande dificuldade em compreender esta delimitação devido à ausência de coordenadas geográficas no mapeamento da área realizada por estes autores.

4.1 RECONHECIMENTO DA ÁREA E MAPEAMENTO DAS MANCHAS LATERÍTICAS

Através das informações de Saldanha e Cabral (2011) sobre a presença das manchas lateríticas no sítio arqueológico, foi realizado o mapeamento de todas as manchas que puderam ser observadas em superfície. Foram determinadas as suas dimensões e dispersão e para verificar a possível correlação das manchas e o uso da área pelos grupos pré-históricos.

Para tal, foi utilizada uma trena de 50 m de comprimento e as coordenadas geográficas foram obtidas com auxílio de GPS. Com estes resultados elaborou-se um croqui esquemático com a dispersão espacial das lateritas no sítio.

4.2 COLETA DE CAMPO E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

A amostragem e a coleta dos solos foram realizadas de acordo com a proposta metodológica de Kern (2009), a qual recomenda que em áreas extensas de sítios arqueológicos, ainda sem uma delimitação química dos solos, se deva optar por transversais perpendiculares e que passem próximo ao centro da área já reconhecida, com pontos para as coletas a cada 5 m de distância e em níveis superficiais para sítios pouco profundos.

Assim, o centro da área já escavada por Saldanha e Cabral (2011) foi escolhido como um marco inicial, denominado ponto zero ($0^{\circ}00'29.480''$ S e $51^{\circ}05'08.420''$ WGr), como referência para o cruzamento das transversais e coleta das amostras de solo. A partir da marcação do ponto zero foi utilizada uma bússola para orientação dos pontos cardeais e posterior projeção das transversais com auxílio de uma trena de 50 m de comprimento (Fotografia 4).

Fotografia 4 - Seleção, orientação e projeção dos pontos de amostragem do solo no sítio arqueológico AP-MA-05. Legenda: A) Seleção e marcação do ponto zero e orientação geográfica para projeção das transversais; B) Projeção das transversais para coleta de amostras.



Fonte: Acervo da autora (2017).

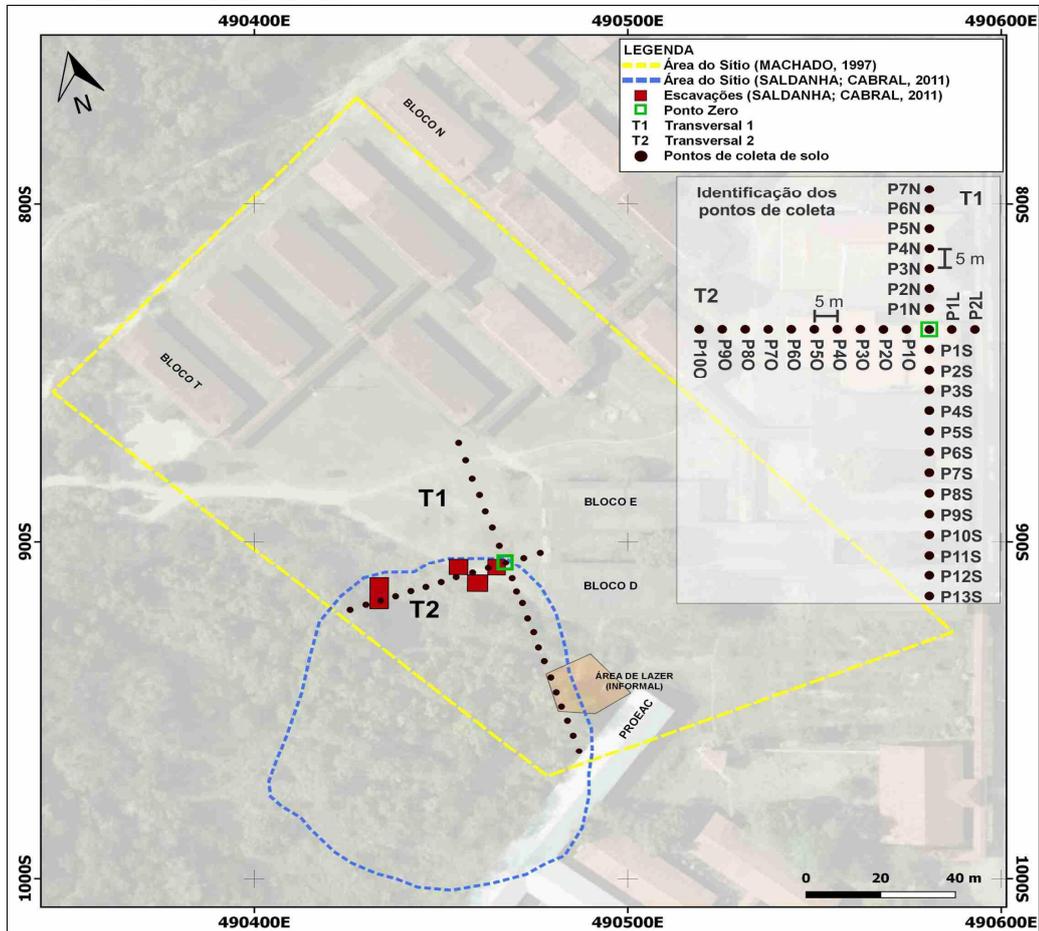
As duas transversais foram projetadas perpendiculares entre si formando ângulos de 90° . A Transversal 1 (T1), traçada no sentido Norte-Sul, com 100 m de extensão, e a Transversal 2 (T2), no sentido Leste-Oeste, com 65 m de amplitude.

Nas transversais, foram realizadas um total de 33 pontos de coleta, com intervalos de 5 m de distância, dos quais foram coletadas um quantitativo de 41 amostras de solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm (Mapa 2). As amostras foram coletadas com cavadeira articulada, ferro de cova, pazinha de mão e baldes de plástico.

Em cada ponto de amostragem foi coletado aproximadamente 1 kg de solo e as referidas amostras foram levadas ao Laboratório de Geomorfologia e Solos da UNIFAP (LAGESOL), onde foram divididas em duas partes de 500 g cada. A primeira parte foi armazenada no próprio laboratório e a segunda preparada para as análises laboratoriais, sendo secas ao ar, destorroadas com rolo de madeira e peneiradas em malha de 2 mm, para se obter

a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) (Fotografia 5), conforme as orientações da EMBRAPA (1997).

Mapa 2 -Delimitações arqueológicas do Sítio AP-MA-05 e indicação dos pontos de coleta de solo nas duas transversais.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* QGis 2.18.

A TFSA foi dividida em duas novas partes, uma com cerca de 400 g, que foi enviada ao laboratório de solos da EMBRAPA/ Amapá, para análises granulométricas e químicas. E o restante (aproximadamente 100 g) foi pulverizado em gral de ágata, para determinação da composição mineral.

Fotografia 5 ó Preparação das amostras de solo no Laboratório de Geomorfologia e Solos da Unifap (LAGESOL). A) Secagem de amostras de solo; B) Peneiramento das amostras de solo.



Fonte: Acervo da autora (2017).

4.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

Para a caracterização morfológica dos solos foram abertas duas trincheiras: uma dentro do sítio e outra fora do sítio, nas quais foram descritos e coletados os perfis de solo obedecendo os horizontes pedológicos.

A trincheira dentro do sítio, denominada Perfil Antrópico, possui as dimensões de 100 cm de largura x 60 cm de profundidade ($0^{\circ}00'30.360''$ S e $51^{\circ}05'06.036''$ WGr), e está localizada a aproximadamente 80 m do ponto zero. Por se tratar de uma área com alta densidade de material arqueológico, buscou-se evitar o revolvimento destes vestígios, então utilizou-se uma trincheira pré-existente no local.

O perfil de fora do sítio, representativo da área adjacente, foi escolhido em um local com as mesmas características fisiográficas do sítio arqueológico, no campus Universitário, porém em uma área sem vestígios arqueológicos. Este perfil foi examinado nas dimensões 100 cm de largura x 140 cm de profundidade, e está localizado há aproximadamente 500 m de distância do perfil antrópico, sob as coordenadas $00^{\circ}00'13.85''$ S e $51^{\circ}05'08.92''$ WGr.

Os dois perfis de solo foram examinados e descritos segundo os procedimentos metodológicos propostos por Lemos e Santos (2002), que consiste na determinação da coloração, textura, estrutura, consistência e transição entre horizontes e/ ou camadas em campo (Fotografia 6).

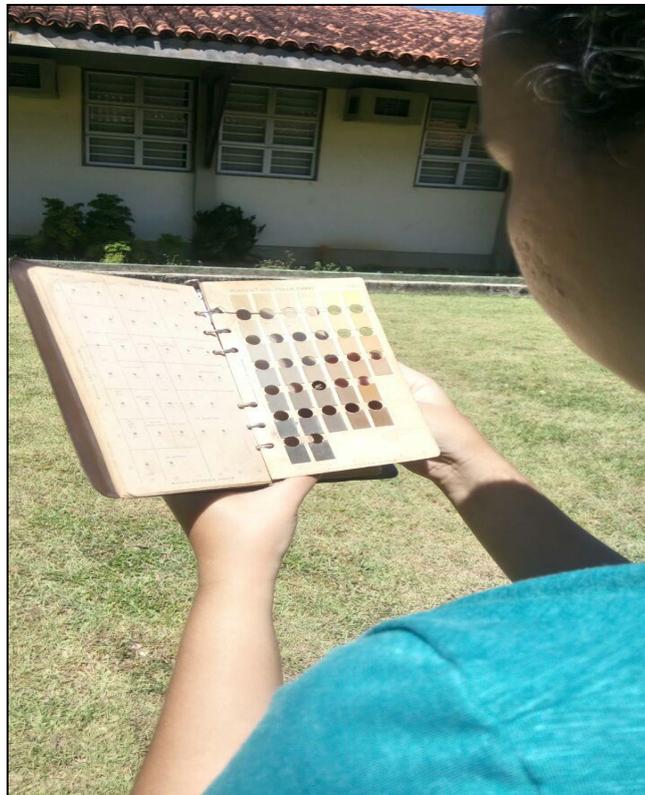
Fotografia 6- Descrição e análise dos perfis de solo na área de estudo durante o trabalho de campo. A) Limpeza da trincheira para descrição do perfil de solo Antrópico; B) Caracterização morfológica dos solos em campo.



Fonte: José Xavier (2017).

A identificação da coloração das amostras seguiu a padronização mundial, na qual é utilizada o "Sistema Munsell de Cores", que determina a cor dos solos através da comparação com as cores da carta de Munsell (2000) (Fotografia 7).

Fotografia 7 -Determinação da coloração dos solos com auxílio da carta de Munsell.



Fonte: José Xavier (2017).

4.4 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Para a determinação da composição granulométrica das amostras foram pesados 20 g de solo para cada tratamento, no qual foi utilizada solução de Hidróxido de sódio como dispersante. A argila ($\theta < 0,002$ mm) foi determinada através do método da pipeta. A areia grossa ($\theta = 2,0$ a $0,2$ mm) e areia fina ($\theta = 0,2$ a $0,05$ mm) foram separadas por tamisação e o teor de silte ($\theta = 0,05$ a $0,002$ mm) foi obtido por diferença entre areia e argila (EMBRAPA, 1997).

4.5 ANÁLISE MINERALÓGICA

Para determinação das fases mineralógicas, as amostras de solo, previamente pulverizadas, foram submetidas à difração de raios-X, segundo o método do pó descrito por Moore e Reynolds (1989). Foi utilizado o difratômetro XPERT PRO MPD equipado com goniômetro PW 3040/60 (theta-theta) PANalitical, com tubo de raio-X cerâmico de ânodo de cobre ($\text{CuK } 1 = 1,54060 \text{ \AA}$), condições de operação de 40 kV e 30mA. Os dados obtidos foram interpretados com auxílio do banco de dados ICDD e o software XPERT HighScore versão 2.1b. Estes procedimentos foram realizados no laboratório de difração de raios-x do grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

4.6 ANÁLISES QUÍMICAS

As análises químicas foram realizadas conforme os procedimentos metodológicos propostos por EMBRAPA (1997) e estão detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Métodos e equipamentos utilizados para as análises químicas.

Análise	Princípio	Procedimentos	Equipamentos	Laboratório
Matéria orgânica	Método volumétrico pela oxidação por via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico.	Pesar 0,5g do solo; adicionar 10ml de solução de dicromato de potássio 0,4N; aquecer em placa elétrica até a fervura branda, durante 5 minutos; deixar esfriar e juntar 80ml de água destilada, 2ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina; Titular com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1N até a viragem de cor.	Bureta digital; Agitador magnético	Laboratório de Solos da EMBRAPA/Amapá
pH em H ₂ O	Medição da concentração efetiva de íons H ⁺ na solução do solo por meio de eletrodo combinado.	Colocar 10g de solos em copo plástico de 100ml; adicionar 25ml de água destilada ou deionizada; agitar a mistura com bastão individual de vidro e deixar em repouso por uma hora; agitar novamente cada mistura com bastão; mergulhar o eletrodo na suspensão homogeneizada e efetuar a leitura do pH.	Potenciômetro com eletrodo combinado	
P disponível	Determinado espectroscopicamente, através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico.	Colocar 5g de solo em erlenmeyer de 125ml. Adicionar 50ml de solução extratora de Mehlich-1 (HCl 0,05 N e H ₂ SO ₄ 0,025 N); agitar durante 5 minutos em agitador circular horizontal; deixar decantar durante uma noite; pipetar, 25ml do extrato e passar para recipiente plástico; adicionar 10ml de solução ácida de molibdato de amônio e 30mg de ácido ascórbico em pó; agitar; fazer a leitura no fotômetro de chama.	Fotômetro de chama	
K ⁺ trocável	Determinação por espectrofotometria de chama.	Utilizar 20 ml do extrato obtido através da solução extratora de Mehlich-1; levar o extrato ao fotômetro de chama e efetuar a leitura o filtro do potássio.	Fotômetro de chama	
Ca ²⁺ e Mg ²⁺ trocáveis	Extração com solução de KCl e determinação complexiométrica com EDTA.	Colocar 10 g de solo em erlenmeyer de 125ml; adicionar 100ml de solução de KCl 1M; agitar durante 5 minutos em agitador horizontal circular; deixar decantar durante uma noite; pipetar 25ml do extrato e passar para erlenmeyer de 125ml; adicionar 4ml do coquetel de cianeto de potássio, trietanolamina e solução-tampão; adicionar 30 mg de ácido ascórbico e três gotas do indicador negro de eriocromo-T.; titular com a solução de EDTA 0.0125 N, até viragem.	Bureta digital	
Al ³⁺ trocável	Método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio.	Pipetar 25ml do extrato obtido com a solução de KCl 1M; passar para erlenmeyer de 125ml; adicionar 3 gotas do indicador azul de bromotimol a 1g/l; titular com solução de NaOH 0,025M até a viragem.	Bureta digital	
H ⁺ + Al ³⁺	Extração com acetato de cálcio e determinado volumetricamente com solução de NaOH.	Colocar 5 g de solo em erlenmeyer de 125ml; adicionar 75ml de solução de acetato de cálcio 0,5M pH 7; pipetar 100ml da solução obtida para erlenmeyer de 200ml; adicionar 5 gotas da solução de fenolftaleína a 3% e titular com a solução de 0,025 M de NaOH até o desenvolvimento de cor.	Bureta digital	

Fonte: EMBRAPA (1997).

4.7 ANÁLISE E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os dados obtidos foram organizados, tabulados e tratados estatisticamente com a utilização do *software* Microsoft Excel 2016. Os gráficos pertinentes à discussão dos resultados foram criados com auxílio do *software* OriginPro 8. E as imagens e mapas apresentados foram gerados através dos *softwares* CorelDraw 18.0 e QGis 2.18, respectivamente.

Os mapas de isolinhas foram produzidos com o *software* Surf 14.0, sendo utilizado como método para interpolação dos valores das concentrações químicas a krigagem, a partir da amostragem do solo em uma malha regular com 33 pontos, orientada cardinalmente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão desta dissertação são apresentados na forma de dois artigos, o primeiro intitulado "Morfologia, granulometria e os impactos gerados pelo atual uso dos solos antrópicos do sítio arqueológico AP-MA-05, Macapá-Amapá" e segundo artigo "Química e mineralogia dos solos do sítio AP-MA-05, Macapá-Amapá" e foram elaborados em consonância as normas da ABNT, conforme preconizado no regimento do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional.

5.1 MORFOLOGIA, GRANULOMETRIA E OS IMPACTOS GERADOS PELO ATUAL USO DOS SOLOS ANTRÓPICOS DO SÍTIO AP-MA-05, MACAPÁ-AMAPÁ.

RESUMO

O sítio arqueológico AP-MA-05 localiza-se no campus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), município de Macapá-AP, e destaca-se pela grande concentração de fragmentos cerâmicos e urnas funerárias, fato que atesta a grande relevância arqueológica do local. Em virtude desta particularidade, esta pesquisa teve por objetivo primordial caracterizar os aspectos morfológicos e granulométricos dos solos antrópicos deste sítio comparando-o com a respectiva área adjacente, para identificar possíveis modificações ocasionadas pela ocupação humana pretérita. Para tal, foram coletadas 41 amostras de solo dispostas a cada 5m de distância, em duas transversais (uma no sentido Norte-Sul e outra à Leste-Oeste), que cortam a área do sítio. As amostras foram analisadas quanto as suas propriedades morfológicas, coletadas e preparadas para a determinação da composição granulométrica. As manchas lateríticas presentes no sítio arqueológico não apresentaram um padrão claro de distribuição, porém foi atestado seu aspecto antrópico, bem como a sua influência na formação dos arqueossolos. Os resíduos orgânicos e materiais que foram adicionados pelas atividades humanas pretéritas provocaram modificações significativas nos solos evidenciadas por sua coloração mais escura, presença de fragmentos cerâmicos, espessamento do horizonte A e maior acúmulo das frações argiloarenosas, aspectos observados principalmente na porção Sul do sítio. Apesar desta caracterização e do relevo plano, há agravantes como a intensidade e frequência das chuvas e a ausência de cobertura vegetal, em virtude do desmatamento, edificações e passagem constante de veículos contribuindo para intensificação do processo erosivo na área, além da compactação dos solos em decorrência da falta de demarcação e sinalização do sítio arqueológico previstos na Lei federal nº 3.924/61.

Palavras-chave: Sítio arqueológico. Amazônia. Arqueossolo.

ABSTRACT

The archaeological site AP-MA-05 is located on the campus of the Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), municipality of Macapá-AP, and is notable for its large concentration of ceramic fragments and funerary urns, a fact that attests to the great archaeological local. Due to this peculiarity, this research had as main objective to characterize the morphological and granulometric aspects of the anthropic soils of this site comparing it with the respective adjacent area, to identify possible modifications caused by the previous human occupation. For this purpose, 41 soil samples were collected at intervals of 5 m, in two transverse sections (one in the North-South direction and the other in the East-West direction), which cut the area of the site. The samples were analyzed for their morphological properties, collected and prepared for the determination of the granulometric composition. The lateritic spots present in the area did not present a clear pattern of distribution, but attested its anthropic appearance, as well as its influence on the formation of arqueossolos. The organic residues and materials that were added by the previous human activities caused significant modifications in the soils evidenced by their darker coloration, presence of ceramic fragments, thickening of the A horizon and greater accumulation of the argiloarenoses fractions, aspects observed mainly in the southern portion of the site. Despite this characterization and the flat relief, there are aggravating factors such as the intensity and frequency of rainfall and the absence of vegetation cover, due to deforestation, buildings and constant passage of vehicles contributing to intensification of the erosion process in the area and soil compaction as a result the lack of

demarcation and signalization of the archaeological site provided for in Federal Law 3.924/61.

Keywords: Archaeological site. Amazônia. Arqueoantrossolo.

1 INTRODUÇÃO

Os solos podem ser classificados segundo diferentes sistemas de classificação existentes. No Brasil, para a identificação de solos antrópicos, os mais utilizados são o sistema internacional de classificação de solos da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (WRB, 2016), o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (EMBRAPA, 2014) e o modelo proposto por Kampf et al. (2010), o qual é específico para solos antrópicos antigos.

Apesar da diferença entre as classificações existentes, é consenso que o solo antrópico antigo, ou arqueoantrossolo, foi modificado pelo uso contínuo pelos povos pré-históricos. Estes usos podem tanto ser como lugar de residência, quanto de cultivo por períodos prolongados, que resultam em adições de material orgânico (ossos, carapaças, sangue, fezes, entre outros), misturados ou não com material mineral e fragmentos de cerâmica e/ ou artefatos líticos, (KAMPF et al., 2003; EMBRAPA, 2014).

A ocorrência de arqueoantrossolos em diferentes unidades geomorfológicas e recobrimo, principalmente, solos caulínícos, constitui uma feição muito interessante da paisagem amazônica. Os aspectos diagnósticos mais relevantes na identificação destes solos são os morfológicos, em especial a coloração escura e os restos de material arqueológico, como fragmentos cerâmicos e líticos, além de resíduos de carvão. Estes são os poucos registros deixados pelos antecessores e que podem ser identificados em campo por resistirem às intempéries tropicais e, por isso, são uma importante ferramenta na identificação de atividades antrópicas antigas em uma região como a Amazônia (COSTA et al., 2004).

Na Amazônia vários sítios já foram identificados e classificados, principalmente nos Estados do Pará e Amazonas. No Estado do Amapá diversos sítios arqueológicos foram descobertos nas últimas três décadas, dentre estes, o sítio AP-MA-05, encontrado ao acaso no ano de 1997 durante obras de expansão do campus universitário Marco Zero da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), localizado no município de Macapá. Nos anos de 2008 e 2010 foram realizadas pesquisas arqueológicas por Saldanha e Cabral (2011) no referido sítio, quando foram encontradas diversas peças arqueológicas. Durante a etapa de salvamento do sítio, realizada por Machado (1997), foram encontrados fragmentos cerâmicos em 12 dos 14

perfis de solos analisados. Já nas escavações de Saldanha e Cabral (2011), que cobriram uma área total de 77 m², houve a coletada de 34 urnas funerárias, onde destacou-se a presença de uma camada laterítica no topo desses enterramentos.

A concentração de material arqueológico no sítio, em especial pelo grande quantitativo de urnas funerárias identificadas, fez com que o sítio AP-MA-05 fosse classificado como sítio-cemitério, fato que abre perspectivas para uma relevância arqueológica ainda maior desta área (COSTA; MOURA, 2017).

Em virtude deste potencial arqueológico, a caracterização morfológica e granulométrica dos solos deste sítio é indispensável para se identificar e compreender possíveis alterações ocasionadas pela ocupação humana pré-colonial e identificar dados que possam auxiliar em futuros projetos de identificação e conservação do patrimônio cultural e ambiental no Estado do Amapá.

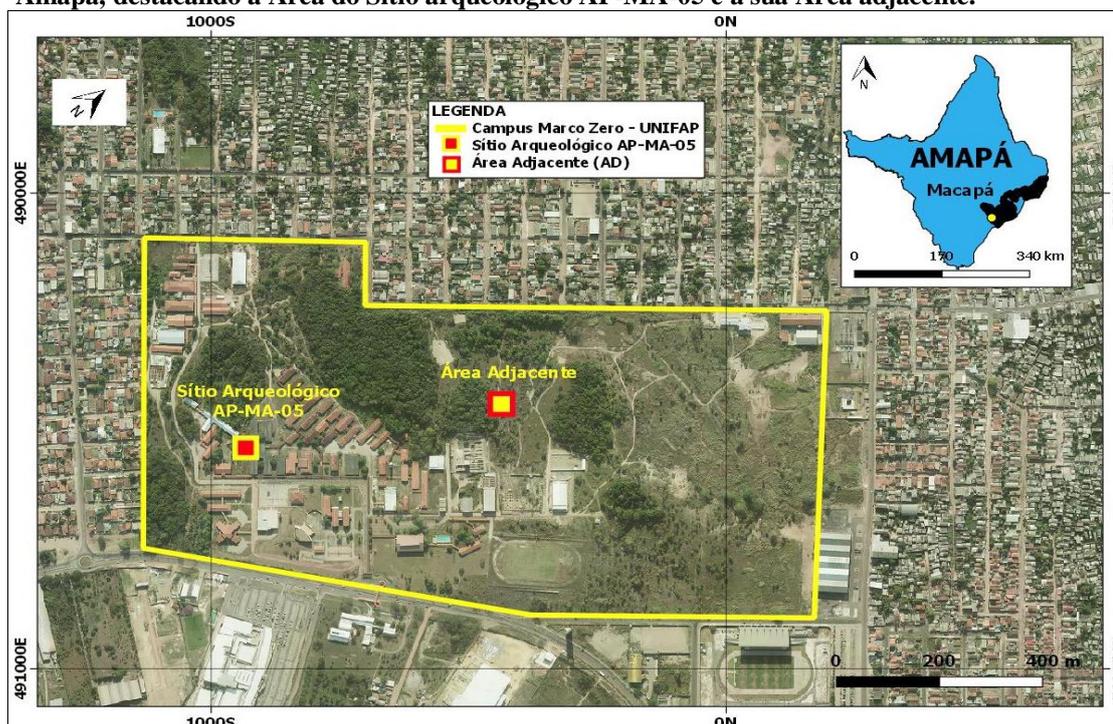
Neste contexto, o objetivo deste artigo foi caracterizar os aspectos morfológicos e granulométricos dos solos do sítio arqueológico AP-MA-05 e de sua respectiva área adjacente (AD), para assim identificar os níveis de modificações ocasionadas pela ocupação humana pretérita e até mesmo atual na área do sítio.

2 ÁREA DE ESTUDO

O sítio arqueológico AP-MA-05 está situado no campus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), localizada no município de Macapá, Estado do Amapá (Figura 1). As coordenadas geográficas da área central do sítio são: Latitude 00°00.490'S e Longitude 051°05.142'W, DATUM WGS84. O Igarapé do Zerão é a drenagem mais próxima, a cerca de 600 m, o qual desagua no rio Amazonas, o qual está a cerca de 2 km da área estudada.

Em relação aos aspectos físicos, a área de estudo se encontra na unidade geológica de cobertura Detrito-laterítica Pleistocênica, caracterizada pela presença de sedimentos argilo-arenosos amarelados. A área de estudo é coberta principalmente por solos minerais, intemperizados, profundos e bem drenados do tipo Latossolo amarelo distrófico típico (IEPA, 2008; IBGE, 2004a).

Figura 1 - Mapa de localização do campus Universitário Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, destacando a Área do Sítio arqueológico AP-MA-05 e a sua Área adjacente.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* QGIS 2.18.

Os aspectos climáticos são definidos pelo clima equatorial quente e úmido com relevantes índices pluviométricos. A concentração de chuvas se intensifica no período de janeiro a junho, onde são alcançados os mais elevados índices de precipitação pluviométrica, os quais podem chegar a 407 mm ao mês (IBGE, 2004b; IEPA, 2008; INMET, 2000).

A pesquisa localiza-se em uma área de influência urbana, onde a vegetação primária já foi bastante alterada e atualmente é caracterizada pela presença marcante de cerrado arbóreo e arbustivo, com transição para área de mata (IBGE, 2004c; IEPA, 2008; MENEZES; SOUZA, 2011).

O sítio arqueológico AP-MA-05 teve pesquisas de cunho arqueológico realizadas por Machado (1997) e Saldanha e Cabral (2011), e algumas inferências quanto as suas características arqueológicas foram identificadas, dentre as quais a presença de uma camada laterítica posicionada pelos grupos pretéritos. Saldanha e Cabral (2011) evidenciaram a origem antrópica destas manchas lateríticas e associaram-nas ao uso funerário e também à outras atividades dos grupos pré-históricos.

O sítio apresenta também uma grande diversidade de estilos cerâmicos, com peças arqueológicas com decorações características de diferentes Fases arqueológicas classificadas no Estado do Amapá e Pará como as Fases Mazagão, Aruã e Marajoara, identificadas lado a lado no mesmo local (MACHADO, 1997; SALDANHA; CABRAL, 2010, 2011).

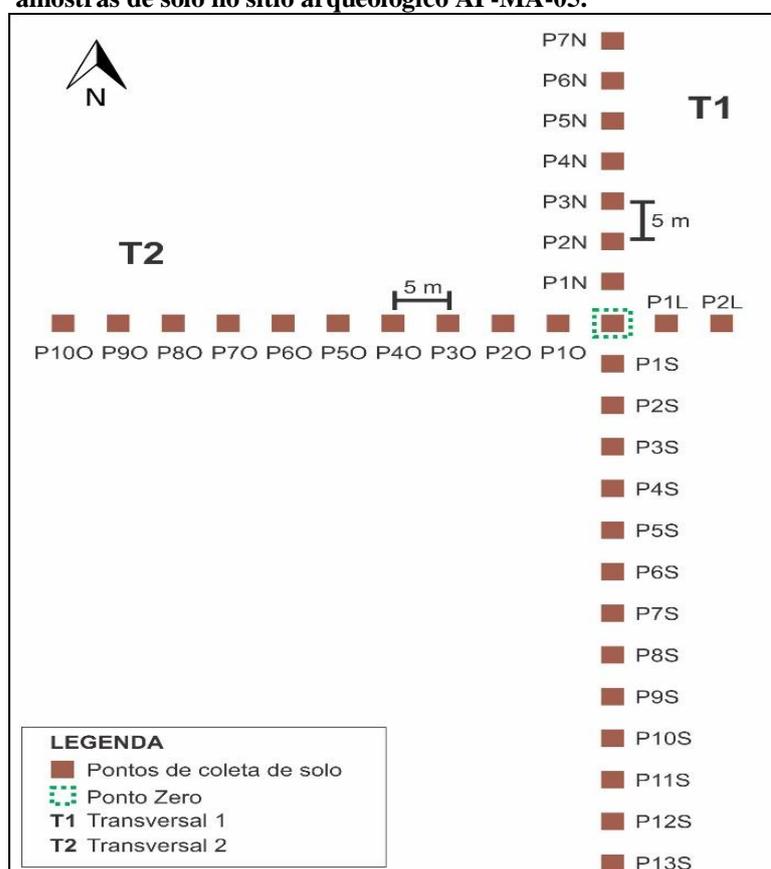
3 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se primeiramente o reconhecimento da área delimitada como sítio arqueológico e o mapeamento das manchas lateríticas presentes em sua extensão, para avaliar sua disposição espacial. Após esta identificação, foi escolhido um marco inicial, denominado ponto zero, localizado no centro da área já escavada por Saldanha e Cabral (2011), que serviu como referência para o cruzamento de duas transversais e coleta das amostras de solo.

A partir da marcação do ponto zero (localizado sob as coordenadas geográficas $0^{\circ}00'29.480''$ S e $51^{\circ}05'08.420''$ WGr) foi utilizada uma bússola para orientação dos pontos cardeais e posterior projeção das transversais com auxílio de uma trena de 50 m de comprimento.

As transversais foram projetadas perpendiculares entre si formando ângulos de 90° . A Transversal 1 (T1), traçada no sentido Norte-Sul, com 100 m de extensão, e a Transversal 2 (T2), no sentido Leste-Oeste, com 65 m de amplitude. Foram realizados um total de 33 pontos de coleta, com intervalos de 5 m de distância, o que resultou em um quantitativo de 41 amostras de solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm (Figura 2).

Figura 2 - Croqui esquemático da malha de sondagem e coleta de amostras de solo no sítio arqueológico AP-MA-05.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do software CorelDraw 18.0.

Para a caracterização morfológica dos solos, foram analisadas duas trincheiras: uma dentro do sítio e outra na região adjacente. A descrição morfológica e coleta das amostras de solo de cada perfil obedeceu aos procedimentos propostos por Lemos e Santos (2002), e as cores dos solos foram identificadas por comparação com carta de Munsell (2000).

Foi aproveitada uma trincheira já aberta no interior sítio, denominada de Perfil Antrópico, possuindo as dimensões de 100 cm de largura x 60 cm de profundidade (coordenadas geográficas $0^{\circ}00'30.360''$ S e $51^{\circ}05'06.036''$ WGr), a aproximadamente 80m do ponto 0. Essa reutilização justifica-se pela necessidade de não expor os vestígios arqueológicos presentes no sítio.

O perfil de fora do sítio, representativo da área adjacente, foi escolhido em um local com as mesmas características fisiográficas do sítio arqueológico, no campus Universitário, porém em uma área que não apresenta vestígios arqueológicos. Este perfil foi examinado nas dimensões 100 cm de largura x 140 cm de profundidade, e está localizado há aproximadamente 500 m de distância do perfil antrópico, sob as coordenadas $00^{\circ}00'13.85''$ S e $51^{\circ}05'08.92''$ WGr.

Para a determinação da composição granulométrica foram pesados 20 g de solo para cada tratamento, no qual foi utilizada solução de Hidróxido de sódio como dispersante. A argila ($\theta < 0,002$ mm) foi determinada através do método da pipeta. A areia grossa ($\theta = 2,0$ a $0,2$ mm) e areia fina ($\theta = 0,2$ a $0,05$ mm) foram separadas por tamisação e o teor de silte ($\theta = 0,05$ a $0,002$ mm) foi obtido por diferença entre areia e argila (EMBRAPA, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MORFOLOGIA DOS SOLOS

Foi identificada uma camada laterítica (CL) no topo perfil antrópico e distribuída por toda a extensão do sítio arqueológico. Esta camada é composta por um solo de coloração amarela avermelhada (10YR6/8) e textura franco-argiloarenosa, diferentes dos solos dos horizontes superficiais identificados, aparentemente pertencente a um horizonte mais profundo devido a sua coloração e textura (Quadro 2). Esta composição mostra que a camada foi adicionada ao local, sendo uma característica restrita a área que foi manejada pelas populações pré-históricas que habitaram a região.

O horizonte A do perfil antrópico apresentou 10 cm de espessura (Quadro 2), estando dentro do limite especificado por Kern et al. (2009), que relata a variação de 10 a 200 cm na

espessura dos horizontes antrópicos. Entretanto, esse valor ficou abaixo da média observada na maioria dos sítios arqueológicos da Amazônia, que apresentam de 30 a 60 cm de espessura, segundo a autora supracitada. Este fato pode dever-se a possível remoção do horizonte A para poder acomodar a camada laterítica manejada, ou também, em função das atividades contemporâneas, como as raspagens ocorrentes no campus.

A cor bruno (10YR5/3) do horizonte A antrópico é mais escura que a coloração identificada em diversos pontos de sondagens superficiais dos solos identificados como terra mulata analisados por Costa e Moura (2017), também no campus universitário. A coloração da terra mulata variou entre cinza (10YR5/1) e cinza escuro (10YR4/1), sendo tipicamente característica deste tipo de arqueossolo (SOMBROEK et al., 2010). Já a sua textura foi semelhante a encontrada no perfil antrópico, variando entre franco argiloarenosa e franco arenosa, ratificando o aspecto mais arenoso dos arqueossolos da região.

Os demais horizontes de transição e horizonte B do perfil antrópico estão em sua ordem natural, observadas através das colorações, texturas e estruturas dos solos. Logo, o solo utilizado na confecção da camada laterítica, que aparenta ser de um horizonte profundo, também foi trazido para o sítio de outro local, assim como as lateritas que formam a camada. Pode-se assim confirmar a hipótese antrópica de Saldanha e Cabral (2011) para estas ocorrências.

O horizonte A e transições do perfil da área adjacente apresentam uma coloração levemente mais escura que a identificada no perfil antrópico (Quadro 2), isso pode ser explicado pelo fato da camada laterítica superficial no sítio causar uma espécie de barreira que impede o processo natural de melanização que escurece os solos mais inferiores ao receberem matéria orgânica lixiviada dos horizontes orgânicos mais superficiais, reduzindo assim seu escurecimento.

Estes dois perfis se diferenciam principalmente em textura e estrutura: enquanto no perfil antrópico o horizonte A e AB são franco arenosos e franco argiloarenosos, respectivamente, com estrutura maciça; no perfil AD predominam as frações franco arenosas nestes dois horizontes, de modo que no horizonte A, a estrutura é moderada e no AB, é forte (Quadro 2), e tal diferença morfológica pode influenciar na capacidade de percolação e lixiviação destes solos. A maior espessura do horizonte AB no perfil adjacente (22cm) atesta a maior suscetibilidade a erosão e decorrentes carreamentos, devido ao horizonte ser mais arenoso e de estrutura forte, ao contrário do perfil antrópico.

Quadro 26 Descrição morfológica dos perfis de solo analisados no sítio AP-MA-05 e na sua respectiva área adjacente. FAA= Franco argiloarenosa; FA= Franco arenosa.

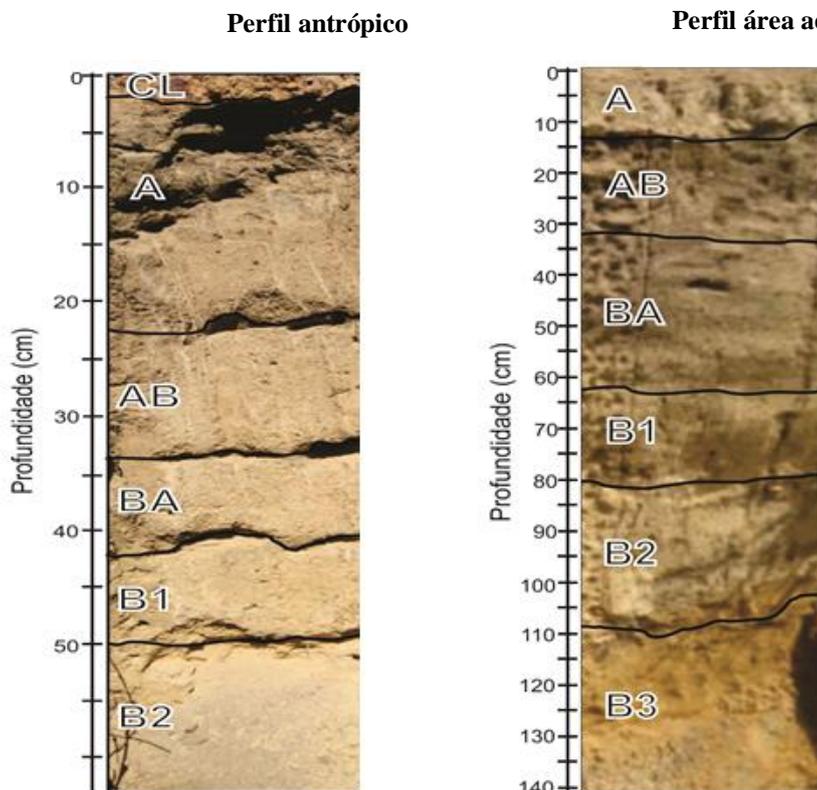
PERFIL ANTRÓPICO						
Horizonte	Profundidade	Espessura	Coloração	Textura	Estrutura	Transição
CL	0-5 cm	5 cm	10YR6/8	FAA	Maciça	Difusa
A	5-15 cm	10 cm	10YR5/3	FA	Maciça	Difusa
AB	15-27 cm	12 cm	10YR6/3	FAA	Maciça	Difusa
BA	27-40 cm	13 cm	10YR7/4	FAA	Maciça	Difusa
B1	40-50 cm	10 cm	2,5Y5/6	FAA	Forte	Difusa
B2	50 cm +	10 cm +	2,5Y6/6	FAA	Forte	Difusa
PERFIL ÁREA ADJACENTE						
Horizonte	Profundidade	Espessura	Coloração	Textura	Estrutura	Transição
A	0-10 cm	10 cm	10YR5/2	FA	Moderada	Difusa
AB	10-32 cm	22 cm	10YR5/3	FA	Forte	Difusa
BA	32-54 cm	22 cm	10YR6/3	FAA	Moderada	Difusa
B1	54-83 cm	29 cm	10YR7/6	FAA	Moderada	Difusa
B2	83-107 cm	24 cm	10YR7/8	FAA	Moderada	Difusa
B3	107-140cm +	33 cm	10YR6/8	FAA	Forte	Difusa

Fonte: Trabalho de campo (2017).

De modo geral, os perfis de solo analisados são profundos, bem drenados e típicos de Latossolos, entretanto, o perfil localizado no sítio arqueológico apresenta características distintas resultado de modificações antrópicas, uma vez que este sofreu processos de remoção e relocação da camada superficial do solo para a adição da CL pelas populações antigas. Destaca-se também o uso atual da área do sítio, que acarretou mudanças que impactaram a estrutura do solo, causando a sua desestruturação, vista através da sua estrutura maciça e compactação (Figura 3).

Em relação a avaliação da coloração do solo ao longo das transversais houve uma grande variação. Verificou-se que as colorações mais escuras se apresentam na porção Sul do sítio, pertencente a transversal 1 (Quadro 3). Denevan (2009) e Kern (1996) relatam que a coloração dos solos pode apresentar variações dentro de uma mesma área e a coloração escura deve-se principalmente à adição de material orgânico decomposto, em parte na forma de carvão residual de fogueiras para a combustão de material para diferentes usos e descartes de restos alimentares e de excrementos humanos pela população pretérita, de foram que assim refletem o modo de uso da área nos antigos aldeamentos.

Figura 36 Identificação dos horizontes pedológicos dos perfis analisados no sítio arqueológico e na área adjacente.



Fonte: Acervo da autora (2017). Elaborado através do *software* CorelDraw 18.0.

Os pontos P2N, P4N, P2S e P8S (Quadro 3) apresentaram a mesma coloração nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, o que mostra que neste local ocorre o espessamento do horizonte A antrópico. Pode-se notar então que nestes áreas ocorreu maior intensificação das atividades pré-históricas, a resultar no enriquecimento de matéria orgânica.

O espessamento do horizonte A no sítio arqueológico identificado nas transversais implica dizer que este horizonte pode ultrapassar os 20 cm de profundidade, ou seja, o dobro do observado no perfil antrópico, e ratifica a variabilidade da interferência humana pretérita aos solos do sítio AP-MA-05 tanto por sua coloração quanto pela espessura do horizonte A antrópico.

Essas variações tanto de coloração, quanto de espessura do horizonte A estão diretamente relacionadas com o padrão de assentamento do homem pré-histórico, reforçando a ideia de diversidade das atividades que são relacionadas ao descarte de resíduos orgânicos (DENEVAN, 2009; KAMPF; KERN, 2005; KERN, 1996).

Quadro 3 - Coloração dos solos nas Transversais 1 e 2, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, no sítio AP-MA-05.

Amostra	Profundidades				Amostra	Profundidade	
	0-10 cm		10-20 cm			0-10 cm	
	Coloração	Código	Coloração	Código		Coloração	Código
P1N	Bruno Claro Acinzentado	10YR6/3			P1O	Bruno Amarelado	10YR5/4
P2N	Bruno	10YR5/3	Bruno	10YR5/3	P2O	Bruno Pálido	10YR6/3
P3N	Bruno Acinzentado	10YR5/2			P3O	Bruno Acinzentado	10YR5/2
P4N	Bruno Acinzentado	10YR5/2	Bruno Acinzentado	10YR5/2	P4O	Bruno Acinzentado Escuro	10YR4/2
P5N	Bruno Acinzentado	10YR5/2			P5O	Bruno Acinzentado Escuro	10YR4/2
P6N	Bruno Acinzentado Escuro	2.5Y4/2	Bruno Acinzentado	10YR5/2	P6O	Bruno Acinzentado Escuro	10YR4/2
P7N	Bruno Acinzentado Escuro	2.5Y4/2			P7O	Bruno Acinzentado	10YR5/2
P1S	Bruno	10YR5/3			P8O	Bruno	10YR5/3
P2S	Bruno	10YR5/3	Bruno	10YR5/3	P9O	Bruno	10YR5/3
P3S	Bruno	10YR5/3			P10O	Bruno Acinzentado Escuro	10YR4/2
P4S	Bruno Escuro	10YR3/3	Bruno Amarelado Escuro	10YR3/4	P2L	Bruno Acinzentado Escuro	2.5Y4/2
P5S	Bruno Escuro	10YR3/3			P3L	Bruno Acinzentado	10YR5/2
P6S	Bruno	10YR5/3	Bruno Amarelado Escuro	10YR3/4			
P7S	Bruno Escuro	10YR3/3					
P8S	Bruno	10YR5/3	Bruno	7.5YR3/4			
P9S	Bruno Escuro	7.5YR3/3					
P10S	Bruno Acinzentado Escuro	10YR4/2	Bruno Escuro	10YR3/3			
P11S	Bruno Escuro	10YR3/3					
P12S	Bruno Acinzentado Escuro	10YR4/2	Bruno Escuro	10YR3/3			
P13S	Bruno Acinzentado Escuro	10YR4/2					

Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* Microsoft Excel 2016.

Segundo o sistema de classificação de cores Munsell (2000) a descrição pedológica da maior parte dos perfis de solos com horizonte antrópico típicos de TPA, apresenta geralmente predominância de valores (brilho ou tonalidade) e croma (intensidade ou pureza da cor em relação ao cinza) baixos, normalmente ao redor de 3 (TEIXEIRA et al., 2009). Entretanto, ainda segundo este autor, há ocorrência de valores e cromas mais altos, provavelmente indicando áreas com menos tempo de uso e menor acúmulo de matéria orgânica, como observado em diversos pontos do sítio AP-MA-05, o que indica a formação de arqueoantrossolo diferentes das terras pretas clássicas, ainda mais quando levado em consideração o acréscimo da camada laterítica.

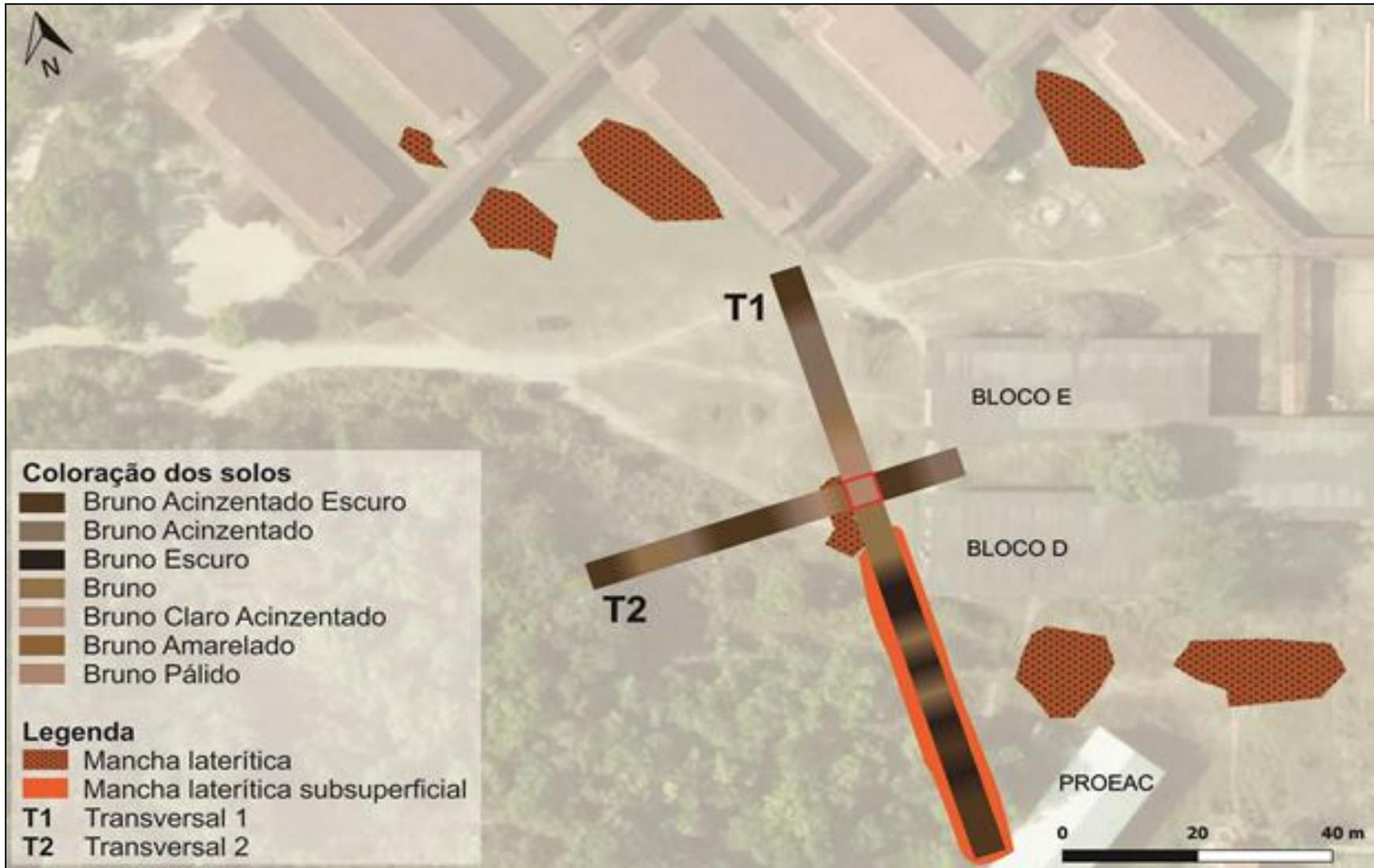
4.2 DISPERSÃO DAS MANCHAS DE LATERITA

No mapeamento das manchas de lateritas, foram observadas oito manchas em superfície, com áreas variando de 0,89 m² a 16,28 m². A menor foi identificada junto ao ponto zero das coletas e a maior próximo ao perfil antrópico. As manchas encontram-se dispersas na superfície, porém mais concentradas em profundidade, como foi observado durante a classificação do perfil antrópico. Essa característica se deve a exposição da área e as atividades desenvolvidas no local, como raspagens para obras no campus e passagem de veículos e máquinas pesadas, além dos processos naturais de intemperismo.

Estas manchas apresentam uma tendência de distribuição levemente circular, todavia, as áreas construídas impossibilitam uma prospecção mais acurada da dispersão destas sobre a superfície. Nos pontos de coleta da porção Sul, a CL estava recoberta por solo, entre 5 cm de profundidade, o que dificulta ainda mais a sua observação. Porém, nota-se que sua recorrência nesta porção está diretamente relacionada com o escurecimento dos solos (Figura 4).

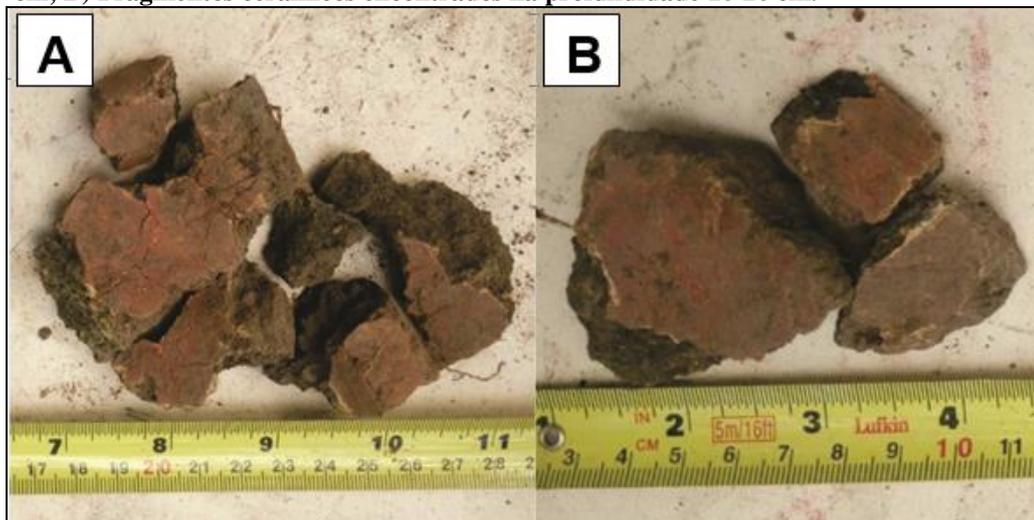
Durante os trabalhos de campo, também foram encontrados fragmentos cerâmicos pintados de vermelho nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, no ponto de coleta P10S, há cerca de 50 m do ponto zero (Figura 5). Embora a profundidade observada nas transversais seja relativamente pequena, foi possível a identificação destes fragmentos, ainda que as peças arqueológicas inteiras tenham sido encontradas principalmente abaixo dos 20 cm de profundidade. Isso corrobora com a riqueza arqueológica da área descrita anteriormente por Machado (1997) e Saldanha e Cabral (2011).

Figura 4 - Mapeamento da distribuição das manchas lateríticas e variação da coloração das amostras de solo das transversais do sítio arqueológico AP-MA-05.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do software CorelDraw 18.0.

Figura 5 Fragmentos cerâmicos encontrados na porção Sul da transversal 1 no Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Fragmentos cerâmicos encontrados na profundidade 0-10 cm; B) Fragmentos cerâmicos encontrados na profundidade 10-20 cm.



Fonte: Acervo da autora (2017).

Além da coloração escura e espessamento do horizonte A, a presença de fragmentos cerâmicos também é um dos atributos diagnósticos mais importantes para a identificação de arqueossolos, uma vez que estas são evidências inquestionáveis que comprovam o uso da área pela população pretérita (KAMPF et al., 2009). A presença das manchas de laterita no sítio arqueológico também é um indicativo das atividades humanas pretéritas, e ratificam a natureza antrópica dos solos, pois as mesmas foram trazidas ao local no período pré-histórico para fins de ritual funerário, como indicado nas pesquisas arqueológicas de Saldanha e Cabral (2011), e modificaram o ambiente a que foram inseridas.

4.3 GRANULOMETRIA DOS SOLOS

A composição granulométrica aponta predominância da fração areia grossa nas duas transversais analisadas. Na profundidade de 0-10 cm da T1, a fração areia grossa variou de 335 a 540 g.kg⁻¹, a areia fina de 120 a 260 g.kg⁻¹, a argila de 141 a 366 g.kg⁻¹ e a fração silte de 99 a 214 g.kg⁻¹ (Gráfico 2A).

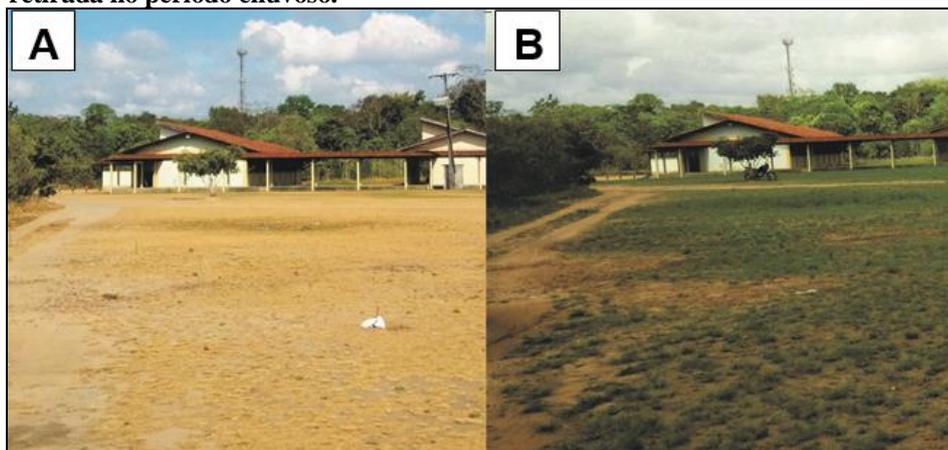
Os teores de silte sofrem aumento em direção a porção Sul do sítio, sendo mais concentrado no ponto extremo da área estudada (P13S), a cerca de 65 m do ponto zero. A máxima de argila foi detectada ao Norte, no ponto P7N. Já no ponto P10S, onde foram encontrados fragmentos cerâmicos, o valor de argila apresentou destaque, sendo superado apenas pelos teores de areia grossa (Gráfico 2A).

Essa predominância da fração areia grossa e argila no sentido Sul do sítio, confere uma menor erodibilidade dos solos nesta área, devido a areia grossa ser uma partícula mais pesada e difícil de ser arrastada pelo escoamento superficial, já a argila pela sua resistência por coesão, além da mesma formar agregados mais estáveis em conjunto com a matéria orgânica, tornando-a ainda mais resistente a ação da erosão (GUERRA; BOTELHO, 1996; ZANATTA; LUPINACCI; BOIN, 2017).

Por um lado, por trata-se de uma área mais preservada, próxima à vegetação e sem o transporte de veículos pesados, então, é possível que estas características do solo tenham se preservado, ao contrário das demais áreas sem vegetação e com parte da área superficial terraplenada.

No entanto, a maior parte da área delimitada como sítio arqueológico é bastante edificada e apresenta vegetação rasteira com a forte influência das variações de chuva na Região (Fotografia 3). Este tipo de vegetação, apesar de contribuir no processo da redução da erosão é pouco expressiva no período seco, deixando o solo mais susceptível ao processo erosivo, à exposição das mudanças de temperatura durante o dia, reduzindo o aporte de matéria orgânica e aumentando o impacto das gotas de água da chuva (BAYER et al., 2006; CASSOL et al., 2004; GUERRA; JORGE, 2012).

Figura 6 ó Vegetação da Porção Norte e parte da porção Sul da Transversal 1 - Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Fotografia retirada no período seco; B) Fotografia retirada no período chuvoso.



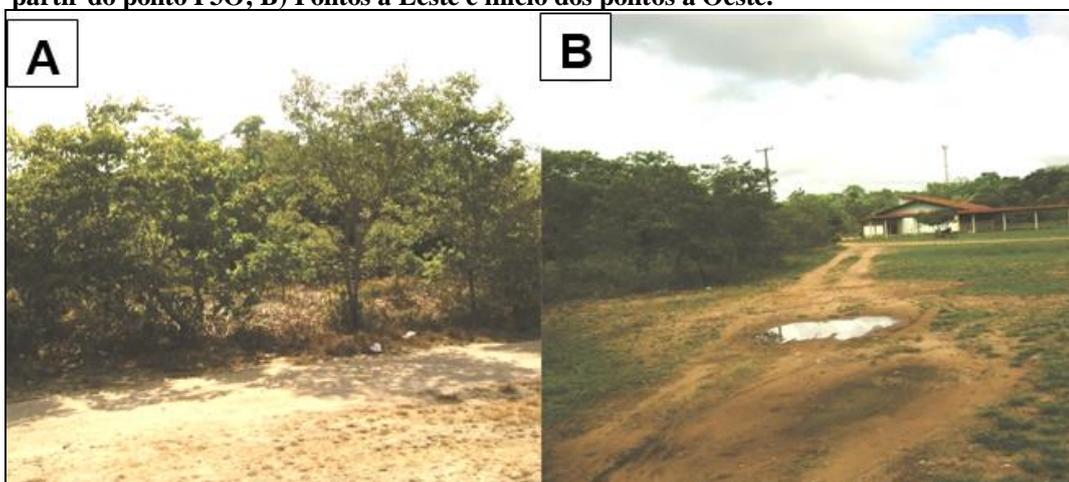
Fonte: Acervo da autora (2017).

Na T2 (Gráfico 2B), na mesma profundidade de 0-10 cm, as frações granulométricas variaram entre 345 a 470 g.kg⁻¹ para areia grossa, 196 a 291 g.kg⁻¹ de areia fina, 165 e 270 g.kg⁻¹ de argila e o silte apresentou valores entre 103 a 182 g.kg⁻¹. A areia fina e argila apresentam valores médios e teores próximos em todos os pontos analisados. Destaca-se a

fração areia grossa, que é maior nos pontos extremos desta transversal, e a fração silte, menos concentrada nos mesmos pontos.

Apesar da predominância de areia grossa na T2, a fração areia fina também apresenta altos valores indicando solos com susceptibilidade a erosão. Essa susceptibilidade é reduzida em decorrência da vegetação de médio porte na porção Oeste da área (Figura 7A). Entretanto os pontos iniciais desta transversal consistem na área de maior trânsito no sítio, sem vegetação expressiva e compactada (Figura 7B), o que potencializa o processo (BRAIDA et al., 2006; FERNANDES, 2004; FILHO; QUARESMA, 2011; LIPIEC; HATANO, 2003).

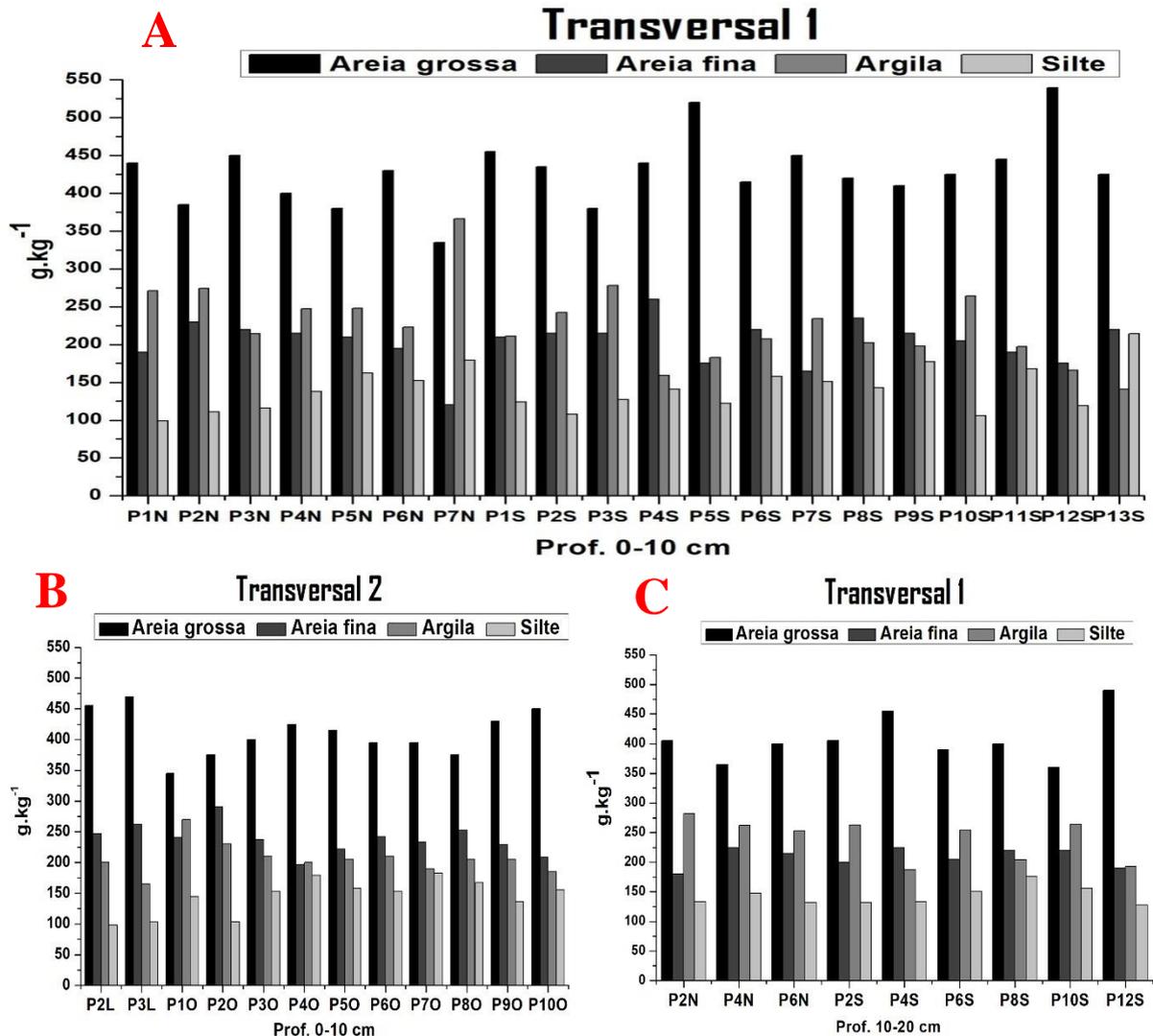
Figura 7 6 Vegetação da Transversal 2 - Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Porção Oeste, a partir do ponto P30; B) Pontos a Leste e início dos pontos a Oeste.



Fonte: Acervo da autora (2017).

Na profundidade de 10-20 cm da T1 (Gráfico 2C) as frações granulométricas variaram entre 360 a 490 g.kg⁻¹ para areia grossa, 180 a 225 g.kg⁻¹ de areia fina, 127 a 176 g.kg⁻¹ para silte, enquanto a argila apresentou valores entre 187 e 282 g.kg⁻¹. Os teores de argila são maiores que os de areia fina e há pouca variação entre as frações. No ponto 10 ao Sul (P10S) o teor de areia grossa foi mais baixo que a média e o teor de argila mais alto. No geral, o padrão granulométrico é semelhante ao apresentado na profundidade de 0-10 cm.

Gráfico 1 ó Frações granulométricas em g.kg^{-1} das amostras de solo do sítio AP-MA-05. A) Fração granulométrica da transversal 1, na profundidade de 0-10 cm; B) Fração granulométrica da transversal 2 na profundidade de 0-10 cm; C) Fração granulométrica da transversal 1 na profundidade de 10-20 cm.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do software OriginPro 8.

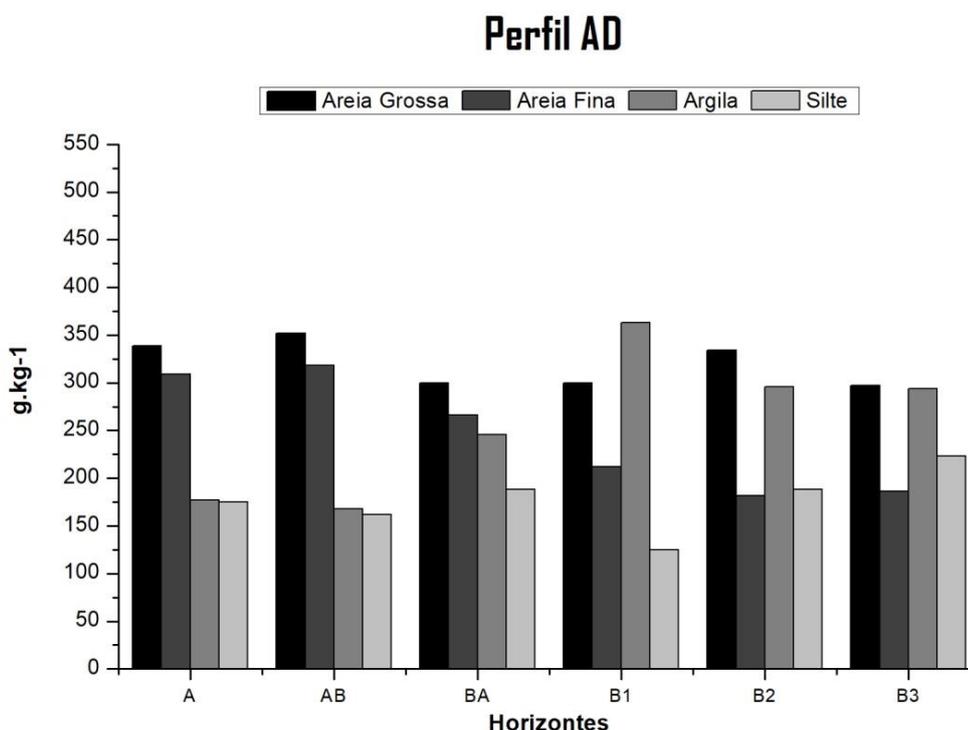
Com exceção do ponto P7N (T1), que em virtude do alto teor de argila ($>30\%$) foi caracterizado com textura argiloarenosa, a textura dos solos do sítio foi classificada como franco-arenosa, predominante na profundidade 0-10 cm e franco-argiloarenosa a 10-20 cm, destacando-se a influência da fração areia grossa. Os resultados são semelhantes aos encontrados em solos antrópicos antigos estudados por Lemos et al. (2009) em Caxiuanã-PA, Barros et al. (2012) no município de Melgaço-PA, Silva et al. (2012) no Município de Bom Jesus do Tocantins-PA, Rebellato (2007) no sítio Hatahara, em Iranduba-AM e Cunha et al. (2017), em Aripuanã-AM.

A diferenciação entre as características granulométricas dos solos do sítio se deve aos diferentes estados de agregação, quantitativo de cada partícula presente no solo, ao teor de

água, à quantidade de matéria orgânica e às tensões que o solo recebe, sendo comum se identificar diferentes tipos de solos em uma mesma área que sofreu impactos distintos (FILHO; QUARESMA, 2011; STRECK, 2004).

Na Área adjacente os teores de areia grossa não sofreram grande variação com a profundidade, variando de 339 a 297g.kg⁻¹, nos horizontes A e B3, respectivamente. Enquanto que a areia fina sofreu decréscimo em profundidade (309 a 186 g.kg⁻¹). A argila está muito concentrada principalmente no horizonte B1, que está acumulando as partículas lixiviadas dos horizontes de transição. Já os teores de silte estão mais concentrados nos horizontes B2 e B3, o que mostra a maior capacidade de agregação destes horizontes (Gráfico 3).

Gráfico 2 ó Frações granulométricas em g.kg⁻¹ das amostras de solo do perfil da Área adjacente.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do software OriginPro 8.

Estes altos teores confirmam o aspecto arenoso dos horizontes superficial e transição, demonstrando ainda a perda das frações mais finas, como argila e silte, para maiores profundidades, tal como discutido no perfil AD. Estes processos de remoção e/ou translocação são potencializados ao se considerar as características climáticas regionais e especialmente locais de alta pluviosidade (COSTA; MOURA, 2017; GUERRA; BOTELHO, 1996; GUERRA; JORGE, 2012; VOLK; COGO, 2009).

A predominância da textura mais arenosa, e maior percentual da fração areia grossa nos horizontes superficial e de transição em arqueossolos tem inferência antrópica e é confirmada por Costa et al. (2009). Esse padrão parece estar relacionado ao uso intenso de fogo e da disponibilidade de material orgânico, pois estes, quando combinados, originam partículas organo-minerais bastante estáveis do tamanho da fração areia (TEIXEIRA; MARTINS, 2003; TEIXEIRA et al., 2009).

Apesar dos arqueossolos normalmente apresentarem a fração areia em maior percentual que o solo original (área adjacente), a distribuição granulométrica é um atributo muito variável (TEIXEIRA; MARTINS, 2003), podendo ocorrer solos também de textura mais argilosa dentro do sítio, como observado no ponto P7N.

4.4 MORFOLOGIA DOS SOLOS E OS IMPACTOS DECORRENTES DO USO ATUAL NO SÍTIO AP-MA-05

A estrutura maciça predominante nos horizontes superficial e de transição (A, AB e BA) do perfil Antrópico (Figura 3), aponta um processo de compactação. Isto evidencia que a falta de demarcação e sinalização do sítio arqueológico resultou em uma problemática na área, em virtude da ausência de proteção do patrimônio ambiental e cultural prevista pela Lei federal de nº 3.924/61 (BRASIL, 1988). Este impacto decorre da passagem constante de veículos, máquinas pesadas e pessoas pela área (Figura 8). Além disso, os constantes ciclos de umedecimento e secagem naturais do solo acarretam na sua desestruturação através da compactação e erosão superficial (ZANATTA; LUPINACCI; BOIN, 2017).

Figura 8 ó Veículo na área central do sítio arqueológico AP-MA-05.



Fonte: Acervo da autora (2017).

Em relação a passagem de veículos constante na área, além do agravante do peso, os pneus usualmente comercializados no Brasil possuem a parte lateral rígida, sendo chamados de pneus de banda diagonal. Essa rigidez impede que o pneu se molde ao solo de acordo com as irregularidades do terreno e, por isso, a sua área de contato fica reduzida, aumentando a pressão na superfície do solo e ocasionando a sua compactação (SILVA et al., 2002).

O tráfego constante reduz também a porosidade natural dos solos, fator que dificulta a infiltração de água e faz com que o excedente das chuvas, constantes no período dezembro a julho, se acumule e escoe sobre a sua superfície, gerando também a erosão superficial, que ocasiona perda de solo e de nutrientes (LEMOS et al., 2007; LIPIEC; HATANO, 2003; HAMZA; ANDERSON, 2005).

Autores como Chan et al. (2007) e Mahmoodabadi e Sajjadi (2016) ratificam essas informações alegando que o manejo inadequado do solo pode alterar a sua relação massa/volume, afetando os fluxos de ar e água. Quanto mais compactado o solo, menor a taxa de infiltração de água e fluxo de gases, com possibilidade de escoamento superficial e, conseqüentemente, deixando o solo mais susceptível a erosão.

Pesquisas realizadas em diferentes regiões do País apontam alterações significativas nas propriedades físicas dos solos, em virtude do tráfego contínuo de veículos, principalmente em dias em que o nível de umidade é muito elevado, modificam a qualidade visual do solo

(STRECK et al., 2004), como pode ser observado na área do sítio arqueológico através da Figura 9.

Figura 9 ó Área de passagem de veículos no interior do Sítio AP-MA-05.



Fonte: Acervo da autora (2017).

A compactação além de ocasionar a desestruturação do solo também pode estar influenciando na constante degradação do material arqueológico enterrado na extensão do sítio. Estas relações foram observadas e descritas durante as escavações arqueológicas realizadas por Saldanha e Cabral (2011), as quais encontraram urnas funerárias com elevado grau de deterioração e fragilidade, conforme observado na Figura 10.

As urnas encontradas no resgate realizado por Machado (1997) também apresentaram condições de preservação ruins, estando fragmentadas e bastante deterioradas. Segundo Saldanha e Cabral (2011) essa fragilidade, ainda não vista em outros sítios do Amapá, possivelmente resulta das características climáticas da região e intempéries a que estão susceptíveis, bem como, do uso da área, como um agravante.

Outra modificação atual presente na área do sítio arqueológico é o descarte de resíduos por pessoas que trafegam na região, na maior parte das vezes nem sabendo que se trata de uma área de preservação do patrimônio cultural e ambiental presente dentro do campus universitário, devido principalmente a falta de sinalização (Figura 11).

Figura 10 ó Urna funerária bastante deteriorada, encontrada até 50 cm de profundidade durante escavações arqueológicas no sítio arqueológico AP-MA-05.



Fonte: Saldanha e Cabral (2011).

Figura 11 ó Resíduos descartados na área do Sítio arqueológico AP-MA-05. A) Porção Sul do sítio; B) Porção Oeste do sítio.



Fonte: Acervo da autora (2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As manchas lateríticas no sítio arqueológico AP-MA-05 não apresentaram um padrão claro de distribuição, porém foi atestado seu aspecto antrópico, bem como a sua influência na formação dos arqueossolos. Os resíduos orgânicos e materiais que foram adicionados pelas atividades humanas pretéritas provocaram modificações significativas nos solos, tanto

no sentido vertical (perfil), quanto no horizontal (areal). Essas modificações são evidenciadas pela coloração mais escura dos solos, presença de fragmentos cerâmicos, e espessamento do horizonte A, características marcantes principalmente na porção Sul do sítio.

A composição granulométrica apresentou variabilidade, ocorrendo solos de caráter arenoso, que favorece o processo erosivo, entretanto, nos solos da transversal 1 existe a predominância das frações argiloarenosas provavelmente em função da camada laterítica que impede a perda das partículas de argila.

Apesar desta caracterização e do relevo plano, há agravantes como a intensidade e frequência das chuvas e a predominância de área sem cobertura vegetal expressiva, em virtude do desmatamento e das edificações, contribuindo para a intensificação do processo erosivo no sítio. Estas porções apresentam também maior trânsito de veículos e em conjunto com os aspectos climáticos naturais da região acarretam na desestruturação dos solos e deterioração do material arqueológico.

O descumprimento da Lei federal nº 3.924/61 pela falta de demarcação e sinalização do sítio arqueológico AP-MA-05 vem contribuindo com estas problemáticas, pois até o momento não existe qualquer tipo de proposta para a demarcação da área visando a proteção deste patrimônio ambiental e arqueológico dentro do campus Universitário, mesmo após 20 anos de sua descoberta.

REFERÊNCIAS

BARROS, K. R. M. et al. Fracionamento químico da matéria orgânica e caracterização física de Terra Preta de índio. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 1, p. 44-51, 2012.

BAYER, C. et al. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil and tillage research**, v. 32 n.2, p. 17, 2006.

BRAIDA, J. A. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:605-614, 2006.

BRASIL, C. F. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

CASSOL, E. A. et al. Escoamento superficial e desagregação do solo em Entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 685-690, 2004.

CHAN, K. Y. et al. Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. **Soil and tillage research**, v. 45 n.4, p. 17, 2007.

COSTA, J. A; MOURA, E. P. Uso e ocupação do solo no cerrado amapaense: a formação de antrossolos no campus da Universidade Federal do Amapá. In: BRITO, D. M. C; AVELAR, V. G. **Geografia do Amapá em Perspectiva**, v. 1. Macapá: Universidade Federal do Amapá, 2017. p. 84-95.

COSTA, M. L. et al. The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from lower Amazon region, Brazil: Mineralogy. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 165-178, 2004.

CUNHA, J. M. et al. Atributos físicos e estoque de carbono do solo em áreas de Terra Preta Arqueológica da Amazônia. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 2, 2017.

DENEVAN, W. M. Amazonian dark earths: the first century of reports. In: **Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision**. Springer, Dordrecht, 2009. p. 1-14.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Análises de solos**. 2a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Centro Nacional de Pesquisa de solos, 1997.

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2014. 353p.

FERNANDES, R. B. A. et al. Quantificação de óxidos de ferro de Latossolos brasileiros por espectroscopia de refletância difusa. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, ISSN 1806-9657. v.28, n.2, p.245-257. 2004.

FILHO, A. P.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.3, 2011. 8p.

GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 19, p. 93-114, 1996.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Geomorfologia do cotidiano ó A degradação dos solos. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.4, n.4, p.116 ó 135, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA ó IBGE (Brasil). Mapa de pedologia do Estado do Amapá. Rio de Janeiro, 2004a. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

_____. Mapa de Clima do Brasil. Rio de Janeiro, 2004b. 1 Mapa. Escala 1: 5.000.000.

_____. Mapa de vegetação do Estado do Amapá. Rio de Janeiro, 2004c. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ - IEPA. Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE. 3. ed. rev. ampl. Macapá: IEPA, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas do Brasil**: 1961-1990. Brasília: MAPA, 2000.

IUSS WORKING GROUP et al. **World Reference Base for soil resources 2016**: international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, Rome, 2016.

HAMZA, M. A; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and tillage research**, v. 82, n. 2, p. 121-145, 2005.

KAMPF, N; KERN, D.C. Ação antrópica e pedogênese em solos com Terra Preta em Cachoeira-Porteira, Pará. Belém: **Boletim do Museu. Paraense Emílio Goeldi**, v.1. n.2. p.187- 201, 2005.

KAMPF, N. et al. Classificação das Terras Pretas de índio e outros solos antrópicos antigos da Amazônia: sua caracterização e uso do conhecimento na criação de novas áreas, p. 88-102, 2009.

KAMPF, N. et al. Classificação das terras pretas de índio e outros solos antrópicos antigos. In: Teixeira, W.; Kern, D. Madari, B.; Lima, H. & Woods, W. **As terras pretas de índio da Amazônia**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. p. 87-102. 2010.

KERN, D. C. Análise e interpretação dos solos e, ou, sedimentos nas pesquisas arqueológicas. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**. Suplemento, n. supl. 8, p. 21-35, 2009.

KERN, D. C, 1996. **Geoquímica e pedogeoquímica de sítios arqueológicos com terra preta na floresta nacional de Caxiuanã (Portel-Pa)**. Centro de Geociências, UFPA, Belém, 124p. (Tese de Doutorado).

LEMOS, C. F. et al. Avaliação da erosão entre sulcos em solos de diferentes classes de uso na bacia do rio da Bucha-PR, através do aparelho de Inderbitzen. **Revista geografar**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 156-171, 2007.

LEMOS, R.C; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Viçosa, 4.ed. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2002. 83p.

LEMOS, V. P. et al. Distribuição do arsênio e mercúrio em perfis de solos do sítio Ilha de Terra-Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã**: Desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia. 1. ed. Belém: MuseuParaenseEmílioGoeldi, 2009. p. 141-152.

LIPIEC, J; HATANO, R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. **Geoderma**, 116:107-136, 2003.

MACHADO, A. **Relatório do Salvamento Arqueológico do Sítio AP-MA-5: Campus Universitário Macapá-AP**. Belém: MuseuParaenseEmílioGoeldi, 1997.

MAHMOODABADI, M.; SAJJADI, S. A. Effects of rain intensity, slope gradient and particle size distribution on the relative contributions of splash and wash loads to rain-induced erosion. **Geomorphology**, v.253, p. 159-167, 2016.

MENEZES, C. R.; SOUZA, G. K. C. Levantamento de Briófitas Bioindicadoras de Perturbação Ambiental do Campus Marco Zero do Equador da Universidade Federal do Amapá. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 1, p. 63-73, 2011.

MUNSELL COLORS COMPANY. Baltimore: **Munsell soil colors charts**, 2000.

REBELLATO, L. **Interpretando a variabilidade cerâmica e as assinaturas químicas e físicas do solo no sítio arqueológico Hatahara-AM**. Universidade de São Paulo. 2007. (Tese de Doutorado).

SALDANHA, J. D. M.; CABRAL, M. P. **Segundo relatório do Programa de Resgate Arqueológico no Campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)**, Macapá -AP. 2011.

SILVA, A. K. T. et al. Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta Arqueológica do município de Bom Jesus do Tocantins, sudeste da Amazônia. **Acta amazônica**, v. 42, n. 4, 2012.

SILVA, V. R. et al. Fatores controladores da compressibilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico e de um Latossolo Vermelho distrófico típico. I ó Estado inicial de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p. 1-8, 2002.

STRECK, C. A. et al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 3, 2004.

TEIXEIRA, W. G. et al. As propriedades físicas e hídricas dos horizontes antrópicos das terras pretas de índio na Amazônia Central. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Ed.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 243-251.

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Soil physical characterization. In: **Amazonian dark earths**. Springer, Dordrecht, 2003. p. 271-286.

VOLK, L.; COGO, N. P. Relationships between size of eroded sediments, runoff velocity, surface roughness created by tillage, and size of aggregates in a soil submitted to different managements. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1459-1471, 2009.

ZANATTA, F. A. S.; LUPINACCI, C. M.; BOIN, M. N. Morfometria do Relevo e dinâmica erosiva linear em área rural degradada no Oeste Paulista. **Revista Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 41, p. 82-97, 2017.

5.2 QUÍMICA E MINERALOGIA DOS SOLOS DO SÍTIO AP-MA-05, EM MACAPÁ-AMAPÁ.

RESUMO

Arqueoantrossolos são solos que registram a ocupação humana e podem ser encontrados em antigos assentamentos habitacionais conhecidos por sítios arqueológicos. Este tipo de solo geralmente apresenta características distintas dos solos circunvizinhos devido a modificações das suas propriedades químicas, causadas pelas atividades humanas passadas e seu estudo auxilia na compreensão à cerca dessas atividades e da organização destas populações pré-históricas. Com isto, o objetivo deste artigo foi caracterizar os solos do sítio arqueológico AP-MA-05 em relação a sua composição química e mineralógica, apontando as alterações sofridas em decorrência da atividade humana pretérita, em comparação a sua área adjacente. A área de estudo está situada no município de Macapá, Estado do Amapá, no campus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Para o alcance dos objetivos foram coletadas 41 amostras de solo em duas transversais na área do sítio arqueológico e para fins de comparação na área adjacente foi aberta uma trincheira na qual os solos foram coletados para as determinações pertinentes. A identificação mineral foi realizada por difratometria de raio-x e os parâmetros químicos mensurados pela determinação de pH em água, fósforo disponível, cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, acidez potencial, além dos cálculos dos índices de fertilidade dos solos: Soma de Bases, Capacidade de Troca Catiônica, saturação por bases e saturação por alumínio. A determinação mineralógica identificou solos com a mesma matriz mineral. Já os dados químicos demonstraram uma grande variabilidade nos solos do sítio arqueológico e fertilidade superior ao solo da área adjacente, inferindo que as alterações observadas no sítio são decorrentes das atividades humanas pretéritas em função dos solos apresentarem a mesma origem. As determinações químicas também indicaram o crescimento do sítio arqueológico no sentido Sul, para fora dos limites estabelecidos em pesquisas anteriores.

Palavras-chave: Fertilidade. Amazônia. Arqueoantrossolo.

ABSTRACT

Arqueoantrossolos are soils that record human occupation and can be found in ancient housing settlements known for archaeological sites. This type of soil usually presents distinct characteristics of the surrounding soils due to modifications of its chemical properties, caused by past human activities and its study helps in the understanding of these activities and the organization of these prehistoric populations. Thus, the objective of this article was to characterize the soils of the AP-MA-05 archaeological site in relation to its chemical and mineralogical composition, pointing out the alterations suffered as a result of past human activity, in comparison to its adjacent area. The study area is located in the municipality of Macapá, State of Amapá, on the campus of the Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). To reach the objectives, 41 soil samples were collected in two transverse areas in the area of the archaeological site and for comparison purposes, a trench was opened in which the soils were collected for the pertinent determinations. The mineral identification was performed by X-ray diffraction and the chemical parameters measured by pH determination in water, available phosphorus, calcium, magnesium, exchangeable potassium and aluminum, potential acidity, in addition to calculations of soil fertility indexes: Sum of Bases, Cation exchange capacity, base saturation and aluminum saturation. The mineralogical determination identified soils with the same mineral matrix. On the other hand, the chemical data showed a great variability in the soils of the archaeological site and superior fertility to the soil of the adjacent

area, inferring that the changes observed in the site are due to the previous human activities as the soils present the same origin. The chemical determinations also indicated the growth of the archaeological site in the south direction, outside the limits established in previous researches.

Keywords: Fertility. Amazônia. Arqueoantrossolo.

1 INTRODUÇÃO

Os solos predominantes na Região Amazônica pertencem a classe dos Latossolos e Argissolos, sendo estes caracterizados por seu alto grau de intemperismo e por possuir propriedades físicas adequadas ao uso agrícola, entretanto, apresentam fortes limitações químicas. Na Região também ocorrem solos que foram modificadas por processos antrópicos resultantes da ocupação humana pretérita, conhecidos como arqueoantrossolos (KAMPF et al., 2010; PRIMAVESI, 2001).

Estes solos apresentam modificações principalmente nas suas propriedades químicas em decorrência da deposição de resíduos orgânicos e inorgânicos, sendo as maiores contribuições provenientes de produtos de origem animal e vegetal que foram descartados durante as atividades desenvolvidas por populações do passado e que adicionaram nutrientes como fósforo, cálcio, magnésio e potássio aos solos, conferindo a estes uma maior fertilidade (KAMPF; KERN, 2005; KERN, 1996; WOODS, 2009).

Embora agricultores de todo o mundo já houvessem reconhecido que antigas ocupações apresentavam solos férteis, foi somente no início do século 20 que as modificações químicas causadas no solo por estas atividades humanas passaram a ser vistas como evidências para o estudo de assentamentos abandonados (PARNELL; TERRY, 2002).

Os registros mais importantes da ação humana pré-histórica no solo resultam de assentamento e da prática da agricultura. Nos sítios de assentamento, são concentrados grandes volumes de material orgânico resultante da atividade humana como ossos, conchas, sangue, carapaças, fezes, folhas e sementes. Todo esse material é depositado de acordo com o padrão de assentamento da aldeia, que irá definir de que forma a área foi ocupada (KERN, 2009).

As pesquisas pedológicas, arqueológicas e etnográficas têm auxiliado na identificação desses padrões de assentamentos e trouxeram novos conhecimentos sobre a visão da inter-relação dentre homem e meio ambiente. O estudo da composição mineral e química dos solos aplicada a sítios arqueológicos revela que atividades desempenhadas em um mesmo local sob um determinado tempo deixam distintas assinaturas fixas no solo através de anomalias de

certos elementos químicos que podem levar a informações conclusivas sobre a forma de assentamento do homem na pré-história (COSTA; KERN, 1999; COSTA; COSTA; KERN, 2013; HASTIK, GEITNER; NEUBURGER, 2013; KERN, 2009; SCHMIDT, 2016).

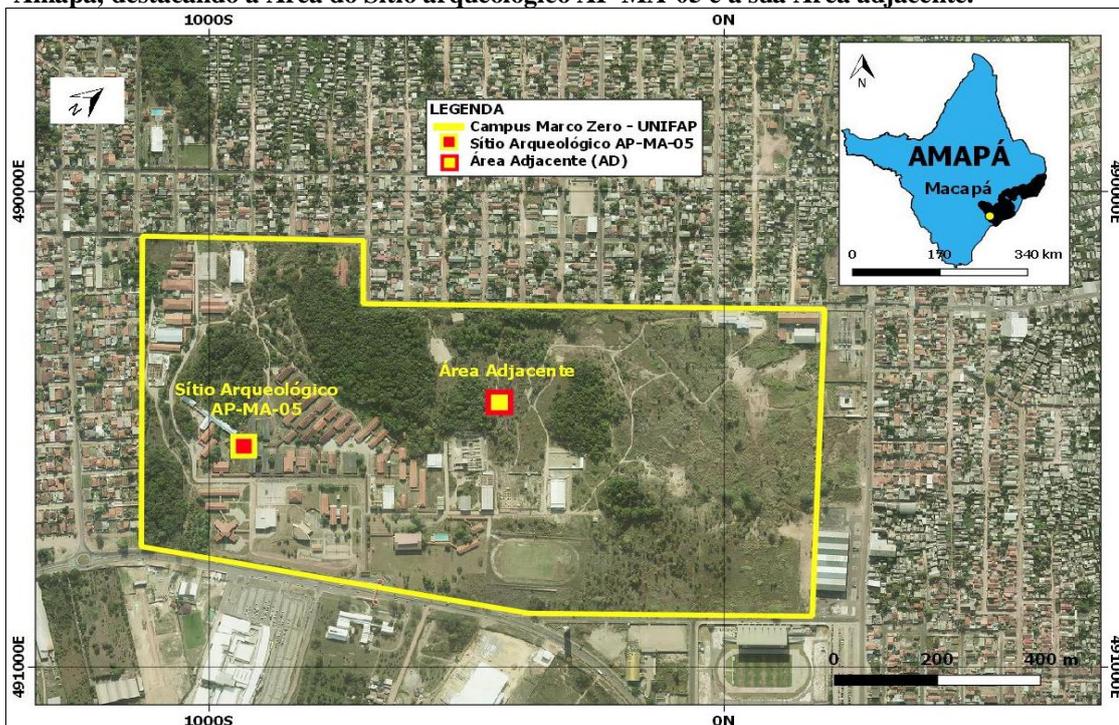
Tendo em vista o exposto, o objetivo deste artigo foi caracterizar os solos do sítio arqueológico AP-MA-05 em relação a sua composição química e mineralógica, apontando as alterações sofridas em decorrência da atividade humana pretérita, em relação a sua área adjacente (AD).

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende ao sítio arqueológico AP-MA-05, que está situado no campus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), localizada no município de Macapá, Estado do Amapá (Figura 12).

As coordenadas geográficas da área central do sítio são: Latitude $00^{\circ}00.490\text{S}$ e Longitude $051^{\circ}05.142\text{W}$, DATUM WGS84. O Igarapé do Zerão é a drenagem mais próxima, a cerca de 600 m, o qual desagua no rio Amazonas, o qual está a cerca de 2 km da área estudada.

Figura 12 é Mapa de localização do campus Universitário Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, destacando a Área do Sítio arqueológico AP-MA-05 e a sua Área adjacente.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* QGIS 2.18.

Em relação aos aspectos físicos, a área de estudo se encontra na unidade geológica de cobertura Detrito-laterítica Pleistocênica, caracterizada pela presença de sedimentos argilo-arenosos amarelados. A área de estudo é coberta principalmente por solos minerais, intemperizados, profundos e bem drenados do tipo Latossolo amarelo distrófico típico (IEPA, 2008; IBGE, 2004a).

Os aspectos climáticos são definidos pelo clima equatorial quente e úmido com relevantes índices pluviométricos. A concentração de chuvas se intensifica no período de janeiro a junho, onde são alcançados os mais elevados índices de precipitação pluviométrica, os quais podem chegar a 407 mm ao mês (IBGE, 2004b; IEPA, 2008; INMET, 2000).

A pesquisa localiza-se em uma área de influência urbana, onde a vegetação primária já foi bastante alterada e atualmente é caracterizada pela presença marcante de cerrado arbóreo e arbustivo, com transição para área de mata (IBGE, 2004c; IEPA, 2008; MENEZES; SOUZA, 2011).

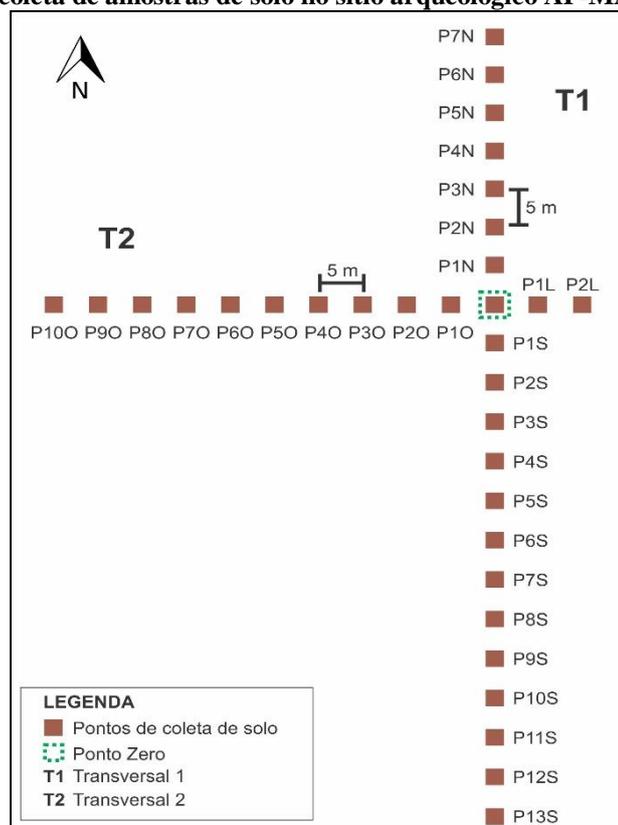
3 MATERIAL E MÉTODOS

Após o reconhecimento da área delimitada como sítio arqueológico foi escolhido um marco inicial, denominado ponto zero. Este marco inicial está localizado no centro da área já escavada por Saldanha e Cabral (2011), e serviu como referência para o cruzamento de duas transversais e coletas das amostras de solo.

A partir da marcação do ponto zero, localizado sob as coordenadas geográficas $0^{\circ}00'29.480''$ S e $51^{\circ}05'08.420''$ WGr, foi utilizada uma bússola para orientação dos pontos cardeais e posterior projeção das transversais com auxílio de uma trena de 50 m de comprimento.

As transversais foram projetadas perpendiculares entre si formando ângulos de 90° . A Transversal 1 (T1), traçada no sentido Norte-Sul, com 100 m de extensão, e a Transversal 2 (T2), no sentido Leste-Oeste, com 65 m de amplitude. Nas transversais, foram realizadas um total de 33 pontos de coleta, com intervalos de 5 m de distância, dos quais foram coletadas um quantitativo de 41 amostras de solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm (Figura 13).

Figura 136 Croqui esquemático da malha de sondagem e coleta de amostras de solo no sítio arqueológico AP-MA-05.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do software CorelDraw 18.0.

Após as coletas as amostras foram preparadas para as análises laboratoriais sendo secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm, formando a TFSA (EMBRAPA, 1997). Uma pequena alíquota da TFSA foi ainda pulverizada em gral de ágata para as análises mineralógicas.

Para determinação das fases mineralógicas, as amostras de solo, previamente pulverizadas, foram submetidas à difração de raios-x, segundo o método do pó, conforme as orientações de Moore e Reynolds (1989). Foi utilizado o difratômetro XPERT PRO MPD equipado com goniômetro PW 3040/60 (theta-theta) PANalitical, com tubo de raio-x cerâmico de ânodo de cobre ($\text{CuK } 1 = 1,54060 \text{ \AA}$) e condições de operação de 40 kV e 30mA. Os dados obtidos foram interpretados com auxílio do banco de dados ICDD e o software XPERT HighScore versão 2.1b. Estes procedimentos foram realizados no laboratório de difração de raios-x do grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

Já os parâmetros químicos foram mensurados conforme os procedimentos metodológicos propostos por EMBRAPA (1997), detalhados no Quadro 4.

Quadro 4 - Métodos e equipamentos utilizados para as análises químicas.

Análise	Princípio	Procedimentos	Equipamentos	Laboratório
Matéria orgânica	Método volumétrico pela oxidação por via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico.	Pesar 0,5g do solo; adicionar 10ml de solução de dicromato de potássio 0,4N; aquecer em placa elétrica até a fervura branda, durante 5 minutos; deixar esfriar e juntar 80ml de água destilada, 2ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina; Titular com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1N até a viragem de cor.	Bureta digital; Agitador magnético	Laboratório de Solos da EMBRAPA/Amapá
pH em H ₂ O	Medição da concentração efetiva de íons H ⁺ na solução do solo por meio de eletrodo combinado.	Colocar 10g de solos em copo plástico de 100ml; adicionar 25ml de água destilada ou deionizada; agitar a mistura com bastão individual de vidro e deixar em repouso por uma hora; agitar novamente cada mistura com bastão; mergulhar o eletrodo na suspensão homogeneizada e efetuar a leitura do pH.	Potenciômetro com eletrodo combinado	
P disponível	Determinado espectroscopicamente, através da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico.	Colocar 5g de solo em erlenmeyer de 125ml. Adicionar 50ml de solução extratora de Mehlich-1 (HCl 0,05 N e H ₂ SO ₄ 0,025 N); agitar durante 5 minutos em agitador circular horizontal; deixar decantar durante uma noite; pipetar, 25ml do extrato e passar para recipiente plástico; adicionar 10ml de solução ácida de molibdato de amônio e 30mg de ácido ascórbico em pó; agitar; fazer a leitura no fotômetro de chama.	Fotômetro de chama	
K ⁺ trocável	Determinação por espectrofotometria de chama.	Utilizar 20 ml do extrato obtido através da solução extratora de Mehlich-1; levar o extrato ao fotômetro de chama e efetuar a leitura o filtro do potássio.	Fotômetro de chama	
Ca ²⁺ e Mg ²⁺ trocáveis	Extração com solução de KCl e determinação complexiométrica com EDTA.	Colocar 10 g de solo em erlenmeyer de 125ml; adicionar 100ml de solução de KCl 1M; agitar durante 5 minutos em agitador horizontal circular; deixar decantar durante uma noite; pipetar 25ml do extrato e passar para erlenmeyer de 125ml; adicionar 4ml do coquetel de cianeto de potássio, trietanolamina e solução-tampão; adicionar 30 mg de ácido ascórbico e três gotas do indicador negro de eriocromo-T.; titular com a solução de EDTA 0.0125 N, até viragem.	Bureta digital	
Al ³⁺ trocável	Método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio.	Pipetar 25ml do extrato obtido com a solução de KCl 1M; passar para erlenmeyer de 125ml; adicionar 3 gotas do indicador azul de bromotimol a 1g/l; titular com solução de NaOH 0,025M até a viragem.	Bureta digital	
H ⁺ + Al ³⁺	Extração com acetato de cálcio e determinado volumetricamente com solução de NaOH.	Colocar 5 g de solo em erlenmeyer de 125ml; adicionar 75ml de solução de acetato de cálcio 0,5M pH 7; pipetar 100ml da solução obtida para erlenmeyer de 200ml; adicionar 5 gotas da solução de fenolftaleína a 3% e titular com a solução de 0,025 M de NaOH até o desenvolvimento de cor.	Bureta digital	

Fonte: EMBRAPA (1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA DOS SOLOS

Foram identificados os minerais quartzo (SiO_2) e a caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) na fração argila como predominantes nas amostras analisadas (Figura 14). Em diversos trabalhos realizados nos Estados de Roraima por Garcia (2011) e Amazonas por Corrêa et al. (2008), Marquesi et al. (2010) e Zenero et al. (2016) foi detectada a composição mineralógica da fração argila como sendo predominantemente caulinítico e a fração areia composta por quartzo.

Estudos mineralógicos semelhantes realizados em solos antrópicos antigos, também, têm mostrado que o quartzo e a caulinita são os principais minerais encontrados de forma abundante nos solos da região como os estudos realizados por Costa e Kern (1999), Ruivo e Cunha (2003), Lemos et al. (2011) na floresta nacional de Caxiuanã-PA, assim como os estudos de Costa, Costa e Kern (2013) no município de Juruti-PA.

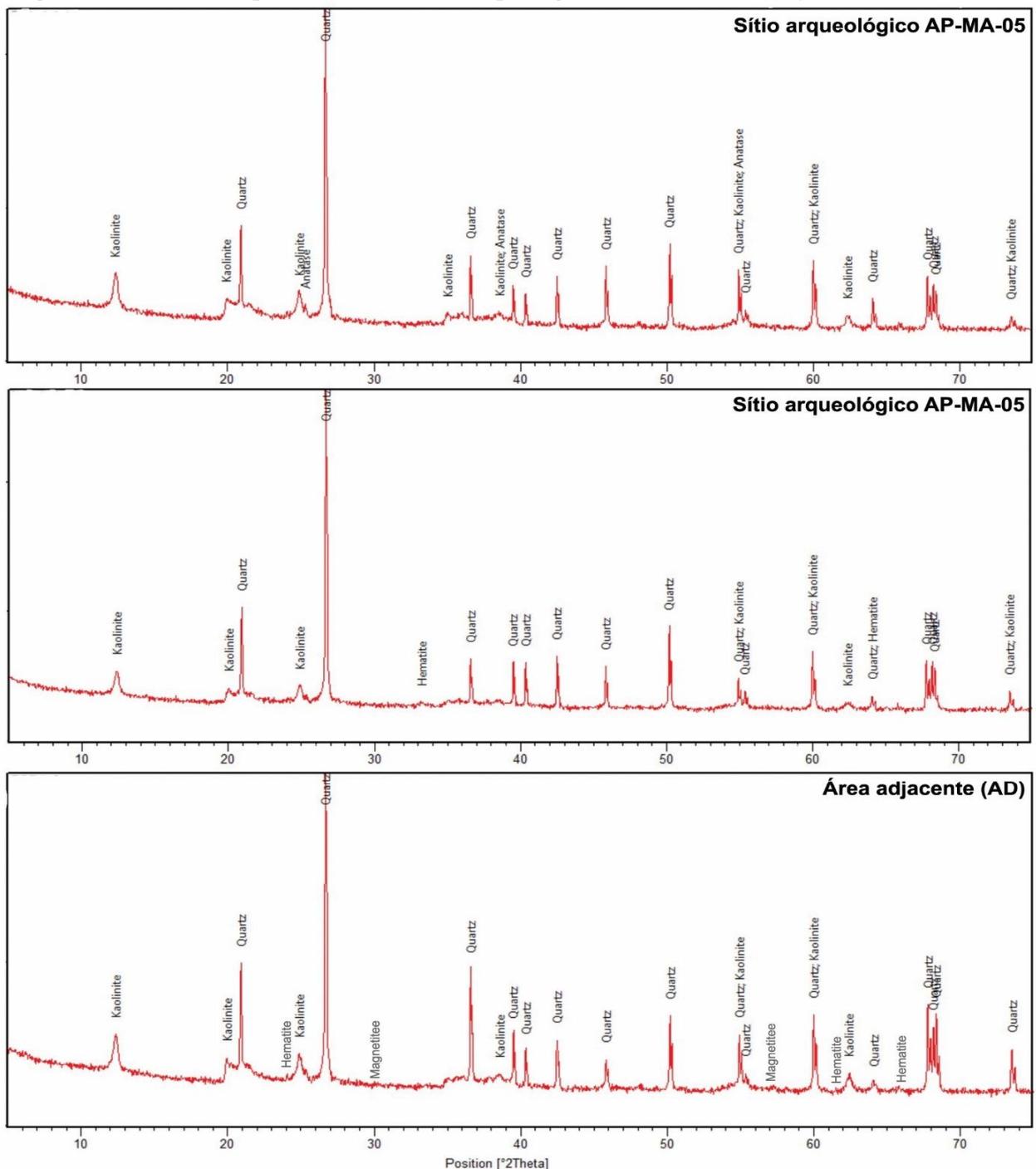
Os resultados encontrados foram consonantes aos existentes na literatura, pois em solos altamente intemperizados, como os Latossolos, abundantes na Região Amazônica, a caulinita é o único mineral silicatado existente em quantidade expressiva. E assim como o quartzo, influenciam insignificativamente nas propriedades químicas dos solos no aspecto do aporte e manutenção da fertilidade, devido a sua baixa capacidade de retenção de cátions (baixa CTC), que no geral é inferior a $12 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (GLASER; BIRK, 2012; LEMOS et al., 2011; FONTES et al., 2001).

A composição mineral do solo é determinada pelo material de origem (como granitos, gnaisses e sedimentos terciários e quaternários) associado a forte lixiviação das bases, proveniente do elevado grau de intemperismo químico que predomina na região amazônica em função da alta precipitação anual, e o que resulta na baixa fertilidade química natural dos solos (CAMARGO et al., 2008).

Em menores quantidades foram observados minerais acessórios no solo do sítio arqueológico, a exemplo do anatásio (TiO_2), e minerais de ferro como goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$) no solo da AD e hematita (Fe_2O_3) com ocorrência dentro e fora do sítio, (Figura 14). Segundo Eberhardt et al. (2008) e Camargo et al. (2008) a fração argila dos Latossolos é composta principalmente por caulinita e óxidos de Ferro (hematita e goethita). A sua origem está vinculada a três processos pedogenéticos: produto do intemperismo de minerais primários e secundários; neoformação; e herança do material de origem.

A composição mineral dos solos foi semelhante entre si, mostrando não haver diferença nos principais minerais encontrados em maior quantidade no sítio arqueológico e na AD. Essa semelhança se dá pelo fato dos processos pedogenéticos pós-ocupação não terem promovido profundas modificações nas características dos minerais cristalinos e aponta que os solos estudados possuem a mesma matriz mineral em sua origem, fato que corrobora com as interpretações realizada por Lima et al. (2010).

Figura 146 Padrão DRX para amostras do sítio arqueológico AP-MA-05 e Área adjacente.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* X-PERT Highscore 2.1 B.

4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS

4.2.1 Matéria orgânica e pH

A matéria orgânica do solo (MOS) no sítio arqueológico apresentou teor máximo de $41,2 \text{ g.dm}^{-3}$, sendo considerado um valor muito alto e conseqüentemente bom para os solos, enquanto que o valor mínimo observado, bem como o teor de MOS na AD foram semelhantes ($12,59 \text{ g.kg}^{-1}$) e considerados baixos e inadequados a manutenção das propriedades químicas e físicas do solo (Gráfico 4) concordando com Alvarez et al. (1999) e Ribeiro (1999). Os valores médios de MOS, aos 0-10 cm, nas transversais foram de $21,69 \text{ g.dm}^{-3}$ na T1 e de $19,45 \text{ g.dm}^{-3}$ na T2, já na profundidade 10-20 cm da T1 foi de $18,04 \text{ g.dm}^{-3}$, valores bem mais elevados no sítio em comparação a AD, onde o teor de MOS foi de $12,59 \text{ g.dm}^{-3}$.

A manutenção das propriedades químicas através da MOS se dá por ela ser considerada uma fonte primária de nutrientes e o seu conteúdo é um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade do solo. Além disso, a capacidade do solo em adsorver nutrientes, a diminuição da toxidez por alumínio e a estabilização do pH, são propriedades e processos cujo controle em solos tropicais fundamentalmente dependem da matéria orgânica (MADARI et al., 2009).

Além disso, os resíduos orgânicos presentes nos solos contribuem na diminuição da sua densidade e criam poros de diâmetros grandes que favorecem a entrada de ar e a drenagem de água, melhorando a qualidade do solo, reduzindo a sua erodibilidade e conseqüentemente favorecendo as suas propriedades físicas (VASCONCELOS et al., 2010; FRASER; CLEMENTE, 2008).

Os arqueossolos são formados por um grande depósito estável de MOS, o que difere dos solos tipicamente tropicais, que em função das altas temperaturas e elevados índices pluviométricos acabam se decompondo, e os seus nutrientes são lixiviados mais facilmente. Em virtude dessa diferença, a MOS é de extrema importância para a identificação de sítios arqueológicos, pois ela se mantém nos solos mesmo em condições adversas, liberando nutrientes aos poucos, e mantendo seus bons níveis no solo (GLASER et al., 2000).

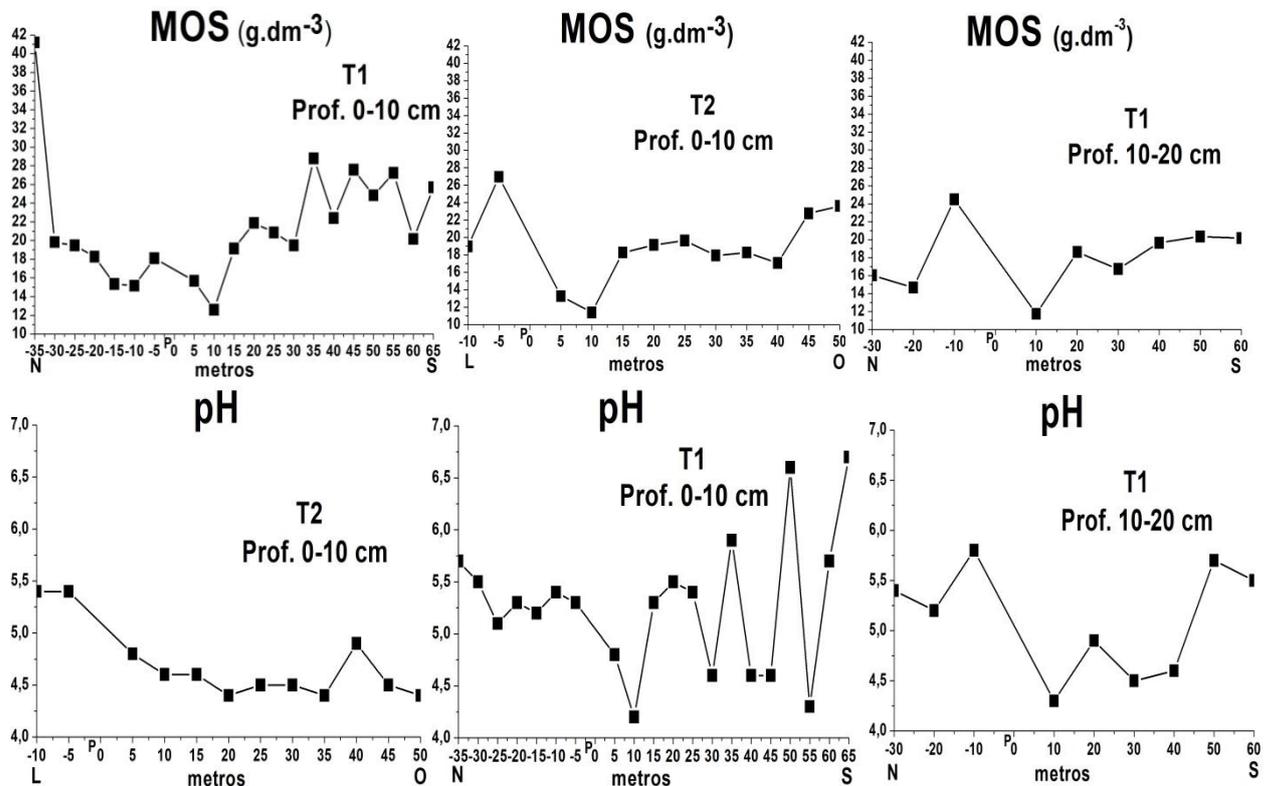
O pH em água nos solos do sítio variou de 4,2 a 6,7 (Gráfico 4), apresentando uma grande amplitude, com valores que são classificados como acidez muito elevada a baixa, ou seja, com solos muito ácidos e outros próximos a faixa de neutralidade. Os valores médios

foram de 5,3 na profundidade de 0-10 cm e de 5,1 aos 10-20 cm da T1, representando solos menos ácidos que os da AD que apresentou pH com valor de 4,9.

Falcão et al. (2009) ao pesquisar solos da camada superficial de 10 sítios com terra preta arqueológica (TPA), no Estado do Amazonas, verificou valores de pH com variação entre 4,32 e 6,61, possuindo um valor médio de 5,68, resultados semelhantes aos encontrados no sítio arqueológico estudado.

Os resultados desta pesquisa ratificam que os arqueoantrossolos do sítio AP-MA-05 apresentam maiores valores de pH, quando comparados com solos adjacentes, que são extremamente ácidos e em geral apresentam pH entre 4,0 e 5,0 (REIS et al., 2009). Os valores mais baixos de pH nos solos naturais da região amazônica são causados pela elevada perda de bases trocáveis e consequente concentração de íons H^+ , provocada pelo processo de intemperismo influenciado pelas altas temperaturas e longos períodos de precipitação (ALVAREZ et al., 1999; FALCÃO et al., 2009).

Gráfico 36 Variabilidade de Matéria orgânica do solo (MOS) e pH nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, nas transversais T1 e T2 do sítio arqueológico AP-MA-05.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* OriginPro 8.

4.2.2 Macronutrientes diagnósticos em Arqueoantrossolos

O cálcio disponível obteve teor máximo de $7,2 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ aos 0-10 cm da T1 (Gráfico 5), sendo considerado um valor muito alto para solos tropicais e divergente de outras pesquisas como a realizada por Costa e Moura (2017) em solos identificados como Terra Mulata, presentes também no campus da UNIFAP, nos quais os valores de Ca+Mg apresentaram máxima de $4 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$. E sendo muito distante dos dados obtidos por Melém Júnior (2003) na região de cerrado amapaense em solos sem interferência antrópica pretérita, onde os valores de Ca+Mg ficaram em torno de $0,36 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$.

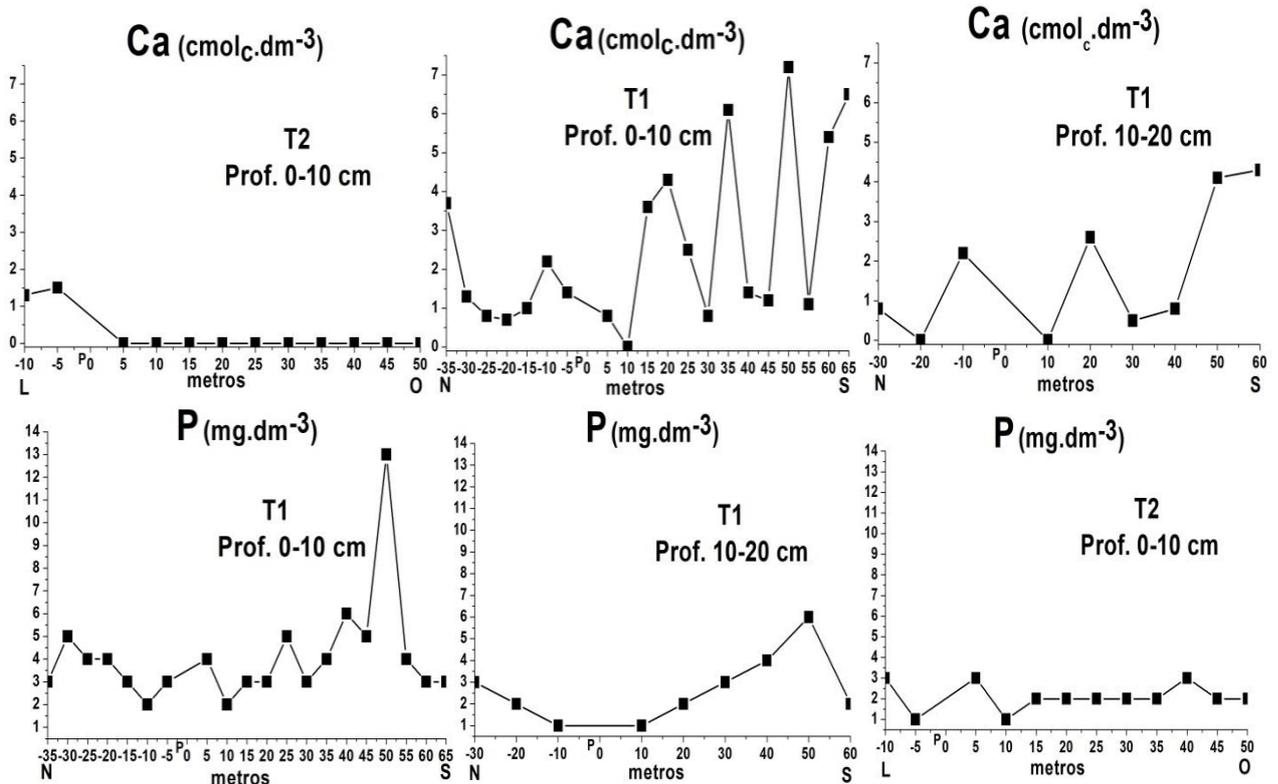
Os valores médios de cálcio a 0-10 cm foram de $2,6 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T1 e de $0,23 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T2. Na profundidade 10-20 o valor foi de $1,7 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ (Gráfico 5), já na AD o teor deste nutriente não foi detectado, o que mostra um enriquecimento de cálcio nos solos do sítio arqueológico AP-MA-05, em especial nas duas profundidades analisadas da T1.

Os níveis de cálcio no interior do sítio podem estar relacionados com a humificação pronunciada destes solos, o que favorece a atividade biológica, tornando o material orgânico menos solúvel e assim formando agregados mais estáveis, ou seja, causando sua menor lixiviação em função da grande afinidade com a superfície de troca do solo, observados também pelos altos teores de MOS no interior do sítio, concordando assim com Kern et al. (2015), Barros et al. (2012) e Lima et al. (2010).

Os teores de fósforo disponível variaram entre 1 e $13 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ (Gráfico 5), sendo o teor máximo classificado como um valor médio, entretanto, já considerado uma pequena anomalia por este nutriente na área, uma vez que latossolos dificilmente apresentam esse valor sem algum tipo de interferência antrópica, normalmente apresentando valores de até $3 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ na região (KERN, 2009; RIBEIRO, 1999).

Os valores médios de fósforo na profundidade 0-10 cm foram de $4,1 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ na T1 e $2,1 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ na T2, já na profundidade 10-20 cm o valor foi de $2,66 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$. Na AD o teor de fósforo foi de $2 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$, revelando que os valores médios do sítio ainda são superiores ao da AD para este nutriente.

Gráfico 46 Variabilidade de cálcio e fósforo nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, nas transversais T1 e T2 do sítio arqueológico AP-MA-05.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* OriginPro 8.

Em contrapartida aos altos resultados de MOS, pH e cálcio trocável no sítio, não foi observado o mesmo padrão para os teores de fósforo disponível, como encontrados em outros sítios da região Amazônica, com valores que chegam a alcançar $2.761 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$, como constatado por Pessoa Junior e Santana (2017) no sítio Santo Antônio localizado do município de Anori, Estado do Amazonas.

Contudo, valores baixos para fósforo e altos para cálcio trocável também foram observados por Campos et al. (2012) em dois perfis de solo de dois sítios com TPA no município de Manicoré-AM (máxima de $15,5$ e $35,4 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ em superfície para cada perfil), por Pessoa Junior e Santana (2017) no sítio Balbina em Presidente Figueiredo, no mesmo Estado, com valor máximo de $17 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$, e por Silva et al. (2012) no sítio BJ8 em Bom Jesus-PA, com máxima de $20 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ do nutriente.

Os teores de fósforo identificados em arqueossolos devem-se à ocupação humana pretérita, e seu enriquecimento se dá através do acúmulo e decomposição de matéria orgânica de origem animal, como restos de ossos, sangue e excrementos humanos. Por isso, o fósforo é um importante nutriente a ser analisado em solos de sítios arqueológicos, pois além de auxiliar na sua localização pode também ser utilizado para estimar o tamanho da população,

duração e intensidade do assentamento. (KERN, 2009; RODRIGUES; COSTA, 2016; ROOSEVELT, 2013; SANTOS et al., 2013).

Considerando-se a classificação do sítio AP-MA-05 como um sítio-cemitério com diversas urnas funerários e material arqueológico, além dos altos conteúdos de cálcio, é evidente sua riqueza em matéria orgânica animal, em especial ossos. No entanto, os baixos níveis de fósforo registrados na maior parte da área estudada sugerem a baixa influência do material das urnas funerárias aos solos mais superficiais, analisados neste estudo. Assim, é possível que o nutriente seja detectado em uma maior profundidade ou ainda ter formado compostos inorgânicos com baixa solubilidade com cátions como o ferro e alumínio, não sendo detectado em sua forma disponível, como os demais nutrientes investigados, conforme relatado por Lepsch (2002) e Silva (2007).

A forma de fósforo associado a compostos inorgânicos, pode estar também adsorvido ao material cerâmico abundante na área, como observados em outros trabalhos como o de Coelho et al. (1996) em fragmentos cerâmicos do sítio Manduquinha em Caxiuanã-PA e por Costa et al. (2004), em cerâmicas do sítio Cachoeira-Porteira, no município de Oriximiná, no mesmo Estado. Assim, há a necessidade de análises químicas totais, tanto do solo quanto dos fragmentos cerâmicos para confirmação desta hipótese.

Assim como o cálcio, o magnésio e o potássio também são cátions básicos que contribuem para os altos valores de CTC e para a soma de bases (SB) dos solos antropogênicos, entretanto sua abrangência espacial é mais restrita (KERN, 2009). Na área do sítio os teores de magnésio mais altos foram classificados como médios na T1, chegando a $0,7 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e não sendo detectados em alguns pontos da T2. A média a 0-10 cm foi de $0,46 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T1, de $0,025 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T2 e de $0,39$ na profundidade 10-20 cm. Na AD o valor de magnésio foi de $0,4 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, semelhante aos valores médios da T1.

O potássio trocável variou entre muito baixo ($0,01 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) a níveis considerados como bons ($0,2 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$), segundo Ribeiro (1999), nas transversais. Os maiores teores deste nutriente foram observados em consonâncias aos pontos com destaque para cálcio e magnésio. A média de potássio na T1 foi de $0,048 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ a 0-10 cm e de $0,068 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ a 10-20 cm, já o valor médio da T2 foi igual ao da AD ($0,02 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$). Valores semelhantes foram observados por Silva et al. (2012), que constatou o teor máximo de $0,23 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ de potássio em solos superficiais classificados como TPA, no Estado do Pará.

Os níveis de alumínio trocável no sítio foram baixos ou fora dos limites de detecção. Os valores médios foram de $0,42 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T1 e $1 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T2 a 0-10 cm e de $0,48 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ a 10-20 cm, tornando a maior parte dos solos com valores adequados para o

nutriente, característica bastante incomum em solos tropicais. Na AD o alumínio apresentou concentração de $1,1 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, sendo considerado um valor alto e potencialmente prejudicial, além de estar acima da média dos valores observados no sítio.

Diferente dos cátions trocáveis discutidos anteriormente, o alumínio trocável no solo se torna satisfatório quando alcança valores inferiores a $0,51 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$. Esse padrão se dá devido a sua concorrência com os demais nutrientes indispensáveis a nutrição vegetal (Ca, Mg e K) e por sua concentração muito elevada se tornar indesejável devido ao potencial de toxidez que este nutriente apresenta (PRIMAVESI, 2001; RIBEIRO et al., 1999).

Nas TPA normalmente é encontrada relação inversa e muito evidente do teor de alumínio com o de pH e cálcio (FALCÃO et al., 2009). Ainda segundo estes autores, o valor máximo de alumínio encontrado para um conjunto de 100 amostras da camada superficial de solos de sítios arqueológicos pesquisados, ocorreu máxima de $1,60 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ de alumínio, média de $0,20 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e valor mínimo de $0,01 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, resultados semelhantes aos do sítio AP-MA-05.

4.2.3 Parâmetros de fertilidade potencial em Arqueoantrossolos

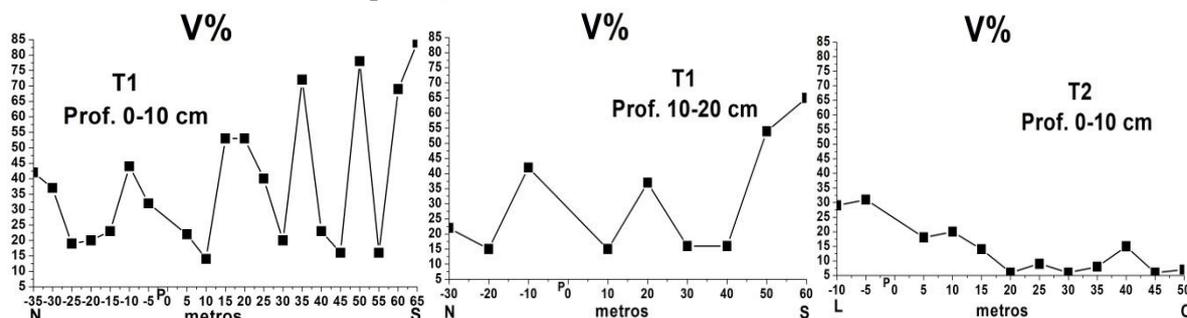
Os níveis de acidez potencial nas transversais estão dentro dos valores de referência de acordo com Ribeiro et al. (1999), no qual os níveis desta acidez acima de $5,01 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ são considerados bons para o solo, e inferiores de $2,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, tornam-se baixos. O menor valor encontrado no sítio foi de $2,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T1 e o valor máximo de $8,7 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na mesma transversal, apresentando médias de $4,52 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $5,02 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T1 e T2, respectivamente, ambos superiores ao valor de $3,9 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ observado na AD, que foi considerado um valor médio.

Em relação aos parâmetros que estimam a fertilidade dos solos, além da MOS, acidez medida pelo pH em água e a acidez potencial, destacam-se também a Soma de Bases (SB), a Capacidade de Troca Catiônica (CTC), a Saturação por bases (V%) e a Saturação por alumínio (m%) (FALCÃO et al., 2009; PRIMAVESI, 2001; RIBEIRO et al., 1999).

Os valores de V% classificam o solo quanto a seu grau de fertilidade, sendo $V > 50\%$ solos eutróficos (férteis), logo, quanto maior este parâmetro no solo, maior a sua fertilidade (EMBRAPA, 2014, FALCÃO, 2009; RIBEIRO et al., 1999). Nos solos do sítio foram observados valores de V% que chegaram a 84%, caracterizando uma alta fertilidade. Entretanto, a maior parte dos solos apresentou fertilidade média, sendo denominados de solos

mesotróficos (média $V=30\%$) (Gráfico 6), enquanto que na AD o valor de $V=9\%$, sendo o solo classificado como distrófico.

Gráfico 5 é Variabilidade de Saturação por Bases ($V\%$) nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, nas transversais T1 e T2 no sítio arqueológico AP-MA-05.



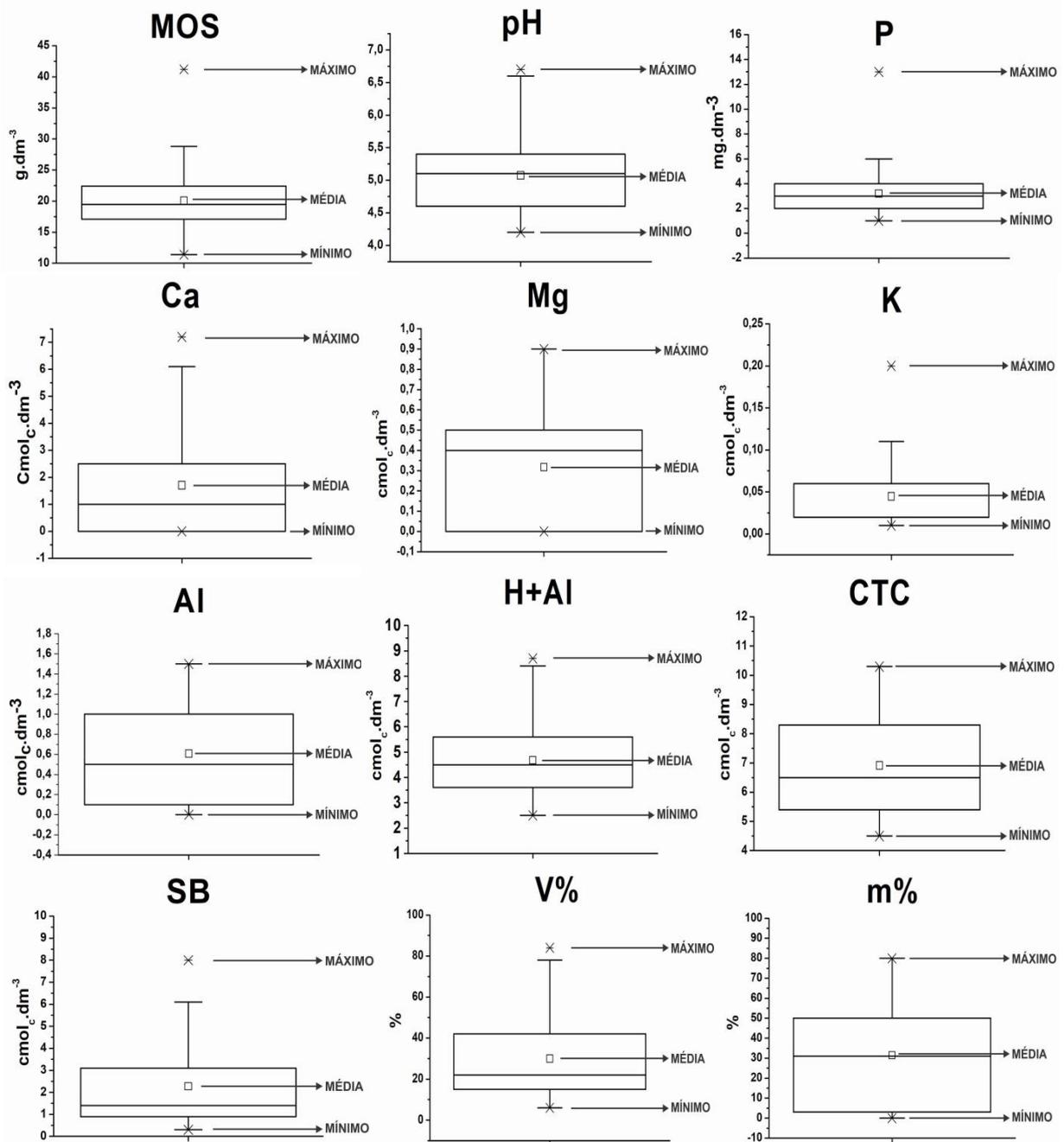
Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* OriginPro 8.

No sítio, a SB variou entre $8 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $0,3 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, sendo o valor máximo observado na T1. Os valores médios foram de $3,14 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $2,32 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ para as profundidades 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, da T1 e de $0,78 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T2. A CTC teve média de $7,6 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $6,8 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, nos níveis 0-10 e 10-20, respectivamente na T1 e de $5,8 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ na T2. Já a $m\%$ obteve percentuais médios de 19,3% em 0-10 cm e 26% em 10-20 da T1 e 55,7% na T2. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram observados por Silva et al. (2012) que encontraram em solos superficiais caracterizados como TPA no sítio BJ8 no Estado do Pará, valores máximos de $\text{CTC} = 9,86 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{SB} = 9,9 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $V = 84\%$, caracterizando os solos como eutróficos.

Na AD, os valores de SB e CTC foram baixos ($0,4 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $4,3 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, respectivamente). O solo apresenta um alto potencial a toxidez por alumínio, devido à alta saturação pelo nutriente ($m\%$), assim como observado em alguns pontos na T2, onde os valores ultrapassaram a faixa adequada ($m = 35\%$), chegando a máxima de 80% na T2 e 73% na AD, considerados percentuais muito altos e consequentemente prejudiciais aos cultivares.

O gráfico 7 mostra a grande variabilidade dos atributos químicos analisados nos solos do sítio arqueológico AP-MA-05, com seus respectivos valores máximos, mínimos e médios, visando traçar um perfil químico geral da área.

Gráfico 6 Valores máximo, mínimo e médios dos parâmetros químicos do sítio arqueológico AP-MA-05 no campus da UNIFAP, em Macapá-AP.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do software OriginPro 8.

Quando calculado o coeficiente da correlação de Pearson para as 41 amostras das duas transversais do interior do sítio arqueológico, foi verificado valores de correlação fortes entre alguns dos parâmetros analisados, sendo positivas para pH com V, Ca e SB ($r^2 = +0,99$; $r^2 = +0,88$ e $r^2 = +0,86$, respectivamente); para Ca com SB e V ($r^2 = +0,99$ e $r^2 = +0,97$, respectivamente) e para SB com V ($r^2 = +0,97$). As correlações fortes negativas foram observadas para pH com Al com V e m ($r^2 = -0,84$; $r^2 = -0,83$ e $r^2 = -0,82$, respectivamente) e Mg e m ($r^2 = -0,82$) (Tabela 1).

Vale ressaltar que, apesar dos baixos conteúdos de fósforo no sítio arqueológico AP-MA-05, existe uma relação moderada positiva entre o mesmo e outros nutrientes como magnésio, cálcio e potássio, sendo os coeficientes desta relação iguais a $r^2 = +0,52$; $r^2 = +0,51$ e $r^2 = +0,50$, respectivamente. Assim como há correlação positiva também com a Soma de bases ($r^2 = +0,51$), sugerindo que estes nutrientes têm a mesma fonte (Tabela 1).

Tabela 1- Matriz de correlação de Pearson (r^2) para os relacionamentos entre as propriedades químicas do solo (n = 41), a nível de 5% de significância.

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC
MO	0,26									
P	0,47	0,23								
K	0,38	0,14	0,50							
Ca	0,88	0,31	0,51	0,50						
Mg	0,67	0,22	0,52	0,44	0,79					
Al	-0,83	-0,04	-0,29	-0,34	-0,75	-0,70				
H + Al	-0,76	0,26	-0,13	-0,13	-0,56	-0,34	0,77			
SB	0,86	0,28	0,51	0,53	0,99	0,78	-0,74	-0,55		
CTC	0,34	0,55	0,48	0,50	0,68	0,62	-0,20	0,22	0,69	
V	0,92	0,18	0,44	0,44	0,97	0,80	-0,84	-0,69	0,97	0,54
m	-0,82	-0,17	-0,38	-0,39	-0,79	-0,82	0,95	0,60	-0,78	-0,39

Fonte: Trabalho de campo (2017).

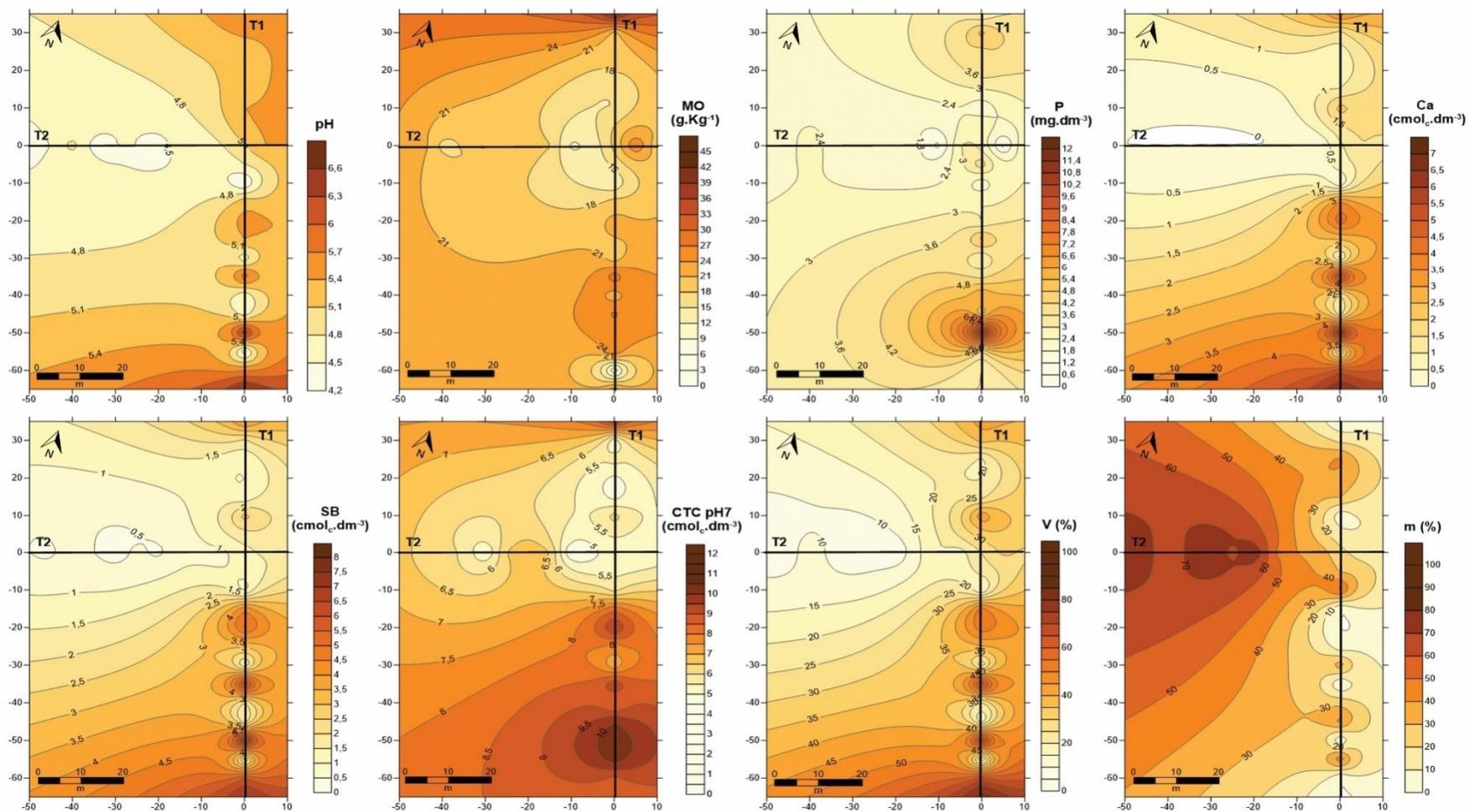
As concentrações dos parâmetros químicos no sítio arqueológico AP-MA-05 mostram uma maior distribuição de MOS, pH, cálcio, fósforo, SB, CTC, V% e os menores índices de m% na porção Sul da transversal 1. Esta foi a zona de maior fertilidade dentro do sítio e consequentemente a que provavelmente apresentou maior influência por descarte de resíduos orgânicos por atividades antrópicas antigas. Em contrapartida, as áreas com menor concentração destes parâmetros, sugerem áreas mais limpas como caminhos e áreas de circulação em geral, com menor descarte de resíduos e, por conseguinte, menor fertilidade (Figura 15).

A organização hipotética apresentada na Figura 6 expõe uma visão geral da área do sítio estudada, mostrando as regiões com maior interferência humana pretérita através de maior descarte de resíduos orgânicos aos solos. O aumento da fertilidade dos solos ocorre no sentido Sul do sítio, para espaços com edificações, como a área do prédio da Pró-Reitoria de Extensão e Ações Comunitárias (PROEAC), e consequentemente, para fora dos limites prévios estabelecidas por Machado (1997) e Saldanha e Cabral (2011).

Apesar das limitações desta distribuição espacial devido a necessidades da coleta de mais amostras de solo em uma malha regular e não apenas em duas transversais, este dado foi

válido, tendo-se como comparação que a mesma distribuição foi proposta por Costa, Costa e Kern (2013) que utilizou malha regular de 60 x 120 m nos sítios arqueológicos TP1 e TP2, em Juruti, no Estado do Pará.

Figura 156 Mapas de isovalor das concentrações dos parâmetros químicos pH, matéria orgânica, fósforo disponível, cálcio trocável, SB, CTC, V% e m%.



Fonte: Trabalho de campo (2017). Elaborado através do *software* Surf 14.0.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição mineralógica não expressou diferença significativa entre os solos do sítio arqueológico AP-MA-05 e sua área adjacente, mostrando um padrão natural, no qual os principais minerais identificados são quartzo e caulinita, comuns em solos tropicais como os latossolos. Isto infere dizer que ambos possuem a mesma matriz mineral de origem.

A amplitude entre os limites de pH mostrou a heterogeneidade química dos arqueoantrossolos, oriundas da influência das atividades humanas na área. Os valores mais elevados de pH foram identificados na porção Sul do sítio, resultados condizentes com os altos teores de matéria orgânica, cálcio, magnésio e, no geral, a boa fertilidade destes solos na mesma região.

Os valores mínimos dos parâmetros químicos mensurados no sítio e semelhantes aos da área adjacente podem ser justificados pela grande variabilidade química existente em solos de sítios arqueológicos em função das atividades humanas pretéritas modificarem o ambiente, e, conseqüentemente, os solos de maneira irregular.

O aumento da fertilidade ocorreu no sentido Sul do sítio. Esta região apresentou também os maiores valores de nutrientes em comparação a área adjacente, com exceção do alumínio que foi maior na adjacência. Isto evidencia a área de deposição preferencial de resíduos, refletindo a dinâmica da ação antrópica no assentamento, pode ainda estar indicando uma possível área de habitação próxima ou sobreposta ao cemitério, como comumente observado em muitos sítios arqueológicos na região amazônica.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, v. 5, p. 25-32, 1999.

BARROS, K. R. M. et al. Fracionamento químico da matéria orgânica e caracterização física de Terra Preta de índio. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 1, p. 44-51, 2012.

CAMARGO, L. A. et al. Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de um latossolo sob diferentes formas do relevo: II-correlação espacial entre mineralogia e agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 2279-2288, 2008.

CAMPOS, M. C. C. et al. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. **Revista Agro@mbiente Online**, v. 6, n. 2, p. 102-109, 2012.

COELHO, S. R. C. et al. **Mineralogia e composição química dos fragmentos cerâmicos arqueológicos do sítio Manduquinha em Caxiuanã (Portel-Pa)**. SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, v. 5, p. 234-237, 1996.

CORRÊA, M. M. et al. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, 2008.

COSTA, M. L. et al. The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from lower Amazon region, Brazil: Mineralogy. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 165-178, 2004.

COSTA, J. A.; COSTA, M. L. da; KERN, D. C. Analysis of the spatial distribution of geochemical signatures for the identification of prehistoric settlement patterns in ADE and TMA sites in the lower Amazon Basin. **Journal of Archaeological Science**, v. 40, n. 6, p. 2771-2782, 2013.

COSTA, J. A; MOURA, E. P. Uso e ocupação do solo no cerrado amapaense: a formação de antrossolos no campus da Universidade Federal do Amapá. In: BRITO, D. M. C; AVELAR, V. G. **Geografia do Amapá em Perspectiva**, v. 1. Macapá: Universidade Federal do Amapá, 2017. p. 84-95.

COSTA, M. L; KERN, D. C. Geochemical signatures of tropical soils with archaeological black earth in the Amazon, Brazil. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 66, n. 1, p. 369-385, 1999.

EBERHARDT, D. N. et al. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos solucionados no pastagens no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA ó EMBRAPA. **Análises de solos**. 2a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Centro Nacional de Pesquisa de solos, 1997.

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2014. 353p.

FALCÃO, N. P. S. et al. Fertilidade do solo de Terra Preta de Índio. TEIXEIRA, W. G; KERN, D. C; MADARI, B.E; LIMA, H. N & WOODS, W. I, orgs. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia** - Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus, UFAM, p. 201-211, 2009.

FONTES, M. Paulo F. et al. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 627-646, 2001.

FRASER, J. A.; CLEMENTE, C. R. Dark Earths and manioc cultivation in Central Amazonia: a window on pre-Columbian agricultural systems? **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi de Ciências Humanas**, v. 3, p. 175-194, 2008.

GARCIA, B. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, 2011.

GLASER, B. et al. Carbono negro em frações de densidade de solos antropogênicos da região amazônica brasileira. **Geoquímica orgânica**, v. 31, n. 7, p. 669-678, 2000.

GLASER, B; BIRK, J. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Índio). **Geochimica et Cosmochimica acta**, v. 82, p. 39-51, 2012.

HASTIK, R; GEITNER, C; NEUBURGER, M. Amazonian dark earths in bolivia? A soil study of anthropogenic ring ditches near baures (eastern llanos de mojos). **Erdkunde**, p. 137-149, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA ó IBGE (Brasil). **Mapa de pedologia do Estado do Amapá**. Rio de Janeiro, 2004a. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

_____. **Mapa de Clima do Brasil**. Rio de Janeiro, 2004b. 1 Mapa. Escala 1: 5.000.000.

_____. **Mapa de vegetação do Estado do Amapá**. Rio de Janeiro, 2004c. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ - IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá**: primeira aproximação do ZEE. 3. ed. rev. ampl. Macapá: IEPA, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas do Brasil**: 1961-1990. Brasília: MAPA, 2000.

KAMPF, N. et al. Classificação das terras pretas de índio e outros solos antrópicos antigos. In: Teixeira, W.; Kern, D. Madari, B.; Lima, H.; Woods, W. **As terras pretas de índio da Amazônia**: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. p. 87-102. 2010.

KERN, D. C. et al. Pedo Geochemical Signatures of Archeological Sites in the Tapirapé Aquiri National Forest in Marabá, Amazonia, Brazil. **Geoarchaeology**, v. 30, n. 5, p. 430-451, 2015.

KERN, D. C. Análise e interpretação dos solos e, ou, sedimentos nas pesquisas arqueológicas. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**. Suplemento, n. supl. 8, p. 21-35, 2009.

LEMOS, V. P. et al. Nutrients in Amazonian Black Earth from Caxiuanã Region. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 4, p. 772-779, 2011.

LEPSCH, I. P. Conservação dos solos. **São Paulo: Caderno de textos**, 2002.

LIMA, H. N. et al. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. **Acta Amazonica**. v. 35, n. 3, p. 317-330, 2010.

MACHADO, A. **Relatório do Salvamento Arqueológico do Sítio AP-MA-5: Campus Universitário Macapá-AP**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997.

MADARI, B. E. et al. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Ed.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 172-188.

MARQUESI, J. D. O. et al. Chemical, physical and hydric attributes and mineralogy of clay fractions in soils of lower Amazon: Serra de Parintins. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 01-12, 2010.

MELÉM JÚNIOR, N. J. et al. Caracterização dos cerrados do Amapá. **Embrapa Amapá- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2003.

MENEZES, C. R.; SOUZA, G. K. C. Levantamento de Briófitas Bioindicadoras de Perturbação Ambiental do Campus Marco Zero do Equador da Universidade Federal do Amapá. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 1, p. 63-73, 2011.

PARNELL, J. J.; TERRY, R. E. Análise química do solo aplicada como ferramenta interpretativa para atividades humanas antigas em Piedras Negras, Guatemala. **Journal of Archaeological Science**, v. 29, n. 4, p. 379-404, 2002.

PESSOA JUNIOR, E. S. F.; SANTANA, G. Uma abordagem sobre fósforo em Terra Preta Arqueológica. **Scientia Amazonia**. ISSN:2238.1910. v. 6, n. 1, 61-70, 2017.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2001.

REIS, M. A. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, 2009.

RIBEIRO, A. C. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais ó 5ª Aproximação**. Viçosa: MG, 1999.359p.

RODRIGUES, S. F. S.; COSTA, M. L. Phosphorus in archeological ceramics as evidence of the use of pots for cooking food. **Appl Clay Sci**. v. 123, p. 224-31, 2016.

ROOSEVELT, A. C. The Amazon and the Anthropocene: 13,000 years of human influence in a tropical rainforest. **Anthropocene**. v. 4, p. 69-87, 2013.

RUIVO, M. L. P.; CUNHA, E. S. Mineral and Organic Components in Archaeological Black Earth and Yellow Latosol. In: Caxiuanã, Amazon, Brazil. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 64, 2003.

SALDANHA, J. D. M.; CABRAL, M. P. **Segundo relatório do Programa de Resgate Arqueológico no Campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)**, Macapá -AP. 2011.

SANTOS, L. A. C. et al. Caracterização de Terras Pretas Arqueológicas no Sul do Estado do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, p. 825-66, 2013.

SCHMIDT, M. J. A formação de Terra Preta: Análise de sedimentos e solos no contexto arqueológico. p. 121-176. In: Magalhães, M. P. (Org.) **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016. 429 p.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: SBCS, 2007. 1017 p.

SILVA, A. K. T. et al. Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta Arqueológica do município de Bom Jesus do Tocantins, sudeste da Amazônia. **Acta amazonica**, v. 42, n. 4, 2012.

VASCONCELOS, R. F. B. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, 2010.

WOODS, W. Os solos e as ciências humanas: Interpretação do passado. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Ed.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 62-71.

ZENERO, M. D. O. et al. Characterization and Classification of Soils under Forest and Pasture in an Agroextractivist Project in Eastern Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016.

6 CONCLUSÃO GERAL

É As manchas lateríticas no sítio arqueológico AP-MA-05 não apresentaram um padrão claro de distribuição, porém foi atestado seu aspecto antrópico, bem como a sua influência na formação dos arqueantrossolos, como observado na coloração e textura.

É Através da caracterização morfológica foram identificadas as áreas com maior influência das atividades antrópicas pré-históricas pela coloração mais escura dos solos e espessamento do horizonte A.

É A granulometria mostrou solos de caráter arenoso, que favorecem o processo erosivo, entretanto, nos solos da transversal 1 existe maior acúmulo das frações argiloarenosas em decorrência do processo de ocupação antrópica.

É A composição mineralógica não expressou diferença entre os solos do sítio arqueológico e sua área adjacente, inferindo que ambos possuem a mesma matriz mineral de origem e que as modificações são de caráter antrópico.

É A variabilidade química mostrou a heterogeneidade dos solos do sítio arqueológico e o aumento da fertilidade ocorreu no sentido Sul do sítio, evidenciando a área de deposição preferencial de resíduos, refletindo a dinâmica da ação antrópica no assentamento.

É A composição química e morfológica dos solos apresentadas mostra o crescimento do sítio na porção Sul e para fora dos limites pré-estabelecidos em pesquisas anteriores.

É Os arqueantrossolos no sítio AP-MA-05 são evidenciados pela coloração escura dos solos, espessamento do horizonte A e sua elevada fertilidade, entretanto, apesar destas propriedades semelhantes, os mesmos são distintos da terra preta arqueológica clássica encontrada em outros Estados, principalmente pelo conteúdo de fósforo e adição da camada laterítica.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, v. 5, p. 25-32, 1999.
- AQUINO, R. E. et al. Characteristics of color and iron oxides of clay fraction in Archeological Dark Earth in Apuí region, southern Amazonas. **Geoderma**, v. 262, n. 1, p. 35-44, 2016.
- BARROS, K. R. M. et al. Fracionamento químico da matéria orgânica e caracterização física de Terra Preta de índio. **Revista de Ciências Agrárias/ Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 1, p. 44-51, 2012.
- BAYER, C. et al. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil and tillage research**, 86:237- 245, 2006.
- BRAIDA, J. A. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:605-614, 2006.
- BRASIL, C. F. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 14 nov. 2016.
- CAMARGO, L. A. et al. Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de um latossolo sob diferentes formas do relevo: II-correlação espacial entre mineralogia e agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 2279-2288, 2008.
- CAMPOS, M. C. et al. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. **Revista Agroambiente On-line**, v. 6 (2), p. 102-109. 2012.
- CASSOL, E. A. et al. Escoamento superficial e desagregação do solo em Entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 685-690, 2004.
- CHAN, K. Y. et al. Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. **Soil and tillage research**, 89:13- 21, 2007.
- COELHO, S. R. C. et al. **Mineralogia e composição química dos fragmentos cerâmicos arqueológicos do sítio Manduquinha em Caxiuana (Portel-Pa)**. SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, v. 5, p. 234-237, 1996.
- CORRÊA, G. R. et al. Physical and chemical attributes of archaeological soils developed from shell middens in the Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1100-1111, 2011.

- CORRÊA, M. M. et al. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, 2008.
- COSTA, J. A. et al. Pedogênese de solos antrópicos: as Terras Pretas e Terra Mulata do baixo Amazonas. Teresina: **Revista Equador**. v. 04. p. 440-447, 2015.
- COSTA, J. A.; COSTA, M. L.; KERN, D. C. Analysis of the spatial distribution of geochemical signatures for the identification of prehistoric settlement patterns in ADE and TMA sites in the lower Amazon Basin. **Journal of Archaeological Science**, v. 40, n. 6, p. 2771-2782, 2013.
- COSTA, J. A.; MOURA, E. P. Uso e ocupação do solo no cerrado amapaense: a formação de antrossolos no campus da Universidade Federal do Amapá. In: BRITO, D. M. C.; AVELAR, V. G. **Geografia do Amapá em Perspectiva**, v. 1. Macapá: Universidade Federal do Amapá, 2017. p. 84-95.
- COSTA, M. L. et al. The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from lower Amazon region, Brazil: Mineralogy. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 165-178, 2004.
- COSTA, M. L.; KERN, D. C. Geochemical signatures of tropical soils with archaeological black earth in the Amazon, Brazil. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 66, n. 1, p. 369-385, 1999.
- CUNHA, J. M. et al. Atributos físicos e estoque de carbono do solo em áreas de Terra Preta Arqueológica da Amazônia. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 2, 2017.
- CURCIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. **Antropossolos: proposta de ordem (1ª aproximação)**. Embrapa Florestas, 2004.
- DENEVAN, W. M. Amazonian dark earths: the first century of reports. In: **Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision**. Springer, Dordrecht, 2009. p. 1-14.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (Brasil). **Projeto RADAM** 6 Folha NA/NB 22. Rio de Janeiro, 1974.
- EBERHARDT, D. N. et al. Influência da granulometria e da mineralogia sobre a retenção do fósforo em latossolos solucionados no pastagens no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Análises de solos**. 2a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Centro Nacional de Pesquisa de solos, 1997.
- FALCÃO, N. P. S. et al. Fertilidade do solo de Terra Preta de Índio. TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N. & WOODS, W. I, orgs. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia - Sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus, UFAM, p. 201-211, 2009.

- FERNANDES, R. B. A. et al. Quantificação de óxidos de ferro de Latossolos brasileiros por espectroscopia de refletância difusa. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, ISSN 1806-9657. v.28, n.2, p.245-257. 2004.
- FILHO, A. P.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.3, 2011. 8p.
- FONTES, M. Paulo F. et al. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 627-646, 2001.
- FRASER, J. A.; CLEMENTE, C. R. Dark Earths and manioc cultivation in Central Amazonia: a window on pre-Columbian agricultural systems? **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Humanas**, v. 3, p. 175-194, 2008.
- FRASER, J. et al. Anthropogenic soils in the Central Amazon: from categories to a continuum. **Area**, v. 43, n. 3, p. 264-273, 2011.
- GARCIA, B. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, 2011.
- GLASER, B. et al. Carbono negro em frações de densidade de solos antropogênicos da região amazônica brasileira. **Geoquímica orgânica**, v. 31, n. 7, p. 669-678, 2000.
- GLASER, B; BIRK, J J. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Índio). **Geochimica et Cosmochimica acta**, v. 82, p. 39-51, 2012.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Geomorfologia do cotidiano ó A degradação dos solos. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.4, n.4, p.116 ó 135, 2012.
- GUERRA, A. J. T; BOTELHO, R. G. M. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 19, p. 93-114, 1996.
- HAMZA, M. A; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and tillage research**, v. 82, n. 2, p. 121-145, 2005.
- HASTIK, R; GEITNER, C; NEUBURGER, M. Amazonian dark earths in bolivia? A soil study of anthropogenic ring ditches near baures (eastern llanos de mojos). **Erdkunde**, p. 137-149, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA ó IBGE (Brasil). Diretoria de Geociências. Introdução ao Processamento Digital de Imagens. **Manuais Técnicos em Geociências**, n. 9, 2000.
- _____. **Mapa de geologia do Estado do Amapá**. Rio de Janeiro, 2004a. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

_____. **Mapa de geomorfologia do Estado do Amapá.** Rio de Janeiro, 2004b. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

_____. **Mapa de pedologia do Estado do Amapá.** Rio de Janeiro, 2004c. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

_____. **Mapa de Clima do Brasil.** Rio de Janeiro, 2004d. 1 Mapa. Escala 1: 5.000.000.

_____. **Mapa de vegetação do Estado do Amapá.** Rio de Janeiro, 2004e. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ - IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE.** 3. ed. rev. ampl. Macapá: IEPA, 2008.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL ó IPHAN. **Patrimônio Arqueológico ó Amapá,** 2014. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/524/>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas do Brasil:** 1961-1990. Brasília: MAPA, 2000.

IUSS WORKING GROUP et al. **World Reference Base for soil resources 2016:** international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, Rome, 2016.

KAMPF, N. et al. Classificação das terras pretas de índio e outros solos antrópicos antigos. In: Teixeira, W.; Kern, D. Madari, B.; Lima, H. & Woods, W. **As terras pretas de índio da Amazônia:** sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. p. 87-102. 2010.

KAMPF, N; KERN, D.C. Ação antrópica e pedogênese em solos com Terra Preta em Cachoeira-Porteira, Pará. Belém: **Boletim do Museu. Paraense Emílio Goeldi,** v.1. n.2. p.187- 201, 2005.

KERN, D. C, 1996. **Geoquímica e pedogeoquímica de sítios arqueológicos com terra preta na floresta nacional de Caxiuanã (Portel-Pa).** Centro de Geociências, UFPA, Belém, 124p. (Tese de Doutorado).

KERN, D. C. et al. Pedo Geochemical Signatures of Archeological Sites in the Tapirapé Aquiri National Forest in Marabá, Amazonia, Brazil. **Geoarchaeology,** v. 30, n. 5, p. 430-451, 2015.

KERN, D. C. Análise e interpretação dos solos e, ou, sedimentos nas pesquisas arqueológicas. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia.** Suplemento, n. supl. 8, p. 21-35, 2009.

KERN, D. C.; RODRIGUES, T; SOMBROEK, W. Distribution of Amazonian Dark Earths in the Brazilian Amazon. In: J. Lehmann, D.C.; Kern, B. Glaser. Amazonian Dark Earths:

origin, properties, **Management**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 51-75, 2003.

LEMOS, C. F. et al. Avaliação da erosão entre sulcos em solos de diferentes classes de uso na bacia do rio da Bucha-PR, através do aparelho de Inderbitzen. **Revista geografa**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 156-171, 2007.

LEMOS, R.C; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Viçosa, 4.ed. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2002. 83p.

LEMOS, V. P. et al. Distribuição do arsênio e mercúrio em perfis de solos do sítio Ilha de Terra-Caxiuanã. In: LISBOA, P. L. B. (Org.). **Caxiuanã: Desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia**. 1. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2009. p. 141-152.

LEMOS, V. P. et al. Nutrients in Amazonian Black Earth from Caxiuanã Region. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 4, p. 772-779, 2011.

LEPSCH, I. P. Conservação dos solos. **São Paulo: Caderno de textos**, 2002.

LIMA, H. N. et al. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. **Acta Amazonica**. v. 35, n. 3, p. 317-330, 2010.

LIMA, J. V. Comunidades como subcategoria no contexto das políticas públicas ambientais no Brasil. Ciências Sociais. **Unisinos** [enlinea] 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93841498006>>. Acesso em: 23 Fev. 2017. ISSN 1519-7050.

LIPIEC, J; HATANO, R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. **Geoderma**, 116:107-136, 2003.

LOPES S.A.; GUILHERME G. R. L.; **Boletim técnico n° 2**. São Paulo: Anda, 2004. 50 p. Disponível em <http://www.anda.org.br/multimidia/boletim_02.pdf>. Acesso em 18 Set. 2017.

MACHADO, A. **Relatório do Salvamento Arqueológico do Sítio AP-MA-5: Campus Universitário Macapá-AP**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1997.

MADARI, B. E. et al. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Ed.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 172-188.

MAHMOODABADI, M.; SAJJADI, S. A. Effects of rain intensity, slope gradient and particle size distribution on the relative contributions of splash and wash loads to rain-induced erosion. **Geomorphology**, v.253, p. 159-167, 2016.

MARQUESI, J. D. O. et al. Chemical, physical and hydric attributes and mineralogy of clay fractions in soils of lower Amazon: Serra de Parintins. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 01-12, 2010.

MELÉM JÚNIOR, N. J. et al. Caracterização dos cerrados do Amapá. **Embrapa Amapá- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2003.

MELO, V. F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva mineral do solo. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). **Química e mineralogia do solo**. Viçosa-MG: SBCS, 2v. 2009.

MENDONÇA, I. F. C; LOMBARDI NETO, F. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006.

MENEZES, C. R; SOUZA, G. K. C. Levantamento de Briófitas Bioindicadoras de Perturbação Ambiental do Campus Marco Zero do Equador da Universidade Federal do Amapá. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 1, p. 63-73, 2011.

MUNSELL COLORS COMPANY. Baltimore: **Munsell soil colors charts**, 2000.

NEVES, E. G.; PETERSEN, J. B. Political economy and pre-Columbian landscape transformations in Central Amazonia. In: BALÉE, W.; ERICKSON, C. L. **Time and complexity in historical ecology: studies in the neotropical lowlands**. New York: Columbia University Press, 2006. p. 279-309.

OLIVEIRA, I. A. et al. Caracterização de solos sob diferentes usos na região Sul do Amazonas. **Acta Amazônica**. V. 45 (1), p. 1-12. 2015a.

OLIVEIRA, I. A. et al. Use of scaled semivariograms in the planning sample of soil chemical properties in Southern Amazonas, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 31-39. 2015b.

PARDI, M. L; SILVEIRA, O. F. M. Amapá: gestão do patrimônio arqueológico e o programa estadual de preservação. In: **Anais Eletrônicos do XIII Congresso da SAB: arqueologia, patrimônio e turismo. Campo Grande**. 2005.

PARNELL, J. J; TERRY, R. E. Análise química do solo aplicada como ferramenta interpretativa para atividades humanas antigas em Piedras Negras, Guatemala. **Journal of Archaeological Science**, v. 29, n. 4, p. 379-404, 2002.

PEREIRA, E. S.; KERN, D. C.; VERÍSSIMO, C. U. Nota sobre o salvamento arqueológico do sítio AP-MA-03: Pacoval, Macapá, AP. **Revista de Arqueologia**, v. 5: p. 55-67, 1986.

PESSOA JUNIOR, E. S. F; SANTANA, G. Uma abordagem sobre fósforo em Terra Preta Arqueológica. **Scientia Amazonia**. ISSN:2238.1910. v. 6, n. 1, 61-70, 2017.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2001.

REBELLATO, L. **Interpretando a variabilidade cerâmica e as assinaturas químicas e físicas do solo no sítio arqueológico Hatahara-AM**. Universidade de São Paulo. 2007. (Tese de Doutorado).

REICHERT, A. T.; REINERT, D. W. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, 2006.

REIS, M. A. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, 2009.

RIBEIRO, A. C. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais ó 5ª Aproximação**. Viçosa: MG, 1999.359p.

RODRIGUES, S. F. S.; COSTA, M. L. Phosphorus in archeological ceramics as evidence of the use of pots for cooking food. **Appl Clay Sci**. v. 123, p. 224-31, 2016.

ROOSEVELT, A. C. The Amazon and the Anthropocene: 13,000 years of human influence in a tropical rainforest. **Anthropocene**. v. 4, p. 69687, 2013.

RUIVO, M. L. P.; CUNHA, E. S. Mineral and Organic Components in Archaeological Black Earth and Yellow Latosol. In: Caxiuanã, Amazon, Brazil. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 64, 2003.

SALDANHA, J. D. M.; CABRAL, M. P. Arqueologia do Amapá: reavaliação e novas perspectivas. **Arqueologia Amazônica**, v. 1, p. 95-112, 2010.

SALDANHA, J. D. M.; CABRAL, M. P. **Segundo relatório do Programa de Resgate Arqueológico no Campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)**, Macapá -AP. 2011.

SANTOS, L. A. C. et al. Caracterização de Terras Pretas Arqueológicas no Sul do Estado do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 37. n. 6, p. 82566, 2013.

SANTOS, L. A. C. et al. Caracterização física de seis sítios de terras pretas Arqueológicas na Região de Apuí-AM. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 167-174, 2012.

SCHAAN, D. **Amazônia antes do Brasil**. In: FURTADO, R. Scientific American Brasil. São Paulo: Duetto Editorial. p. 28-35, 2008.

SCHMIDT, M. J. et al. Dark earths and the human built landscape in Amazonia: a widespread pattern of anthrosol formation. **Journal of Archaeological Science**, v. 42, p. 152-165, 2014.

SCHMIDT, M. J. A formação de Terra Preta: Análise de sedimentos e solos no contexto arqueológico. p. 121-176. In: Magalhães, M. P. (Org.) **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016. 429 p.

SCOLES, R. Do Rio Madeira ao Rio Trombetas, novas evidências ecológicas e históricas da origem antrópica dos castanhais das populações da Amazônia. Belém: **Novos Cadernos ó NAEA**. v. 14, n. 2, p. 265-282, 2011.

SILVA, A. K. T et al. Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta Arqueológica do município de Bom Jesus do Tocantins, sudeste da Amazônia. **Acta amazônica**, v. 42, n. 4, 2012.

SILVA, A. K. T.; GUIMARÃES, J. F.; LEMOS, V. P.; COSTA, M. L. KERN, D. C. Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta Arqueológica de Bom Jesus do Tocantins, Sudeste da Amazônia. **Acta Amazônica**. Vol. 42(4). p. 477-490, 2012a.

SILVA, F. A. A etnoarqueologia na Amazônia: contribuições e perspectivas. Belém: **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Ciências Humanas. v. 4, n. 1, p. 27-37, 2009.

SILVA, F. W. R.; et al. Caracterização Química e Mineralogia de Solos Antrópicos da Amazônia (Terras Pretas de índio). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Vol. 35. p. 673-681, 2012b.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: SBCS, 2007. 1017 p.

SILVA, V. R. et al. Fatores controladores da compressibilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico e de um Latossolo Vermelho distrófico típico. I ó Estado inicial de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p. 1-8, 2002.

SILVEIRA, M. I. et al. Um milênio de ocupações arqueológicas com manchas de terra preta em floresta na região de Carajás, Pará, Brasil. Belém: **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências da Natureza**. v. 11, n. 1, p. 11-31, 2016.

SOMBROEK, W. et al. Terra Preta e Terra Mulata: suas potencialidades agrícolas, suas sustentabilidades e suas reproduções. **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, p. 251-257, 2010.

STRECK, C. A. et al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 3, 2004.

TEIXEIRA, W. G. et al. As propriedades físicas e hídricas dos horizontes antrópicos das terras pretas de índio na Amazônia Central. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Ed.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 243-251.

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Soil physical characterization. In: **Amazonian dark earths**. Springer, Dordrecht, 2003. p. 271-286.

VALENTE, G. J. S.; COSTA, M. L. Fertility and desorption capacity of Anthrosols (Archaeological Dark Earth-ADE) in the Amazon: The role of the ceramic fragments (sherds). **Applied Clay Science**, v. 138, p. 131-138, 2017.

VASCONCELOS, R. F. B. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, 2010.

VEZZANI, F. M. et al. Matéria orgânica e qualidade do solo. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2 ed, 2008. 654 p.

VOLK, L.; COGO, N. P. Relationships between size of eroded sediments, runoff velocity, surface roughness created by tillage, and size of aggregates in a soil submitted to different managements. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1459-1471, 2009.

WALKINGTON, H. Soil science applications in archaeological contexts: a review of key challenges. **Earth-Science Reviews**, v. 103, n. 3, p. 122-134, 2010.

WOODS, W. Os solos e as ciências humanas: Interpretação do passado. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Ed.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 62-71.

ZANATTA, F. A. S; LUPINACCI, C. M.; BOIN, M. N. Morfometria do Relevo e dinâmica erosiva linear em área rural degradada no Oeste Paulista. **Revista Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 41, p. 82-97, 2017.

ZENERO, M. D. O. et al. Characterization and Classification of Soils under Forest and Pasture in an Agroextractivist Project in Eastern Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016.

APÊNDICE A 6 PARÂMETROS QUÍMICOS DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.

Amostras	MOS g.dm ⁻³	pH	P mg.dm ⁻³	Ca	Mg	K	Al cmolc.dm ⁻³	H+Al	SB	CTC	V% %	m%
P1N	18,1	5,3	3	1,4	0,4	0,03	0,3	3,8	1,8	5,6	32	14
P2N	15,17	5,4	2	2,2	0,5	0,01	0,1	3,5	2,7	6,2	44	4
P3N	15,34	5,2	3	1	0,1	0,02	0,5	3,7	1,1	4,8	23	31
P4N	18,27	5,3	4	0,7	0,3	0,05	0,6	3,9	1	4,9	20	37
P5N	19,48	5,1	4	0,8	0,3	0,03	0,8	4,6	1,1	5,7	19	42
P6N	19,83	5,5	5	1,3	0,6	0,02	0,4	3,2	1,9	5,1	37	17
P7N	41,2	5,7	3	3,7	0,4	0,02	0,1	5,6	4,1	9,7	42	2
P1S	15,69	4,8	4	0,8	0,4	0,02	0,5	4,2	1,2	5,4	22	29
P2S	12,59	4,2	2	0	0	0,02	0,9	5	0,8	5,8	14	53
P3S	19,14	5,3	3	3,6	0,7	0,06	0	3,9	4,4	8,3	53	0
P4S	21,89	5,5	3	4,3	0,6	0,2	0	4,5	5,1	9,6	53	0
P5S	20,86	5,4	5	2,5	0,5	0,06	0,1	4,7	3,1	7,8	40	3
P6S	19,48	4,6	3	0,8	0,5	0,07	0,8	5,7	1,4	7,1	20	36
P7S	28,79	5,9	4	6,1	0,7	0,05	0	2,7	6,8	9,5	72	0
P8S	22,41	4,6	6	1,4	0,5	0,02	0,7	6,4	1,9	8,3	23	27
P9S	27,58	4,6	5	1,2	0,4	0,03	1,2	8,4	1,6	10	16	43
P10S	24,83	6,6	13	7,2	0,6	0,15	0	2,5	8	10,3	78	0
P11S	27,24	4,3	4	1,1	0,4	0,05	1,5	8,7	1,6	10,3	16	48
P12S	20,17	5,7	3	5,4	0,7	0,03	0	2,8	6,1	8,9	69	0
P13S	25,69	6,7	3	6,5	0,6	0,02	0	2,7	7,1	8,5	84	0

Fonte: Trabalho de campo (2017).

APÊNDICE B ó PARÂMETROS QUÍMICOS DA TRANSVERSAL 2 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.

Amostras	MOS g.dm ⁻³	pH	P mg.dm ⁻³	Ca	Mg	K	Al cmol _c .dm ⁻³	H+Al	SB	CTC	V%	m% %
P1O	13,27	4,8	3	0	0	0,02	0,5	4	0,9	4,9	18	36
P2O	11,38	4,6	1	0	0	0,02	0,6	3,6	0,9	4,5	20	40
P3O	18,27	4,6	2	0	0	0,02	0,9	5,6	0,9	6,5	14	50
P4O	19,14	4,4	2	0	0	0,01	1,5	6,5	0,4	6,9	6	79
P5O	19,65	4,5	2	0	0	0,01	1,2	5,9	0,6	6,5	9	67
P6O	17,93	4,5	2	0	0	0,02	1,2	4,7	0,3	5	6	80
P7O	18,27	4,4	2	0	0	0,01	1,4	5,4	0,5	5,9	8	74
P8O	17,07	4,9	3	0	0	0,06	1,3	5,3	0,9	6,2	15	59
P9O	22,76	4,5	2	0	0	0,02	1,3	5,8	0,4	6,2	6	76
P10O	23,62	4,4	2	0	0	0,02	1,5	6,4	0,5	6,9	7	75
P2L	26,89	5,4	1	1,5	0,1	0,02	0,3	3,5	1,6	5,1	31	16
P3L	18,96	5,4	3	1,3	0,2	0,02	0,3	3,6	1,5	5,1	29	17

Fonte: Trabalho de campo (2017).

APÊNDICE C - PARÂMETROS QUÍMICOS DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM.

Amostras	MOS g.dm⁻³	pH	P mg.dm⁻³	Ca	Mg	K	Al cmolc.dm⁻³	H+Al	SB	CTC	V% %	m%
P2N	24,48	5,8	1	2,2	0,1	0,01	0,2	3,2	2,3	5,5	42	8
P4N	14,65	5,2	2	0	0	0,02	0,7	4	0,7	4,7	15	50
P6N	16,03	5,4	3	0,8	0,3	0,01	0,5	4	1,1	5,1	22	31
P2S	11,72	4,3	1	0	0	0,09	1	5,2	0,9	6,1	15	53
P4S	18,62	4,9	2	2,6	0,6	0,09	0,1	5,5	3,3	8,8	37	3
P6S	16,72	4,5	3	0,5	0,5	0,11	1	5,6	1,1	6,7	16	48
P8S	19,65	4,6	4	0,8	0,4	0,09	0,9	6,6	1,3	7,9	16	41
P10S	20,34	5,7	6	4,1	0,7	0,09	0	4,2	4,9	9,1	54	0
P12S	20,17	5,5	2	4,3	0,9	0,11	0	2,8	5,3	8,1	65	0

Fonte: Trabalho de campo (2017).

APÊNDICE D 6 COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.

Amostras	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		g.dm⁻³		
P1N	440	190	99	271
P2N	385	230	111	274
P3N	450	220	116	214
P4N	400	215	138	247
P5N	380	210	162	248
P6N	430	195	152	223
P7N	335	120	179	366
P1S	455	210	124	211
P2S	435	215	108	242
P3S	380	215	127	278
P4S	440	260	141	159
P5S	520	175	122	183
P6S	415	220	158	207
P7S	450	165	151	234
P8S	420	235	143	202
P9S	410	215	177	198
P10S	425	205	106	264
P11S	445	190	168	197
P12S	540	175	119	166
P13S	425	220	214	141

Fonte: Trabalho de campo (2017).

APÊNDICE E - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TRANSVERSAL 2 NA PROFUNDIDADE DE 0-10 CM.

Amostras	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		g.dm⁻³		
P1O	345	241	144	270
P2O	375	291	104	230
P3O	400	237	153	210
P4O	425	196	179	200
P5O	415	222	158	205
P6O	395	242	153	210
P7O	395	233	182	190
P8O	375	253	167	205
P9O	430	229	136	205
P10O	450	209	156	185
P2L	455	247	98	200
P3L	470	262	103	165

Fonte: Trabalho de campo (2017).

APÊNDICE F - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TRANSVERSAL 1 NA PROFUNDIDADE DE 10-20 CM.

Amostras	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
		g.dm⁻³		
P2N	405	180	133	282
P4N	365	225	148	262
P6N	400	215	132	253
P2S	405	200	132	263
P4S	455	225	133	187
P6S	390	205	151	254
P8S	400	220	176	204
P10S	360	220	156	264
P12S	490	190	127	193

Fonte: Trabalho de campo (2017).