

ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS, FÍSICOS E QUÍMICOS EM ANTROSSOLOS COMO INDICADORES DE INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO VILA TRIUNFO EM FERREIRA GOMES, AMAPÁ-BRASIL

Felipe Lima Moreira Albuquerque¹

Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)
Macapá, AP, Brasil



Jucilene Amorim Costa²

Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)
Macapá, AP, Brasil



Enviado em 22 abr. 2022 | Aceito em 12 jan. 2024

Resumo: Pesquisas geoarqueológicas mostram que a origem dos Arqueo-Antrossolos Amazônicos está diretamente ligada às antigas aldeias indígenas, atuais sítios arqueológicos. A Terra Preta Arqueológica (TPA) abordada neste trabalho, pertence à classe dos Antrossolos e são áreas de extrema importância natural/cultural e científica, pois guardam registros de ocupação humana antiga. Assim, este trabalho propôs investigar o contexto geoarqueológico de Antrossolos do sítio arqueológico Vila Triunfo, localizado no município de Ferreira Gomes, no estado do Amapá. As análises morfológicas foram realizadas com o auxílio da carta de Munsell (2017) e Lemos e Santos (2002). As propriedades físicas e químicas dos solos foram obtidas através de análises laboratoriais. A análise morfológica mostrou que existem formas similares quanto às características da cor, textura e estrutura observadas nos pontos de coletas, bem como evidenciou que solo do sítio possui coloração mais escura do que o solo da área adjacente. Todos os pontos coletados apresentaram predominância da fração areia, sob as demais, o que caracteriza os solos do sítio na classe textural Areia Franca e a área adjacente em Franco-argiloarenosa. As análises químicas disponíveis dos elementos pH, MO, P, Ca e Mg, demonstraram que os dados obtidos no sítio são superiores aos obtidos na área adjacente, comprovando um maior potencial de fertilidade e que estas alterações identificadas podem ser associadas às práticas antrópicas antigas.

Palavras-chave: Geoarqueologia. Amazônia. Geoquímica.

MORPHOLOGICAL, PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES IN ANTROSSOLS AS INDICATORS OF ANTHROPIC INTERVENTIONS IN THE ARCHAEOLOGICAL SITE VILA TRIUNFO, FERREIRA GOMES, AMAPÁ-BRASIL

Abstract: Geoarchaeological research shows that the origin of the Amazonian Arqueo-Anthrosols is directly linked to ancient indigenous villages, current archaeological sites. The Terra Preta Arqueológica (TPA), addressed in this work, belongs to the class of Antrossols. These are areas of extreme natural/cultural and scientific importance, as they keep records of ancient human occupation. In this way, the present work proposes to investigate the geoarchaeological context of Antrossols of the archaeological site Vila Triunfo, located in the municipality of Ferreira Gomes, Amapá. Morphological analyzes were carried out with the aid of the chart by Munsell (2017) and Lemos and Santos (2002). The physical and chemical properties of the soils were obtained through laboratory analysis. The morphological analysis showed that there are similarities between the characteristics of color, texture and structure observed at the collection points, showing that the soil of the site has a darker color than the soil of the adjacent area. All the collected points showed a predominance of the sand fraction, over the others, inserting the soils of the site in the Areia Franca textural class and the adjacent area in the sandy clay loam. The available chemical analyzes of the elements pH, MO, P, Ca+Mg, demonstrated that the data obtained in the site are superior to those obtained in the adjacent area, showing a greater fertility potential and that these identified alterations can be associated with ancient anthropic practices.

Keywords: Archaeological Sites. Amazon. Geochemistry.

1. Mestre em Geografia, formado pela Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7230-9889>. E-mail: felipe.lima_stn@hotmail.com.

2. Doutora em Geologia e Geoquímica, formada pela Universidade Federal do Pará – UFPA. Prof^a Associada da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-5020-7240>. E-mail: jucilene@unifap.br

ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS, FÍSICOS Y QUÍMICOS EN ANTROSOLES COMO INDICADORES DE INTERVENCIONES ANTRÓPICAS EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO VILA TRIUNFO EN FERREIRA GOMES, AMAPÁ-BRASIL

Resumen: Las investigaciones geoarqueológicas muestran que el origen de los Arqueo-Antrosoles amazónicos está directamente vinculado a antiguos pueblos indígenas, actuales sitios arqueológicos. La Tierra Negra Arqueológica (TPA), discutida en este trabajo, pertenece a la clase Antrosoles. Estas son áreas de extrema importancia natural/cultural y científica, ya que contienen un registro de ocupación humana antigua. Así, el presente trabajo se propone investigar el contexto geoarqueológico de Antrosoles del sitio arqueológico Vila Triunfo, ubicado en el municipio de Ferreira Gomes, Amapá. Los análisis morfológicos se realizaron con ayuda del gráfico de Munsell (2017) y Lemos y Santos (2002). Las propiedades físicas y químicas de los suelos se obtuvieron mediante análisis de laboratorio. El análisis morfológico demostró que existen similitudes entre las características de color, textura y estructura observadas en los puntos de recolección, mostrando que el suelo del sitio tiene un color más oscuro que el suelo del área adyacente. Todos los puntos recolectados mostraron predominio de la fracción arena sobre los demás, ubicando los suelos del sitio en la clase textural Areia Franca y el área adyacente en arcilla arenosa. Los análisis químicos disponibles de los elementos pH, MO, P, Ca y Mg demostraron que los datos obtenidos en el sitio son superiores a los obtenidos en el área adyacente, mostrando un mayor potencial de fertilidad y que estos cambios identificados pueden estar asociados con antiguas prácticas antrópicas.

Palabras clave: Geoarqueología. Amazonas. Geoquímica.



Introdução

As pesquisas arqueológicas, geoarqueológicas e os relatos etno-históricos evidenciam que na região amazônica existem áreas onde as propriedades originais do solo foram modificadas pela atividade humana pré-histórica. Estas áreas de solos apresentam uma coloração escura, restos de materiais arqueológicos (fragmentos cerâmicos e artefatos líticos), elevados teores de Carbono Orgânico, Fósforo, Cálcio, Magnésio, Zinco e um alto potencial de fertilidade, diferenciando-se dos tipos de solos naturais da região. Estas áreas constituem uma das feições mais interessantes da paisagem amazônica, pois representam o registro da ocupação humana e uso do solo por populações pré-colombianas (Kampf *et al.*, 2009; Falcão; Moreira; Comenford, 2009; Teixeira, C. 2018).

As intervenções causadas pelos povos tradicionais estão relacionadas ao modo de vida, que incluía o costume de depositar nos solos dos locais onde habitavam, restos de alimentos, fogueiras, cerâmicas, artefatos líticos, dentre outros. Esses materiais, incorporados ao solo e submetidos aos processos de decomposição e transformações ao longo de algumas centenas de anos (Pedogênese), disponibilizaram diversos elementos químicos que modificaram física e quimicamente o solo desses locais, atualmente conhecidos como sítios arqueológicos (Kampf; Kern, D. 2005; Costa, 2011; Costa *et al.*, 2020).

Os Antrossolos foram categorizados e classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) e pela legenda de classificação de solos proposta por Kampf *et al.*, (2003). Eles são conceituados como volumes resultantes de atividades antrópicas, que passaram por muitas modificações, seja por mistura, truncamento ou enterro dos horizontes originais, ou ainda a adição de novos materiais de origem.

Estes Antrossolos não são encontrados apenas na Amazônia Brasileira e, embora a maior ocorrência esteja registrada no Brasil, também foram identificados em países circunvizinhos como Guiana Francesa, Peru, Colômbia e Venezuela. Estima-se que aproximadamente 60.000 km², ou seja, 1% dos solos amazônicos, sofreram alterações antrópicas ocasionadas pelos povos pré-colombianos (Kampf; Kern, D. 2005; Costa; Moura, 2017; Xavier, N.; Xavier, J.; Costa, 2019). Devido à elevada fertilidade e relevância cultural, os Antrossolos chamam a atenção das mais diversas áreas

do conhecimento, sendo analisados e estudados por geógrafos, geólogos, geoquímicos, antropólogos, biólogos e não apenas por arqueólogos e pedólogos, fazendo com que surjam diversas pesquisas com caráter de multi e interdisciplinar (Kampf; Kern, D. 2003; Kern, D. *et al.*, 2009).

Nesse sentido é que surgem pesquisas com enfoques científicos diferenciados, que vão desde a definição e reconstrução hipotética de padrão de assentamento (Kern, D. 1988, 1996; Costa, 2011; Costa *et al.*, 2020; Souza, L. 2020) a estudos sobre a fertilidade destes solos (Falcão; Borges, 2006; Kern, J. *et al.*, 2019). No Amapá, estão catalogados, atualmente, 412 sítios arqueológicos no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA, 2021), demonstrando que existem muitas áreas potenciais para a ocorrência de Antrossolos no estado. Ressalta-se que este quantitativo pode ser bem maior, pois a região do interior do estado não é totalmente conhecida e estudada. Somente no município de Ferreira Gomes, *locus* desta pesquisa, existem 65 sítios arqueológicos cadastrados, os quais foram identificados principalmente entre os anos de 2003 a 2015. (Saldanha; Cabral, 2010; Nunes Filho, 2010; CNSA, 2021).

Por serem locais privilegiados em termos de paisagem, forma de relevo, limite de terra firme, com rios, igarapés e campos inundáveis, boa parte destes sítios estão ocupados atualmente por comunidades ribeirinhas. As atividades cotidianas dessas comunidades, tais como a abertura de fossas, uso para plantio e pastagem, raspagem do solo para área de lazer e outros grandes empreendimentos, como as hidrelétricas existentes na região do médio curso do Rio Araguari, acabam alterando as evidências arqueológicas da região e comprometem a preservação destes patrimônios (Saldanha; Cabral, 2010).

O presente trabalho foi realizado sob a ótica da Geoarqueologia e tem como objetivo analisar o contexto geoarqueológico de Antrossolos no sítio arqueológico Vila Triunfo, localizado no médio curso da bacia do Rio Araguari. Buscou-se identificar os diferentes graus de modificações nas paisagens, decorrentes do uso e ocupação por povos pré-colombianos, através da caracterização das propriedades morfológicas, granulométricas/texturais e químicas dos solos do sítio arqueológico. Assim, essa pesquisa contribui para informações detalhadas sobre estas áreas, até então pouco estudadas.

Materiais e métodos

Área de estudo

A área de estudo selecionada (Figura 1), compreende o sítio arqueológico Vila Triunfo, localizado na Vila Triunfo, a 32,22 Km da sede municipal, sob as coordenadas 0°53'36.81" N e 51°2'12.54" O e com altitude de 18 metros em relação ao nível médio do mar. O Sítio Vila Triunfo pertence à região arqueológica compreendida como AP-MA (MACAPÁ), uma região bastante rica de acordo com Simões e Araújo Costa (1978). Este sítio tem característica unicomponencial: pré-colonial a céu aberto, no qual foram encontrados fragmentos cerâmicos (FC) e presença de Terra Preta (TP) (Nunes Filho, 2010).

Figura 1 - Contexto regional da área de estudo.



Legenda: VT_P1 = Vila Triunfo Ponto 1; VT_P2 = Vila Triunfo Ponto 2;
 VT_P3 = Vila Triunfo Ponto 3; VT_P4 = Vila Triunfo Ponto 4.

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados do IBGE (2004) e SEMA/AP (2017).

Conforme a figura 1, o sítio arqueológico está localizado no médio curso da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, que é a maior e mais importante do estado, com aproximadamente 42.710 km² de área. Esta bacia ocupa cerca de um terço da área total do estado e tem seu rio principal, o Araguari, com extensão de aproximadamente 300 km, considerando sua nascente, no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque até sua foz, no Oceano Atlântico. Seus principais afluentes são os rios Tracajatuba, Falsino, Tajauí e Mutum (Coelho, 2012; Cunha *et al.*, 2014). A hidrografia da bacia do Rio Araguari é resultante da compartimentação geomorfológica regional (Espírito Santo, 2018).

De acordo com Ayoad (1996), o clima da região onde está situado o sítio arqueológico, segundo a classificação de Köppen e a classificação genética proposta de Strahler (1969) é o Equatorial quente e úmido, caracterizado pela ocorrência de três meses de verão (setembro, outubro e novembro) e três meses de inverno (março, abril e maio) (IBGE, 2017). Os meses que compreendem o período do inverno são os mais chuvosos da região, concentrando até 70% do total da pluviosidade anual, cerca de 2000 mm. Nos meses que compreendem o verão, este índice não ultrapassa 100 mm (Oliveira, 2010; Silva, E. 2017; Espírito Santo, 2018).

O recorte espacial no qual está inserido o sítio arqueológico analisado, segundo o Mapa Geológico do Brasil (IBGE, 2004a), tem sua geologia marcada pela presença do Grupo Barreiras (TQb). O Grupo Barreiras é uma unidade existente ao longo da faixa costeira do Brasil, cuja extensão vai do estado do Amapá até o estado do Rio de Janeiro. Como característica do Grupo, tem-se a ocorrência quase contínua e a regularidade geomorfológica, além da presença de arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados de cores variadas, com níveis concrecionários denominados “Grés do Pará” (Arai, 2006; IBGE, 2004a; CPRM, 2016).

Sobre a unidade morfoestrutural Grupo Barreiras (TQb) situa-se a unidade morfoescultural Tabuleiros Costeiros. Sua unidade geomorfológica é caracterizada como Tabuleiros Dissecados (CPRM, 2016) ou Tabuleiros Costeiros do Amapá (IBGE, 2004). Esta unidade consiste de tabuleiros costeiros, apresentando uma média densidade de drenagem e uma dissecação intensa, não obedecendo a um controle estrutural nítido e podendo comportar vales com aprofundamentos diferenciados (IBGE, 2004b; Dantas; Medina, 2000). O sítio está situado sobre Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, que são caracterizados por possuírem perfis muito homogêneos, baixa fertilidade natural e boa drenagem (IBGE, 2004c; IBGE, 2007).

A vegetação predominante é do tipo Floresta Ombrófila Aberta Aluvial, formação ribeirinha ou “floresta ciliar,” que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias (IBGE, 2004e; IBGE, 2012).

O potencial arqueológico da região foi identificado através de trabalhos relativos à arqueologia preventiva, realizados devido ao crescente avanço social, à intensificação da atuação de mineradoras e, principalmente, à implantação de Usinas Hidrelétricas. Nestas pesquisas foram identificados sítios de dimensões consideráveis, alguns com mais de 500 metros de diâmetros. São sítios pré-coloniais, com predominância de sítios do tipo Habitação e Cemitério, sendo que também foram registrados sítios dos tipos Acampamento e Polidor (Saldanha; Cabral, 2010). Os sítios arqueológicos conhecidos e cadastrados no município de Ferreira Gomes/AP encontram-se nas altitudes entre 20 a 60 metros, e as maiores concentrações se estendem ao longo do Rio Araguari.

Conforme Simões e Araújo-Costa (1978), a fase arqueológica que compreende a área de estudo denomina-se fase Mazagão, fazendo referência aos povos que viveram nos séculos XV e XVI nesta região. Embora os citados autores tenham delimitado a área de estudo como pertencente à fase Mazagão, pesquisas mais recentes apontam a presença de outra fase arqueológica na região, a Koriabo. Estas pesquisas identificaram vários sítios cerâmicos a céu aberto e algumas cavernas contendo deposições de cerâmica, sendo que algumas possuem características relacionadas à fase Koriabo, também identificadas em diversos sítios da Amazônia Oriental. (CNSA, 2020; Saldanha; Cabral, 2010).

Através de informações obtidas nas fichas catalográficas do CNSA (2021) constatou-se que a maioria dos sítios arqueológicos conhecidos na região, no ato de seus cadastramentos, encontravam-se em grau de integridade variando entre 25 a 75%. Isso decorre do crescente avanço populacional e dos empreendimentos estabelecidos na região, que avançam sobre estas áreas. Assim, o cenário atual quanto à preservação destes sítios pode ser bem diferente, pois trata-se de áreas que estão sujeitas à danos e perdas que podem ser irreparáveis.

Amostragem

Para a elaboração desta pesquisa sobre a complexidade do contexto geoarqueológico do sítio arqueológico Vila Triunfo, localizado na região do médio Araguari, área situada na região arqueológica AP-MA (MACAPÁ), foram coletadas 4 amostras de solos dos níveis 0 – 20 cm, os pontos Vila Triunfo 1 (VT-P1), Vila Triunfo 2 (VT-P2), Vila Triunfo 3 (VT-P3) e Vila Triunfo 4 (VT-P4), portanto quatro pontos com 40 metros de equidistância. Para a comparação com os solos naturais da região, foi selecionado um ponto situado na área periurbana do município de Ferreira Gomes, distante 17,12 Km da área do sítio arqueológico, conforme representado no quadro 1.

Quadro 1 - Localização, coordenadas e altitude dos pontos de coletas analisados

Local	Coordenada Geográfica Latitude/Longitude	Altitude (m)
Sítio Arqueológico	0°53'36.81" N / 51°2'12.54" O	18
Área Adjacente	0°51' 19.35" N / 51°11' 9.21" O	17

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Morfologia, Granulometria e Química

As amostras de solo foram examinadas e descritas segundo os procedimentos metodológicos propostos por Lemos e Santos (2002), que consistem na determinação da coloração, textura, estrutura, porosidade, consistência e transição entre horizontes ou camadas. A determinação da coloração das amostras de solo seguiu a padronização mundial, por meio da comparação com a carta de cores Munsell (2017).

A análise granulométrica foi realizada de acordo com o método internacional da pipeta. Este método consiste na dispersão química, utilizando uma solução de Hexametáfosfato de Sódio (reagente químico) ou Hidróxido de Sódio (reagente); e a agitação mecânica dos agregados ou unidades estruturais primárias (Areia, Silte e Argila), seguida da combinação de tamisação e processo de sedimentação, para posterior quantificação proporcional de cada partícula em g/Kg^{-1} . A fração de areia grossa ($\Theta = 2,0$ a $0,2$ mm) e a fração de areia fina ($\Theta = 0,2$ a $0,05$ mm) são separadas por tamisação. A fração de argila ($\Theta < 0,002$ mm) é separada pelo princípio da Lei de Stokes. A fração de Silte ($\Theta = 0,05$ a $0,002$ mm) é obtida por diferença. A textura foi classificada de acordo com o Triângulo Textural utilizado por Teixeira P. *et al.*, (2017).

As análises químicas dos elementos disponíveis (matéria orgânica, pH em H_2O , P Disponível, K^+ trocável, Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis, Al^{3+} trocável) foram realizadas conforme os procedimentos metodológicos propostos por Teixeira P. *et al.*, (2017) e realizados no Laboratório ESALQ/USP.

Os dados obtidos foram organizados, tabulados e o gráfico gerado com a utilização do *software* Microsoft Excel. As imagens foram editadas com o auxílio do *software* CorelDraw. Os mapas foram gerados através do *software* QGIS 3.20.1, com dados obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, Secretaria de estado do Meio Ambiente - SEMA/AP, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Diretoria de Serviço Geográfico do Exército - DSG, Ortoimagens INPE/TOPODATA, e dos sites de mapeamento Google Earth e OpenStreetMap.

Resultados e discussões

Morfologia dos solos

Nas pesquisas arqueológicas e geoarqueológicas a Cor constitui um parâmetro de grande importância para a identificação de sítios arqueológicos e áreas com Antrossolos, pois, ela é uma das propriedades de melhor visualização e que, de forma genérica, permite a individualização do que é solo natural ou antrópico. Pode-se delimitar a área de um sítio arqueológico através da Cor, à medida que estes Antrossolos Amazônicos geralmente, apresentam uma coloração mais escura em seus horizontes superficiais, além de presença significativa ou esporádica de fragmentos cerâmicos e artefatos líticos (Kampf; Kern, D. 2005; Kern, D. *et al.*, 2009; Kampf *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2009; Costa, 2011; Costa *et al.*, 2020).

Em relação às propriedades morfológicas identificadas, o ponto VT – P1 apresentou a coloração bruno (Munsell – 7.5 YR 5/4), estrutura granular, textura arenosa, consistência fraca e a

presença de raízes finas. No ponto VT-P2 a cor identificada foi a bruno amarelado escuro (Munsell – 10 YR 4/4), estrutura granular, textura franco-arenosa, consistência fraca e raízes finas. O ponto VT-P3 apresentou coloração bruno escuro (Munsell - 10YR 3/3), com blocos subangulares (Bs), com consistência moderada e textura franco-arenosa, presença de raízes finas. Dentre os pontos coletados, o ponto VT-P3 foi o único em que ocorreu a presença de fragmentos cerâmicos (FC). No ponto VT – P4, a cor identificada foi a bruno acinzentado escuro (Munsell – 10 YR 4/2), estrutura granular, textura franco-arenosa, consistência moderada e raízes finas.

Os parâmetros morfológicos identificados no solo do sítio não foram muito distintos aos observados no solo da área adjacente (AD), o qual apresenta uma coloração bruno amarelado claro, estrutura granular, textura franco-argiloarenosa, consistência fraca e presença de raízes finas. Um fator que deve ser levado em consideração, é que boa parte do horizonte Antrópico do sítio arqueológico já havia sido retirado para a realização da terraplanagem do terreno para a fins de cultivo no local (Figura 2). Se essa intervenção atual não tivesse sido realizada, provavelmente estes parâmetros seriam mais distintos dos observados na área adjacente.

Figura 2 - Contexto atual do sítio arqueológico Vila triunfo. Legenda: A) Antrossolo arrastado para aplainamento do terreno; B) Ponto de coleta com indicação de Antrossolo e camada de transição; C) Área de cultivo do sítio.



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Todos os pontos analisados mostraram uma certa semelhança, onde a coloração Bruno foi identificada em todos os pontos, variando de Bruno (Munsell – 7.5 YR 5/3) no ponto VT-P1 a Bruno acinzentado escuro no ponto VT-P4 (Munsell – 10 YR 4/2). A estrutura predominante foi a Granular, com textura arenosa e consistência fraca, conforme representado no quadro 3.

Quadro 2 - Morfologia das amostras de solo do sítio Vila Triunfo e Área Adjacente.

Ponto	Cor (Munsell)	Prof. (cm)	Estrutura	Textura	Consistência	Raízes	Obs.
VT-P1	(7.5YR 5/3) Bruno	0 - 10	d) Granular	Arenosa	Fraca	Raízes finas	Atrás da residência
VT-P2	(10YR 4/4) Bruno amarelado escuro	0 - 10	d) Granular	Franco-Arenosa	Fraca	Raízes finas	Área de plantio
VT-P3	(10YR 3/3) Bruno escuro	0 - 10	Bs) Blocos Subangulares	Franco-Arenosa	Moderada	Raízes finas	Presença de FC
VT-P4	(10YR 4/2) Bruno acinzentado escuro	0 - 10	d) Granular	Franco-Arenosa	Fraca	Raízes finas e grossas	Vegetação densa
AD	(10YR 6/4) Bruno Amarelado claro	0 - 10	d) Granular	Franco-Argiloarenosa	Fraca	Raízes Finas	Bioturbação

Legenda: VT = Vila Triunfo; AD = Área Adjacente; P1 = Ponto um.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

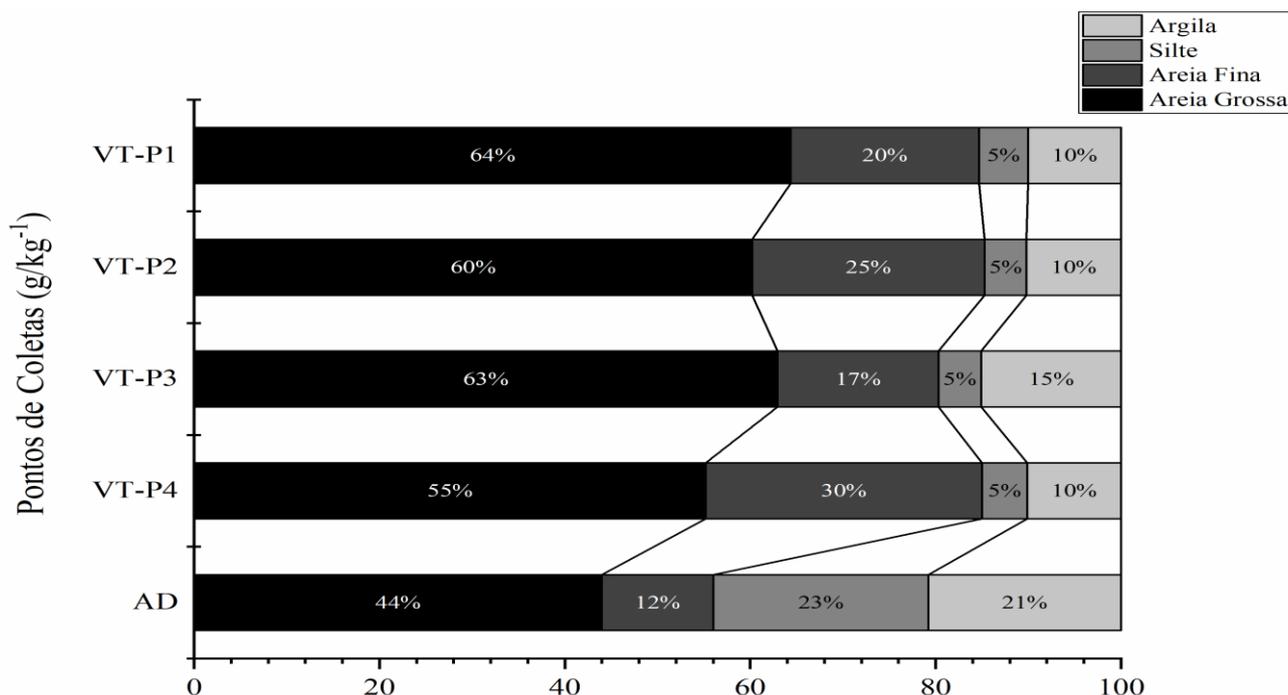
As características observadas no sítio Vila Triunfo são semelhantes aos resultados de pesquisas desenvolvidas por autores como Kampf; Kern, D. (2005); Teixeira, W. *et al.*, (2009); Woods (2009); Costa (2011); Xavier, N.; Xavier, J.; Costa (2019); Costa *et al.*, (2020) e Albuquerque *et al.*, (2022). As variabilidades morfológicas presentes nos Antrossolos são apenas um dos elementos diagnósticos utilizados para as interpretações das intervenções antrópicas antigas.

Granulometria/Textura dos solos

A variedade entre o tamanho das frações que compõem o solo tem influência direta nas propriedades morfológicas, físicas e químicas. Normalmente, as frações menores ou mais finas são mais ativas. Nesse sentido, a proporção dos componentes de tamanho maior (areia e cascalho) e menor (argila e silte), juntamente com seu arranjo em agregados, irá determinar no solo algumas características importantes, tais como tamanho e quantidade de poros, permeabilidade à água, grau de consistência (pegajosidade e plasticidade), tipo de estrutura e resistência à erosão (Ribeiro; Oliveira; Araújo Filho, 2015; Lima, B. *et al.*, 2021).

As frações de Areia foram superiores às frações de Silte e Argila em todos os pontos analisados. No sítio Vila Triunfo as frações de areia compreenderam mais de 80% do volume total analisado em cada ponto, dando destaque às frações de areia grossa que variaram de 643 g.kg⁻¹ no ponto VT-P1 a 552 g.kg⁻¹ no ponto VT-P4 (Figura 3). A fração de argila foi a segunda maior identificada, variando de 10 a 15% do volume analisado, dando destaque ao ponto VT-P3 com 151 g.kg⁻¹. Os teores de silte foram significativamente mais baixos, inserindo todos os pontos analisados na classe textural Franco-arenosa. A área adjacente (AD) também apresentou em maior quantidade as frações de areia sobre as demais, mas em menor proporção do que nos Antrossolos, compreendendo a 56% do volume. As frações de silte e argila foram significativamente mais elevadas que nos Antrossolos analisados.

Figura 3 - Distribuição das frações granulométricas presentes no sítio Vila Triunfo e Área Adjacente (AD).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicaram que os Antrossolos analisados, em sua maioria, apresentaram um maior percentual de frações de areia do que o solo não antrópico da área adjacente (AD). Tais resultados corroboram com o trabalho realizado por Teixeira, W. *et al.*, (2009) em 18 sítios arqueológicos no estado do Amazonas, região amazônica, no qual indicam que estes teores podem ser associados às práticas relacionadas ao uso do fogo e a disponibilidade de material orgânico, que combinados formam partículas organo-minerais estáveis, semelhantes às frações de areia. O aspecto mais arenoso do sítio pode ser relacionado à perda das frações mais finas, como Argila e Silte, para as camadas mais profundas, ou por escoamento superficial, que são potencializados em áreas com altos índices pluviométricos, superiores a 2000 mm/ano (Costa; Moura, 2017; Xavier, N.; Xavier, J.; Costa, 2019).

Elementos químicos disponíveis (pH, MO, P, K⁺, Ca+Mg e Al⁺)

Os horizontes superficiais de áreas com a ocorrência de Antrossolos do tipo Terra Preta Arqueológica (TPA), apresentam usualmente valores mais elevados de pH, MO, P, K⁺, Ca+Mg e Al⁺, além de uma coloração mais escura e a presença de artefatos cerâmicos ou líticos. Esses nutrientes conferem uma elevada fertilidade ao solo destas áreas, dando-lhes uma boa qualidade quando comparado à outras classes de solos encontradas na região amazônica, as quais costumam apresentar certa deficiência destes elementos (Kern, D.; Kampf, 1989; Kampf; Kern, D. 2005; Kampf *et al.*, 2009; Lima, H. *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2012).

Os Antrossolos apresentam, em média, 38,9 g.kg⁻¹ de C orgânico, 507 mg.kg⁻¹ de P disponível, 9,4 cmolc.kg⁻¹ de Ca+Mg e pH 5,6, distinguindo-se das médias encontradas nos Latossolos e Argissolos da Amazônia. Estes, por sua vez, são de apenas 1,6 g.kg⁻¹ de C orgânico, 1,7 mg.kg⁻¹ de P disponível, 1,4 cmolc.kg⁻¹ de Ca+Mg e pH 4,5 (Kampf; Kern, D. 2005; Costa, 2011).

As variações entre a quantidade e qualidade de matéria orgânica (MO) encontradas nos solos podem surtir efeitos sobre as propriedades e processos que ocorrem em seu sistema. A MO pode ser definida como todo material orgânico vegetal ou animal, tais como fragmentos de resíduos, liteira, compostos solúveis e a matéria orgânica ligada intimamente aos argilominerais do solo (Stevenson, 1994). A MO é um componente que em comparação à fase mineral, está presente em menor quantidade no solo, sendo que em torno de 1 a 5% são compostos pelas bases orgânicas. Sua capacidade de absorver nutrientes auxilia na diminuição de toxidez por metais pesados, como Ferro e Alumínio, elevação de cátions como Ca^+ , Mg^+ e K^+ e estabilização do pH (Costa *et al.*, 2009; Madari *et al.*, 2009).

A MO dos solos do sítio Vila Triunfo variou de $13,9 \text{ g.kg}^{-1}$ no ponto VT-P1 (menor teor obtido) a $31,9 \text{ g.kg}^{-1}$ no ponto VT-P3 (maior teor obtido), sendo considerados valores bons para o solo. A estes pontos também estão associados menores teores de Alumínio trocável (Al^+), com $2,5 \text{ mmol.c.kg}^{-1}$ e $8,3 \text{ mmol.c.kg}^{-1}$ respectivamente (Figura 4). Os teores de pH demonstraram uma certa estabilidade, variando de 5,44 no ponto VT-P1 a 4,95 no ponto VT-P4. Os processos de estabilização ou desestabilização de MO em Antrossolos são de extrema importância para compreender a formação e manutenção da fertilidade química destes solos (Madari *et al.*, 2009).

Os teores obtidos na área adjacente (AD) foram relativamente mais baixos quando comparados aos do sítio, com $14,14 \text{ g.kg}^{-1}$ de MO, apenas $0,6 \text{ mmol.c.kg}^{-1}$ de Al^+ e pH com 5,1. Isso evidencia que este ponto possui uma certa deficiência quanto a tais elementos. Este ponto enquadra-se na classificação de muito bom para os teores de MO ($>7 \text{ g.kg}^{-1}$), acidez trocável considerada muito baixa $\leq 0,20$ e acidez média pH 5,1 – 6,0 (Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999).

De acordo com Kampf e Kern, D. (2005) e Souza *et al.*, (2009), na maioria das pesquisas realizadas nos Antrossolos Amazônicos, os dados apresentam teores elevados de Fósforo, Cálcio, Magnésio e Potássio, principalmente quando comparados com solos naturais da região. Isso torna estes elementos marcadores chave para a identificação de áreas com maior interferência antrópica, pois geralmente são provenientes de matéria orgânica como por exemplo, resíduos animais (ossos, tecidos e excrementos) e vegetais (bacaba, açaí, mandioca, etc.). As cinzas provenientes da queima de material vegetal também constituem uma das principais fontes destes elementos (Kampf; Kern, D. 2005; Madari *et al.*, 2009; Woods, 2009; Teixeira, W.; Lima, R., 2016; Costa *et al.*, 2020).

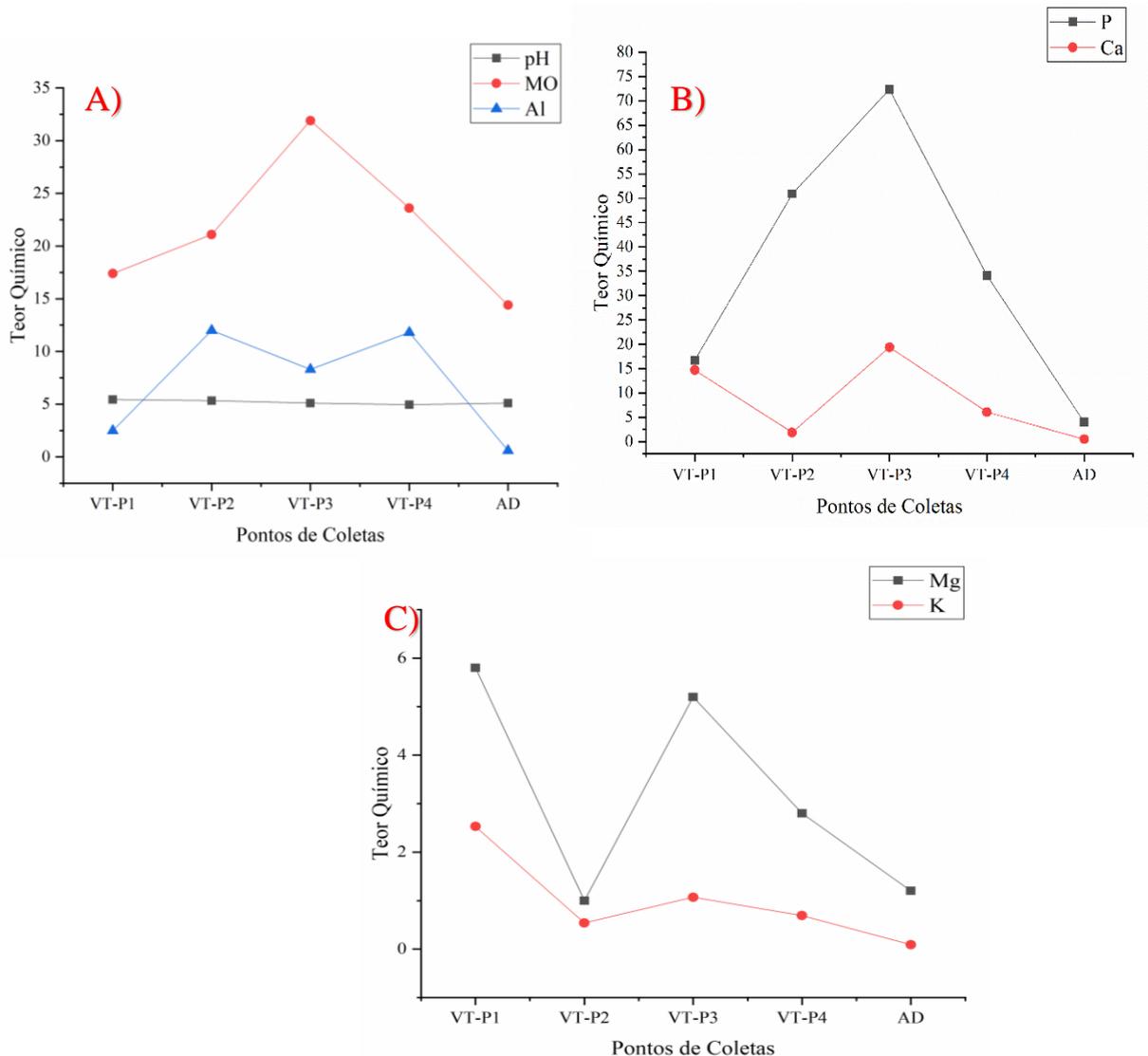
Os teores de fósforo e cálcio apresentaram-se de forma mais significativa nos Antrossolos analisados do que na área adjacente (Figura 4), dando destaque ao ponto VT-P3, onde os teores obtidos foram de $72,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ para fósforo, sendo considerado muito bom $> 45,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $19,4 \text{ mmol.c.kg}^{-1}$ de cálcio, também sendo classificado como muito bom $> 4,00 \text{ mmol.c.kg}^{-1}$. Isso evidencia que este ponto foi o que mais apresentou traços indicadores da presença humana no local, sendo que outro indicador chave identificado neste ponto, foi a presença de fragmentos cerâmicos, que são vestígios físicos da cultura material (Kampf; Kern, D. 2005; Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999).

A presença de áreas com marcadores químicos com baixas concentrações são igualmente importantes para a interpretação e identificação destas áreas, já que podem indicar caminhos ou trilhas de acessos para a mata e para as fontes de água ou áreas de maior circulação (Kern, D. 1996; Costa *et al.*, 2020).

Assim como os demais elementos, os teores de Mg e K^+ se apresentaram de forma mais significativa nos Antrossolos analisados do que na área adjacente (AD). Os teores de Mg e K^+ apresentaram comportamento semelhante aos teores de Ca, tendo suas maiores concentrações nos pontos VT-P1 e VT-P3 e são considerados níveis muito bons para o solo $> 1,50 \text{ mmol.c.kg}^{-1}$, mas inferiores quando comparados à outros Antrossolos analisados na Região Amazônica (Alvarez *et al.*, 1999; Kern, D; Kampf, 2005; Costa, 2011). Pessoa Júnior *et al.*, (2012) relatam que os teores de P e Ca

nos Antrossolos se apresentam em maior quantidade do que Mg e K, o que dá pela maior disponibilidade proveniente da matéria orgânica depositada nestes locais, bem como maior afinidade com as superfícies de troca do solo.

Figura 4 – Variação dos teores químicos dos elementos pH, MO e Al⁺, P e Ca, Mg e K⁺ nos pontos de coletas. Legenda: A) Relação de pH, Matéria Orgânica (MO) e Al⁺; B) Variação P e Ca; C) Variação de Mg e K⁺.



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Dentro da área do sítio observou-se que os teores de Al⁺ tiveram decréscimos coincidentes com a elevação dos cátions básicos (Ca, Mg e K), diferentemente da área adjacente que não apresentou um teor alto de Al⁺ e nem elevação dos cátions básicos. Comportamentos semelhantes foram observados por Kern, D. e Kampf (2005) em três sítios arqueológicos na região de Cachoeira-Porteira, no município de Oriximiná-PA.

Os resultados químicos obtidos permitem a classificação dos solos do sítio Vila Triunfo como Arqueoantrossolos Hórticos, de acordo com a Legenda de Classificação Arqueopedológica (LCA), por apresentarem teores C orgânico $\geq 14 \text{ mg.kg}^{-1}$; teores de P disponível $\geq 65 \text{ mg.kg}^{-1}$ e teores de Ca+Mg $\geq 4 \text{ mmol}_c.\text{kg}^{-1}$. Nesse sentido, supõe-se que no processo de formação destes solos houve

intervenções ocasionadas por prolongados períodos de habitações, com adições casuais de material orgânico e vestígios físicos de cultura material (Kampf; Kern, D.; 2005; Kampf *et al.*, 2009).

A análise dos elementos químicos pH, MO e Al⁺, P e Ca, Mg e K⁺ permitiu constatar que os solos onde do atual sítio arqueológico, *locus* dessa pesquisa, foram alterados de forma significativa pelas populações antigas que ali habitavam. Assim, mesmo sendo um sítio que já foi altamente degradado pelo uso antrópico, os dados comprovam que os parâmetros, indicadores da presença humana antiga, resistiram ao tempo e às intempéries. Por conta disso, atribui-se a este local um potencial de fertilidade superior aos solos naturais da região Amazônica, que têm seu processo de pedogênese afetado devido às condições ambientais adversas nos locais onde estão inseridos (Kampf; Kern, D. 2005; Costa; Moura, 2017).

Considerações finais

Os parâmetros morfológicos, físicos e químicos dos Antrossolos, identificados durante a pesquisa, demonstram os geoindicadores da presença de uma civilização antiga na região. Ainda que se tratando de áreas que já foram bastante alteradas pelo uso antrópico atual, observou-se que mesmo depois de séculos, estas assinaturas resistiram às intempéries e continuam impressas no solo.

Por meio dos atributos químicos pH, MO, P, K⁺, Ca, Mg e Al, foi possível verificar que alguns pontos do sítio Vila Triunfo tiveram as maiores intervenções antrópicas e apresentaram maior potencial de fertilidade em relação aos solos naturais da região. Estes teores compreendem variáveis importantes para a identificação e a classificação de solos antrópicos, pois os solos naturais da região Amazônica comumente apresentam certa deficiência nestes elementos.

A utilização de técnicas geoarqueológicas nestes Antrossolos foram eficazes para a obtenção dos resultados que irão contribuir para o conhecimento mais detalhado sobre a geodiversidade da região, que possui uma grande riqueza de elementos naturais e culturais ainda pouco estudados. Os resultados obtidos nessa pesquisa configuram como uma das primeiras contribuições sobre os Antrossolos no município de Ferreira Gomes e no estado do Amapá.

Referências

- ALBUQUERQUE, F. L.; COSTA, J.; SOUZA, T.; XAVIER, N. (2022) Geoarqueologia em Antrossolos dos Sítios Arqueológicos Pacoval e UNIFAP na área urbana de Macapá-AP. In: *GEOGRAFIA DO AMAPÁ VOLUME III*. BRITO, D. M. C.; SILVA, E. A.; FERREIRA, J. F. (Org.) Maringá – PR. UNIEDUSUL, p. 94 – 109.
- ARAI, M. A. (2006) Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP. Série Científica*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6.
- AYOAD, J. O. (1996) *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. 4 ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil.
- CABRAL, M.; SALDANHA, J.; LEITE, L. (2018) Um breve panorama sobre arte rupestre no Amapá. *Revista Habitus - Revista do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia*, Goiânia, v. 16, n.2, p. 425-448, jul./dez.
- CAMPOS, M.; SANTOS, L.; SILVA, D.; MANTOVANELLI, B.; SOARES, M. (2012) Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. *Agro@ambiente Online – Revista Brasileira de agro ambiente*, v. 6, n. 2, 102-109.
- CARDOSO, J. A. (1996) Geoarqueologia: Fundamentos e Métodos, sua aplicação em Portugal. *Especial a Arqueologia e as outras Ciências*. Série 2, n. 5. p. 57.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. (1999) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*, 5ª Aproximação. Antônio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., Editores. Viçosa, MG.
- COSTA, J. A.; KERN, D. C.; COSTA, M. L.; RODRIGUES, T. E.; KAMPF, N.; LEHMAN, J.; FRAZÃO, F. J. L. (2009) Geoquímica das Terras Pretas Amazônicas. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (org.). *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p. 162-171.
- COSTA, J. A. (2011) *Mineralogia e Geoquímica de terra preta arqueológica para a identificação de padrão ocupacional pré-histórico no vale do baixo Rio Amazonas (Juruti – PA)*. p. 125. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências. Programa de Pós-graduação em Geologia e Química, Belém.
- COSTA, J. A.; KERN, D. C.; DA SILVEIRA, M. I.; DO ESPÍRITO SANTO, C. M. (2020) Geoarqueologia de Antrossolos do sítio Terra Preta, Vale do Baixo Amazonas, Juruti-Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 21, n. 3.
- COSTA, J. A.; MOURA, H. P. (2017) Uso e ocupação do solo no cerrado amapaense: a formação de Antrossolos no Campus da Universidade Federal do Amapá. In: Brito, D.C.; Avelar, V. (org.). *Geografia do Amapá em perspectiva*. (e-book). (Ed). Unifap. Macapá, p. 84-95.
- CUNHA, A. C.; VILHENA, J. E. S.; DOS SANTOS, E. S.; SARAIVA, J. M. B.; KHUN, P. A. F.; BRITO, D. C.; SOUZA, E. B.; ROCHA, E. P.; CUNHA, H. F. A.; BRITO, A. U.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P.; DA MOTTA, V. H.; SANTOS, P. V. C. (2014) Evento extremo de chuva-vazão na bacia hidrográfica do rio Araguari, Amapá – Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v. 29, n. especial, São Paulo, p. 95-110.
- SILVA, J. X. (2016) *Geodiversidade do estado do Amapá*. (org.) SILVA, O. X.; JOÃO, J.; S. G. TEIXEIRA – Belém: CPRM.
- DANTAS, M. E.; MEDINA, A.I. M. (2000) Geomorfologia. *Projeto Porto Seguro/Santa Cruz Cabralia - Salvador*. CPRM-SUREG/AS.
- EMBRAPA. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, p. 306, 2006.
- ESPÍRITO SANTO, C. M. (2018) *Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do “valor da conservação do solo” para a avaliação da geodiversidade no médio curso do Rio Araguari/Celina Marques do Espírito Santo* – Rio de Janeiro. p. 201.
- FALCÃO, N.; MOREIRA, A.; COMENFORD, N. B. (2009) A Fertilidade dos Solos de Terra Preta de Índio da Amazônia Central. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Ed.). *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p. 189-211.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2004ª) *Mapa de geologia do estado do Amapá*. Rio de Janeiro. 1 Mapa. Escala 1:750.000.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2004b) *Mapa de geomorfologia do estado do Amapá*. Rio de Janeiro. 1 Mapa. Escala 1:750.000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2004c) *Mapa de pedologia do estado do Amapá*. Rio de Janeiro. 1 Mapa. Escala 1:750.000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2004d) *Mapa de hidrografia do estado do Amapá*. Rio de Janeiro. 1 Mapa. Escala 1:750.000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2004e) *Mapa de vegetação do estado do Amapá*. Rio de Janeiro. 1 Mapa. Escala 1:750.000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2004f) *Mapa de Clima do Brasil*. Rio de Janeiro. 1 Mapa. Escala 1:5.000.000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2012) *Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos*. 2 ed. Revisada e ampliada. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. (2021) *Cadastro Nacional de sítios Arqueológicos – CNSA*.
- KAMPF, N.; KERN, D.C. (2005) O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. *Trópicos em ciência do solo*. v. 4. Viçosa, MG: Sociedade brasileira de ciência do solo.
- KAMPF, N.; WOODS, G. I.; SOMBROEK W.; KERN, D. C.; CUNHA, T. J. F. (2003) *Classification of Amazonian Dark Earths and other ancient antropic soils*. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B.; WOODS, W.I. (org.). *Amazonian Dark Earths: origin, properties and management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p. 77-102.
- KAMPF, N.; WOODS, W.; KERN, D.; CUNHA, T. (2009) Classificação das Terras Pretas de índio e outros solos antrópicos antigos da Amazônia: sua caracterização e uso do conhecimento na criação de novas áreas. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Ed.). *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p. 88-102.
- KERN, D. C. (1988) *Caracterização pedológica de solos com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará*. 1988, 242 p. Dissertação (Mestrado em solos), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KERN, D. C.; LIMA, H. P.; COSTA, J. A.; LIMA, H. V.; RIBEIRO, A. B.; MORAES, B. M.; KAMPF, N. (2017) Terras pretas: *Approaches to formation processes in a new paradigm*. *Geoarchaeology*, v. 32, n. 6, p. 694–706.
- KERN, D. C.; KAMPF, N.; WOODS, W. I.; DENVAN, W. M.; COSTA, M. L.; FRAZÃO, F. J. L.; SOMBROEK, W. (2009) Evolução do conhecimento em terra preta de índio. TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Ed.). *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p. 72-81.
- KERN, D.C.; KAMPF, N. (1989) Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região de Oriximiná - Pará. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 13: 219-225.
- KERN, D. C.; KAMPF, N. (2005) 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.
- KERN, J.; LUÍSA, G.; WENCESLAU, T.; GIACOMO, L.; GLASER, B. (2019) *Wath can we learn from ancient fertile anthropic soil (Amazonian Dark Earths, shell mounds, plaggen soil for soil carbon sequestration?)*. *Catena* – 172. p. 104-112.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. (2002) *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 4. ed. Viçosa: SBCS, p. 83.
- LEPSCH, I. F. (2011) *19 Lições de Pedologia*. – São Paulo: Oficina de Textos.
- LIMA, H. N.; SCHAEFER, C. A.; MELO, J.; GILKES, R. J. (2002) *Pedogenesis and pre-Colombian land use of "Terra Preta Anthrosols" ("Indian black earth") of Western Amazonia*. *Geoderma*, v. 110, n. 1-2, p. 1–17.
- LIMA, B. R.; NEVES, B. R.; OLIVEIRA, E. P.; BEBÉ, F.V. LIMA, P. A; DONATO JR.; E. P. (2021) Caracterização física de solos sob diferentes usos e manejos em propriedades de agricultura familiar em Candiba-Bahia. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.1, p.1220-1233.

- MADARI, B. E.; CUNHA, T.; NOVONTINY, E.; MILORI, D.; NETO, L.; BENITES, V.; COELHO, M. SANTOS, G. (2009) 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. (Ed.). *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 172-188.
- NUNES FILHO, E. (2010) *Relatório do Levantamento Arqueológico Diagnóstico da Área das UHEs Cachoeira Caldeirão e Ferreira Gomes, município de Porto Grande e Ferreira Gomes -AP*.
- MARQUES, M. L.; VALE, L. S.; SILVA, M. V.; CAVALCATE, M. R. (2020) Erosão em voçoroca e impacto nas propriedades químicas do solo e da água. *Research, Society and Development*, v. 9, n.9.
- OLIVEIRA, L. L.; CUNHA, A. C.; JESUS, E. S.; BARRETO, N. J. C. (2010) Características Hidroclimáticas da Bacia do Rio Araguari-AP. In: CUNHA, A.; SOUZA, E.; CUNHA, H. *Tempo, Clima e Recursos Hídricos: Resultados do Projeto REMETAP no estado do Amapá*. IEPA. p. 216.
- PARDO, J. F. (2020) *La Geoarqueología en España hoy*. *Trabajos de Antropología e Etnología*, v. 34, n. 3-4.
- PEREIRA, E. S. (2004) Três sítios com arte rupestre no Amapá, Brasil. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 14, p.367-377.
- POLLARD, A. M. (1999) *Geoarchaeology: exploration, environments, resources*. *Geological Society, London, Special Publications*.
- RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. (2015) Caracterização Morfológica do Solo. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E.; VIDAL-TORRADO, P. (Ed.). *Pedologia: fundamentos*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 48-55.
- RODRIGUES, T. E. (1996) Solos da Amazônia. In: ALVAREZ V.; FONTES, L. E.; FONTES, M. P. UH, (Ed). *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. Universidade Federal de Viçosa, p.19-60.
- ROSA-COSTA, L. T.; CHAVES, C. L.; KLEIN, E. L. (2014) Geologia e recursos minerais da Folha Rio Araguari – NA.22-Y-B, estado do Amapá, Escala 1:250.00. Belém: CPRM. *Serviço Geológico do Brasil*. p. 159.
- SALDANHA, J. D. M.; CABRAL, M. P. Arqueologia do Amapá: reavaliação e novas perspectivas. In: PEREIRA, E.; GUAPINDAIA, V. (Org.). *Arqueologia Amazônica*. Belém; MPEG; IPHAN; SECULT, 2010.
- SILVA, A. K.; GUIMARÃES, J. T.; LEMOS, V. P.; COSTA, M. L.; KERN, D. C. (2012) 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.
- SILVA, E. S. (2017) *Dinâmicas de processos erosivos na orla fluvial urbana de Ferreira Gomes – Amapá*. 2017. Dissertação (mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. p. 149.
- SIMÕES, F.; ARAÚJO-COSTA, F. (1978) Áreas da Amazônia Legal Brasileira para a pesquisa e cadastro de sítios arqueológicos. *Museu Paraense Emílio Goeldi*. Belém, p. 160.
- SOUZA, L. J. (2020) *A ocupação humana na porção oriental da bacia sedimentar do Araripe, Cariri Cearense: um estudo geoarqueológico dos Sítios Baixa do Jardim, Antônio Gomes e Caboclinho*. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Recife.
- SOUZA, K. W. (2009) *Phosphorous Forms*. In: *Cultivated Indian Black Earth (Anthrosols) Of Varying Texture the Brazilian Amazon*. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:1347-1355.
- STEVENSON, F. J. (1994) *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2th ed. John Wiley and Sons. INC, New York, NY.
- TEIXEIRA, W.; MARTINS, G.; MACEDO, R.; NEVES JUNIOR, A.; MOREIRA, A.; BENITES, V.; STEINER, C. As Propriedades Físicas Dos Horizontes Antrópicos (Terras Pretas de Índio e Terras Mulatas) na Amazônia. In: WENCESLAU, G. T. TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W (Ed.). *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p. 242 – 250.
- TEIXEIRA, C. S. (2018) Geoarqueologia: uma Ciência Auxiliar ou uma Ciência Independente? Reflexão Teórica Metodológica. *Revista Antrope*. p. 255-265.

- TEIXEIRA, W. G.; LIMA, R. A. (2016) O solo modificado pelo homem (solo antrópico) como artefato arqueológico. *Anais. 4 Seminário de Preservação de Patrimônio Arqueológico*. Rio de Janeiro.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (2017) *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 3. ed. rev. atual – Brasília, DF.
- VIEIRA, D. C. (2017) *Propriedades físico-hídricas de solos com horizonte A Antrópico-Tpa com diferentes concentrações de Fragmentos Cerâmicos*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia.
- XAVIER, N. S.; XAVIER, J. R. M.; COSTA, J. A. (2019) Composição Química dos solos dos Sítios Arqueológicos AP-MA-05 em Macapá-Amapá. *Periódico Tchê Química*. v.16, n. 33.
- WOODS, W. I. (2003) *Development of Anthrosol Research. Amazon Dark Earth: Origin, Properties, Managment*. In. LERMANN, J. *Amazon Dark Earths: Origin, Properties, Managements*. Academic Publishers: 3-14.
- WOODS, W. I. (2009) Os solos e as ciências humanas: Interpretação do passado. In: T. TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W (Ed.). *As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. p. 62 – 71.